كـــود الطـرق السعـودي
SAUDI HIGHWAY CODE

الهيئة العامة للطرق
Roads General Authority

كـــود الطـرق السعودي

٢٠٢٣
الإصدار الأول

تصميم الطرق والجسور والأنفاق
كود الطرق السعودي ٣٠٦ - تصميم مرافق الطرق ومنافعها
المنافع العامة، وإنارة الطرق والشوارع، وأجهزة التحكم والمراقبة

رؤيـــة VISION 2030
المملكة العربية السعودية
KINGDOM OF SAUDI ARABIA


كـــود الطـرق السعـودي
SAUDI HIGHWAY CODE

القائمة الرئيسة لكود الطرق السعودي			
م	المحور	الكود	العنوان
١	مقدمة	كود الطرق السعودي ١٠١	عام
٢	التخطيط والدراسات الأولية	كود الطرق السعودي ٢٠١	عملية التخطيط
٣		كود الطرق السعودي ٢٠٢	الأعمال المساحية ورسم الخرائط
٤		كود الطرق السعودي ٢٠٣	الدراسات الأولية
٥	تصميم الطرق والجسور والأنفاق	كود الطرق السعودي ٣٠١	التصميم الهندسي للطرق
٦		كود الطرق السعودي ٣٠٢	تصميم مرافق الطرق ومنافعها - الهيدرولوجيا والتصميم الهيدروليكي
٧		كود الطرق السعودي ٣٠٣	تصميم مرافق الطرق ومنافعها - مناطق الاستراحة، ومحطات فحص الشاحنات، ومواقف السيارات والمرائب
٨		كود الطرق السعودي ٣٠٤	تصميم مرافق الطرق ومنافعها - تصميم أنظمة السلامة الخاملة
٩		كود الطرق السعودي ٣٠٥	تصميم مرافق الطرق ومنافعها - تصميم منطقة أعمال الطرق
١٠		كود الطرق السعودي ٣٠٦	تصميم مرافق الطرق ومنافعها - المنافع العامة، وإنارة الطرق والشوارع، وأجهزة التحكم والمراقبة
١١		كود الطرق السعودي ٣٠٧	تصميم مرافق الطرق ومنافعها - زراعة المسطحات الخضراء، والإعلانات الخارجية
١٢		كود الطرق السعودي ٣٠٨	تصميم الرصف
١٣		كود الطرق السعودي ٣٠٩	مواصفات المواد والاختبارات القياسية
١٤		كود الطرق السعودي ٣١٠	تصميم الجسور والأنفاق
١٥	إنشاء الطرق والجسور والأنفاق	كود الطرق السعودي ٤٠١	إنشاء الطرق
١٦		كود الطرق السعودي ٤٠٢	إنشاء الجسور والانفاق
١٧		كود الطرق السعودي ٤٠٣	إنشاء مرافق الطرق
١٨	نظم صيانة الطرق والجسور والأنفاق وإدارتها	كود الطرق السعودي ٥٠١	نظم إدارة صيانة الرصف
١٩		كود الطرق السعودي ٥٠٢	نظم صيانة الجسور والأنفاق وإدارتها
٢٠		كود الطرق السعودي ٥٠٣	نظم صيانة مرافق الطرق وإدارتها
٢١	هندسة المرور و سلامة الطرق	كود الطرق السعودي ٦٠١	هندسة المرور
٢٢		كود الطرق السعودي ٦٠٢	الدليل الموحد لأجهزة التحكم المروري
٢٣		كود الطرق السعودي ٦٠٣	سلامة الطرق
٢٤	الجوانب البيئية للطرق	كود الطرق السعودي ٧٠١	الجوانب البيئية للطرق
٢٥	متطلبات المركبات ذاتية القيادة	كود الطرق السعودي ٨٠١	متطلبات المركبات ذاتية القيادة

الهيئة العامة للطرق
المملكة العربية السعودية، الرياض، وادي الحياة، حي المروج-١٢٢٦٤
٠١١٨٧٤٤٤٤٤ هاتف محلي/ ٩٦٦٠١١٨٧٤٤٤٤٤+ خارج المملكة العربية السعودية

ⓒ جميع الحقوق محفوظة للهيئة العامة للطرق ١٤٤٥هـ | ٢٠٢٣م

الهيئة العامة للطرق
Roads General Authority

وزارة النقل والخدمات اللوجستية
Ministry of Transport and Logistic Services

وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان
Ministry of Municipal Rural Affairs & Housing

SASO
المواصفات السعودية
Saudi Standards

وزارة البيئة والمياه والزراعة
Ministry of Environment Water & Agriculture

EXPRO
هيئة كفاءة الإنفاق والمشروعات الحكومية
Expenditure & Projects Efficiency Authority

المملكة العربية السعودية
الهيئة الملكية لجبيل وينبع
Royal Commission for Jubail and Yanbu
KINGDOM OF SAUDI ARABIA

اللجنة الوزارية للسلامة المرورية
الأمانة العامة
The Ministerial Committee of Traffic Safety
General Secretariat

المركز الوطني لسلامة الطرق
National Road Safety Center

مركز دعم هيئات التطوير
DEVELOPMENT AUTHORITIES SUPPORT CENTER

أرامكو
aramco

اللجنة التوجيهية

معالي م. بدر بن عبدالله الدلامي
رئيس اللجنة

أ.د. علي بن سعيد الغامدي **مدير عام المشروع**	م. عبدالله بن عبدالرحمن الربيعة **عضو**	م. بدر بن علي الحقباني **عضو**
م. رامي بن إسماعيل جلي **عضو**	م. علي بن سعيد الغامدي **عضو**	أ. طامس بن علي الحمادي **عضو**
م. خالد بن وليد الرشيد **عضو**	م. عبدالله بن محمود كاشغري **عضو**	م. أجدل بن محمد السلمي **عضو**
م. عمر بن عبدالرحمن الضبعان **عضو**	د. خالد بن يحيى القحطاني **عضو**	م. هذلول بن حسين الهذلول **عضو**
م. عبدالله بن سليمان السليمان **عضو**	م. طارق بن زياد الشامي **عضو**	م. سالم بن جبران القحطاني **عضو**

م. نواف بن أحمد الظبياني
سكرتارية اللجنة

م. مياسم بنت مبارك باجويبر
سكرتارية اللجنة

مدير عام مشروع كود الطرق السعودي

أ.د. علي بن سعيد الغامدي

اللجنة المشرفة

أ.د. علي بن سعيد الغامدي **مدير عام المشروع**		
أ.د. سعد بن عبدالرحمن القاضي **المدير الفني العام**	م. تركي بن عبدالله العمودي **المدير الفني**	
م. عبدالعزيز بن علي السحيباني **المدير الإداري**	م. محمد بن فايز المنيع **عضو**	

الفريق الفني

أ.د. علي بن سعيد الغامدي **مدير عام المشروع**	أ.د. سعد بن عبدالرحمن القاضي **المدير الفني العام**	م. تركي بن عبدالله العمودي **المدير الفني**
م. عثمان بن مختار محمد **عضو**	م. مياسم بنت مبارك باجويبر **عضو**	م. فيصل بن عبدالرحيم العنزي **عضو**
م. مشعل بن عبدالله باوزير **عضو**	م. إبراهيم بن حسين أبوحليقة **عضو**	م. فهد بن علي المحمود **عضو**
م. يوسف بن عبدالعزيز العمار **عضو**	م. عمر بن أسامة كبوش **عضو**	م. أوس بن عبدالمنعم بخاري **عضو**

الفريق الإداري

م. عبدالعزيز بن علي السحيباني **المدير الإداري**	م. نواف بن أحمد الظبياني **مدير التواصل**	أ. نجلاء بنت سعيد جراد **مشرف تطوير الموقع الإلكتروني**
م. فيصل بن عبدالرحيم العنزي **مشرف الترجمة**	أ. موضي بنت ابراهيم الربيشى **عضو**	أ. شوق بنت خالد الخريجي **عضو**
أ. نادر بن فياض الشراري **عضو**	أ. عبدالله بن محمد العمري **عضو**	م. عبدالله بن عبدالرحمن الملاحي **عضو**

الفريق القانوني

أ. نجود بنت عبداللطيف بدران **عضو**	أ. أحمد بن مصلح الثقفي **عضو**

اللجنة الفنية (كود الطرق السعودي ٣٠٦)

أ.د. سعد بن عبدالرحمن القاضي	د. ياسر بن عبدالرحمن بن سلمه	أ.د. عبدالعزيز بن سليمان الطرياق
رئيس	**عضو**	**عضو**

فريق تدقيق الترجمة الفني

أ.د. سعد بن عبدالرحمن القاضي	م. تركي بن عبدالله العمودي	م. فيصل بن عبدالرحيم العنزي
رئيس	**عضو**	**عضو**
م. مشعل بن عبدالله باوزير	م. عثمان بن مختار محمد	م. مياسم بنت مبارك باجويبر
عضو	**عضو**	**عضو**
م. عبدالله بن عبدالعزيز بخش	م. عبدالعزيز بن عبدالله العسكر	م. إبراهيم بن حسين أبوحليقة
عضو	**عضو**	**عضو**

فريق تدقيق الترجمة اللغوي

د. هيفاء بنت محمد الفريح	د. فاطمة بنت علي الألمعي	د. نورة بنت عبدالعزيز الشعلان
رئيس	**عضو**	**عضو**
أ.د. زاهية بنت سالم جويرو	أ. نوف بنت عيسى المالكي	
عضو	**عضو**	

جدول المحتويات

جدول المحتويات ..... أ

قائمة الأشكال ..... ط

قائمة الجداول ..... ن

١- المقدمة ١

١-١ ملخص الأبواب ١

١-٢ نطاق العمل: ٢

١-٣ أكواد ومواصفات مرجعية: ٢

٢- المنافع الهيدروليكية ٤

٢-١ مقدمة: ٤

٢-١-١ عام: ٤

٢-١-٢ ضوابط خطوط أنابيب الغاز، والنفط: ٤

٢-١-٣ قابلية التطبيق: ٥

٢-١-٤ مراحل التصميم الرئيسة والمسؤوليات والسياسة: ٥

٢-١-٥ الإدارة العامة للمنافع وممرات المنافع: ٦

٢-١-٦ المعلومات الأساسية – ضوابط عامة: ٦

٢-١-٧ السلامة: ٧

٢-١-٨ تحديد المواقع: ٧

٢-١-٩ الحفظ والترميم: ٨

٢-١-١٠ مصادر المعلومات: ٩

٢-١-١١ البيئة والجودة البصرية والصحة: ٩

٢-٢ الاستشارة، والموافقات: ١١

٢-٢-١ استشارة مقدمي خدمات المنافع والموافقات؛ شهادة عدم الممانعة: ١١

٢-٢-٢ مراحل التصميم: ١١

٢-٢-٣ الجهات والهيئات التنظيمية والأطراف المعنية – آلية التنسيق: ١٢

٢-٢-٤ مواصفات التصميم: ١٤

٢-٢-٥ الدور التخطيطي: ١٤

٢-٣ بدء المشروع – الحصول على البيانات: ١٥

٢-٣-١ الحصول على البيانات: ١٥

٢-٣-٢ حدود المشروع: ١٥

٢-٣-٣ التحقق من صحة بيانات الأصول: ١٥

٢-٣-٤ تقرير التباينات: ١٦

٢-٤ التصميم المفاهيمي: ١٦

٢-٤-١ عام: ١٦

٢-٤-٢ التسليمات: ١٨
٢-٤-٣ تعريف المشروع: ١٨
٢-٤-٤ تصنيف الطريق: ١٨
٢-٤-٥ المبادئ العامة لتوفير ممرات المنافع: ١٩
٢-٤-٦ تحديد متطلبات المنافع القائمة والمستقبلية: ١٩
٢-٤-٧ ترتيب المنافع حسب الأولوية، وتحسينها: ١٩
٢-٤-٨ تقييم أثر المنافع: ١٩
٢-٤-٩ تطوير ممرات المنافع الأساسية: ٢٢
٢-٤-١٠ المواصفات العامة لعرض ممرات المنافع: ٢٢
٢-٤-١١ إرشادات تصميم ممرات المنافع: ٢٣
٢-٤-١٢ متطلبات تثبيت ممرات منافع الطرق: ٢٣
٢-٤-١٣ التعامل مع ازدحام المنافع في الممرات الضيقة: ٢٨
٢-٤-١٤ أثاث الشوارع، والمسطحات الخضراء، والمتطلبات الأخرى: ٣٤
٢-٤-١٥ الاستحواذ على الأراضي: ٣٦
٢-٤-١٦ المناطق العازلة: ٣٧
٢-٤-١٧ الإنشاء المؤقت لممرات المنافع: ٣٧
٢-٤-١٨ إرشادات تصميم المنافع التي تشتمل على منشآت تحت الأرض، أو سطحية، أو علوية، إما بشكل فردي، أو جماعي: ٣٧
٢-٤-١٩ السياسة الموحدة لشروط وضع المنافع العامة في حرم الطرق السريعة: ٤١
٢-٤-٢٠ أحكام التشغيل، والصيانة: ٤٥
٢-٥ المسوحات الطوبوغرافية: ٤٥
٢-٦ التصميم الأولي، والتصميم التفصيلي، والمخرجات: ٤٥
٢-٦-١ عام: ٤٥
٢-٦-٢ مخرجات التصميم الأولي: ٤٥
٢-٦-٣ مخرجات التصميم التفصيلية: ٤٦
٣- منافع الكهرباء والاتصالات ٤٧
٣-١ المقدمة: ٤٧
٣-٢ التصميم: ٤٨
٣-٢-١ ملخص: ٤٨
٣-٢-٢ مواصفات التصميم: ٤٨
٣-٢-٣ استطلاع حول الموقع: ٤٩
٣-٢-٤ الظروف البيئية: ٤٩
٣-٣ غرف التفتيش، والمراقبة: ٤٩
٣-٣-١ التطبيق: ٥٠
٣-٣-٢ الإنشاء: ٥٠
٣-٤ مجموعة القنوات والأكمام: ٥٠
٣-٤-١ التطبيق: ٥٠

٣-٤-٢ أعمال التشييد والتركيب: ٥٢
٣-٥ تركيبات مدفونة مباشرة: ٥٢
٣-٥-١ التطبيق: ٥٢
٣-٥-٢ المسارات والخلوص: ٥٢
٣-٥-٣ علامات الكابلات: ٥٢
٣-٥-٤ تباعد الكابلات: ٥٢
٣-٦ منافع الكهرباء: ٥٤
٣-٦-١ التوزيع الكهربائي: ٥٤
٣-٦-٢ خطوط الكهرباء: ٥٥
٣-٦-٣ تركيب تجهيزات وتمديدات الطرق: ٥٧
٣-٦-٤ تركيب تجهيزات وتمديدات التقاطعات/المحوّلات: ٥٧
٣-٦-٥ تركيب تجهيزات وتمديدات الجسور: ٥٧
٣-٦-٦ تركيب تجهيزات وتمديدات الأنفاق / الممرات السفلية: ٥٨
٣-٧ الاتصالات: ٦١
٣-٧-١ الكابلات: ٦١
٣-٧-٢ إرشادات تركيب تجهيزات وتمديدات الاتصالات الجديدة: ٦٧
٣-٧-٣ تركيب تجهيزات وتمديدات التقاطعات/المحولات: ٧٢
٣-٧-٤ تركيب تجهيزات وتمديدات الجسور: ٧٢
٣-٧-٥ تركيب تجهيزات وتمديدات الأنفاق / الممرات السفلية: ٧٣
٤- منافع إنارة الطرق والشوارع ٧٦
٤-١ الغرض والنطاق: ٧٦
٤-٢ دليل الاستخدام: ٧٦
٤-٣ الاستدامة: ٧٧
٤-٤ المتطلبات البيئية: ٧٧
٥- تصميم إنارة الطرق والشوارع ٧٩
٥-١ نظرة عامة على تصميم الإنارة: ٧٩
٥-١-١ متطلبات التصميم: ٧٩
٥-١-٢ معايير التصميم: ٨٧
٥-١-٣ حسابات تصميم الإنارة: ٨٧
٥-١-٤ عناصر التحكم في الإنارة: ٨٩
٥-٢ تصميم إنارة الطرق: ٩٠
٥-٢-١ المُبررات: ٩٢
٥-٢-٢ طريقة التصميم: ٩٣
٥-٢-٣ أنواع الأعمدة: ٩٥
٥-٣ تصميم إنارة التقاطعات: ٩٩

٥-٣-١ المُبررات: ٩٩
٥-٣-٢ طريقة التصميم ١٠٠
٥-٣-٣ التخطيط..... ١٠١
٥-٣-٤ أنواع الأعمدة ١٠٦
٥-٤ تصميم إنارة المحولات: ١٠٧
٥-٤-١ المُبررات: ١٠٧
٥-٤-٢ طريقة التصميم: ١٠٨
٥-٥ تصميم إنارة الجسور: ١١٣
٥-٥-١ المُبررات: ١١٣
٥-٥-٢ طريقة التصميم: ١١٤
٥-٥-٣ التخطيط: ١١٤
٥-٦ تصميم إنارة الممرات السفلية والعلوية: ١١٤
٥-٦-١ المُبررات: ١١٤
٥-٦-٢ طريقة التصميم: ١١٥
٥-٦-٣ التخطيط: ١١٦
٥-٧ تصميم إنارة الأنفاق: ١١٦
٥-٧-١ المُبررات: ١١٧
٥-٧-٢ طريقة التصميم: ١١٧
٥-٧-٣ تصنيف الأنفاق وجداول التصميم المرتبطة بها: ١٢٢
٥-٧-٤ تجنب الوميض: ١٢٦
٥-٧-٥ التخطيط: ١٢٧
٥-٨ تصميم إنارة الشوارع في السماء المظلمة: ١٢٩
٥-٨-١ تأثير إنارة الطرق على الحياة الفطرية: ١٢٩
٥-٨-٢ تأثير إنارة الطرق على البشر: ١٢٩
٥-٨-٣ مواصفات إنارة الطرق وأفضل الممارسات: ١٣٠
٥-٨-٤ أنواع الإنارة: ١٣٠
٥-٩ أنظمة التحكم في الإنارة ١٣١
٥-١٠ اعتبارات إمداد الطاقة ١٣٥
٦- مواصفات المواد لمنافع إنارة الطرق والشوارع ١٣٧
٦-١ وحدات الإنارة: ١٣٧
٦-٢ الأعمدة ١٤٠
٦-٣ إنارة الطرق باستخدام الطاقة الشمسية: ١٤٢
٦-٣-١ وحدات الإنارة: ١٤٣
٦-٣-٢ الألواح الشمسية: ١٤٣
٦-٣-٣ البطاريات: ١٤٤

٦-٣-٤ جهاز التحكم في الشحن: ١٤٤
٦-٣-٥ الأعمدة: ١٤٥
٦-٤ أجهزة التحكم ١٤٦
٦-٥ مواد إنارة الأنفاق: ١٤٨
٦-٥-١ الإنارة: ١٤٨
٦-٥-٢ أنظمة التعليق: ١٤٩
٦-٥-٣ نظام التحكم: ١٤٩
٦-٥-٤ إنارة التوجيه: ١٥٠
٦-٥-٥ الطوارئ: ١٥٠
٧- أجهزة التحكم والمراقبة ١٥١
٧-١ عام: ١٥١
٧-٢ استخدام الدليل: ١٥١
٧-٣ النطاق: ١٥١
٧-٤ التوثيق ١٥٢
٧-٥ المتطلبات الوظيفية ١٥٤
٧-٥-١ الطاقة ١٥٤
٧-٥-٢ متطلبات تصميم الأجهزة ١٥٥
٧-٥-٣ الاختبار: ١٥٦
٧-٥-٤ التدريب: ١٥٨
٧-٥-٥ متطلبات برمجيّات الحاسوب: ١٥٩
٧-٥-٦ أمن المعلومات: ١٦٠
٧-٥-٧ مركز إدارة المرور (TMC): ١٦٠
٨- أنظمة مراقبة واستشعار الطرق ١٦٦
٨-١ تصميم أنظمة استشعار ومراقبة المرور: ١٦٦
٨-١-١ غرض النظام وتسلسل التصميم: ١٦٦
٨-١-٢ اعتبارات التصميم: ١٦٧
٨-١-٣ إرشادات الموقع/ التثبيت: ١٦٨
٨-١-٤ إرشادات النشر: ١٦٨
٨-١-٥ اختيار تقنية استشعار المركبات: ١٧٣
٨-١-٦ تفاصيل أنظمة تنظيم الدخول في مداخل الطرق: ١٧٨
٨-١-٧ أنظمة استشعار المركبات للأنفاق والجسور: ١٩١
٨-٢ مواصفات أنظمة الاستشعار: ١٩٢
٨-٢-١ الموجات الدقيقة / نظام الاستشعار بالرادار: ١٩٢
٨-٢-٢ نظام استشعار شدة المجال المغناطيسي: ١٩٢
٨-٢-٣ أنظمة مطابقة جهاز بتقنية البلوتوث®: ١٩٥

٨-٢-٤ نظام الاستشعار بالحلقات الحثية: ١٩٦
٨-٢-٥ نظام تنظيم الدخول في مداخل الطرق: ١٩٦
٨-٢-٦ نظام استشعار الارتفاع الزائد ٢٠٥
٨-٢-٧ نظام الوزن -في-أثناء -الحركة: ٢٠٨
٨-٢-٨ التعرف على لوحة الترخيص: ٢١٠
٨-٢-٩ أنظمة إنفاذ قوانين السرعة: ٢١١
٨-٣ أنظمة معلومات الطقس على الطرق (RWIS)، وتصميم مراقبة جودة الهواء: ٢١٢
٨-٣-١ غرض النظام، وتسلسل التصميم: ٢١٢
٨-٣-٢ اعتبارات التصميم: ٢١٣
٨-٣-٣ إرشادات الموقع/ التثبيت: ٢١٦
٨-٣-٤ المواصفات: ٢١٦
٨-٣-٥ مواصفات أنظمة معلومات الطقس على الطرق: ٢١٨
٨-٣-٦ مواصفات أنظمة مراقبة جودة الهواء: ٢٢٠
٩- أنظمة المراقبة بالفيديو ٢٢١
٩-١ التصميم: ٢٢١
٩-١-١ غرض النظام وتسلسل التصميم: ٢٢١
٩-١-٢ اعتبارات التصميم: ٢٢١
٩-١-٣ واجهة الاتصالات ٢٢٦
٩-١-٤ البرمجيّات القياسية: ٢٢٧
٩-١-٥ إرشادات الموقع/ التثبيت ٢٢٧
٩-١-٦ كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة في الأنفاق: ٢٢٩
٩-٢ مواصفات أنظمة المراقبة بالفيديو: ٢٢٩
٩-٢-١ مواصفات الكاميرات ٢٣٠
٩-٢-٢ مواصفات تركيب الكاميرا: ٢٣٧
١٠-نظام استشعار الأحداث المؤتمت (AID) ٢٣٩
١٠-١ التصميم: ٢٣٩
١٠-١-١ غرض النظام وتسلسل التصميم: ٢٣٩
١٠-١-٢ اعتبارات التصميم: ٢٣٩
١٠-١-٣ إرشادات الموقع/ التثبيت: ٢٤٠
١٠-٢ مواصفات نظام استشعار الأحداث المؤتمت: ٢٤٢
١١- اللافتات الإلكترونية ٢٤٤
١١-١ التصميم: ٢٤٤
١١-١-١ غرض النظام وتسلسل التصميم: ٢٤٤
١١-١-٢ اعتبارات التصميم: ٢٤٥
١١-١-٣ اللافتات الإلكترونية في الأنفاق: ٢٤٥
١١-١-٤ إرشادات الموقع/ التثبيت ٢٤٦

١١-١-٥اختيار نوع اللافتة ٢٥٢
١١-١-٦اختيار الهيكل الإنشائي الداعم ٢٥٤
١١-٢ المواصفات: ٢٥٦
١١-٢-١لافتات الرسائل الديناميكية (DMS): ٢٥٦
١١-٢-٢لافتات التحكم في المسارات: ٢٦١
١١-٢-٣لافتات حد السرعة المتغير: ٢٦٥
١٢- إشارات المرور ٢٨٠
١٢-١ التصميم: ٢٨٠
١٢-١-١الغاية من النظام، وتسلسل التصميم: ٢٨٠
١٢-١-٢إرشادات الموقع وتوضيعها: ٢٨١
12-1-3 اعتبارات التركيب ٢٨٢
١٢-٢ المواصفات: ٢٨٧
١٢-٢-١مواصفات تركيب إشارات المرور: ٢٨٧
١٢-٢-٢مواصفات الهيكل الداعم: ٢٩٢
١٢-٢-٣مواصفات التحكم في إشارات المرور: ٢٩٤
١٢-٢-٤التمديدات الكهربائية لإشارات المرور والتجهيزات الأخرى: ٣٠٦
١٣- الاتصالات ٣٠٨
١٣-١ التصميم: ٣٠٨
١٣-١-١غرض النظام وتسلسل التصميم: ٣٠٨
١٣-١-٢اعتبارات التصميم: ٣٠٨
١٣-١-٣إرشادات تعيين الموقع/ التثبيت: ٣٢٣
١٣-٢ المواصفات: ٣٢٣
١٣-٢-١المتطلبات غير الوظيفية: ٣٢٤
١٣-٢-٢المتطلبات الوظيفية: ٣٢٥
١٣-٢-٣متطلبات تصميم الأجهزة: ٣٤٣
١٤-اعتبارات الإمداد بالطاقة ٣٥٠
١٤-١ متطلبات الطاقة: ٣٥٠
١٤-٢ توفُر الطاقة ٣٥١
١٤-٣ انخفاض الجهد الكهربائي ٣٥١
١٤-٤ القياس ٣٥٢
١٤-٥ تركيب كابل الطاقة ٣٥٢
١٤-٦ تكييف الطاقة ٣٥٢
١٤-٧ منع تدفق الجهد الكهربائي ٣٥٢
١٤-٨ إمداد الطاقة غير المنقطع ٣٥٣
المراجع ٣٥٤

أ. الملحق أ - مسرد المصطلحات ٣٥٧
ب. الملحق ب – الاختصارات والرموز ٣٦٦
ج. الملحق ج - الوحدات ٣٧٠

قائمة الأشكال

الشكل (٢–١) تقييم أثر المنافع الحضرية (State of Qatar, 2021)..... ٢٠
الشكل (٢–٢) تقييم أثر المرافق الريفية (State of Qatar, 2021)..... ٢١
الشكل (٢–٣) مخطط خدمات مشتركة في تقاطع بسيط على شكل حرف T (State of Qatar, 202121)..... ٢٥
الشكل (٢–٤) ممر مشترك لمنافع خدمات مشتركة في تقاطع تجميعي رئيس (State of Qatar, 2021)..... ٢٦
الشكل (٢–٥) ممر منافع الخدمات المشتركة الخاص بدوار تجميعي رئيس (State of Qatar, 2021)..... ٢٨
الشكل (٢–٦) الخنادق المشتركة (State of Qatar, 202121)..... ٢٩
الشكل (٢–٧) أنابيب الضغط المكدسة المشتركة لمياه الصرف الصحي المعالجة (QHDM, 2021)..... ٣٠
الشكل (٢–٨) القطاع العرضي لإمدادات القنوات المشتركة (State of Qatar, 2021)..... ٣١
الشكل (٢–٩) قناة منافع دائرية مشتركة (QHDM, 2021)..... ٣١
الشكل (٢–١٠) مثال لنفق منافع قيد الإنشاء (State of Qatar, 2021)..... ٣٣
الشكل (٢–١١) مثال لنفق مثبتة عليه منافع (QHDM, 2021)..... ٣٣
الشكل (٢–١٢) نفق منافع متقاطع (QHDM, 2021)..... ٣٤
الشكل (٢–١٣) مثال نموذجي لأحواض الأشجار فوق الأرض، وتحتها (State of Qatar, 2021)..... ٣٥
الشكل (٢–١٤) أحواض أشجار نموذجية مزودة بأعمدة إنارة، وكابلات (State of Qatar, 2021)..... ٣٦
الشكل (٢–١٥) شريط الاستعمال المشترك، والمنطقة العازلة (State of Qatar, 2021)..... ٣٧
الشكل (٣–١) رسم توضيحي تخطيطي لمفهوم نفق المنافع (ROW Utilities Distribution Manual Abu Dhabi)..... ٥٩
الشكل (٣–٢) ترتيب العبّارات النموذجية للمرافق (ROW Utilities Distribution Manual Abu Dhabi)..... ٦٠
الشكل (٣–٣) الترتيب النموذجي للمنافع (ROW Utilities Distribution Manual Abu Dhabi)..... ٦٠
الشكل (٣–٤) ألياف القنوات الصغيرة (CST Guidelines)..... ٦٨
الشكل (٣–٥) قطاع جانبي من الحرث (CST Guidelines)..... ٦٩
الشكل (٣–٦) تفاصيل الحفر (CST Guidelines)..... ٧٠
الشكل (٣–٧) عبور الجسر والأنفاق (CST Guidelines)..... ٧١
الشكل (٣–٨) الأشكال الكهربائية النموذجية (ROW Utilities Distribution Manual Abu Dhabi)..... ٧٤
الشكل (٣–٩) الأشكال الكهربائية الدائرية النموذجية (ROW Utilities Distribution Manual Abu Dhabi)..... ٧٤
الشكل (٥–١) مكونات الرؤية..... ٨٠
الشكل (٥–٢) إنارة السطح من منظور سائقي المركبات (CDOT, 2020)..... ٨١
الشكل (٥–٣) التباين الجيد للسطح (CDOT, 2020)..... ٨١
الشكل (٥–٤) التباين الضعيف للسطح (CDOT, 2020)..... ٨٢
الشكل (٥–٥) الوهج المباشر (CDOT, 2020)..... ٨٢
الشكل (٥–٦) تقليل الوهج باستخدام وحدات الإنارة المناسبة (CDOT, 2020)..... ٨٣
الشكل (٥–٧) وحدات إنارة علوية (LDG-CDOT)..... ٨٣
الشكل (٥–٨) وحدات إنارة علوية (CDOT, 2020)..... ٨٥

الشكل (٥–٩) وحدات إنارة علوية (CDOT, 2020). ٨٦
الشكل (٥–١٠) التكوين المعاكس (CDOT, 2020). ٩٠
الشكل (٥–١١) تكوين الجزيرة الوسطية (CDOT, 2020). ٩١
الشكل (٥–١٢) تكوين العمود المتدرج (CDOT, 2020). ٩١
الشكل (٥–١٣) تكوين العمود المعاكس (CDOT, 2020). ٩١
الشكل (٥–١٤) مسقط أفقي لتصميم الطريق النموذجي (CDOT, 2020). ٩٢
الشكل (٥–١٥) نظام إنارة الطريق المركب في الجزيرة الوسطية، مسقط أفقي (CDOT, 2020). ٩٤
الشكل (٥–١٦) التخطيطات النموذجية لأعمدة الإنارة المزودة بذراع رفع (DGFSL-Transport Association of Canada). ٩٥
الشكل (٥–١٧) موقع أعمدة الإنارة على الطرق المنحنية (DGFSL-Transport Association of Canada). ٩٦
الشكل (٥–١٨) موقع أعمدة الإنارة في الممرات (DGFSL-Transport Association of Canada). ٩٦
الشكل (٥–١٩) موقع أعمدة الإنارة عند صنابير إطفاء الحرائق (DGFSL-Transport Association of Canada). ٩٧
الشكل (٥–٢٠) موقع أعمدة الإنارة عند الأشجار (DGFSL-Transport Association of Canada). ٩٧
الشكل (٥–٢١) متطلبات ارتداد عمود الإنارة (DGFSL-Transport Association of Canada). ٩٨
الشكل (٥–٢٢) الحد الأدنى من الخلوص الأفقي والرأسي بين خطوط الطاقة الكهربائية وأعمدة الإنارة (DGFSL-Transport Association of Canada). ٩٨
الشكل (٥–٢٣) تقاطع نموذجي بين طريق شرياني وطريق شرياني (DGFSL-Transport Association of Canada). ١٠١
الشكل (٥–٢٤) تقاطع نموذجي للطريق الرئيس وطريق التجميع (DGFSL-Transport Association of Canada). ١٠٢
الشكل (٥–٢٥) تقاطع نموذجي بين طريق رئيس وطريق تجميعي (DGFSL-Transport Association of Canada). ١٠٢
الشكل (٥–٢٦) تقاطع نموذجي بين طريق تجميعي وطريق محلي (DGFSL-Transport Association of Canada). ١٠٣
الشكل (٥–٢٧) تقاطع نموذجي بين طريق محلي وطريق محلي (DGFSL-Transport Association of Canada). ١٠٣
الشكل (٥–٢٨) تقاطع T نموذجي لطريق محلي وطريق محلي (DGFSL-Transport Association of Canada). ١٠٤
الشكل (٥–٢٩) مصباح نموذجي على طريق محلي (DGFSL-Transport Association of Canada). ١٠٤
الشكل (٥–٣٠) مصباح ركن نموذجي على طريق محلي (DGFSL-Transport Association of Canada). ١٠٥
الشكل (٥–٣١) طريق غير نافذ نموذجي على طريق محلي (DGFSL-Transport Association of Canada). ١٠٥
الشكل (٥–٣٢) التقاطع الدائري النموذجي للمرور (DGFSL-Transport Association of Canada). ١٠٦
الشكل (٥–٣٣) مسقط أفقي لمحول مستمر (CDOT, 2020). ١٠٩
الشكل (٥–٣٤) مسقط أفقي لإنارة المحولات الجزئية (CDOT, 2020). ١١٠
الشكل (٥–٣٥) مسقط متماثل القياس لمخرج لإنارة المحولات الجزئية (CDOT, 2020). ١١١
الشكل (٥–٣٦) مسقط متماثل القياس لمدخل لإنارة المحولات الجزئية (CDOT, 2020). ١١١
الشكل (٥–٣٧) الإنارة الجزئية النموذجية لمخرج الطريق (DGFSL-Transport Association of Canada) ١١٢
الشكل (٥–٣٨) الإنارة الجزئية النموذجية لمدخل الطريق (DGFSL-Transport Association of Canada) ١١٢
الشكل (٥–٣٩) موقع العمود النموذجي في منطقة مثلث افتراق المخرج عن الطريق (DGFSL-Transport Association of Canada) ١١٣

الشكل (٥–٤٠) إنارة الممرات السفلية النموذجية (DGFSL-Transport Association of Canada)..... ١١٦
الشكل (٥–٤١) أداء مخطط إنارة النفق الطويل. ١٢٠
الشكل (٥–٤٢) مناطق النفق معرفة لأسباب تصميم الإنارة. ١٢١
الشكل (٥–٤٣) أنماط إنارة النفق (CIE 88:2004). ١٢١
الشكل (٥–٤٤) منحنى تقليل الإنارة (CIE 88:2004). ١٢٥
الشكل (٥–٤٥) (CIE) منحنى التقليل. ١٢٦
الشكل (٥–٤٦) النفق النهاري (CDOT, 2020). ١٢٧
الشكل (٥–٤٧) النفق الليلي (CDOT, 2020) ١٢٨
الشكل (٥–٤٨) مسقط متماثل القياس لنفق نهاري (CDOT, 2020). ١٢٨
الشكل (٥–٤٩) أنواع تركيبات الإنارة المقطوعة. ١٣١
الشكل (٦–١) إنارة التقاطعات الذكية (FHWA, 2012). ١٤١
الشكل (٦–٢) إنارة التقاطعات (FHWA, 2012). ١٤٢
الشكل (٦–٣) كابح تيار من النوع الخانق فقط (CDOT, 2020). ١٤٧
الشكل (٦–٤) أجهزة تحكم ((American Electric HPS (CDOT, 2020)..... ١٤٨
الشكل (٧–١) مركز إدارة النقل (FHWA, 2006). ١٦٠
الشكل (٧–٢) نموذج مخطط طابق في مركز إدارة المرور (FHWA, 2006). ١٦٤
الشكل (٧–٣) نموذج على تخطيط غرفة أجهزة حاسوب / أجهزة طرفية في مركز إدارة المرور (FHWA, 2006). ١٦٤
الشكل (٨–١) الاحتياجات التشغيلية لتصميم أنظمة استشعار ومراقبة المرور. ١٦٦
الشكل (٨–٢) الهيكل العام لأنظمة استشعار ومراقبة المرور (NTCIP). ١٦٨
الشكل (٨–٣) معيار حجم المرور في الطريق السريع (NTCIP 1207 v02)..... ١٨٠
الشكل (٨–٤) معيار حجم المرور في الطريق السريع زائدًا المدخل (NTCIP 1207 v02)..... ١٨١
الشكل (٨–٥) الحد الأدنى لمسافة التسارع للسرعات المرغوب بها (AASHTO). ١٨٦
الشكل (٨–٦) سرعات اندماج آمنة تتوافق مع سرعات التدفق الحر (AASHTO). ١٨٦
الشكل (٨–٧) التكوين الآمن لحلقات استشعار الطلب والمرور النموذجية (NTCIP 1209 version v02). ١٨٩
الشكل (٨–٨) مخطط نموذجي لحلقات الاستشعار الحثية الرئيسة (NTCIP). ١٩٠
الشكل (٨–٩) مرور المركبات من خلال نظام استشعار المركبات ذات الارتفاع الزائد (Smart Solution- Journal Student Research)..... ٢٠٦
الشكل (٨–١٠) نظام الوزن-في-أثناء-الحركة للمركبات المتحركة (Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport. 2017). ٢٠٨
الشكل (٨–١١) أنظمة إنفاذ قوانين السرعة (MoC, 2018) ٢١٢
الشكل (٨–١٢) محطة الاستشعار البيئي (FHA): ٢١٣
الشكل (٩–١) الهيكل العام لأنظمة المراقبة بالفيديو. ٢٢١
الشكل (٩–٢) رسم تخطيطي لعملية تصميم أنظمة المراقبة بالفيديو. ٢٢٢
الشكل (٩–٣) النقطة العمياء لتصميم أنظمة المراقبة بالفيديو. ٢٣٠
الشكل (١١–١) مسار تصميم اللافتات الإلكترونية. ٢٤٤

الشكل (١١–٢) الإزاحة الجانبية مقابل مسافة الرؤية المطلوبة (NTCIP 1203v02.35). ٢٤٧
الشكل (١١–٣) قابلية رؤية لافتة الرسائل الديناميكية (NTCIP 1203v02.35). ٢٤٨
الشكل (١١–٤) إرشادات وضع اللافتات الإلكترونية (NTCIP 1203v02.35)..... ٢٥٢
الشكل (١١–٥) مفهوم لافتات حد السرعة المتغير (Guideline Transport and Main Roads Australia)..... ٢٦٦
الشكل (١١–٦) مدخل منحدر ذو اندماج متوازٍ أو مُستدق (Guideline Transport and Main Roads Australia).. ٢٦٩
الشكل (١١–٧) مسار مضاف عند منحدر الدخول (Guideline Transport and Main Roads Australia)..... ٢٧٠
الشكل (١١–٨) انخفاض عدد المسارات الرئيسة، أو انخفاض عدد المسارات الرئيسة في اتجاه المقصد لمنحدر الخروج (Guideline Transport and Main Roads Australia)..... ٢٧١
الشكل (١١–٩) اختناق تناسج نموذجي (Guideline Transport and Main Roads Australia)..... ٢٧٢
الشكل (١١–١٠) ارتداد صف الانتظار عند منحدر الخروج (Guideline Transport and Main Roads Australia). ٢٧٣
الشكل (١١–١١) اعتبارات وضع الجهاز (Guideline Transport and Main Roads Australia) ٢٧٣
الشكل (١١–١٢) التهيئة النموذجية للمنحدرات المتقاربة (Guideline Transport and Main Roads Australia)..... ٢٧٥
الشكل (١١–١٣) وضع لافتة حد السرعة المتغير بين منحدر الخروج ومنحدر الدخول (الفترة الزمنية ١) أستشعر صف انتظار عند اندماج منحدر الدخول والذي يتزايد بمعدل ٣٠٠ مترًا / دقيقة (Guideline Transport and Main Roads Australia). ٢٧٥
الشكل (١١–١٤) وضع لافتة حد السرعة المتغير بين منحدر الدخول ومنحدر الخروج (الفترة الزمنية ٢) امتد صف الانتظار لما بعد لافتة حد السرعة المتغير (VSLS ((n-1) دون أي انخفاض في السرعة (Guideline Transport and Main Roads Australia). ٢٧٦
الشكل (١١–١٥) افتراق طرق متوازية (Guideline Transport and Main Roads Australia)..... ٢٧٦
الشكل (١١–١٦) مثال على جزء أساسي (Guideline Transport and Main Roads Australia)..... ٢٧٧
الشكل (١١–١٧) اعتبارات الاستخدام في البيئات الريفية –لافتة استرجاع حد السرعة المتغير (Guideline Transport and Main Roads Australia). ٢٧٨
الشكل (١١–١٨) اعتبارات الاستخدام في البيئات الريفية – لافتة استرجاع ثابتة (Guideline Transport and Main Roads Australia). ٢٧٩
الشكل (١١–١٩) لافتات حد السرعة المتغير في الطريق (Guideline Transport and Main Roads Australia)... ٢٧٩
الشكل (١٢–١) جزء الإشارات القياسية (MDOT, 2019)..... ٢٨٣
الشكل (١٢–٢) جزء الإشارات القياسية (MDOT, 2019)..... ٢٨٣
الشكل (١٢–٣) عمود وقاعدة محول قياسية (MDOT, 2019)..... ٢٨٤
الشكل (١٢–٤) عمود وقاعدة محول قياسية (MDOT, 2019)..... ٢٨٤
الشكل (١٢–٥) عمود وقاعدة محول قياسية (MDOT, 2019)..... ٢٨٥
الشكل (١٢–٦) تركيب ذراع الصاري النموذجية لرؤوس الإشارة (كود الطرق السعودي ٦٠٢) ٢٨٥
الشكل (١٢–٧) قاعدة نموذجية وحوامل رأس إشارات تثبيت قصيرة (كود الطرق السعودي ٦٠٢) ٢٨٦
الشكل (١٢–٨) إشارة مرور نموذجية بإنارة (LED) (MoTLS, 2018). ٢٨٧
الشكل (١٢–٩) إشارة مرور نموذجية بإنارة (LED) (MoTLS, 2018). ٢٩٠
الشكل (١٢–١٠) زر ضغط نموذجي للمشاة (MoTLS, 2018). ٣٠٦
الشكل (١٣–١) وصلات الكابلات الهوائية (NTCIP)..... ٣١٧

الشكل (١٣–٢) كابل الألياف البصرية (TIA/ITU). ٣٢٠
الشكل (١٣–٣) بكرة الكابلات (TIA/ITU). ٣٢١

قائمة الجداول

الجدول (٣–١) متطلبات حفر الخنادق الجدول للكابلات الكهربائية (RCJY, 2020)..... ٥٣

الجدول (٥–١) أنواع التوزيع الأفقي (CDOT, 2020)..... ٨٤

الجدول (٥–٢) معايير الإنارة للطرق والتقاطعات (CDOT, 2020)..... ٨٧

الجدول (٥–٣) عامل فقدان الضوء (LED) (CDOT, 2020)..... ٨٨

الجدول (٥–٤) ارتفاعات تركيب وحدات الإنارة ومستويات القدرة الكهربائية لأنواع الطرق المختلفة (CDOT, 2020)..... ٩٣

الجدول (٥–٥) متطلبات أداء التقاطعات لتصنيفات الطرق..... ٩٩

الجدول (٥–٦) إنارة التقاطعات (IES RP8—00)..... ١٠٠

الجدول (٥–٧) إنارة المحولات (CDOT, 2020)..... ١٠٨

الجدول (٥–٨) تصنيف الشارع (مواصفات المملكة العربية السعودية)..... ١١٠

الجدول (٥–٩) مستويات تصنيف الشارع (LDG-CDOT)..... ١١٥

الجدول (٥–١٠) متطلبات إنارة الأنفاق (LDG-CDOT)..... ١١٩

الجدول (٥–١١) تحديد شدة المرور (CIE 88:2004)..... ١٢٣

الجدول (٥–١٢) تحديد فئة النفق (CIE 88:2004)..... ١٢٣

الجدول (٥–١٣) تحديد (K) لحد السرعة وفئات إنارة النفق (CIE 88:2004)..... ١٢٤

الجدول (٥–١٤) إنارة داخلية (cd/m^2) (CIE 88:2004)..... ١٢٤

الجدول (٥–١٥) إنارة الجدار (CIE 88:2004)..... ١٢٤

الجدول (٥–١٦) انتظامية إنارة سطح الطرق (المناطق المستمرة) (CIE 88:2004)..... ١٢٥

الجدول (٥–١٧) قيم الإنارة/المراحل/المنطقة (CIE 88:2004)..... ١٢٦

الجدول (٥–١٨) إنارة المنطقة الداخلية المُوصى بها (cd/m2)(CIE 88:2004)..... ١٢٧

الجدول (٦–١) عمود ووحدة إنارة ومصباح وإمالة نموذجية لأنواع الطرق المختلفة (CDOT, 2020)..... ١٣٧

الجدول (٦–٢) (CDOT, 2020)..... ١٣٨

الجدول (٦–٣) (CDOT, 2020)..... ١٣٩

الجدول (٨–١) الارتفاع والإزاحات الموصى بها لجهاز استشعار الرادار (NTCIP 1206:2005 v01.23)..... ١٦٩

الجدول (٨–٢) المسافة القصوى من نقطة الوصول ووحدة إعادة الإرسال (NTCIP 1209v02, Object Definitions for Transportation Sensor Systems (TSS))..... ١٧١

الجدول (٨–٣) المتطلبات العامة لتقنية الاستشعار (NTCIP)..... ١٧٥

الجدول (٨–٤) المتطلبات العامة لتقنية الاستشعار (NTCIP)..... ١٧٧

الجدول (٨–٥) وصف أجهزة الاستشعار للتحكم في مداخل الطرق (NTCIP 1207 v02)..... ١٨٢

الجدول (٨–٦) تحديد عدد المسارات التي ينظم الدخول فيها (FHWA)..... ١٨٧

الجدول (٨–٧) أنواع أجهزة الاستشعار (NTCIP 1207 v02)..... ١٨٨

الجدول (١١–١) إرشادات تعيين الموضع الطولي للافتة الرسائل الديناميكية (NTCIP 1203v02.35)..... ٢٤٩

الجدول (١١–٢) مسافة رؤية لافتة الرسائل الديناميكية مقابل حد السرعة مقابل نوع الطريق (NTCIP 1203v02.35)..... ٢٥٠

الجدول (١١–٣) المعايير العرضية للافتة الرسائل الديناميكية (NTCIP 1203v02.35). ٢٥٠
الجدول (١١–٤) المعايير الرأسية للافتة الرسائل الديناميكية (NTCIP 1203v02.35). ٢٥١
الجدول (١١–٥) توصيات بشأن شاشة العرض الخاصة بلافتة الرسائل الديناميكية (NTCIP 1203v02.35). ٢٥٣
الجدول (١١–٦) إمكانية الوصول إلى اللافتات (NTCIP 1203v02.35). ٢٥٤
الجدول (١١–٧) مقارنة أنواع الدعامات الخاصة بلافتات الرسائل الديناميكية (NTCIP 1203v02.35). ٢٥٥
الجدول (١١–٨) (NTCIP 1203v02.35 and European standard EN 12966). ٢٧٤
الجدول (١٣–١) عرض الموجة لمعدات أنظمة النقل الذكية (NTCIP). ٣٠٩
الجدول (١٣–٢) عرض الموجة للكابلات (NTCIP). ٣١٠
الجدول (١٣–٣) عرض الموجة النموذجي المتاح/السعة (NTCIP). ٣١٥
الجدول (١٣–٤) حجم كابلات الألياف البصرية (NTCIP). ٣١٩
الجدول (١٣–٥) مواصفة لون خيوط الألياف البصرية (NTCIP). ٣٢١
الجدول (١٣–٦) مواصفات تحديد حجم كابل الألياف البصرية (NTCIP). ٣٢٦
الجدول (١٣–٧) عرض الموجة للكابل (NTCIP). ٣٢٧
الجدول (١٤–١) المتطلبات النموذجية لطاقة الجهاز (NTCIP). ٣٥٠

١ـ المقدمة

١-١ ملخص الأبواب

إن مجلد كود الطرق السعودي ٣٠٦ – تصميم مرافق الطرق ومنافعها - المنافع العامة، وإنارة الطرق والشوارع، وأجهزة التحكم والمراقبة - مقسَّم إلى ثلاثة أجزاء تضم ١٤ بابًا. الجزء الأول – المنافع العامة (الباب ٢ والباب ٣). الجزء الثاني – إنارة الطرق والشوارع، (الأبواب من ٤ إلى ٦). الجزء الثالث – أجهزة التحكم والمراقبة (الأبواب من ٧ إلى ١٤).

وفيما يلي عرض موجز لتلك الأبواب:

الباب (١): المقدمة – يقدم هذا الباب نظرة عامة تمهيدية للمجلد الحالي من كود الطرق السعودي، بالإضافة إلى وصف موجز لكل باب. كما يعرض النطاق العام لهذا المجلد والمراجع والمعايير التي تم استخدامها واتباعها في تطوير الأجزاء الثلاثة (١٤ باباً).

الباب (٢): المنافع الهيدروليكية – يقدم هذا الباب إرشادات عامة لتطوير مشاريع المنافع الهيدروليكية (على سبيل المثال، الاستشارة، والحصول على البيانات وبدء المشروع، والتصميم المفاهيمي، والتصميم الأولي، والتصميم التفصيلي، والتسليمات، وما إلى ذلك).

الباب (٣): منافع الكهرباء والاتصالات – يقدم هذا الباب إرشادات عامة وتفصيلية لتصميم المنافع العامة للكهرباء والاتصالات، سواء كانت إنشاءات جديدة أو إعادة تركيب أو تحسينات للمرافق القائمة. يتضمن الباب نظرة عامة على السمات الحالية المتعلقة بتصميم إنارة الطرق والشوارع بناءً على مراجعة الوثائق ذات الصلة في المملكة العربية السعودية. وعلى وجه الخصوص، تم ذكر جوانب وقضايا محددة، مثل المواصفات المطبقة ونهج تصميم المرافق العامة للكهرباء والاتصالات وعناصرها، بالإضافة إلى معلومات حول إجراءات وتقنيات التصميم..

الباب (٤): منافع إنارة الطرق والشوارع – يقدم هذا الباب نظرة عامة على متطلبات التصميم الحالية المتعلقة بمنافع إنارة الطرق والشوارع بناءً على مراجعة الوثائق ذات الصلة في المملكة العربية السعودية، مثل النطاق وإمكانية التطبيق والاستدامة والمتطلبات البيئية.

الباب (٥): تصميم إنارة الطرق والشوارع – يقدم هذا الباب المتطلبات العامة والمعايير التي يجب أخذها في الاعتبار لتقييم وتصميم مرافق إنارة الطرق والشوارع، سواء كانت إنشاءات جديدة أو إعادة تركيب أو تحسينات قائمة. يتضمن الباب إرشادات مفصلة تتعلق بتصميم إنارة الطرق والشوارع بناءً على مراجعة الوثائق ذات الصلة في المملكة العربية السعودية. وعلى وجه الخصوص، تُذكر لمحة عامة عن الجوانب والقضايا المحددة، مثل المواصفات الفنية ونهج التصميم المطبق.

الباب (٦): مواصفات المواد لمنافع إنارة الطرق والشوارع – يقدم هذا الباب المواصفات الفنية المطبقة لتنفيذ مرافق إنارة الطرق والشوارع التي يجب أخذها في الاعتبار أثناء عملية التصميم.

الباب (٧): أجهزة التحكم والمراقبة – يقدم هذا الباب نظرة عامة على متطلبات التصميم الحالية المتعلقة بأجهزة التحكم والمراقبة بناءً على مراجعة وثائق المملكة العربية السعودية ذات الصلة، مثل النطاق وقابلية التطبيق والوثائق والمتطلبات الوظيفية.

الباب (٨): أنظمة مراقبة واستشعار الطريق– يقدم هذا الباب المتطلبات العامة والمعايير التي يجب مراعاتها لتقييم وتصميم أنظمة المراقبة والاستشعار، سواء كانت جديدة أو قائمة، والتي ينبغي أخذها في الاعتبار أثناء عملية التصميم.

الباب (٩): أنظمة المراقبة بالفيديو – يقدم هذا الباب المتطلبات العامة والمعايير الخاصة بأنظمة المراقبة بالفيديو لتقييم وتصميم الأنظمة الجديدة والقائمة، والتي ينبغي أخذها في الاعتبار أثناء عملية التصميم.

الباب (١٠): نظام استشعار الأحداث المؤتمت – وفر هذا الباب المتطلبات العامة والمعايير التي يجب أخذها في الاعتبار أثناء عملية التقييم وتصميم نظام استشعار الأحداث المؤتمت المراد تنفيذه.

الباب (١١): اللافتات الإلكترونية – يقدم هذا الباب المتطلبات العامة والمعايير التي يجب مراعاتها أثناء عملية تقييم وتصميم اللافتات الإلكترونية المراد تنفيذها.

الباب (١٢): إشارات المرور – يقدم هذا الباب المتطلبات العامة والمعايير التي يجب مراعاتها لتقييم وتصميم الإشارات المرورية، سواء كانت جديدة أو قائمة، والتي ينبغي أخذها في الاعتبار أثناء عملية التصميم.

الباب (١٣): الاتصالات – يقدم هذا الباب المتطلبات العامة والمعايير التي يجب مراعاتها أثناء عملية تقييم وتصميم المنافع العامة للاتصالات، سواء كانت أنظمة جديدة أو قائمة، والتي ينبغي أخذها في الاعتبار أثناء عملية التصميم.

الباب (١٤): اعتبارات الإمداد بالطاقة – يقدم هذا الباب المتطلبات العامة والاعتبارات المتعلقة بإمدادات الطاقة، والتوافر، والقياس، والتركيب، والتكييف، ووحدات UPS، وما إلى ذلك، والتي ينبغي أخذها في الاعتبار واستخدامها لتقييم وتصميم المرافق العامة ذات الصلة في حالات مختلفة بناء على ظروف الموقع المحددة.

١-٢ نطاق العمل:

كشفت النظرة العامة لإجراءات التصميم التي اتبعتها دول، ومناطق مختلفة عن رغبتها في المُضي قُدمًا، وتطبيق أساليب متقدمة. ومع ذلك، فإن هذا يتطلب في كثير من الأحيان بذل جهود بحثية مكثفة، لذا فغالبًا ما يُستخدَم في كثير من الحالات كل من الأساليب التقليدية، والمتقدمة بالتوازي.

وبناءً على ما سبق يمكن ملاحظة أن المواصفات المختلفة لم تكن موحَّدة، وللهيئات، والأطراف المعنية المختلفة طرق مختلفة في تسمية المستندات. وفوق ذلك، فإن الأطراف المعنية أنفسهم لا يتبعون نسَقًا واحدًا على مرّ الزمن. وثمَّة قصور واضح في تنفيذ المواصفات الخاصة بمواد إنشاء الطرق التي يمكن تبسيطها إذا كانت المواصفات السعودية ستعتمِد هذه المواصفات، وتحدثها. وهذا يوفر نظام تنسيق موحّدٍ مستقلٍ عن الهيئات المختلفة.

حُدِّدت الإرشادات، والأدلة الموجودة في المملكة العربية السعودية التي تقدم إرشادات تتعلق بأجهزة التحكم والمراقبة المرورية. و تشمل أدلة من وزارة النقل والخدمات اللوجستية (وزارة الاتصالات سابقاً)، ووزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان، والهيئة السعودية للمُدُن الصناعية، ومناطق التقنية، والهيئة الملكية للجُبَيل وينبُع، وتعتمد -غالبًا- على الإصدارات القديمة من الإرشادات الأمريكية. وباستثناء "الدليل الهندسي الإرشادي"، فإن هذه المستندات يلزمها أن تتزامن مع المواصفات والممارسات الحالية.

وكقاعدة عامة، فإن معظم أدلّة إنارة الطرق والشوارع، ومواصفاتها قديمة عفا عليها الزمن. لذلك يجب توفير تحديث شامل يعتمد على أحدث أدلة التصميم، والمواصفات.

ولا بُدَّ من تقديم تقنيات حديثة جديدة في الأبواب الخاصة بأجهزة التحكم والمراقبة بناءً على أحدث الارشادات والادلة المقدمة في المواصفات الأمريكية والأوروبية الحديثة الحالية. ويجب استخدام أحدث مواصفات بروتوكول اتصالات النقل الوطنية لأنظمة النقل الذكية (NTCIP) بحيث يكون دليلًا مرجعيًّا رئيسا.

ويلزم أن تخضع جميع المواصفات الحالية عامة لمراجعة شاملة. ونظرًا لمُضيّ فترة طويلة منذ التحديثات السابقة، فمن المتوقع أن يُسحَب العديد من المراجع الحالية في المملكة العربية السعودية، أو أن تكون غير فعَّالة، أو أن تحُل أخرى محلَّها. وستكون الخطوة الأولى في العملية تحديد هذه المراجع البالية أولًا بحيث يمكن العثور على بدائل، أو أخرى تحُل محلها. وعلاوة على ذلك، يبدو على مر السنين أنه أُدخِلت مواصفات بريطانية، وقواعد أوروبية معينة. وغالبيتها سيكون لها نظائر من (AASHTO).

١-٣ أكواد ومواصفات مرجعية:

يجب أن تكون المعايير والأكواد المستخدمة في المجلد الحالي من كود الطرق السعودي لجميع المواد والإجراءات كما هي مدرجة في **الجدول (١-١) من كود الطرق السعودي ٣٠٩، "مواصفات المواد والاختبارات القياسية "**، في أحدث إصدار لها، وفي وثائق العقد، إن وجدت.

تُضمّن المواصفات التالية:

- الهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس والجودة (SASO).
- الاتحاد الأمريكي لمسؤولي الطرق والنقل الحكوميين (AASHTO).
- الجمعية الأمريكية للاختبارات والمواد (ASTM).
- MRDTM (طريقة اختبار قسم المواد والأبحاث).
- المنظمة الدولية للتقييس (ISO).
- المعيار الأوروبي (EN).
- اللجنة الكهروتقنية الدولية (IEC).

وبشكل خاص يجب الإشارة إلى ما يلي:

في الأبواب الخاصة بالمنافع العامة للكهرباء، والاتصالات– تُستخدَم الأدلة الإرشادية الحالية للمملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتحدة وقطر، والإدارة الفيدرالية للطرق في أمريكا (الولايات المتحدة الأمريكية)، الجمعية الأمريكية لموظفي الطرق والنقل (AASHTO)، ومواصفات إدارة النقل في فيرجينيا (VDOT) – أساسًا للموضوعات الجديدة في المجلد الحالي لكود الطرق السعودي. وبحسب المواصفات الدولية ينبغي استغلال أدلة التصميم الدولية المناظرة؛ لتحسين المواصفات، والمبادئ التوجيهية، المتاحة في المملكة العربية السعودية.

وفي الأبواب الخاصة بإنارة الطرق والشوارع– يجب استخدام الأدلة الإرشادية الحالية للمملكة العربية السعودية، والإمارات العربية المتحدة، وقطر، وسنغافورة، والاتحاد الأمريكي لمسؤولي الطرق والنقل الحكوميين، وكندا – لتكون أساسًا للموضوعات الجديدة في

المجلد الحالي لكود الطرق السعودي. وبحسب المواصفات الدولية ينبغي استغلال أدلة التصميم الدولية المناظرة؛ لتحسين المواصفات، والمبادئ التوجيهية المتاحة في المملكة العربية السعودية.

وفي الأبواب الخاصة بأجهزة التحكم والمراقبة– يجب استخدام الأدلة الإرشادية الحالية للمملكة العربية السعودية؛ لتكون أساسًا للموضوعات الجديدة في المجلد الحالي لكود الطرق السعودي. أمّا الأدلة الإرشادية لدولة الإمارات العربية المتحدة، وقطر فهي الأحدث في دول مجلس التعاون الخليجي؛ وفقًا لأحدث المواصفات الدولية، لذلك يفضل استخدامها في معظم الحالات. وبحسب المواصفات الدولية سوف يُستفاد من أدلة التصميم الدولية المناظرة؛ لتحسين المواصفات، والمبادئ التوجيهية المتاحة في المملكة العربية السعودية.

- يجب أن تُؤخذ مواصفات إشارات التحكم المروري من الولايات المتحدة الأمريكية، والاتحاد الأوروبي بالاعتبار.
- يجب أن تُؤخذ -تحديدًا- تقييم تقنية **التحكم المتقدم في الإشارات** من الولايات المتحدة الأمريكية بالاعتبار.
- بالنسبة للافتات الرسائل الديناميكية، يجب تبني المواصفات من الولايات المتحدة الأمريكية.
- لإنشاء مواصفات على مستوى الدولة للاتصالات مع مجموعات بروتوكول أجهزة التحكم المروري، ومراقبتها من الولايات المتحدة الأمريكية (NTCIP)، والاتحاد الأوروبي (Datex II).
- بالنسبة لأجهزة المراقبة بالفيديو، يجب تضمين المعيار الدولي (IEC ٦٢٦٧٦).
- بالنسبة للحالة الخاصة للتحكم المروري في الأنفاق، وباعتبار أنه من المقترح أن يتّبع تصميم مرفق النفق مواصفات الاتحاد الأوروبي، يُقترح اعتماد (RABT) وإرشادات تخطيط الطرق وبنائها (RVS).

٢ـ المنافع الهيدروليكية

٢ـ١ مقدمة:

٢ـ١ـ١ عام:

إن الغرض من هذا الباب من المجلد الحالي من كود الطرق السعودي هو تنسيق، وتنظيم تصميم خدمات المنافع ومواقعها بكفاءة ضمن حرم الطريق؛ لتلبية المواصفات الإقليمية، والدولية.

وإضافة لما سبق فإن هذا الباب يهدف إلى تزويد الجهات المختصة بعملية تنظيمية؛ لاستخدام حرم الطريق وإشغاله بالمنافع؛ لوضعها موضع الاعتبار. وتقع على عاتق هذه الجهة المختصة الحفاظ على التشغيل الآمن للطرق، وصيانتها، وإنشائها، وسلامتها. وعندما تنص القوانين، أو أوامر اللوائح، أو القواعد الصادرة عن هيئة عامة، أو مجال الجهة المختصة، وكانت على درجة أعلى من الحماية مما تنص عليه هذه الإرشادات، فإنه يجب أن تسود الدرجة الأعلى من الحماية. (AASHTO, 2005).

وفي هذا السياق تندرج ثلاث مصطلحات:

- حرم الطريق: عادةً ما تكون مساحة من الأرض بين حدود قطعة أرضٍ مخصصة للانشاء؛ لتكون ممرًّا للبنية التحتية للطرق، أو لرصيف مشاة عام، أو لقناةٍ، أو لسكك حديدية، أو نقل/توزيع المنافع، أو لتنسيق المسطحات الخضراء.
- ممر المنافع: مساحة من الأرض، تكون -عادة- داخل المساحة المخصصة لحرم الطريق وليس دائمًا، وفيها تتوافر خدمة المنافع، وهو: ممر أرضي غير حصري؛ لتوجيه مرفق معين (State of Qatar, 2021).
- الاستيعاب: في إطار ممارسة الاستخدام المشترك لمساحة حرم طريق مشتركة، هناك اهتمام موسَّع لمسؤولي الطرق ، والمنافع، ويتمثل في تركيب منافع الخدمات على طول مساحة حرم الطريق، أو عبرها بقصد إشغال هذه المساحة المخصصة لحرم الطريق، واستخدامها بشكل مشترك. ويُشار إليها عادة باسم تهيئة المنافع (American Public Works Association, 1993).

٢ـ١ـ٢ ضوابط خطوط أنابيب الغاز، والنفط:

تتطلب حدود حرم الطريق لخطوط أنابيب الغاز، أو النفط التي تقترب من حدود حرم الطريق المقابلة لطريق بمسافة تقِلُّ عن ٥٠ مترًا، أو تمر عبر الطريق ضوابط خاصةً من قِبَل هيئات الطرق، وخطوط الأنابيب المختصة. وينبغي التنبه للعوامل التالية على الأقل:

- حجم خط الأنابيب.
- ضغط التشغيل.
- تصنيف الطريق، والأسباب، والعواقب المحتملة للتسرب على الطريق.
- تصميم الأنابيب الناقلة.
- التغطية المطلوبة.
- الموقع الرأسي، والأفقي للأنبوب بالاقتران مع محاذاة الطريق، والقطاع العرضي.
- أساليب الإنشاء المسموح بها.
- الحماية من التآكل.
- ترميم الطرق، وإعادة بنائها، وتأهيلها في المستقبل.

يتطلب تقاطع حرم الطريق تصريحًا من جهة الطرق المختصة. وينطبق الأمر نفسه على محاذاة خطوط الأنابيب المتوازية القريبة من الحدود الخارجية لحرَم الطريق بأقلَّ من ٥٠ مترًا. ولا يُسمَح بتنفيذ أي إنشاء دون تصريح ساري المفعول.

وتشمل مخططات تقاطع خط الأنابيب ما يلي:

١- مخططًا رئيسا بمقياس رسم مقترح ١: ١٠,٠٠٠ يشير إلى الوصف القانوني للأرض.
٢- مخططًا تفصيليًّا للتقاطع بمقياس رسم لا يقل عن ١: ١,٠٠٠ يُظهر ارتباط الأبعاد على طول الخط المركزي للطريق إلى النقطة المعروفة، وزاوية التقاطع (بين ٧٠ و٩٠ درجة) ومحاذاة خط الأنابيب إلى حد أدنى يبلغ ٥٠ مترًا على كل جانب من جوانب حرم الطريق.
٣- القطاع العرْضي المخطَّط للتقاطع بمقياس رسم أفقي بحد أدنى ١: ٢٠٠، وعمودي ١: ١٠٠ يُظهر ما يلي على الأقل:
   أ- عرض حرم الطريق الحالي.
   ب- عرض حرم الطريق المقترَح.
   ج- نوع سطح الطريق.
   د- ميل الأنبوب تحت الطريق (أصغر من ١: ١٢٠).

٥- الحد الأدنى لعمق الغطاء – ١,٤ متر تحت أدنى نقطة في القطاع العرْضي على طول حرم الطريق، وضمن ٣٠ مترًا من كل جانب من الحدود.

٤- التخطيط على طول الخط المركزي للطريق لمسافة لا تقل عن ٤٠٠ متر في كل اتجاه من التقاطع بمقياس رسم أفقي لا يقل عن ١: ٥٠٠٠، وعمودي ١: ٢٠٠.

٥- مواصفات الأنابيب الخاصة بخط الأنابيب في موقع التقاطع، وتشمل:

أ- مواصفات الأنابيب الناقلة (القُطر الخارجي، سُمك الجدار، ضغط التشغيل الأقصى، مقاومة الخضوع الدنيا للأنبوب، التركيبات... إلخ).

ب- مواصفات أنبوب التغليف إذا كان التقاطع مغلفًا (القُطر الخارجي، سمك الجدار، الحد الأدنى من مقاومة الخضوع، ومعلومات إذا كان أنبوب التغليف جديدًا، أو مستخدَمًا).

٢-١-٣ قابلية التطبيق:

تنطبق هذه الإرشادات على جميع المنافع العامة، ومنها على سبيل المثال لا الحصر: المياه، والمونة، والصرف الصحي، والمصارف، والري، والمرافق المماثلة التي سيجري تحديد موقعها، أو تعديلها، أو نقلها داخل حرم الطريق ، والطرق، والطرق السريعة تحت اختصاص الجهة المختصة. وقد تشتمل هذه الخدمات على منافع تحت الأرض، أو سطحية، أو علوية، إما بشكل فردي، أو مجتمعة (AASHTO, 2005).

٢-١-٤ مراحل التصميم الرئيسة والمسؤوليات والسياسة:

تقع مسؤولية تخطيط مرافق الطرق على عاتق وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان في المملكة العربية السعودية. وتقع مسؤولية مراحل التصميم اللاحقة على عاتق وزارة الشؤون البلدية والقروية (MoMRAH). كما تتحمل الهيئات القانونية المختلفة مسؤوليات عن المنافع الفردية ضمن ولايتها القضائية. لذا، فإن التنسيق بين الأطراف المعنية الرئيسة وجهات اعتماد في كل مرحلة رئيسة للتصميم لأي مشروع من مشاريع النقل أمر حتمي.

يجب تنظيم عملية الحصول على شهادة عدم الممانعة في المقام الأول، ويجب اتباع الإجراءات الإدارية ذات الصلة؛ لأنها تعمل بالتوازي مع عملية التصميم. إذْ بدون موافقات شهادة عدم الممانعة في المراحل الرئيسة المحددة للمشروع لا يمكن المُضِي قدمًا في التصميم، ومن ثَم الإنشاء. ويقدم الجزء (٢-٢) تفاصيل تتعلق بإجراءات الحصول على شهادات عدم الممانعة، ومتطلباتها من هيئات الطرق، والأطراف المعنية بالمنافع، ووزارة الشؤون البلدية والإسكان في المملكة العربية السعودية.

وغالبًا ما توجد مرافق الطرق، ومنافعها، والقوانين في بعض الحالات، داخل الممرات نفسها. وعليه كان لزامًا تنظيم مرافق الخدمة العامة هذه، وتصميمها، وتشغيلها باستمرار. ويجب تشجيع الجهود المشتركة الرامية إلى تطوير الطرق وتخطيط المرافق.

كما يجب مراعاة إمكانية حدوث تأثير على الطريق، واستخدامه في تصميم مرافق المنافع، وتحديد مواقعها داخل ممر الطريق. وكذلك ينبغي النظر في إمكانية تأثير طريق، أو شارع جديد، أو معادٍ بناؤه على مرافق المنافع الحالية، تجنبًا لنقل المنافع.

يجب أن تكون المنافع مسؤولة عن ضمان أن منشآتها صُمِّمت، ورُكِّبت، ويجري تشغيلها، وصيانتها على النحو الملائم، ويشمل ذلك العمق، والتراخيص، والفصل بين المسارات، وأن العمل يتوافق مع سياسة مرافق الخدمات الصادرة عن هيئة النقل.

ويجب أن تكون الجهة المختصة عن مراجعة اقتراح المنافع، والموافقة عليه؛ وفقًا لسياسة الهيئة الخاصة بإشغال المنافع.

يجب تحديد موقع المنافع الموجودة تحت الأرض بدقة حيث يكون الموقع الدقيق للبنية التحتية للمنافع تحت الأرض أمرًا ضروريًا. كما يجب وضع معلومات المسح في وقت مبكر من عملية التصميم حتى تتمكن جهة التصميم من إظهار المخططات الخاصة بالموقع الدقيق للمنافع تحت الأرض، التي يمكن أن تسبب إصابات، وأضرارًا في الممتلكات. (AASHTO, 2005).

٢-١-٥ الإدارة العامة للمنافع وممرات المنافع:

الأهداف:

يقدم هذا الجزء إرشادات تتعلق بالإجراءات، والمقاصد ذات الصلة بتوفير المنافع في الطرق الجديدة والقائمة. كما أنه يحدد أدلة ومواصفات مختلفة للأطراف المعنية بالمنافع. والإجراءات المذكورة هنا تلبي المقاصد التالية:

- تقديم فلسفة لممرات المنافع، والطرق في المملكة العربية السعودية.
- تقديم إرشادات، وتفاصيل فنية لمصممي الطرق، والمنافع، والمسطحات الخضراء؛ لتنسيق المنافع داخل حرم الطريق.
- توفير إجراءات؛ لإعادة المنافع في أثناء إنشاء الطرق بحيث يمكن تنفيذ العمل بأقل تأخير، أو تداخل مع الأنشطة الأخرى المتعلقة بممرات المنافع، والخدمات المرتبطة بها.
- وضع المواصفات وتنفيذها بما يحقق ما يلي:
  - التقليل من انقطاع الخدمة، والأضرار التي تلحق بالمنافع.
  - الحدّ من نشوء الظروف الخطِرة.
  - الامتثال للمواصفات، والمواصفات البيئية.
  - اتباع نهج مرن؛ لتخصيص مناطق المنافع؛ لتناسب الظروف الحالية لكل مرفق.
  - تحقيق المرونة اللازمة؛ لتلبية احتياجات التركيب المستقبلية.
  - تنسيق أعمال المنافع بين الأطراف المَعنية، مثل: الجهة المختصة، وهيئة الخدمات، وجهات التصميم، والتطوير والإنشاء.
  - السماح بعمليات تشغيل، وصيانة لا تُضاهَى لمنافع الخدمات بطريقة فعالة.
- السماح بإشغال المنافع على نحو فعَّال.
- تنسيق العمل بين الأطراف المَعنية، مثل: الجهة المختصة، ومقدمي الخدمات العامة، وجهات التصميم، والتطوير، والإنشاء.

٢-١-٦ المعلومات الأساسية – ضوابط عامة:

تجنبًا لظهور احتياجات مستقبلية يطلب مقدمو خدمات المنافع عمومًا أن يكون عرض الممر أكبر من المطلوب؛ للاستخدام الفوري. وهناك افتراض يقول بأنه من المرجح أن يزداد توفير المنافع في المستقبل، وعليه يجب استيعابها في عملية التصميم في مرحلة أولية. ويؤثر هذا النهج على الاحتياجات الحالية، والمستقبلية للطرق، ومقدمي الخدمات العامة. ويجب على المصممين إظهار قدر أكبر من المرونة في حل مشكلات توفير المنافع على طول الطرق، بسبب مشكلات الازدحام الحالية التي لا جدال فيها.

ومن العناصر الأساسية لنجاح النهج الجديد أن تحدَّد مواصفات المتطلبات الحالية، والمستقبلية لمرافق المنافع. وعلى المستوى الكلي، من المنطقي لمقدِّمي الخدمات أن يكون لديهم خطط تقديرية حول كيفية نمو شبكات النقل؛ لتوفير التوقعات. ويجب تحديد أنظمة النقل والمسارات المحتملة داخل ممرات الطرق بحيث يمكن التخطيط لها على وجه الدقة والتحديد، وليس بشكل عام.

أما على المستوى الجزئي، أي ضمن تطورات معينة، فتحتاج المواقع النهائية لشبكات التوزيع إلى نهج منظم؛ ليتبعه المصمم. ومن العناصر الأساسية في استيعاب ممرات المنافع: المرونة في إيجاد مساحة مناسبة لاحتياجات المنافع الحالية، والمستقبلية. ومن الضروري لمصمم المنافع تحليل البيانات؛ لتحديد التخصيص اللازم لممرات المنافع لكل قسم من الطريق.

فعادةً ما تحتوي ممرات المنافع على العديد من مرافق المنافع، بالإضافة إلى مناطق المسطحات الخضراء. ويعرض هذا المجلد من كود الطرق السعودي أعراضًا مختلفة. يعترف نهج التباعد بين ممرات المنافع بأن المرونة ضرورية لمصمم المنافع لوضع الخدمات في ممر المنافع. أما المنافع العميقة تحت الأرض، مثل: المجاري التي تعمل تحت تأثير الجاذبية، وتبريد المناطق، فتحتاج إلى السماح لمقدمي الخدمات الآخرين باستخدام الممر بحيث يُسمح بقدر أكبر من المرونة في التباعد بين تلك الخدمات.

وهناك طلب إداري لحل مشكلة زحف طبقة الطريق السطحية الاسفلتية، أو الهبوط حول هياكل المنافع الموجودة على الطرق. وعلى الرغم من أن هذا القسم يقدم إرشادات حول تقليل هياكل المنافع في الطرق الرئيسة، فإن الطلب ليس مَطلبًا مطلقًا؛ بل هو حكم عملي جيد. ووزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان في المملكة العربية السعودية بحاجة إلى التشاور خلال المراحل الأولى من المشروع؛ لتحديد المشكلات المتعلقة بهياكل المنافع في الطريق.

من الضروري أن يقدم مصمم المسطحات الخضراء العونَ في المراحل الأولية من عملية التصميم، لأن جذور الأشجار قد تكون عائقًا كبيرًا أمام مصمم المنافع. ومن المحتمل أيضًا أن تكون هناك اختلافات في موقع ممرات المنافع، اعتمادًا على ما إذا كان يجري إنشاء طريق جديد (موقع أرضٍ خضراء)، أو تمديد طريق حالي، أو توسيعه (موقع أو أرض صناعية مهجورة).

النهج العام المتبَع في هذا الصدد هو: استخدام مواصفات وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان السعودية؛ لتحديد الاحتياجات المكانية، والأراضي المتاحة. فإذا كانت الأرض غير كافية، فإنه يجب إجراء تقييم مرحلي؛ للوقوف على الحل.

٢-١-٧ السلامة:

تُعَد سلامة الطرق أمرًا مهمًا عند تركيب المنافع ضمن حرم الطريق. ويجب ألا يؤثر تركيبها سلبًا على إنشاء الطرق وعملياتها، وصيانتها، وسلامتها (AASHTO, 2005).

لذلك، تُعَد عملية تدقيق السلامة على الطرق طريقة قيّمة؛ لإضافة السلامة في أثناء مراحل التخطيط، والتصميم، والإنشاء لمشاريع الطرق الجديدة، وبالتالي فهي أداة أساسية؛ لتوفير طرق أكثر أمانًا؛ ولضمان أن أي إضافات إلى شبكة الطرق، أو إدخال تغييرات عليها لا تنطوي على سمات قد تؤدي إلى وقوع حوادث مستقبلية.

وبالإضافة إلى ذلك يجب تحديد منطقة أعمال الطرق بحيث تكون مخصصة لموظفي الإنشاء، والمركبات فقط، وتُفصل عن الحركة العامة. كما يجب تقليل مرور المركبات من حيث السرعة مع وجود رقابة مناسبة من قبل الجهات المختصة. وتساعد حواجز الأمان، واللافتات المرورية المناسبة، والتحكم المروري في توجيه المرور عبر مناطق أعمال الطرق، ويجب عدها شرطًا أساسيًا لإدارة المرور الآمنة (State of Qatar, 2021).

احصل على المشورة من وثيقة سياسة تدقيق السلامة، وإجراءاتها ، بناءً على العملية الموضحة في كود الطرق السعودي ٦٠٣ (سلامة الطرق)، حيث ذُكِر بالتفصيل كيفية إجراء عمليات تدقيق السلامة على الطرق لمشاريع الطرق التابعة للجهة المختصة، ويقدم توجيهات بشأن تعيين فريق التدقيق، ويشرح الخطوات المطلوبة في أثناء عمليات التدقيق للجهة المختصة لمشاريع الطرق، يقدم التوجيهات حول تعيين فريق التدقيق، ويشرح الخطوات المطلوبة أثناء عمليات التدقيق للجهة المختصة.

وفي إطار إنشاء مرافق الطرق في المناطق الحضرية، ينبغي أخذ الأحكام المناسبة، والضوابط الملائمة من الجهات المختصة من أجل:

- حوادث أعمدة منافع الخدمة (حتى لو كانت تمثل جزءًا صغيرًا فقط من جميع الحوادث).
- تنفيذ برامج السلامة، واللوائح على الطرق/ المنافع في المملكة العربية السعودية.
- سلامة العاملين.
- سلامة المشاة (فقد يكون العمل في أحد الطرق مكانًا للتعارضات مع المشاة والسائقين. ومثل هذا النشاط يجب أن يتطلب تخطيطًا وإدارة فعالين لبيئة الطريق؛ لتقليل مشكلات السلامة المحتملة هذه. ومن المنطقي أن تقع الحوادث عندما تقطع منطقة أعمال الطرق العادية لتدفق المشاة، حيث تُترك الحفريات المفتوحة دون تحذير، أو ضمانات كافية، أو عندما تتأرجح المعدات المتحركة عبر رصيف المشاة، أو عندما تعيق مواد الإنشاء، أو المعدات المشاة من رؤية المرور القادمة؛ يُلاحَظ أيضًا أن التعامل مع المشاة في مناطق العمل أكثر صعوبة من التعامل مع المركبات. أما أنشطة الإنشاء على الطرق الجديدة، أو القائمة والتعديلات، فيمكن حماية المشاة من خلال تزويدهم بالأرصفة المناسبة المحوَّلة، مع مراعاة إمكانية إتاحة الطريق أمام عربات الأطفال، والكراسي المتحركة. ووجود اللافتات المناسبة سيوجّه المشاةَ إلى الأرصفة المؤقتة المحوَّلة).
- التحكم المروري في منطقة أعمال الطرق (تنتشر في مناطق العمل جموع العاملين، والمشاة، والمعدات، والإمدادات والأشياء الأخرى، بالقرب من المركبات المتحركة؛ وقد يواجه السائقون الذين يقودون عبر مناطق العمل ممراتٍ ضيقةً ولافتات مربكة، وانعطافات غير معتادة، والكثير من مصادر التشتيت؛ والسائقون قد يخونهم التقدير؛ أي أن ما يتوقع السائق حدوثَه قد لا يكون هو ما يحدث بالفعل) (American Public Works Association, 1993).
- كذلك يجب استخدام كود الطرق السعودي ٣٠٥ (تصميم مرافق ومنافع الطرق – مناطق أعمال الطرق) كأداة مفيدة للموظفين المسؤولين عن تصميم وتركيب وتشغيل أجهزة التحكم المروري في منطقة العمل على الطرق حيث أنها توفر إرشادات وأمثلة لتطبيقات التحكم المروري النموذجية وتلخص المعرفة والممارسات الهندسية.
- يجب أن يتوافق التصميم، والموقع، والطريقة التي تَستخدم بها المنافع حرم الطريق، وتَشغّله مع سياسات الجهة المختصة، ولوائحها لتوفير منطقة واضحة، والحفاظ عليها.

يجب أن تتضمن جميع تصاريح أعمال المنافع أحكامًا تتعلق برعاية الجمهور المتنقل، وحمايتهم، فضلًا عن توفير منطقة أعمال الطرق آمنة لعُمال المنافع.

ويجب أن توفر الجهة المختصة ، وإجراءات عمليات الصيانة الطارئة للمنافع.

٢-١-٨ تحديد المواقع:

يجب تركيب مسارات منافع جديدة؛ لتقليل الحاجة إلى التعديل اللاحق؛ ولتوفير تحسينات مستقبلية للطرق، وللسماح بخدمة هذه المسارات بأقل تداخل المرور على الطرق.

ويجب وضع تركيبات المرافق الطولية الجديدة على محاذاة موحدة أقرب ما يمكن عمليًّا من حرم الطريق، وخارج المنطقة الخالية.

قد تتطلب تركيبات المنافع الطولية في الشوارع الحضرية مع التحسينات المتجاورة فقط تباينات للموقع الموصى به على حرم الطريق، والنظر في التقنيات البديلة التي تعزز السلامة المرورية التي تسمح بها الجهة المختصة، والقوانين المتخصصة في المجال. ويجب حل هذه التركيبات بطريقة تتفق مع القيود، والشروط السائدة.

٢-١-٩ الحفظ والترميم:

٢-١-٩-١ التحكم في التآكل والرواسب:

يجب وضع أجهزة مناسبة؛ للتحكم في التآكل قبل بدء العمل. ويجب أن تظل مساحة السطح التي تتعرض للاضطراب بسبب تركيبات المنافع، أو عمليات النقل عند الحد الأدنى من المواصفات.

٢-١-٩-٢ الترميم:

يجب أن تكون أساليب الترميم متوافقة مع مواصفات الجهة المختصة ، والمواصفات الموائمة للضوابط، والأحكام الخاصة، أو أحدها – في استخدام المنافع، واتفاقيات الإشغال.

٢-١-٩-٣ الصرف:

يجب توخي الحذر في تركيبات المنافع؛ لتجنب اضطراب الطرق الموجودة بالفعل، أو مرافق تصريف المياه الخاصة.

٢-١-٩-٤ الأشجار:

يجب دمج سياسة إشغال مرافق الخدمات الخاصة الجهة المختصة ، أو الترخيص؛ لرش الأشجار، أو قطعها، أو تشذيبها، أو إزالتها في تصريح الاستخدام، والإشغال. وعندما يُسمح بإزالة شجرة، يوصى إما بقطع الجذع على الأرض، أو اجتثاثه، وردم الحفرة بشكل صحيح. ويوصى بإزالة جميع الحطام، والنفايات، والمخلفات من الموقع. ويمكن –بموافقة الجهة المختصة – تقطيع الأشجار المُزالة، أو تهشيمها، واستخدامها كنشارة لترميم الموقع (AASHTO, 2005).

٢-١-٩-٥ التحكم المروري، تصميم مخططات التحكم المروري:

أصبحت مخططات التحكم المروري مهمة جدًا في أعمال الطرق، والمنافع. وتُنفَّذ أعمال الإنشاء، وإعادة التأهيل، والصيانة، والفحص وغيرها من الأعمال على الطريق، أو بالقرب منه في ظل ظروف المرور النشط. وفي المناطق الحضرية -عادة- نلاحظ أحجام كبيرةً للمرور. وقد يكون قطع المرور، أو عمل التحويلات أمرًا بالغ الصعوبة؛ بسبب حجم المرور. وفي ظل هذه الظروف قد يؤدي أي تداخل مع المرور إلى زيادة احتمالية وقوع حوادث. وعليه لابد أن يكون هناك تصميم شامل لخطط التحكم المروري.

قد تنخفض المرور في المناطق الريفية، لكن المركبات تتحرك بسرعات أعلى، لذلك يحتاج السائقون إلى أوقات تحذير أطول ومسافة أكبر للمناورة؛ فإن الاصطدامات إذا وقعت، فإن شِدتها تكون أكبر. وهذا أيضًا أدعَى إلى أن يكون هناك تصميم شامل لخطط التحكم المروري.

يجب أن تتوافق ضوابط المرور الخاصة بعمليات إنشاء المرافق وصيانتها أو إعادة تأهيلها مع كود الطرق السعودي ٣٠٥ (تصميم مرافق الطرق ومنافعها - تصميم منطقة أعمال الطرق) وكود الطرق السعودي ٦٠٢ (الدليل الموحد لأجهزة التحكم المروري)، أو مواصفات الهيئة / الجهة المختصة. ينبغي التخطيط لأي عملية إنشاء أو إعادة تأهيل أو صيانة للمرافق العامة مع مراعاة السلامة الكاملة، ويجب إبقاء التدخل في المرور على الطرق عند الحد الأدنى المطلق. على الطرق ذات الكثافة المرورية الكبيرة، لا ينبغي السماح بعمليات بناء المنافع التي تتداخل مع المرور خلال فترات ذروة تدفق المرور.

٢-١-٩-٦ الصيانة أو إعادة التأهيل:

يجب مراعاة أنشطة الصيانة، أو إعادة التأهيل في حرم الطريق عند تركيب مرافق المنافع، والعلامات المناسبة، أو أجهزة التحذير الأخرى. ويجب أن يكون تصريح الاستخدام والإشغال –أو حين يقتضي ذلك العمل بسياسة إشغال المنافع الجهة المختصة– محدِّدًا عمليات الصيانة التي سيُسمَح بها، والإشارة إلى الحالات التي يلزم فيها إرسال إخطار مسبق الجهة المختصة.

٢-١-٩-٧ السجلات والمَحاضر:

تحتفظ شركة المرافق بالسجلات، والمحاضر التي تصف المرفق، والاستخدام، والحجم، والتكوين، والمواد، والموقع، والخلوص الرأسي في وقت التركيب، وأي سمات خاصة مثل التعليب. وعند الانتهاء من الإنشاء يجب على شركة المنافع تقديم الخطط دقيقة المنفَّذة بالفعل إلى الجهة المختصة، حسب الطلب. ويجب أن تكون هذه المعلومات في شكل يسهل استنساخه، ومتاحة المنافع، والجهات المختصة.

٢-١-٩-٨ نقل المواقع:

حين يُولى إنشاء الطرق، أو إدخال التعديلات عليها أهميتها المناسبة ، فيجب ألا يُغفل عن إدخال المنافع في مرحلة أولية من عملية التصميم. وسيسمح ذلك بتنسيق الأنشطة المشتركة، والمتوازية طوال فترة حياة مشروع الطريق. إذْ إن المشاركة في البداية قد تسهّل استكمال عمليات نقل مواقع المنافع قبل بدء إنشاء المشروع. وفي حالة وجود مرافق للمنافع داخل حرم الطريق لطريق يُراد توسيعه، أو تحسينه، ومن المحتمل أن تُنقَل المنافع، فيجب مراعاة تركيب تلك المنافع الموجودة مرة أخرى داخل حرم الطريق. (AASHTO, 2005).

٢-١-١٠ مصادر المعلومات:

يُنصح باتباع أفضل الممارسات الإقليمية، والدولية خلال جميع مراحل التصميم، وعملية الإنشاء لممر المنافع في طريق، من أجل تعزيز صحة القائمين على تركيب المنافع، وتوصيلها، وصيانتها، ومراعاة سلامتهم، وصلاح حالهم؛ وكذلك المستخدمين النهائيين، ومن يقدمون الخدمات.

٢-١-١١ البيئة والجودة البصرية والصحة:

تُعد البيئة، والجودة البصرية، والصحة، والسلامة من الأمور المهمة. وامتثالًا لأهداف هذا الكود، فمن المتوقع أن تؤخذ هذه الجوانب في الاعتبار في كل مرحلة منفصلة من أعمال التصميم.

كما أن من المؤكد أن المشاريع الفردية، التي تقترحها الجهات الحكومية، تحدد الآثار البيئية السلبية. فإذا أشارت الدراسات الأولية للمشروع إلى احتمال حدوث آثار سلبية كبيرة، يتم إجراء دراسات بيئية أكثر تفصيلاً. ويعتمد نطاق الدراسات البيئية ومتطلباتها على طبيعة المشروع، والقوانين المعمول بها، واللوائح ذات الصلة، لأنها تحدد الواجب فعله؛ لتقييم الآثار البيئية لمرافق النقل الممولة من الحكومة، ومن ثم تقليل الآثار البيئية الضارة لأنشطة إنشاء النقل.

ولذلك، يجب تفسير القوانين، واللوائح، والإجراءات بطريقة تتفق مع أهداف حماية البيئة. ويعتمد مستوى التفاصيل التي يجب عندها فحص المشروع لمثل هذه التأثيرات البيئية على نطاق المشروع، واحتمالية حدوث تأثيرات بيئية كبرى. وإذا كان مستوى التأثيرات في مشروع طريق ما غير واضح، فيجب عندئذٍ إعداد تقييم بيئي. إذْ إن التقييم البيئي يُعَد فحصًا موجزًا نسبيًّا للآثار المتوقعة للمشروع، ويستخدم لتحديد ما إذا كان يلزم إجراء فحص مكثف أم لا.

وإذا أظهر التقييم البيئي تأثيرًا بيئيًا بالغًا، فسيُبذَل مزيد من العمل لإعداد بيان التأثير البيئي. وإذا خَلَصَ التقييم البيئي إلى أنه لا توجد تأثيرات كبيرة متوقعة، فيجب عندئذٍ إعداد نتيجة بعدم وجود تأثير كبير. ويجب أن يتضمن بيان الأثر البيئي تقييم الضوضاء، وتلوث الهواء، وتلوث المياه، وتلوث النفايات الصلبة، والعواقب المترتبة على استخدام الأراضي المحيطة، والعوامل البيئية، واستخدام الموارد، والتأثيرات التاريخية والثقافية على المنطقة، والأثر الاقتصادي.

٢-١-١١-١ المسائل البيئية الناشئة في حرم الطريق:

من المحتمل أن يتزايد ظهور المسائل البيئية في مشاريع الطرق. وبعضها واضح، مثل: التأثيرات على جودة الهواء، أو موائل الحياة الفطرية. بينما يخفى بعضها خفاءً ما، مثل المواد التي يحتمل أن تكون خطرة كالأسبستوس. وثمّة عامل آخر يؤثر تأثيرًا متزايدًا على تطوير الطرق، وأنظمة المرافق، وهو معالجة مناطق الأراضي الرطبة.

يجب أن تُعالَج المسائل البيئية بحساسية في وقت مبكر من عملية تطوير المشروع. ويجب أن تمتد جهود حماية البيئة وتعزيزها في جميع مراحل تطوير المشروع، لا سيّما مراحل تحديد الموقع، والتصميم، والإنشاء، والصيانة، وعمليات التشغيل. ويجب تنظيم إطار السياسة، وعملية صنع القرار التي تراعِي جميع المتطلبات البيئية ذات الصلة للقانون، والسياسة عند الوصول إلى استنتاجات تعكس المصلحة العامة، كما يجب تقديم المشورة لها.

يجب على الجهة المعنية بتطوير مشروع الطريق أن تقدم جميع المعلومات المتاحة فيما يتعلق بالأمور البيئية، والمواقع الأثرية أو مواقع الحفريات داخل حرم الطريق إلى أحد المنافع حين تضع في حسبانها تحديد موضع المنافع، أو نقلها، أو ترميمها، أو تحسينها في حرم الطريق (American Public Works Association, 1993).

كما يجب أيضًا أن تكون بعض مجالات الاهتمام الأساسية من منظور بيئي هي ما يلي:

- التلوث الضوضائي: في أنشطة الإنشاء ستعمل آلات الهندسة المدنية الثقيلة حتمًا على رفع مستوى الضوضاء المعتاد وسيؤدي ذلك إلى حدوث مشكلات للسكان المحليين، ومستخدمي الطريق. لذا من الضروري أولًا مراقبة مستوى ضوضاء الخلفية المعتاد قبل بدء الإنشاء؛ لمقارنته بالزيادة في الضوضاء بعد بدء الإنشاء. ويجب عدم السماح بزيادة مستويات الضوضاء في ساعات العمل في النهار. قد يُسمح ببعض الأنشطة خارج ساعات العمل، مثل: صب الخرسانة عندما يكون مستوى درجة الحرارة أبردَ. وينبغي التعاون مع السكان المتضررين؛ لإبلاغهم بأعمال الإنشاء التي ستُجرَى وأي مشكلات ضوضاء قد تنشأ. ويجب مراعاة المدارس، والمساجد، والمستشفيات المجاورة فيما يتعلق بالتلوث الضوضائي، مع اتخاذ تدابير وقائية؛ لاحتواء مستويات الضوضاء المحتملة مثل: إقامة حواجز مانعة للضوضاء.
- الاهتزاز: مطرقة الصخور الهوائية هي: آلة هندسية مدنية يكثُرُ استخدامها عندما تكون التربة التحتية للحجر الجيري عائقًا كبيرًا يصعب تفتيتُه. وهي لا تتسبب في حدوث مشكلات ضوضاء فحسب، ولكنها تتسبب أيضًا في حدوث اهتزازات في تكوين الحجر الجيري. ويوصى بأن يقتصر استخدام آلات مطرقة الصخور على ساعات العمل في النهار.
- تلوث الهواء: يُعَد الغبار مشكلة معتادة في مواقع الإنشاء، خاصةً في ظروف الطقس العاصف. يجب رش الأرض بالماء لتبليل السطح، وتقليل تأثير سُحُب الغبار (State of Qatar, 2021).

يجب أن تتوافق جميع مراحل التصميم مع متطلبات كود الطرق السعودي ٧٠١ (الجوانب البيئية للطرق).

وفيما يلي ضوابط عامة تتعلق بمرافق المنافع:

- لتجنب الأضرار المحتملة لمرافق المنافع، وفقدان الإمداد للمستخدمين، ومخاطر انسكاب النفايات السائلة، وتأثيرات المياه على الموقع البيئي، والمخاطر على موظفي المقاولين في حالة تلف كابلات الطاقة عالية الجهد – يجب تصميم جميع المرافق، وتركيبها؛ وفقا لتوصيات، ومواصفات الجهات القانونية، والشركات المصنِّعة. وهذا يشير بشكل خاص إلى مقاييس العمق، وتدابير الحماية لتلك الخدمات.
- وفي ظروف استثنائية فقط يجب تصميم المنافع، أو تركيبها على نحو أقل عمقًا مما هو موصى به في المواصفات. وفي هذه الظروف يجب تنظيم الحماية الخاصة، والتحذيرات؛ لحماية الجمهور، والمقاولين المستقبليين، وحماية البيئة.

٢-١-١١-٢ الجودة البصرية:

يجب أن تُراعى التأثيرات البصرية، والبيئية عند مراجعة المواقع للتركيبات الهوائية الجديدة. إذْ يمكن لنوع مرافق المنافع، وحجمها، والطريقة، والمدى المسموح به في حرم الطريق أن تغير الجودة البصرية تغييرًا كبيرًا، وكذا المظهر العام، ومنظر جوانب الطرق، والمناطق المجاورة. لهذه الأسباب تُفرَض رقابة إضافية، لا سيما في بعض المناطق التي اكتسبت جودة في المناظر الطبيعية. وقد تشمل هذه المناطق شرائط ذات مناظر خلابة، وإطلالات، ومناطق للراحة، وحرم الطريق لطرق مجاورة، وحرم الطريق لأقسام من طرق تمر عبر الحدائق العامة، والمواقع الأثرية، ومحميات الحياة الفطرية.

يوصى بتجنب تركيبات هوائية جديدة في المناطق ذات المناظر الخلابة ما دام هناك بديل مناسب، وعقلاني. ويجب مراعاتها في الحالات التالية فقط:

- حين تشكل المواقع الأخرى صعوبة غير عادية، أو تكون ذات تكلفة عالية – غير فعالة، أو غير مرغوب فيها من وجهة نظر الجودة البصرية.
- حين لا يكون تركيب المنافع تحت الأرض مجديًا من الناحية الفنية، أو مكلفًا تكلفةً مبالغًا فيها.
- حين يكون عمل الموقع المقترح ممكنًا في أحد المواقع، وسيَستخدم تصميماتٍ، وموادَّ مناسبة تُولي اهتمامًا كافيًا للمؤثرات البصرية للمنطقة التي يتم عبورها. (AASHTO, 2005).

٢-٢ الاستشارة، والموافقات:

٢-٢-١ استشارة مقدمي خدمات المنافع والموافقات؛ شهادة عدم الممانعة:

شهادة عدم الممانعة هي: وثيقة معروضة يجب الحصول عليها من مزود الخدمة المَعنيّ، وهيئة الخدمة، وهيئة الطرق/الطرق.

ومن الضروري –طوال فترة تصميم المشروع– التعاون مع الهيئات القانونية المَعنيّة من خلال عملية عدم ممانعة منظمة تسمح أيضًا بتنفيذ أعمال التصميم، أو الإنشاء اللاحقة. ويلتزم كل مقدم خدمة بالتنسيق مع الاستشاريين، والمقاولين فيما يتعلق بمتطلبات مشروعهم.

ويتمثل الهدف طويل المدى في إنشاء قاعدة بيانات مركزية، ومحوسبة لعمليات إرسال شهادات عدم الممانعة للمشروع التي يمكن لجميع مقدمي الخدمات أن يصلوا إليها. والهدف هو: تحسين كفاءة تجهيز الموافقات، وتوفير عملية سهلة التطبيق، والتتبع لشهادة عدم الممانعة، بحيث يُدخِل المستشارون في قاعدة البيانات مرحلة التصميم، أو مرحلة متابعة التصميم، أو معلومات مرحلة أعمال الإنشاء. وبعد ذلك يجري إبلاغ المصمم إلكترونيًا بالتقديم، وعدم وجود ممانعات من جميع مقدمي الخدمات والأطراف المعنية ذوي الاختصاص.

٢-٢-٢ مراحل التصميم:

تشير الأقسام الفرعية التالية إلى المراحل الخمس في العمر التصميمي للمشروع:

١- بدء المشروع.
٢- التصميم المفاهيمي.
٣- التصميم الأولي.
٤- التصميم النهائي.
٥- الإنشاء.
٦- الاختبار، والتشغيل التجريبي.
٧- التسليم / التسلُّم.
٨- فترة تحمل المسؤولية عن العيوب.
٩- فترة التشغيل، والصيانة.
١٠- فترة وقف التشغيل.

باستثناء مرحلة التصميم الأولي، تتطلب كل مرحلةٍ شهادةَ عدم ممانعة من مقدمي الخدمات، والأطراف المعنية ذوي الاختصاص.

وإذا كانت مدة المشروع طويلة، فقد يلزم تقديم طلب لاحق للموافقة، وإعادة التحقق؛ لمعالجة تغييرات شبكة المنافع. وفي مرحلة الإنشاء أو الإنشاء تقع على عاتق المطورين مسؤولية طلب المعلومات مرة أخرى؛ حتى يكون لديهم أحدث المعلومات، وأكثرها دقةً قبل بدء العمل في الموقع. وفي المراحل المختلفة ستحظى الأطراف المعنية، وهيئات الاعتماد ذات الصلة بإمكانية الوصول إلى المعلومات، ومواقع المشروع؛ لتأكيد الموافقات المقدمة مسبقًا، والتحقق منها. ويجب توضيح مواطن عدم الامتثال لمزود الخدمة.

٢-٢-٢-١ المراحل:

٢-٢-٢-١-١ المرحلة ١: بدء المشروع:

في هذه المرحلة يرسِل مصمم المنافع؛ طلبًا للحصول على معلومات لمقدمي الخدمات، والجهة المختصة التي يمسّها المشروع المقترح؛ لإبلاغهم بنطاق المشروع.

ويجب أن تكون المعلومات التالية مطلوبة مع طلب الحصول على المعلومات:

- خطاب تعيين من المالك؛ للتحقق من نطاق عمل مصمم المنافع.
- مخطط الموقع مع إحداثيات الشبكة المتعلقة بهيئة الإسناد الوطنية بالمملكة العربية السعودية.

٢-٢-٢-١-٢ المرحلة ٢: التصميم المفاهيمي:

في هذه المرحلة يُستخدَم نطاق العمل؛ لطرح خيارات للنظر فيها. ويشكل مستوى العمل فيها ما يقرب من ٣٠ إلى ٤٠٪ من إجمالي مرحلة التصميم. خلال المرحلة الثانية، من المهم التنسيق مع الجهات المختصة لفهم مشكلاتهم والحصول على موافقتهم من حيث المبدأ قبل تقديم طلب شهادة عدم الممانعة. ولهذا فائدة تكمن في تجنب النزاعات، والحاجة إلى إعادة التقديم التي يمكن أن تؤخر المشروع.

سيشير تقييم الخيارات المختلفة إلى الخيار المفضل. وللموافقة على هذا الخيار المفضل سوف يقدَّم إلى جميع مقدمي الخدمات المنخرطين، والجهة المختصة، والمنظمة المشرفة. ويجب أن يحصل مصمم المنافع على اعتماد شهادة عدم ممانعة من كل من مقدمي الخدمة، والمنظمة المشرفة.

يُقترح أن تكون المستندات التالية مطلوبة؛ لتطبيق شهادة عدم الممانعة للتصميم المفاهيمي:

- خطاب تعيين من المالك يتحقق من نطاق عمل مصمم المنافع.
- مخطط الموقع مع إحداثيات الشبكة المتعلقة بهيئة الإسناد الوطنية بالمملكة العربية السعودية.
- الخيار المفضل القابل للتصميم.
- القطاعات العرْضية للمساحة المخصصة لحرم الطريق، التي توضح حدود الطريق، والموقع النسبي للمنافع داخل الممر.
- الخطوط العريضة لرسومات تخطيط الخدمات المجمعة.
- يجب تقديم بيانات الأصول، وتقارير التحقيق، والتباينات الجهة المختصة.

٢-٢-٢-١-٣ المرحلة ٣: التصميم الأولي:

تطور هذه المرحلة التصميم المفاهيمي إلى ما يقرب من ٧٠٪ من التصميم النهائي. وفي هذه المرحلة تتم المسوحات الطوبوغرافية، وتُجمَع البيانات الجيوتقنية، وتحدَّد مواءمة الخدمات. ولذلك يجب في العادة الحصول على الموافقة من حيث المبدأ؛ لأنه من المهم إبقاء جهات الخدمات، والجهة المختصة على علم بتطور التصميم في هذه المرحلة الأولية.

٢-٢-٢-١-٤ المرحلة ٤: التصميم النهائي:

هذه المرحلة هي: استكمال لعملية التصميم، مع مجموعة كاملة من الرسومات التخطيطية، والمواصفات، وشهادة عدم ممانعة من كل مقدم خدمة، ومن الجهة المختصة.

يجب تقديم المستندات التالية للتصميم النهائي، وشهادة عدم الممانعة:

- خطاب تعيين من المالك يتحقق من نطاق عمل مصمِّم المنافع.
- مخطط الموقع مع إحداثيات الشبكة المتعلقة بهيئة الإسناد الوطنية بالمملكة العربية السعودية.
- رسومات تخطيطات التصميم التفصيلية، والقطاعات الطويلة، والتفاصيل المحددة.
- القطاعات العرْضية للمساحة المخصصة لحرم الطريق التي توضح حدود الطريق، والموقع النسبي للمنافع داخل الممر.
- الخدمات النهائية المجمعة، ورسومات التخطيط.

٢-٢-٢-١-٥ المرحلة ٥: الإنشاء:

الموافقات في هذه المرحلة هي لفتح الطرق، والتحكم المروري، وتراخيص المياه الجوفية، والوصول إلى الموقع والخروج منه، والأنشطة المماثلة. ويجب الحصول على موافقات ممر المنافع بالكامل في هذه المرحلة. ويقدِّم هذه الموافقات الجهة المسؤولة عن التطوير التي أعدت الرسومات، ويطلق عليها شهادات عدم ممانعة الإنشاء.

٢-٢-٣ الجهات والهيئات التنظيمية والأطراف المعنية – آلية التنسيق:

٢-٢-٣-١ عام:

التنسيق هو: مصطلح شائع الاستخدام في مشاريع الطرق، والمنافع بحيث يمكن أن يصبح معناه موضع خلاف أو مشوشًا. ويُعَد التنسيق مجهودًا فعالًا لمشاركة المعلومات، والتفاعل المثمر مع الآخرين؛ وعليه ينبغي أن يحدث في جميع مراحل تطوير المشروع. ويمكن تلمُّس فوائد التنسيق خلال كل مرحلة من مراحل العملية والتخطيط، والتصميم والهندسة الأولية، والإنشاء، والتشغيل، والصيانة. ويبدأ التنسيق الفعال في أثناء مرحلة الإنشاء بتنسيق أفضل قبل الإنشاء.

٢-٢-٣-٢ معرفة الجهات المشاركة:

قد يبدأ التنسيق بين الجهة المسؤولة عن الطرق، ومرافق المنافع، وفيما بين مرافق المنافع بجهود العلاقات العامة. إذْ إن التعرف على أشخاص آخرين مشاركين في مشاريع المنافع، والطرق يقطع شوطًا طويلًا نحو حلّ النزاعات المحتملة. بل قد تكون معرفة الآخرين الذين لديهم مصلحة في حرم الطريق العام أمرًا ميسورًا، مثل: حضور اجتماعات جمعيات المقاولين المحليين، أو جمعيات التطوير المهني المختلفة، أو الأطراف المعنية ذات الصلة.

وفيما يلي مثال شائع للتفاعل بين المنافع، وتصميم الطريق:

غالبًا ما تكون نقطة التعارض الشائعة بين الجهة المسؤولة عن الطرق، والمنافع هي الساعة المتأخرة التي تتلقى فيها المنشأة إشعارًا بمشروع إنشاء طريق يؤثر على مَرافقها، والفترة الزمنية المضغوطة المتاحة لتصميم مشروع إعادة التشغيل، وبنائه.

وفشل المنافع في الانتهاء من النقل قبل بدء انشاء الطريق قد يؤدي في بعض الأحيان إلى مطالبات بتعويض إضافي من جانب مقاول الطرق.

إن التنسيق الجيد يفيد في تعيين إخطار مبكر لهيئة المنافع. وهذا الإشعار ليس سهلًا دائمًا، لأن أنشطة الطرق تستغرق وقتًا طويلًا في التصميم، وغالبًا ما تنطوي على تأخير، أو إلغاء أو تغييرات في مدّ الخطوط، أو عوامل أخرى يمكن أن تغير مشاركة شركات المنافع وتفاعلها. وتفضل هيئات الطرق عمومًا الانتظار حتى وقت لاحق في مرحلة التصميم؛ لإشراك مرافق المنافع، لمنع الأعمال غير الضرورية من جانب المنافع. ومن ناحية أخرى: إذا لم تكن مرافق المنافع مشتركة في المشروع في مرحلة مبكرة، فقد لا يتسنى لها الوقت الكافي للقيام بالمهمة، أو قد تكون تكاليف نقل الموقع مرتفعة، أو قد يتعين إعادة تصميم أجزاء من الطريق.

تُخطِر بعض الجهات المسؤولة شركات المنافع بانتظام عند اكتمال مرحلة تصميم الطريق الأولي بالفعل. وإن لم تكن قد استلمت معلومات المنافع بعد، فسوف تُطلَب بيانات أفقية، ورأسية مفصلة عن مواقع المنافع.

وفي المرحلة التالية يُطلب من شركات المنافع مراجعة خطط الطرق؛ لتحديد التأثير الدقيق للتصميم المقصود على منشآتها. تبحث المنافع عن تعارضات محتملة مع الخنادق، ومنسوب المياه الجوفية، والتراخيص العلوية والجوفية، والجدران الاستنادية، والخلوص الجانبي والرأسي، ومواقع الأعمدة، وخطط التحكم المروري، وملحقات المنشآت، والعديد من البنود التي يُحتمَل التنازع عليها. تمنح هذه العملية شركات المنافع مراجعتَين مبكرتَين، وفرصة لبدء التخطيط والتصميم الأولي لأي أعمال نقل قد تكون ضرورية. كما أنها تسمح بإدخال المنافع في تصميم الطريق، وبالتالي يمكن في كثير من الأحيان تجنب عمليات النقل المكلفة للغاية أو الصعبة.

٢-٢-٣-٣ إخطارات التغييرات في التخطيط:

يجب ألا ينتهي التنسيق عند بدء تنفيذ المشروع. فالتعاون المفتوح، والمستمر، وتبادل المعلومات بين موظفي الجهات الحكومية وموظفي شركات المنافع في جميع مراحل المشروع سيساعد في تجنب المفاجآت في الموقع، ومكتب المحاسبة. ومع بدء العمليات الميدانية يجب أن يظل موظفو المنافع والطرق على اتصال وثيق، وتواصل؛ للتعامل مع الظروف غير المتوقعة، والتغييرات الميدانية الضرورية.

٢-٢-٣-٤ الإخطار قبل بدء النشاط داخل حرم الطريق، والإخطار قبل بدء الحفريات:

يجب على الجهات المسؤولة عن الطرق والمنافع –سواء كان ذلك متعلقًا بالمرحلة قبل بدء النشاط داخل حرم الطريق، أو المرحلة السابقة لبدء الحفر– أن تتواصل فيما بينها، وتتبادل المعلومات حول خططها التي تؤثر على حرم الطريق العام؛ لضمان سلاسة التشغيل، وأمنه، وفعاليته لهذا المورد. وإجراءات الإخطار السريعة، والكافية تسهل الاتصال الفعال. كما يجب أن يكون هذا التواصل تبادلًا ثنائي الاتجاه للمعلومات، من جانب الجهة المسؤولة عن الطرق إلى المنافع، ومن المنافع إلى الجهة المختصة.

٢-٢-٣-٥ التنسيق عامل رئيس:

يمكن للجهات المسؤولة عن المنافع، والطرق الاستفادة من تحسين الاتصال والتعاون. ويمكن للمُدخَلات الواردة من شركات المنافع في مرحلة مبكرة من عملية تطوير المشروع أن تساعد الجهات المختصة مساعدة كبيرةً في جدولة عمليات التصميم، والبدء، والانتهاء من الحصول على حرم الطريق، بالإضافة إلى تحديد مواعيد عطاءات الإنشاء. ويمكن للمؤتمرات التمهيدية بشأن تقديم العطاءات التي تتضمن مُدخلات المنافع من حيث الجدولة، وتوقيت إزالة المرافق، وتسلسل المراحل، والتطوير - أن تساعد المقاول، وتنفع الجمهور من خلال تقديم عطاءات دقيقة وواقعية. ومن المزايا الأخرى للاجتماعات المنتظمة وجهًا لوجه وجودُ علاقة أكثر تعاونًا، وأقل خصومة بين المستخدمين، والهيئات التنظيمية لحرم الطريق العام. ومن شأن ذلك أن يوفر سياسات، وأساليب أكثر ابتكارًا، وقابلية للتطبيق لاستخدام مساحة محدودة ينتفع بها الجميع. فتفوز الجهات المسؤولة عن الطرق بمشروع أفضل مع تأخيرات أقل، بينما تفوز شركات المنافع بعدد أقل من المرافق المتضررة، وعمليات أكفأ؛ لنقل مواقعها (American Public Works Association, 1993).

وفي هذه المرحلة يوصَى أيضًا بتقديم المشورة بشأن المواصفات الإرشادية للمملكة العربية السعودية؛ لإدارة المشاريع والتنسيق، حيث يُحدَّد فيها وصف تفصيلي للإدارة، والتنظيم، وتنسيق المشروع مع الآخرين، وأنواع مختلفة من مراحل اجتماعات المشروع (RCJY, 2006).

٢-٢-٣-٦ عملية اتخاذ القرار:

إن المصمم مطالَب -على كل حال- بالتشاور، والتعاون، والحصول على الموافقة من عدد كبير من مقدمي الخدمات، والجهات الحكومية فيما يتعلق بمشروع الطريق.

وتقع على عاتق وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان في المملكة العربية السعودية مسؤولية تنسيق المواصفات العامة لممرات المنافع. وهي جهة إدارية متصرفة تقدم إرشادات عامة، ومراجع فنية للعاملين في مجال المسح، وتستهدف أولًا –من جملة أمور– المَسَّاحين العاملين في القطاع البلدي. وهذا يعني أن نفعها لا يقتصر على العاملين في مجال البلدية فحسب، بل يمتد إلى المتخصصين في القطاعات العامة الذين يعملون في مجالات الإنشاء، والتشييد، وشق الطرق، ومد خطوط المنافع العامة، مثل: المياه والصرف الصحي، وكل من ينتمون إلى مهنة المسح. كما أن لها دورًا، وسلطةً لمراجعة القرارات، واتخاذها، وحل النزاعات (كود الطرق السعودي ٢٠٢ (الأعمال المساحية ورسم الخرائط)).

يحتاج مقدمو الخدمات إلى تزويد وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان بالمملكة العربية السعودية بمتطلبات دقيقة، وواضحة لخدماتهم. ويعتمد التنسيق، والحوار بين وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان في المملكة العربية السعودية، ومقدمي الخدمات على وجود علاقة وثيقة بينهم.

قد تضطلع هيئات تنظيمية أخرى في هذه العملية بدور المستشار، مثل: الهيئة السعودية للمدن الصناعية ومناطق التقنية (مدن). وقد أُسِّست للإسهام في تطوير القدرة الصناعية للمملكة العربية السعودية؛ مما يساعد على تنمية اقتصادها، وتنويعه مع خلق فرص عمل لمواطنيها. لذلك تتمثل مهمتها في إنشاء المدن الصناعية، والمناطق التقنية، وتطويرها، وتشغيلها؛ لتمكينها من تقديم خدمات متكاملة تلبي احتياجات المستثمرين، وتُسهم في تنمية المجتمع، وتحافظ على البيئة (MODON, 2016).

يُضاف إلى ذلك أن المستشارين يمكنهم العمل نيابة عن مزود خدمة، أو مطور، أو هيئة خدمة. وتتمثل مسؤولية الاستشاري حينئذٍ في العمل مع المالك، وتقديم المعرفة الفنية، والمشورة لتنفيذ المشاريع.

الجهة المسؤولة عن الخدمة هي المالكة لخدمة معينة، أو مشروع، أو مشاريع معينة. الجهة المسؤولة عن الخدمة هي المسؤولة عن إدارة دورة عمل المشروع. وغالبًا ما تَعْهَد الهيئات بإدارة المشروع إلى منظمة منفصلة.

٢-٢-٤ مواصفات التصميم:

يحدد كل مقدم خدمة تفاصيل التصميم لخدمته التي يقدمها؛ وعادة ما يكون مزيجًا من مواصفات الاتحاد الأوروبي والمملكة المتحدة والولايات المتحدة. بعض البيانات حول تركيب المنافع الفردية، والموقع داخل ممر المنافع العام، يحتاج معها المصممون والمقاولون، ومقدمو الخدمات إلى استخدام أحدث إصدار من مواصفات الإنشاء في المملكة العربية السعودية، وإرشادات لأعمال التصميم. وتقع على عاتق المصمم مسؤولية التأكد من أن لديه المتطلبات المحدثة لجهة الخدمة اللازمة للنشاط ذي الصلة في ذلك الوقت.

٢-٢-٥ الدور التخطيطي:

التخطيط جزء أساسي من الإدارة الجيدة. وهو يتطلب توقع الأحداث المستقبلية، والاستعداد لها جيدًا، مع مراعاة حل المشكلات القائمة، وتجنب خلق مشاكل جديدة. وتهدف عملية التخطيط إلى تحقيق الأهداف، والغايات المحددة من خلال الفحص الدقيق لمجموعة من الحلول المحتملة. ويتمثل نجاح نتيجة التخطيط –في النهاية– في تخصيص الموارد على أحسن ما يكون.

تتضمن العملية المعتادة لتنفيذ مشروع طريق، أو شارع أربع خطوات مهمة:

- التخطيط الشامل، أو تخطيط الأنظمة، وهي عملية مستمرة تدرس عددًا من المقترحات بتفاصيل محدودة.
- وضع برامج للمشروع تأخذ المشاريع من خطة النظام، وتلتزم بمصادر التمويل، وتضع جدولًا للتنفيذ.
- تطوير المشروع، الذي يشمل التحليل البديل، والهندسة الأولية، ومرحلة التصميم، والاستحواذ على حرم الطريق.
- الإنشاء الذي يشمل تجهيز الموقع، وإجراءات الإنشاء، وعملية الفحص (American Public Works Association, 1993).

يتولى كل مقدم خدمة المخطط الهيكلي الخاص به بالتشاور مع الجهات المعنية في المملكة العربية السعودية. ومن الضروري أن يتفق جميع مزودي الخدمة، مع الجهات المعنية في المملكة العربية السعودية فيما يتعلق بمواصفات النمو (State of Qatar, 2010).

٢-٣ بدء المشروع – الحصول على البيانات:

٢-٣-١ الحصول على البيانات:

من أهم المسائل في تصميم المشروع معرفة قيود الموقع، وفهمها. وهذا القسم يتناول الحصول على البيانات، المتبادلة للتحديد الدقيق لخدمات المنافع الحالية، والمقترحة (State of Qatar, 2010).

وتُعَد برامج إدارة المعلومات، ورسم الخرائط الفعالة، والدقيقة عناصر بالغة الأهمية لأي جهة لديها مسؤوليات تتعلق بالبنية التحتية. ويجب على المطورين، ومخططي المشروع في كثير من الأحيان تجميع مجموعة متنوعة من البيانات؛ لأجل التطوير الناجح، أو التصميم، أو الإنشاء، أو الصيانة، أو الإصلاح الطارئ للطريق، أو مشروع المنافع. ويمكن تقديم هذه المعلومات داخل إدارات مختلفة من نفس الجهة، أو قد تُنشَر بين العديد من المنظمات العامة، والخاصة الأخرى. قد يستغرق تعقب أحدث المعلومات وأكثرها فاعلية وقتًا طويلًا. فقد حققت تقنية الحوسبة الحديثة تحسينات جوهرية محتملة في هذا المجال (American Public Works Association, 1993).

٢-٣-١-١ مسؤوليات البيانات:

تحتفظ الجهات المسؤولة عن الخدمة بسجلات لأصولها، ويحصل مصمم المنافع على هذه البيانات من خلال عملية طلب المعلومات خلال المرحلة الأولى المذكورة أعلاه من مراحل التصميم (الجزء ٣-٢-١).

٢-٣-١-٢ الحصول على بيانات المرافق، ورسومات تخطيط الخدمة:

يحتاج مزود الخدمة إلى الاستجابة؛ لطلب الحصول على المعلومات بنسخة ورقية، أو نسخة إلكترونية، أو كليهما، ضمن جدول زمني منظم. ويمكن أن تكون النسخ المطبوعة عبارة عن مطبوعات بتنسيق (PDF)، أو مطبوعات ثنائية الأبعاد للصياغة بمساعدة الحاسوب (CAD). النسَخ الإلكترونية هي: بيانات نظام المعلومات الجغرافية (GIS) في شكل ملفات أشكال تتطلب التحرير من قبل مصمم المنافع. ويمكن أيضًا أن تكون النسخ الإلكترونية عبارة عن ملفات ID CAD (بامتداد .DWG) أو من AutoCAD (بامتداد .DGN) لمنصة MicroStation.

على الجهة المختصة أن تطلب من الاستشاريين تحويل البيانات الواردة من الجهات الخدمية إلى سجل ثلاثي الأبعاد. وفي حالة عدم توفر بيانات العمق، فمن الطبيعي افتراض الحد الأدنى للأعماق القياسية للمرافق. كما يجب -أيضًا- افتراض أن يكون الوصول إلى الصرف متاحًا في المعتاد. ويجب على مصمم المنافع التحقق، والتأكد من البيانات المأخوذة من مزود الخدمة. ويجب أن يوفر مصمم المرافق قاعدة بيانات لجميع البيانات التي جُمِعت، ومحاضر الاجتماعات مع مقدمي الخدمة. ويشير الملحق (أ) إلى طرائق التحقق من البيانات الواردة من الجهات المسؤولة عن الخدمة.

ويمكن تجميع هذه البيانات في ثلاثة تقارير:

- تقرير بيانات الأصول.
- تقرير التحقيق.
- تقرير التباينات.

٢-٣-٢ حدود المشروع:

يجب على الأطراف المعنية أن تضع حدود المشروع، وتتفق عليها. ومصمم المنافع مطالَب بأن يكون على صلة بأي مشاريع محيطة، أو مجاورة ذات صلة. ويجب التوصل إلى اتفاقيات بشأن مواءمة المنافع عند تداخل هذه المشاريع. كما يجب على المصمم أن يُراعي المناطق المحيطة المجاورة، والتجاورات، وتأثيرها المحتمل. فمن المحتمل أن يكون لمحطات ضخ مياه الصرف الصحي، أو محطات المعالجة بنية تحتية كبيرة قادمة من المنافع وإليها، وهذه أمور يجب معالجتها كجزء من الأعمال.

٢-٣-٣ التحقق من صحة بيانات الأصول:

أثناء عملية التحقق يجب إجراء تصعيد للأنشطة؛ لتأكيد موقع كل خدمة، وعمقها، وحجمها:

- الحصول على بيانات طلب المعلومات من الجهات.
- إجراء مسح ميداني للموقع.
- إجراء مسح طوبوغرافي.
- إجراء مسح قياس الأرض.
- إجراء مسح؛ لاستشعار الإشعاع.
- تركيب حُفر تجريبية.

حُدِّد هذا الترتيب؛ لتجنب حدوث أي إزعاج ممكن للمرور، والجمهور، والموقع.

٢-٣-٤ تقرير التباينات:

يجب إعداد تقرير التباينات إذا وُجِد أن بيانات المسح المستمَدة من عملية جمع البيانات، والتحقق منها لا ترتبط بالبيانات المستلمة. وسيحتوي التقرير على رسم يوضح سجلات مزود الخدمة، والمعلومات الجديدة الواردة من أعمال المسح. والرسم بحاجة إلى شرح بطريقة يكون فيها من الواضح مكان حدوث التباينات. وسيتطلب التقرير جدولًا يتضمن الأخطاء، وتنسيق النقاط التي تحدد بدقة موقع التباينات. ويجب تقديم تقرير التباينات إلى الجهات القانونية في المملكة العربية السعودية، ومقدمي الخدمات المعنيين، والجهة المختصة. وعلى مقدم الخدمة، والجهة المختصة تعديل سجلاتهم. وسيستخدم المصمم بيانات المسح خلال مراحل التصميم؛ لأنها ستكون أحدث البيانات المتاحة، وأكثرها دقة.

٢-٤ التصميم المفاهيمي:

٢-٤-١ عام:

يقدم هذا الجزء ضوابط التصميم العامة؛ للمساعدة في تحديد أي قيود مكانية تتعلق بممرات المنافع في الطرق ومعالجتها، وتقديم التوجيه، وتحديد الحد الأدنى من المواصفات التي يجب أن يطبقها الاستشاريون في مرحلة تصميم الأعمال، أو تقديم الخدمات.

يتمثل نطاقها أيضًا في توفير الغرض من مواصفات التطوير، وإظهار الروابط مع الأقسام الأخرى، والأدلة، والأكواد المعمول بها، مثل: المجلدات الأربعة لمواصفات التطوير للهيئة السعودية للمدن الصناعية، ومناطق التقنية (MODON, 2016).

إن التصميم امتداد طبيعي لعملية التخطيط. والتصميم يتألف من اختيار المواصفات، والمواد، والأبعاد، والمواقع، وغيرها من المعلومات، وتطبيق هذه المعلومات على موقع معين؛ لإنتاج رسومات، ومواصفات خطة الإنشاء. وهذه الخطط مفصلة بما فيه الكفاية بحيث يمكن للمقاول في المرحلة التالية انشاء المنافع.

وفي مرحلة التصميم المفاهيمي، يجب النظر في الخيارات المطروحة للحلول المحتملة للمشكلات المتعلقة بممرات المنافع في الطرق. وتلك الخيارات يلزمها توضيح الأنشطة المقترحة بتفاصيل كافية؛ لتحديد الخيار المفضل للتقدم إلى مرحلة التصميم الأولية.

كما يحتاج الاستشاري إلى مراعاة عدة خيارات، وتحديد المزايا، والعيوب المرتبطة بكل منها. ولا بُد لتلك الخيارات المقترحة من أن تراعي المشكلات القصيرة الأجل، والمتوسطة الأجل، والطويلة الأجل التي يمكن أن تنجم عن تنفيذ الخيارات خلال جميع مراحل دورة حياة المشروع. ويجب على الخبير الاستشاري مع كل خيار مطروح أن يقيّم مدى توفر حرم الطريق وجدوى توفير الخيارات لمتطلبات حرم الطريق كما هو متوقع.

ومن الواجب على الاستشاري أن يوصي بالخيار المفضل، والأسباب الكامنة وراء اختياره. ويمكن تقييم مقارنات التكلفة؛ للمساعدة في عملية الاختيار.

قد يكون التصميم لمرافق الطرق، أو لمرافق المنافع، أو للحالات التي يتم فيها تبادل الطرق، والمنافع. وقد يكون التصميم لمرافق جديدة، أو لإعادة تأهيل المرافق القائمة، أو ترميمها، أو تحسينها، أو لظروف خاصة.

٢-٤-١-١ مشاريع التطوير الجديدة، تقاطعات المنافع المستقبلية:

٢-٤-١-١-١ مشاريع التطوير الجديدة:

تخلق مشاريع التطوير الجديدة مشكلات كبيرة في إمدادات المنافع، وتقدم خطوات إضافية في مرحلة تصميم مشروع الطريق. وبعد وضع مخطط هيكلي ينبغي إجراء تحقيقات في متطلبات المنافع، وتحديد حجم شبكات التوريد، والتوزيع. وهذا الدليل لا يشير إلى كيفية إجراء تحليل الشبكة، لأن التحليل يجب أن يتوافق مع متطلبات جهة الخدمة ذات الصلة. وبدلًا من ذلك، فإنه يستعرض تصميم مرافق الطرق الجديدة؛ لتعريف موظفي المنافع ببعض الضوابط، والخطوات الأساسية ذات الصلة.

لذلك، يتطلب هذا التحليل اتصالًا وثيقًا بجهات الخدمة؛ لتأكيد موافقتها على المنهجيات المقترحة.

إن تصميم طريق، أو مرفق جديد هو أبسط أشكال التصميم. وفي البداية تُتاح جميع الخيارات ويمكن أخذها بعين الاعتبار. ومع الدخول في عملية التصميم، من الممكن اختيار التصميم الأكثر كفاءة، والأكثر اقتصادًا، والأكثر ملاءمةً؛ ليناسب الظروف المحلية. أما التصميم الجديد في منطقة خالية، فإن المصمم لا يجد أمامه سوى قيود معدودة تعقِّد تصميم إعادة الترميم.

٢-٤-١-١-٢ تقاطعات المنافع المستقبلية:

يلبي هذا القسم الفرعي متطلبات توفير جِلَب الأنابيب/ مجاري الأنابيب تحت الرصفيات؛ لأجل تقاطعات المنافع المستقبلية. ويُحدَّد النطاق الكامل للعمل؛ وفقًا لظروف الموقع.

يجب أن تكون الخرسانة وحديد التسليح والخرسانة المسلحة من الفئة التي يحددها المهندس ويجب أن تتوافق مع متطلبات كود الطرق السعودي ٤٠٣ (إنشاء مرافق الطرق).

أما الجِلَب/ مَجاري الأنابيب فتكون من البولي فينيل كلورايد للأنابيب الصغيرة، التي يقل قُطرها عن ٤٠٠ مم، والخرسانة للمواسير الأكبر حجمًا. ويجب أن تتوافق الأنابيب مع متطلبات كود الطرق السعودي ٤٠٣ (إنشاء مرافق الطرق)؛ لإزالة المياه السطحية من الطرق، وتشمل التوصيلات إلى مداخل مياه الأمطار، وتصريفها إلى المصبات المناسبة.

يُضمّن مزيد من الارشادات ذات الصلة في كود الطرق السعودي ٤٠٣ (إنشاء مرافق الطرق).

٢-٤-١-٢ تصميم إعادة التأهيل، أو التحسين:

يزداد القلق من القدرة على ترقية المرافق الحالية، أو تجديدها؛ حتى تتمكن من تلبية الطلبات المتزايدة بأمان، وكفاءة. بالنسبة للطرق قد يعني الطلب أنه يلزم إضافة مسار إضافية، أو ترقية تقاطع بإشارات مرورية جديدة، وحارات انعطاف منفصلة.

وبالنسبة للمنافع قد يعني ذلك زيادة حجم المرافق الحالية، أو جهدها، أو ضغطها. وغالبًا ما يمكن إجراء هذه التغييرات كجزء فريد من برنامج الاستبدال، والترقية الدوري.

يُعَد تصميم إعادة التأهيل عادةً أكثر صعوبة من التصميم الجديد. وربما بُنِيتْ المرافق الموجودة بالفعل؛ لتلبية المواصفات الأقدم من تلك المستخدمة حاليًا. فعلى سبيل المثال: قد يكون حرم الطريق ضيق جدًا، وقد تكون المنحنيات الأفقية أكثر حدة، وقد تكون التلال أكثر انحدارًا. واختيار مواصفات التصميم المناسبة لترقية هذه الطرق القديمة أمر صعب، ومكلف. وقد يؤدي شراء مساحات إضافية لحرم الطريق للوفاء بالمواصفات الحالية، لإضافة مسارات، أو لتسوية منحدرات، إلى تدمير المنازل، أو الأعمال التجارية المجاورة. ناهيك عن أن التكاليف، والآثار الاجتماعية كبيرة جدًّا لدرجة أنها تَحُول أحيانًا دون التنفيذ الفعال لمواصفات التصميم الحالية أثناء إعادة تأهيل الطرق القديمة. إن هذه قرارات صعبة يجب أن تكون مُجديةً من حيث التكلفة، وتراعي السلامة، والمسائل الاجتماعية، واعتبارات أخرى مماثلة.

ويُعَد تداخل الطريق/ المنافع في حرم الطريق الأقدم أكثر صعوبة من تداخله مع المشاريع الجديدة. وفي العادة عندما تدرك الجهة المختصة أنه يجب عليها ترقية طريق قديم، فذلك لأن هذا الطريق لم يعد قادرًا على التعامل مع الحجم المروري للمركبات التي ترغب في استخدامه. وهنا يتحتَّم عليها معالجة مواصفات الازدحام، والسلامة من خلال مشروع إعادة التأهيل.

وهذه الأنواع من الطرق تخدم مرافق المنافع لسنوات عديدة. وقد تكون المساحة المخصصة لحرم الطريق مزدحمةً بالمنافع، خاصة في المناطق الحضرية. وتوسيع الطريق لن يعني سوى أن مرافق المنافع (التي كانت بالفعل قابعةً تحت ضغط شديد من أجل توفير حيز داخل حرم الطريق) مُجبَرَة لنقلها إلى مواقع غير مرغوب فيها، أو الخروج تمامًا من المساحة المخصصة لحرم الطريق. هذه المواقف جديرة بدراسة متأنية؛ لتحديد أنواع إعادة تأهيل الطرق المشتركة، والمنافع التي تخدم مصالح الجمهور على أحسن حال (American Public Works Association, 1993).

٢-٤-١-٣ تحديد موقع المنافع القائمة وحمايتها:

يهدف هذا القسم الفرعي إلى وصف متطلبات تحديد الخدمات، والمحطات الموجودة تحت الأرض، وحمايتها التي تتأثر بتنفيذ الأعمال، ولكنها تظل في موقعها الأساسي، مثل: خطوط المرافق، وتيارات المياه الجوفية. وسوف يُحدَّد النطاق الكامل لأعمال الحماية المطلوبة بعد التحقيق من قِبل المقاول، ثم إعداد الرسومات التخطيطية لهذا العمل حسب توجيهات المهندس.

قدِّم مخططات التعاون التي توضح الأنابيب، ومكونات النظام الرئيسة. وأشِرْ إلى التداخل، والاتصال المكاني بين الأنابيب ومكونات النظام، والمنافع المجاورة، والهياكل القريبة. أرسِل -أيضًا- المخططات التنفيذية للخدمات، والمرافق الموجودة تحت الأرض المراد حمايتها؛ لا سيما المخطط، والمواقع والأنواع، والأحجام. وعند إنهاء المشروع، قدِّم رسومات قياسية توضح الأنابيب المحمية، والمكونات ذات الصلة مع تفاصيل كافية؛ للسماح بتحديد موقع الأنابيب للصيانة المستقبلية.

تكون الخرسانة، وحديد التسليح، والخرسانة المسلحة، والأعمال المعدنية من الفئة التي يحددها المهندس، ويجب أن تكون مطابقة لمتطلبات كود الطرق السعودي ٤٠٣ (إنشاء مرافق الطرق).

ويجب تنفيذ حماية الخدمات، والمنشآت الموجودة تحت الأرض في ظل الامتثال الصارم لمتطلبات الجهات المعنية، وأصحاب المنافع. تكون الحماية المطلوبة عادة على شكل تغليف الخدمات، أو المحطة بقُطر ١٠٠ أو ٣٠٠ مم من البولي فينيل كلوريد ملفوف بألواح البولي إيثيلين، ومحاطة بخرسانة صنف ٢٠/١٥ أو تطويق، مثل هذه المحطة ذات القُطر الكبير، مثل أنابيب المياه ، وعبّارة صندوقية خرسانية مقلوبة، أو بأي شكل آخر حسب تعليمات المهندس، أو الجهات المختصة.

٢-٤-٢ التسليمات:

قد تشمل المعلومات المعدة في هذه المرحلة ما يلي:

- تقرير أساس التصميم—يحدد معلمات التصميم.
- مخططات الخدمات الحالية.
- الرسومات المقترحة لكل خدمة.
- القطاعات العرضية النموذجية لحرم الطريق التي توضح ممرات المنافع.

أثناء مرحلة التصميم المفاهيمي، يجب على الجهة المشرفة تقديم التقارير، والاستطلاعات التالية:

- الجيولوجية.
- الهيدرولوجية.
- البيئية.
- تقييم أثر الأراضي، والاستحواذ عليها.
- مفهوم تنسيق المسطحات الخضراء.
- دراسة المنافع.
- تقييم أثر المنافع القائمة.
- نماذج المرور.
- خيارات الطرق المفاهيمية.
- خيارات المنافع المفاهيمية.
- التصميم المفاهيمي النهائي للطرق.
- التصميم المفاهيمي النهائي المنافع.
- تسليم العرض التقديمي.

٢-٤-٣ تعريف المشروع:

من الضروري فهم طبيعة مشروع الطريق، وطريقة تأثيره في البيئة المحيطة من أجل تحديد الخيار الذي سيجري إنشاءه. يجب مراعاة المسائل التالية عند تحديد قيود الموقع:

- هل هو موقع جديد، أو هل سيؤثر في البنى التحتية القائمة، أو هل هو موقع مهجور سبق الإنشاء عليه؟
إذا كان موقعًا جديدًا، يجب الالتزام بالقطاعات العرضية لحرم الطريق التابع للجهة المشرفة، وممرات المنافع ذات الصلة لهذا النوع من حرم الطريق كلما أمكن.
- إذا كان موقعًا مهجورًا سبق الإنشاء عليه، يجب بعد تحديد البنية التحتية القائمة ودمجها في مخططات مشتركة لقيود الموقع، فهم البنية التحتية الثابتة التي لا يمكن تغييرها، والمسائل التي ينطوي عليها تغيير بقية البنية التحتية. تشمل هذه الموضوعات موضوعات الاستحواذ على الأراضي، وفهم كيفية عمل منشآت المنافع ومتى يمكن فصلها، او تحويلها، أو هجرها. عادةً ما يكون من الصعب قطع التيار الكهربائي خلال أشهر الصيف؛ نظرًا إلى ارتفاع الطلب في ذلك الوقت من العمل.

يمكن تصنيف المنافع إلى: (١) أنظمة النقل التي تنقل الإمدادات عبر مسافاتٍ طويلة دون أن يكون توفر أي وصلات مباشرة؛ و(٢) أنظمة التوزيع التي تتولى التوزيع من نقطة الإمداد المحلية إلى المالك. فيما يلي توصيات عامة لأنظمة النقل والتوزيع المذكورة:

- يجب أن تتبع أنظمة النقل ممرات البنى التحتية الكبيرة، مثل: الطرق شبة السريعة، والطرق الشريانية الرئيسة والثانوية. وعادةً ما يُنفذ تصميم هذه الأنظمة تحت إشراف الجهة المختصة.
- يجب أن تتجنب أنظمة التوزيع ممرات البنية التحتية الرئيسة، وعليها، بدلًا من ذلك، أن تتبع الطرق التجميعية المحلية الصغيرة، والطرق المحلية.
- ومن خلال فصل الممرات من أجل أنظمة النقل والتوزيع، من الممكن تقليل المتطلبات المكانية داخل طريق معين.
- يجب إمداد مشاريع التطوير، والممتلكات المواجهة للطرق الرئيسة من الجانب الخلفي لنظام التوزيع؛ لتجنب الحاجة إلى مرافق التغذية من ممر الطريق.
- ويجب مراعاة طبيعة المشروع القابل للتصميم. على سبيل المثال، هل هو مشروع طريق ، أم طريق محلي، أم مشروع تنموي؟

٢-٤-٤ تصنيف الطريق:

يتوافق تصنيف الطريق مع التصنيف الوظيفي لطود الطرق السعودي ٢٠١ (عملية التخطيط) والتصنيف التصميمي لكود الطرق السعودي ٣٠١ (التصميم الهندسي للطرق).

ينطبق تصنيف التصميم محل النقاش في هذا الجزء على جميع شبكات الطرق في كلٍ من المناطق الريفية، والحضرية الخاضعة لسلطة الجهة المختصة.

بالنسبة إلى مواصفات التصميم الهندسي، وخصائص الطريق، وأغراضه، يمكن تقسيم كلٍ من الطرق الريفية، والحضرية إلى أربع فئات، تعتمد كل فئة منها على توفير خدمات مرور، وأراض مختلفة.

٢-٤-٥ المبادئ العامة لتوفير ممرات المنافع:

يجب أن يسمح نظام ممرات المنافع لمقدمي الخدمة بتثبيت خدماتهم على حرم الطرق، وممرات المنافع المخصصة على مستوى البلاد. وتساعد ممرات المنافع المخصصة في تسهيل تثبيت الخدمات؛ لتلبية الاحتياجات الحالية، والمستقبلية.

بالنسبة إلى الطرق الجديدة، وترميم الطرق القائمة، يتمتع مصمم المنافع بالمرونة في توفير منافع الممرات المطلوبة لكل مقدم من مقدمي الخدمة. ومع ذلك يجب عليه الالتزام بمتطلبات مقدم الخدمة، والجهة المختصة. وعند الحاجة إلى تغيير أحد الممرات القائمة، يجب على مقدم الخدمة، والجهات المعنية الموافقة على ذلك. ويجب على مصمم المنافع الحصول على شهادة عدم ممانعة من كلٍ من مقدم الخدمة، والجهات المعنية ؛ لتوفير ممر المنافع النهائي، مع مراعاة منافع الطريق، وعليه مراعاة تقليل التأثير في المرافق الحالية (يجب ألا يكون الافتراض المعمم لنقل جميع المنافع مقبولًا).

٢-٤-٦ تحديد متطلبات المنافع القائمة والمستقبلية:

تتمثل إحدى المسؤوليات الأساسية لمصمم المنافع في تحديد المتطلبات الحالية، والمستقبلية لكل مقدم من مقدمي الخدمة. ويجب عليه إنشاء قاعدة بيانات لبيانات لمنافع الجهة المسؤولة عن الخدمة، وطلب متطلباته لمشروع الطريق المقترح. هناك حاجة أيضًا إلى المعلومات الخاصة بعمليات الهجر المستقبلية، والتحديثات الممكنة بالقرب من ممر المشروع. وحتى يمكن الاستفادة بشكل أكبر من ممر المنافع، هناك حاجة إلى ضوابط استخدام الأراضي. ويجب على مصمم المنافع ترتيب الاجتماعات، والتواصل مع مقدمي الخدمة؛ لإضفاء الطابع الرسمي على متطلباته.

٢-٤-٧ ترتيب المنافع حسب الأولوية، وتحسينها:

ليس هناك ضرورة لتوفير ممر لجميع المنافع في كل طريق، ومن ثمّ، فمن الضروري تحديد المنافع التي ستتطلب ممرًا في الطريق. ونظرًا إلى قيود الحيز المكاني المقيد، يجب على مصمم المنافع استخدام الحيز المتوفر؛ وفقًا للحد الأدنى من متطلبات كل مرفق. انظر الجزء الفرعي (٢-٤-١٢)؛ للتعرف على ضوابط وضع ممرات مرافق الطرق.

أمّا بالنسبة إلى الخنادق المفتوحة، يجب إعطاء الأولوية للمنافع الأعمق، والأكبر قطرًا.

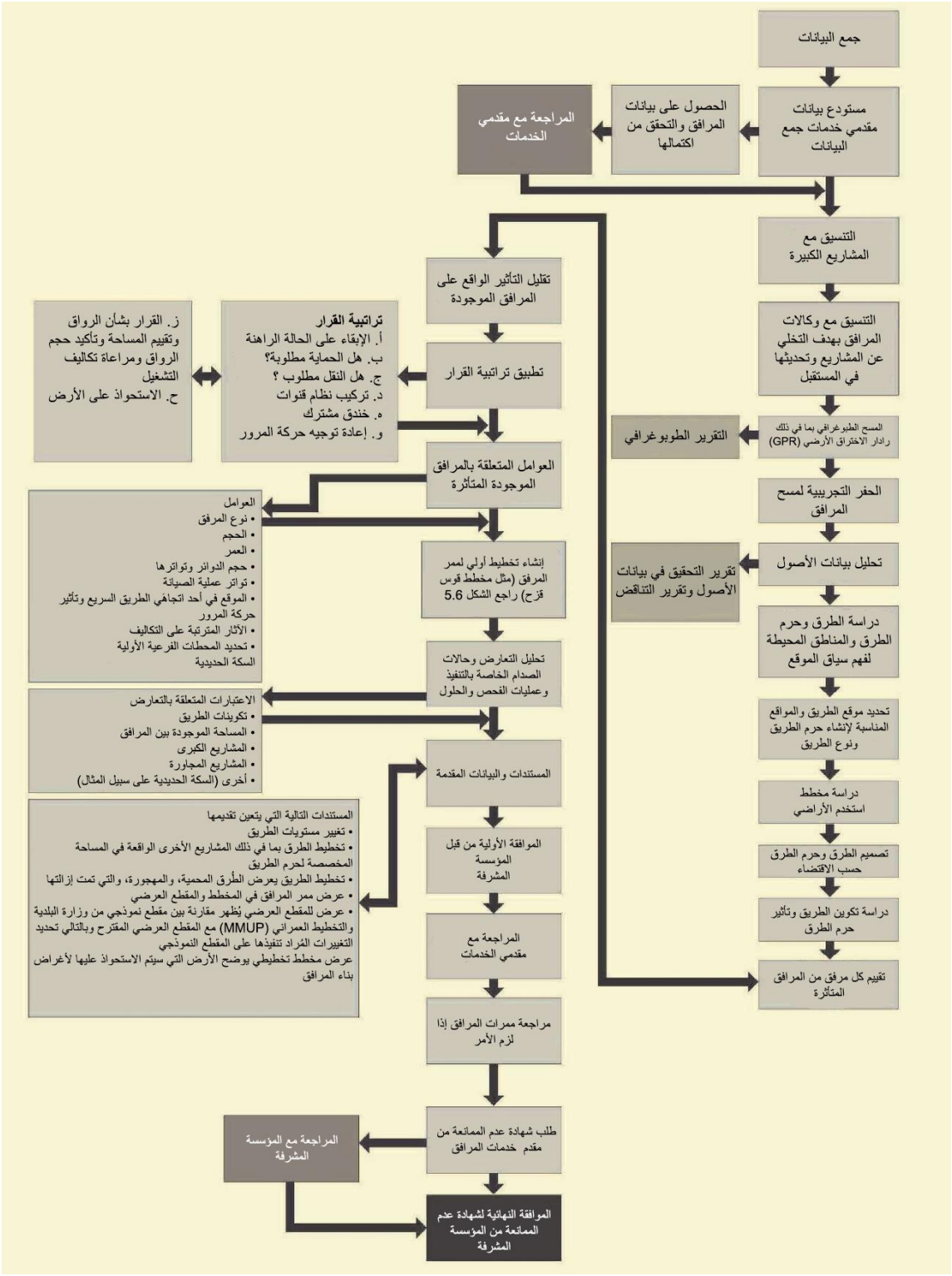
يجب أن يكون الوصول لأجل إجراء الصيانة لهذه المنافع أحد الأهداف الرئيسة.

ويُنصح بوضع أنظمة النقل بالقرب من الطريق بعيدًا عن مشاريع التطوير، والممتلكات. ويجب أن تكون أنظمة التوزيع التي تغذي مشاريع التطوير، والممتلكات الفردية بالقرب من قطع الأراضي، مما يقلل الحاجة إلى المعابر.

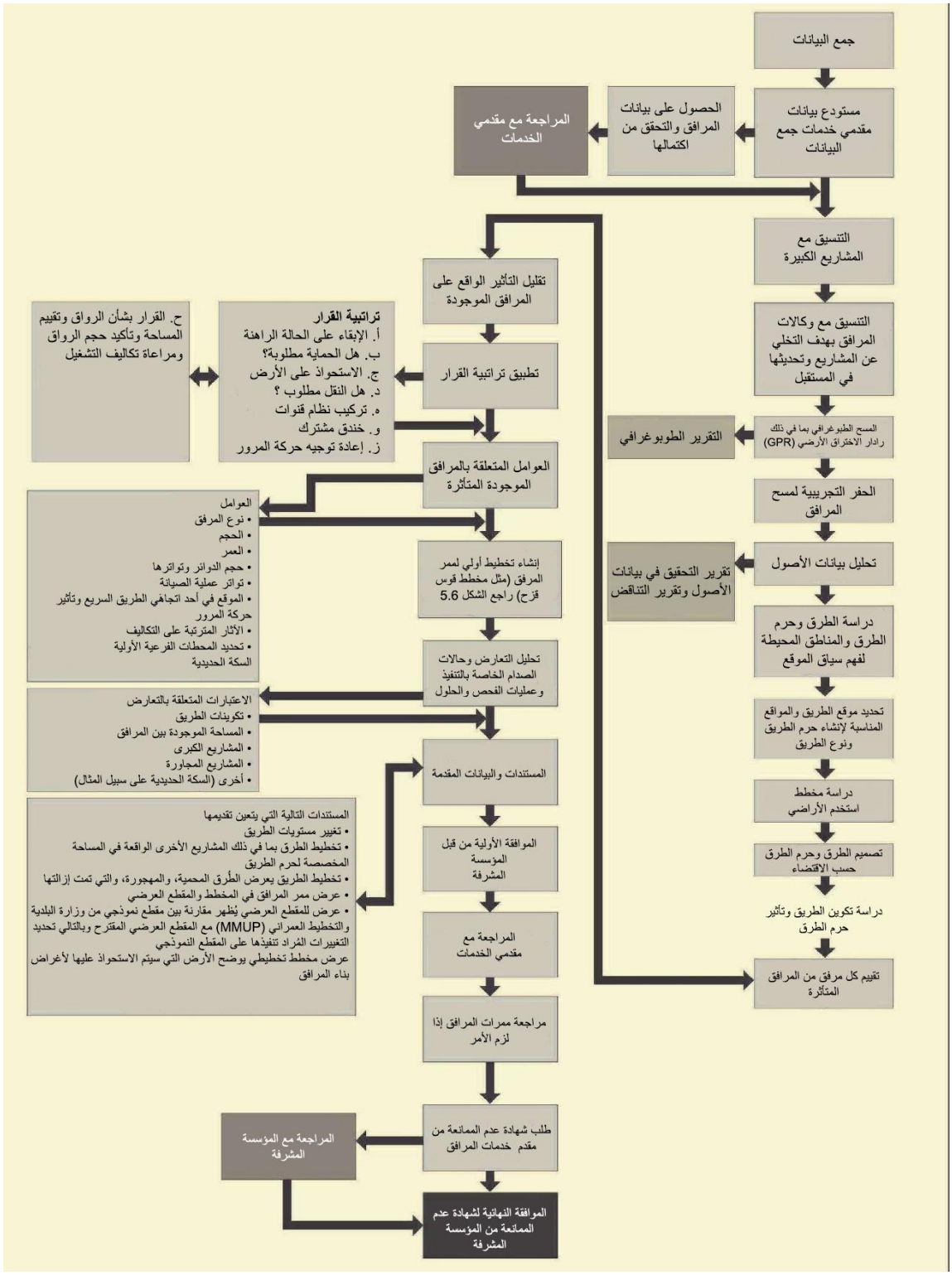
ونظرًا لمحدودية المساحة المتوفرة، والقرب الذي لا مفر منه بين المرافق، والمباني على الطرق ، وممرات السكك الحديدية، يجب أن تسير مسارات المرافق حول هذه المباني. وفضلًا عن تحقيق كفاءة التكلفة المثلى، يجب أن تتمثل الممارسة العامة في تصميم مباني الطرق، والسكك الحديدية، مثل: الجسور بأنواعها، والممرات السفلية/ العلوية، والمباني المماثلة؛ وفقًا للحد الأدنى من متطلبات الحيز، ووضع المنافع حول هذه المباني. ويمكن أن ينطبق ذلك على الدعامات الجسور، والأساسات التي قد تكون هناك حاجة إلى وضعها داخل ممر المنافع. ويجب أن يكون تغيير الموقع لممر المنافع، أو تعديل مسار المنافع ممارسةً قياسية. يمكن أيضًا استخدام الخيارات التي يمكن فيها دمج المنافع في المبنى.

٢-٤-٨ تقييم أثر المنافع:

يحدد تقييم أثر المنافع أثر مشاريع تحسين الطرق في الخدمات القائمة. يجب مقارنة مخططات الطريق المؤقتة، أو المرحلية بشكل شامل بمخطط الطريق النهائي؛ لتجنب الأعمال المهدرة المستقبلية -قدر الإمكان-. وعادةً ما تعمل تحسينات الطرق على توسيع ممر الطريق، مما قد يمثل مشكلة للخدمات القائمة. على سبيل المثال، وقد تصل الخدمة الكهربائية الموجودة على حافة الطريق القائم إلى الطريق الجديد المقترح. الشكل (٢-١) والشكل (٢-٢) عبارة عن مخططات انسيابية؛ لتقييم آثار المنافع الحضرية، والريفية.



الشكل (٢–١) تقييم أثر المنافع الحضرية (State of Qatar, 2021)



الشكل (٢–٢) تقييم أثر المرافق الريفية (State of Qatar, 2021).

٢-٤-٩ تطوير ممرات المنافع الأساسية:

ممرات المنافع هي مساحات أراضي فردية عادةً ما تكون داخل حرم الطريق.

يعتمد تطوير القطاع العرضي لممرات المنافع على المواصفات التالية:

- وظيفة الطريق من ناحية تسلسله الهرمي.
- أنواع المرافق، والطلب.
- متطلبات التصميم الهندسي لعناصر الطريق، مثل: الأثاث، والجزر الوسطية، والرصفيات.

يجب أن تتوافر المواصفات التالية في مسارات المنافع:

- تحسين الشبكة بحيث يُختار المسار الأقصر، والأنسب؛ لخدمة مخططات التنمية القائمة، والمستقبلية.
- تحديد المنافع الرئيسة، بما في ذلك مواقع فتحات الوصول، والتضاربات المحتملة.
- تحليل جدوى، وإمكانية إنشاء المسار فيما يتعلق بمشاريع الطرق، والبنية التحتية القائمة، والمستقبلية.
- تحديد مسار أقل تأثيرًا في المرور، بما في ذلك تحويلات المرور.
- مسح الحساسية بحيث تُتجنّب المدارس، والمستشفيات، والمباني الحكومية، وغيرها من المواقع الحساسة حيثما أمكن.
- دراسة أثر التخطيط الرئيس الشامل لجميع المشاريع المستقبلية، بما في ذلك المترو، والطرق المحلية، والصرف، وبرنامج الطرق، ومقترحات الجهة المختصة بأعمال التنمية المستقبلية على طول المسار؛ لتقليل احتمالية التضارب بينها.
- الأحكام البيئية لمسارات المنافع، وتقييم المخاطر عالي المستوى للخيارات محل الدراسة.
- الاستحواذ على الأراضي؛ هذا هو الملاذ الأخير، ولا يُنصح باللجوء إليه إلا في ظروف خاصة.

٢-٤-١٠ المواصفات العامة لعرض ممرات المنافع:

٢-٤-١٠-١ ما مقدار عرض حرم الطريق اللازم؟

يعتمد عرض حرم الطريق المشغول في المناطق الحضرية على تكاليف الأراضي، والتضاريس، والمرور (المركبات، والمشاة، والنقل العام)، والتصاميم الهندسية المختارة للشوارع، وخصائص استخدام الأراضي. في العديد من البلديات، تحدد الضوابط، والمراسيم التخطيطية حرم الطريق المطلوب لمختلف فئات الشوارع. ويرتبط ذلك تحديدًا بمناطق التقسيم السكنية الجديدة. يجب تحقيق التوازن بين توفير أراضٍ مناسبة لجميع الاستخدامات الحالية، والمستقبلية لحرم الطريق، واستخدام الكثير من الأراضي. أما في المناطق المتطورة، فيجب أن يتناسب مجموع المكونات الفردية للطريق (مسارات السير، والجزر الوسطية، وأرصفة المشاة، والمزاريب، والرصفيات) مع حرم الطرق المتاح. ويمكن أن يكون الاستحواذ على حرم طريق إضافي مكلفًا للغاية، ومستهلكًا للوقت.

وفي المناطق الأقل تطورًا، يمكن ببساطة إضافة مكونات تحسين الطريق المذكور معًا؛ لتحديد حرم الطرق اللازم الذي قد يكون متاحًا بسهولة أكبر (American Public Works Association, 1993).

تُعدُّ الإشارة إلى المواقع النهائية لممرات المنافع عملية متكررة. بالنسبة إلى أي نوع من الطرق، يجب أن يُراعي الممر الأول مواقع الممرات القياسية على النحو الذي تنظمه القطاعات العرضية النموذجية الخاصة بوزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان السعودية. ويتمثل المنتج الرئيس عند مراعاة مواصفات العرض لممرات المنافع في رسومات الخدمات المشتركة. وتشير هذه الرسومات التخطيطية إلى الحيز الموجود في الممر الخاص بالخدمات الفردية. وتُعدُّ كمسودة أولى؛ للتأكد مما إذا كان هناك مساحة كافية في أي طريق معين لخدمات المرافق.

وُضعت هذه المواصفات؛ لتقليل الاستيلاء الكلي على الأراضي ولبيان أنه يجب تثبيت الممرات خارج الطريق الرئيس ما أمكن. وإذا كان من الضروري تركيب الممرات داخل الطريق، فيجب إعطاء الأولوية لتحديد موقع ممرات النقل داخله وممرات التوزيع بالقرب من حدود قطع الأراضي.

وبمجرد إنشاء الممر الأول، ستتمثل المرحلة التالية في مقارنة مواقع خدمات المنافع القائمة، وكيف تتوافق، أو تتضارب هذه المواقع مع المواقع القياسية.

ومن خلال تحديد وظائف الطرق الأساسية، يمكن تحديد ممرات المنافع، عن طريق مراعاة عناصر الطريق التالية:

- عرض الجزيرة الوسطية: عادةً ما توضع أعمدة الإنارة، وأنابيب مياه الصرف الصحي المعالجة المستخدمة في الري في الجزيرة الوسطية. ويمكن أن يتراوح عرضها بين ٣ و ٨ م.
- عرض الطريق: يُحدد من خلال عدد مسارات المركبات المطلوبة.
- عرض ممر المنافع: يعتمد على أنواع المنافع، وعمق المنافع، التي ستوضع، وكذلك حجمها. وتمتلك كل شركة منافع مواصفاتها الخاصة.
- عرض الطريق الخدمي.
- عرض مواقف المركبات، وأرصفة المشاة.

تم توفير إرشادات إضافية حول التصميم الهندسي للقطاعات العرضية في الجزء (٤-٧) من الطرق السعودي (التصميم الهندسي للطرق).

٢-٤-١١ إرشادات تصميم ممرات المنافع:

يجب على مصمم المنافع تحليل تقييم الحالة مع قرار تغيير الموقع -عند الضرورة-، واستخدام مواصفات القطاعات العرضية النموذجية الخاصة بوزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان كدليل لوضع المنافع. ولا تعطي هذه المواصفات مقدم الخدمة حقًا إلزاميًا بالوصول. أما في الحالات التي يكون فيها حيز الممر محدود بشدة، يجب على مقدمي الخدمة مشاركة الحيز المكاني المتوفر فيما بينهم. ويتمثل النطاق في تسهيل توفير ممرات المنافع المخصصة لجميع المنافع في جميع أنواع الطرق. ويجب أن تحدد الممرات مواقع المنافع القائمة، والمخطط لها، و إذا ما كان هناك أي سعة فائضة.

ستُناقش مقترحات مشاركة الممرات، وتحسينها في الجزء الفرعي (٢-٥-١٣). ويجب على المصمم تحديد الخطوط المهجورة وإبلاغ الجهة المشرفة بها. وفي بعض الحالات، إذا كان لا بد من وضع المنافع داخل أسطح الجسور، فيجب مراجعة المخطط التفصيلي، واعتماده من الجهة المشرفة المعنية.

تحت خطوط السكك الحديدية، يجب ردم المنافع الرطبة المهجورة بشكل مناسب، وسدها بالمونة، أو إزالتها؛ لتجنب الانهيار غير المتوقع. كما يجب إبلاغ الجهات المسؤولة عن السكك الحديدية بالمنافع الجافة/ الرطبة المهجورة، مع تقديم المعلومات التنفيذية وبيان طريقة الردم، أو الإزالة.

٢-٤-١٢ متطلبات تثبيت ممرات منافع الطرق:

٢-٤-١٢-١ عام:

يجب على مصمم المنافع استخدام نهج منظم؛ لتثبيت ممرات المنافع في الطرق القائمة. وينص هذا الجزء على إرشادات تثبيت ممرات المنافع للمنافع الحالية المقترحة. ويُعد الامتثال لمواصفات مقدمي الخدمة الفنية شرطًا أساسيًا. فعلى سبيل المثال، لا يمكن أن تكون المياه الصالحة للشرب بجوار، أو تحت مجاري مياه الصرف الصحي، بما في ذلك مياه الصرف الصحي المعالجة لأسباب صحية.

بالإضافة إلى ذلك، يجب على مصمم المرافق أن يُراعي احتمالية زيادة الطلب على مساحة ممرات المنافع بالقرب من أي مرفق رئيس كمحطة فرعية، أو محطة ضخ. وينطبق الأمر نفسه على المرافق الموجودة بالقرب من الطريق. وستختلف الضوابط الدقيقة على أساس كل حالة على حدة، ومن ثمّ ستكون هناك حاجة إلى بعض المرونة في نهج المصمم.

٢-٤-١٢-٢ تحديد المتطلبات الأفقية للطرق المقترحة:

عند تصميم رسم جديد مقترح للطرق القائمة، يجب على مصمم المنافع اتباع إجراء التخطيط الأفقي الأولي:

١. إعداد مخطط تفصيلي للطريق، والتقاطعات المقترحة.
٢. مراجعة أوراق البيانات الفنية، وإعداد مسودة رسم تخطيطي مرمزة بالألوان، تبين ممرات المنافع المشتركة المقترحة. بالنسبة إلى جميع بيانات أصول الطرق، والخدمات القائمة، هل هناك رسم تخطيطي حالي للمنطقة المعنية؟ يجب وضع المرافق المثبتة في ممرات السكك الحديدية بعيدًا عن المنطقة الآمنة.
٣. إجراء تقييم لأثر المنافع؛ مع التحقق مما إذا كانت الخدمات القائمة مناسبة لممرات المنافع المحددة عن طريق مقارنة معلومات مقدم الخدمة بالرسم التخطيطي المقترح؛ لتحديد ما إذا كانت الخدمات القائمة موجودة في ممرات المنافع المقترحة.
٤. تحديد إذا كان من الممكن تعديل ممرات المنافع؛ لتجنب أي تضاربات.
٥. تحديد إذا كان من الممكن تعديل محاذاة الطريق؛ لتجنب التضاربات المحددة.
٦. التنسيق مع مقدم الخدمة المعني بشأن ما يرغب في تغيير مكانه، أو ما يرغب في حمايته أثناء الإنشاء إذا تطلبت الخدمة تحويلًا.
٧. تكرار الخطوات من ١ إلى ٥ لجميع المنافع.
٨. تغيير مسودة مخطط ممرات المنافع، وتسجيل جميع التعديلات المقترحة.
٩. تحديد إذا كان هناك ممر بديل مناسب للتحويل، والتكلفة المحتملة إذا كان التحويل مطلوبًا.

تشمل الجوانب الأخرى التي يجب مراعاتها ما يلي:

- الأولوية، إذا كان ذلك مناسبًا، للامتثال المواصفات القطاعات العرضية النموذجية الخاصة بوزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان السعودية.
- إذا لم يكن ذلك ممكنًا، ينبغي أن يكون الاعتراض على إبقاء ممرات المنافع خارج الطريق.

- إذا لم يكن ذلك ممكنًا، يجب إبقاء خدمات النقل في منتصف الطريق؛ ما لم يمنع أحد خطوط السكك الحديدية ذلك. يجب أن تظل أنظمة التوزيع داخل فروعها؛ لربطها بقطع الأراضي، ويجب أن تكون أقرب إلى حافة الطريق/ حدود قطعة الأرض. تقلل هذه الطريقة من عدد معابر المرافق.
- يجب وضع أغطية وإطارات لمنافع البنية التحتية الموضوعة في الطريق بعيدًا عن مسار العجلات العادي.

٢-٤-١٢-٣ متطلبات تخطيط المنافع الرأسية المقترحة:

من خلال صياغة المرافق القائمة، والمقترحة بشكل ثلاثي الأبعاد، من السهل نسبيًا تحديد التضاربات المحتملة. في حالة اقتراح حفر طريق جديد؛ وفقًا لمستوى تشكل الطريق، وكانت الخدمة القائمة الآن بها تغطية أقل مما يحتاجه مقدم الخدمة، فهل تحتاج الخدمة إلى التحويل، أو إلى حماية إضافية؟ ويجب على مصمم المنافع الاتصال بمقدم الخدمة؛ لحل المشكلات المحتملة.

٢-٤-١٢-٣-١ خلوصات المنافع:

لأغراض الإنشاء والسلامة، يحتاج مقدمو الخدمة حدًا أدنى معينًا من المسافة عن بعض أجهزة، ومنشآت الخدمات الأخرى.

٢-٤-١٢-٣-٢ حماية المنافع:

يحتاج مقدمو الخدمة، من أجل إنشاء مناطق عمل آمنة، أعماق انشاء معينة لأجهزتهم. وسيؤدي تبديد الأحمال على التربة فوق الأنبوب عند هذا العمق إلى تحسين حماية الأنبوب. وفي حالة تقليل العمق، يجب اتخاذ تدابير الحماية.

٢-٤-١٢-٤ توجيه ممرات المنافع في القطاعات العرضية، والعُقد - التقاطعات والمحولات:

٢-٤-١٢-٤-١ التقاطعات:

يُعرف التقاطع على أنه موقع يتقاطع فيه طريقان بنفس الارتفاع. بالإضافة إلى مواصفات التحكم العادية، وهناك العديد من المخاوف الأخرى. هناك حاجة إلى مسافة رؤية التقاطع؛ حتى يتمكن سائقو المركبات من رؤية المركبات المقتربة بأمان، وتجنب الحوادث. وفي حالة عدم توفر مسافة رؤية كافية، يجب التحكم في التدفق المروري، عبر التقاطع عن طريق اللافتات، أو الإشارات ذات الصلة.

وتقل الطاقة الاستيعابية عند التقاطعات؛ نظرًا إلى أن التدفقات المرورية المتضاربة ملزمة بمشاركة منطقة الرصف نفسها. ويقل مقدار الوقت الذي يمكن الحصول عليه للمرور على طريق واحد للسير عبر التقاطع إلى النصف؛ نظرًا إلى أنه يجب تخصيص جزء من الوقت للطريق الآخر. ومن ثمّ، فإن الطاقة الاستيعابية لأحد التقاطعات أقل بكثير من الطاقة الاستيعابية لجزء من الطريق ليس به تقاطع. وعادةً ما تصبح مسارات انعطاف المركبات التي تستخدم التقاطع مشكلة، لا سيّما في حالة وجود مركبات كبيرة. قد تُبنى منحدرات انعطاف خاصة، ومسارات تخزين وسطية، وغيرها من المعالجات؛ لأجل تحسين كفاءة العمليات.

وغالبًا ما تُصمم التقاطعات بما يعكس نوع المركبات التي تستخدمها.

٢-٤-١٢-٤-٢ المحولات:

تُعرف المحولات على أنها التقاطعات التي تُفصل الحركات المرورية مختلفة الاتجاه على منشآت بمستويات مختلفة. وتوفر المنحدرات المرور من طريق إلى آخر. وتتحسن المتطلبات التشغيلية الخاصة بالطاقة الاستيعابية، والسلامة، والسرعة، والمرور بدرجة كبيرة. ويعتمد عدد المنحدرات، ومواقعها (تكوين المحولات) على التضاريس، والمرور السائدة في الموقع. وعادةً ما تُؤثر التكاليف الباهظة ومساحة الأرض الكبيرة اللازمة للمفارق استخدامها على الطرق كبيرة الحجم ذات حركات الانعطاف العالية (American Public Works Association, 1993).

يتطلب تكوين ممرات المنافع على عُقد الطرق، والتقاطعات ضوابط خاصة؛ لتجنب التداخل مع المنافع في مناطق التقاطع تميل مخططات التقاطعات الجديدة إلى أن تكون كبيرة؛ لوضع الممرات السفلية، والمعابر. وتميل ممرات المنافع إلى وجود ممرات متباعدة في مناطق التقاطع داخل التقاطعات (State of Qatar, 2021).

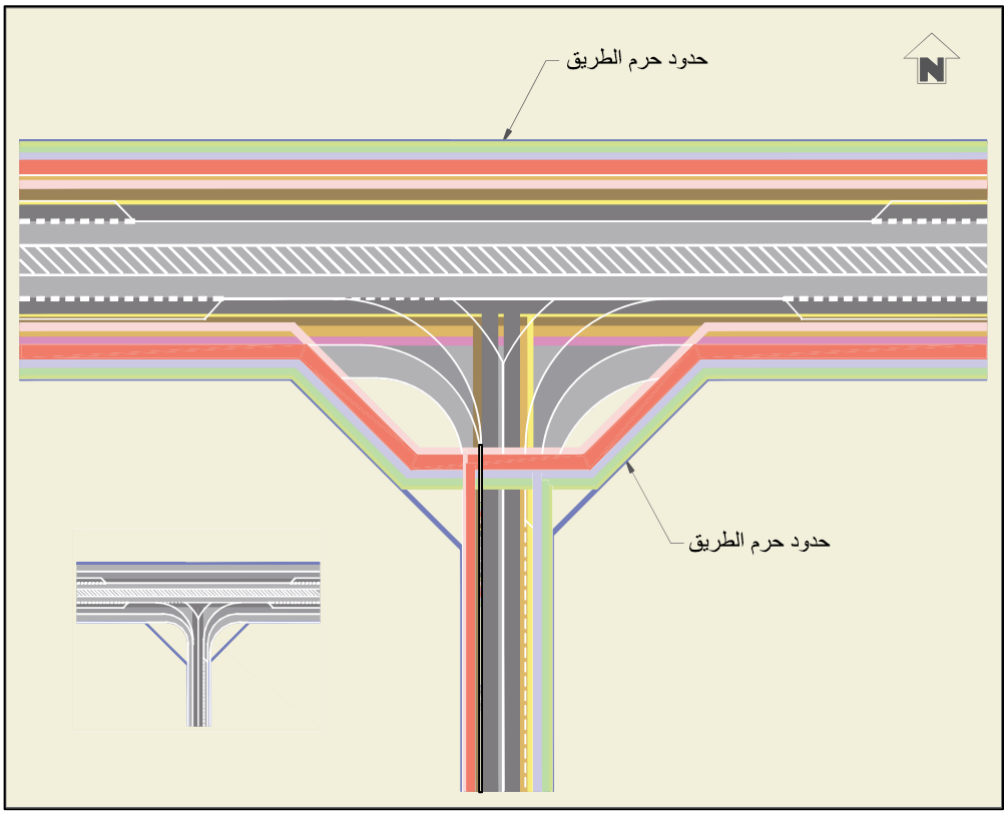
٢-٤-١٢-٥ تكوين الممرات:

تشمل تقاطعات الطرق-عادة- التقاطعات على شكل حرف T، والمعابر، والدورات. بالنسبة إلى منشآت المنافع المضغوطة، وهناك فرصة أكبر للانحناء في المواقع الأفقية، والرأسية. ومع ذلك، سيتعرض خط الأنابيب المضغوط المنحني لقوة دفع في موقع الانحناء الذي يتطلب وجود كتلة تثبيت خرسانية؛ اعتمادًا على مادة الإنشاء. وقد تتطلب خطوط أنابيب الضغط الموازية وجود كتلة خرسانية مشتركة، أو استخدام وصلات تثبيت. وستضيق كتلة التثبيت الخرسانية حيز ممر المنافع، بينما ستقلل وصلة التثبيت من متطلبات الحيز. ويجب إبعاد المرافق المضغوطة عبر الزوايا المتقاطعة لمختلف مخططات التقاطعات. وتُعدُّ خطوط الأنابيب التي

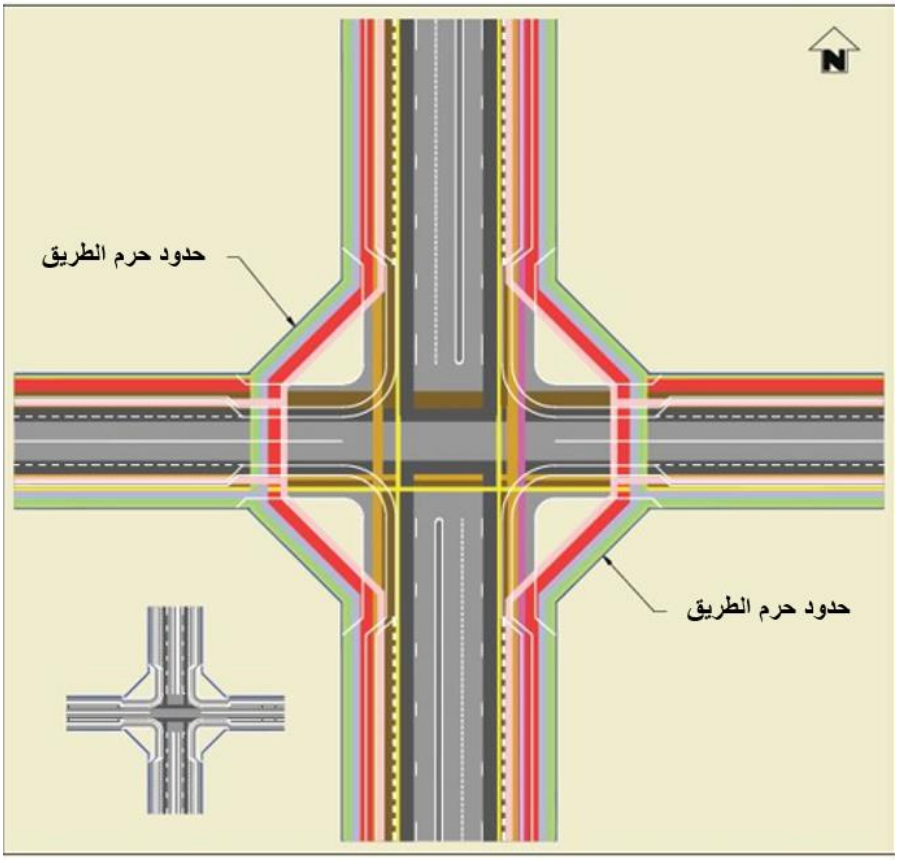
تعمل تحت تأثير الجاذبية، مثل: مجاري مياه الصرف الصحي، ومجاري مياه الأمطار، أقل مرونة في المناورة حول الزوايا المتباعدة. ومن المحتمل أن تمتد خطوط الأنابيب التي تعمل تحت تأثير الجاذبية عبر التقاطع في حال كان رسم التقاطع على نفس المستوى.

الشكل (٢–٣) مخطط خدمات مشتركة في تقاطع بسيط على شكل حرف T (State of Qatar, 202121).

الشكل (٢-٣) هو: مخطط خدمات مشتركة في تقاطع بسيط على شكل حرف T، والشكل (٢-٤) هو ممر مشترك لمنافع خدمات مشتركة في تقاطع تجميعي رئيس.



الشكل (٢–٣) مخطط خدمات مشتركة في تقاطع بسيط على شكل حرف T (State of Qatar, 202121).



الشكل (٢–٤) ممر مشترك لمنافع خدمات مشتركة في تقاطع تجميعي رئيس (State of Qatar, 2021).

٢-٤-١٢-٦ متطلبات تخطيط منافع التقاطعات المقترحة:

يجب أن تُراعى رسومات منافع التقاطعات المقترحة، وأن تشمل ما يلي:

١- يجب أن تكون الخدمات المعتمدة على الجاذبية، مثل: مجاري مياه الصرف الصحي، ومياه الأمطار على خطوط مستقيمة بين غرف التفتيش.
٢- إذا كان التقاطع عند مستوى سطح الأرض، يمكن أن يمر على حرم الطريق الخاص بخطوط الأنابيب التي تعمل تحت تأثير الجاذبية مباشرةً عبر التقاطع.
٣- في حالة وجود ممر سفلي في التقاطع، فقد لا يكون من الممكن وضع ممرات المنافع، أو خطوط الأنابيب التي تعمل تحت تأثير الجاذبية عبر التقاطع؛ وقد يلزم توفير ممر مرافق متباعد.
أ- يجب على مصمم المنافع السعي إلى الحصول على شهادة عدم ممانعة للتصميم من مقدم الخدمة المعني؛ لتعديل الخدمات القائمة.
ب- يجب إرسال تقييم الأثر.
ج- يجب الحصول على شهادة عدم ممانعة من الجهة المختصة لجميع الخدمات.

في حالة الحاجة إلى منشأة سفلية، كممر سفلي، فقد تتطلب أنظمة الجاذبية التوجيه حوله. التفاصيل الموضحة في الشكلَين (٢-٣ و ٢-٤) مجرد استرشادية وتوجيهية؛ يجب النظر في كل رسم من رسومات التقاطعات على حدة.

٢-٤-١٢-٦-١ الجسور على الطرق:

تكون جسور الطرق -عادة- منشآت علوية مزودة بمنحدر دخول على طرفيها. يسمح نظام الدعم بإجهاد وزن الجسر على الأرض، ويسمح المفصل الميكانيكي بالتمدد، والانكماش؛ نظرًا إلى التغيرات في درجة الحرارة المحيطة. وغالبًا ما يكون للجسر شكل من أشكال الفراغ داخل هيكل السطح. ولا يمكن -عادةً- وضع أنظمة الجاذبية خلال سطح الجسر. وتشمل المشكلات التي يجب حلها مع الجهة المسؤولة عن الخدمة، ومصممي الجسر ما يلي:

- يجب تحديد مواقع غرف الوصول على طرفي الجسر داخل المداخل بعناية؛ للمساعدة في توفير الوصول، وللسماح بالانسحاب؛ لاستبدال المنافع.
- بالنسبة إلى شبكات الضغط، تتطلب النقاط العالية صمامات هواء؛ لمنع تراكم الهواء داخل الأنبوب. ويتطلب ذلك مساحة كبيرة جدًا فوق قمة الأنبوب، التي قد يكون من الصعب استيعابها؛ تبعًا لتصميم الجسر.
- تحتوي الجسور على مفاصل حركة التمدد الحراري؛ لتسهيل التمدد، والانكماش الذي يحدث داخلها. وتتميز المنافع بمعدلات مختلفة من التمدد، والانكماش، ويجب أن تكون قادرة على التحرك بمعزل عن هيكل الجسر، ومن ثمّ يجب النظر بعناية في أنظمة الدعم. كما يجب أن تكون الطريقة التي تمر بها المنافع عبر دعائم الجسر مفصلة بدقة؛ للسماح بالحركة المتفاوتة.
- توضع الخدمات الجافة -عادة- داخل أرصفة المشاة للجسور، وداخل القنوات الحديدة الواقية.

٢-٤-١٢-٦-٢ ممرات الطرق العلوية:

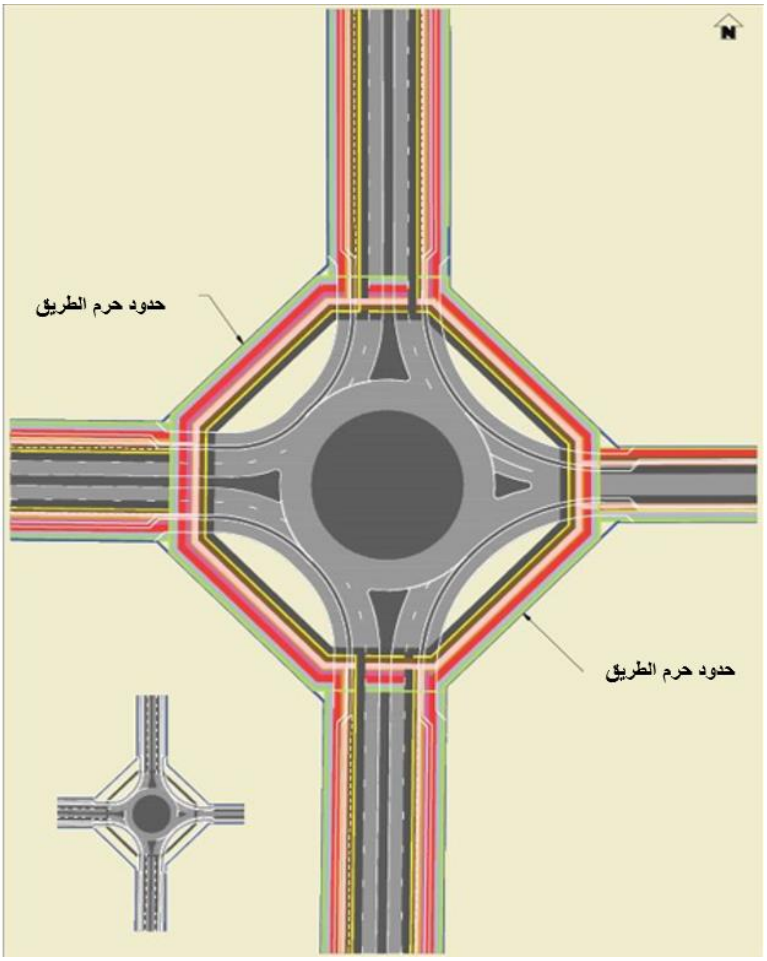
تشبه ممرات الطرق العلوية للغاية جسور الطرق باستثناء الدعامات النهائية التي تكون -عادة- مدمجة في جسورٍ مبنية. ويسمح عمق الممر العلوي بتوجيه الخدمات المضغوطة، وغير المعتمدة على الجاذبية عبر الممر العلوي.

٢-٤-١٢-٦-٣ ممرات الطرق السفلية:

إن ممرات الطرق السفلية عبارة عن منشآت تحت الأرض تسمح بمرور المرور تحت طرق عند المستوى نفسه. وعادةً ما يكون العمق حوالي ٧,٥ م. وهناك فرصة محدودة؛ لتوجيه المنافع عبر ممر سفلي. وتجدر الإشارة إلى أن الممرات السفلية تتطلب صرفًا، وكهرباء، ومياه؛ لدعم خدمات الإنارة، والخدمات المعيشية الداعمة.

٢-٤-١٢-٦-٤ تقاطعات الطرق والدوارات:

تعتمد المناطق المتباعدة المتوفرة في جميع تقاطعات الطرق والدوارات -عادة- على متغيرات، مثل: العرض، وزاوية التباعد. ويجب على مصمم المنافع توجيه ممر المنافع بكفاءة حول هذه الحواجز كما هو الحال في الجسور، أو الممرات السفلية. ويوضح الشكل (٢-٥) رسمًا آخر لطريق مقترح لممرات المنافع كما في الشكلين (٢-٣ و٢-٤).



الشكل (٢–٥) ممر منافع الخدمات المشتركة الخاص بدوار تجميعي رئيس (State of Qatar, 2021).

٢-٤-١٣ التعامل مع ازدحام المنافع في الممرات الضيقة:

في حالة كان عرض حرم الطريق محدودًا، فقد لا تتبع الخدمات ممرات المنافع المنطقية. ويصف هذا الجزء طرقًا بديلة؛ لتقليل آثار المنافع في الطرق الضيقة.

٢-٤-١٣-١ مواصفات الجهة المشرفة البلدية والبيئية الخاصة بمقاطع الطرق، والمنافع:

يجب اتباع مواصفات الجهة المشرفة الخاصة بالقطاعات العرضية النموذجية ما أمكن. وإذا لم يكن ذلك ممكنًا، توفر قائمة الحلول الممكنة قيد المناقشة أدناه ترتيب الأولويات الذي يجب اتباعه ما أمكن.

هناك أدوات متاحة؛ لمساعدة مصمم المنافع في التغلب على القيود المكانية. ويتميز ممر المنافع-عادة- بميزتَين رئيستَين:

- عادةً ما يشغل نظام النقل، مثل: الأنابيب، أو القنوات، ربع إلى ثلث ممر المنافع.
- وتشغل المنشآت، مثل: فتحات التفتيش، وغرف الربط، والأجهزة ذات الصلة، عادةً قدرًا أكبر من الممر، ولكنها تكون متباعدة على مسافات منتظمة تختلف؛ تبعًا لنوع المنشأة. وعادةً ما تكون المسافة بينها ٤٠ إلى ٨٠ م.

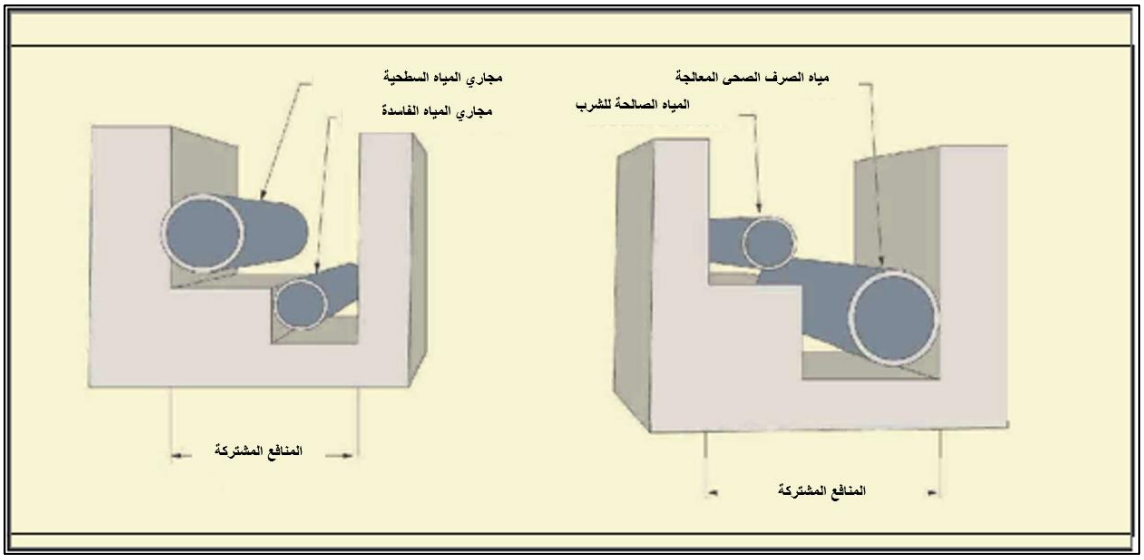
من خلال التخطيط الدقيق، من الممكن تنظيم البنية التحتية للمنافع المجاورة، وجعل الممرات المجاورة متداخلة؛ لشغل حيز أقل في حرم الطريق. يوضح الشكل (٢-٦) مثالًا شائعًا لتداخل ممرات المنافع.

تتمثل نتيجة تداخل ممرات المنافع في أن تبدأ الرسومات التخطيطية في التداخل. بالنسبة إلى هذه التداخلات، سيسهل نمط الرسم المختلف بمساعدة الحاسوب على القارئ تصور المخطط. وتُعد الصور الأصغر في الشكل (٢-٦) مثالًا بسيطًا لمجموعة من أنماط خطوط الرسم.

٢-١٣-٤-٢ الخنادق المشتركة:

قد تقلل الخنادق المشتركة من ازدحام ممر المنافع. وتتوافق العديد من المرافق، وتناسب بشكل مثالي الخنادق المشتركة، بما في ذلك ما يلي:

- مجاري مياه الصرف الصحي، ومياه الأمطار.
- أنابيب المياه، ومياه الصرف الصحي المعالجة. ويجب وضع أنابيب مياه الشرب فوق أنابيب مياه الصرف الصحي المعالجة، كما هو موضح في الشكل (٢-٦)، تجنب تلوث إمدادات تدفق مياه الشرب.



الشكل (٢–٦) الخنادق المشتركة (State of Qatar, 202121)

تتميز الخنادق المشتركة ما يلي:

١- انخفاض التكاليف بسبب انخفاض أعمال الحفر.
٢- صغر حجم ممر المنافع.
٣- انخفاض تكاليف التركيب.

يعيب الخنادق المشتركة ما يلي:

١- صعوبة الصيانة؛ بسبب قرب الخدمات.
٢- زيادة خطر الإضرار بالعديد من الخدمات أثناء أعمال الحفر.
٣- زيادة الحاجة إلى التنسيق بين أعمال الإنشاء في الموقع.

٢-١٣-٤-٣ تكديس المنافع:

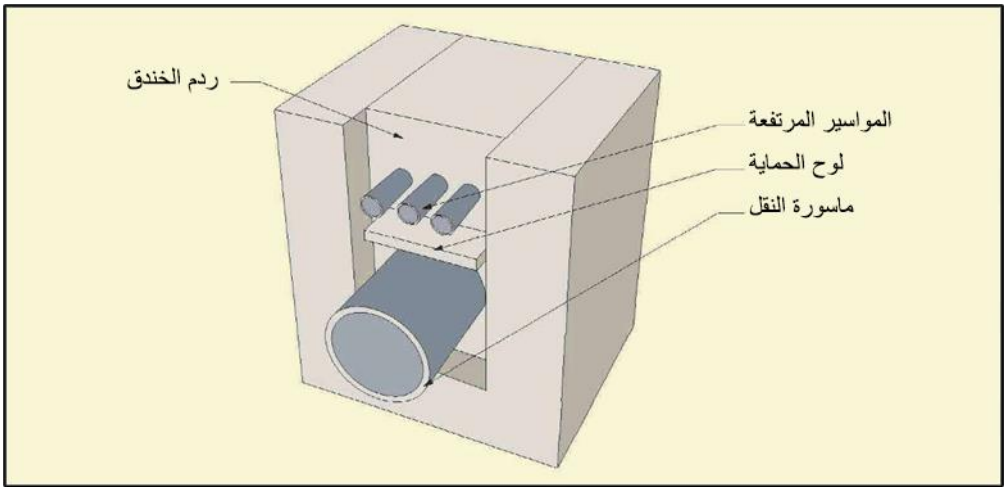
يمكن تقليل عرض الخنادق إذا كانت المرافق متكدسة، إلا أن هذه الطريقة يجب أن تكون مقبولة من مقدم الخدمة. على عكس الخنادق المشتركة التي توضع فيها المنافع المختلفة معًا، فإن طريقة التكديس تضع العديد من المنافع نفسها فوق بعضها داخل الممر نفسه. وتتضمن هذه الطريقة تخطيط المنافع، وتثبيتها في آنٍ واحد. عادة، تحتاج أنظمة التوزيع إلى الوصول إليها للصيانة بشكل متكرر أكثر من أنظمة النقل . ومن الأمثلة على التكديس في إحدى الخدمات العميقة، مثل: أنابيب مياه الصرف الصحي، التي تعمل تحت تأثير الجاذبية، المكان الذي يمكن فيه استخدام المساحة فوق الأنبوب للكابلات، والخدمات السطحية المماثلة، أو الأشجار. ويمكن

استخدام هذه الطريقة عندما تكون أنابيب نقل الضغط عميقة، مثل: أنابيب تبريد المناطق. يجب أن تكون جذور الأشجار قصيرة، أو أن تكون الأشجار في أحد أجهزة احتواء الجذور؛ حتى لا تنمو كرة الجذور حول خطوط الخدمة، أو تتداخل معها.

توفر أنظمة التوزيع -عادة- حيز صغير. وللوصول بشكل كامل إلى نظام التوزيع، يجب أن يكون من الممكن إما تحويل الخدمة بشكل مؤقت، أو إخراجها من الخدمة لمدة قصيرة. ويمكن استخدام مصدر بديل في معظم المرافق؛ لتزويد العملاء بالخدمة، ومن ثمّ الحد من الآثار على المستخدمين النهائيين.

على سبيل المثال، تسمح الأنظمة الحلقية لمياه الشرب بالتغذية من جانبي الحلقة؛ وبالمثل، تحتوي أنظمة الكهرباء على مصدر إمداد بديل وصولًا إلى مرحلة عمود التغذية.

يشير الشكل (٢-٧) إلى أنابيب توزيع محلية صغيرة مكدسة فوق أنبوب كبير لمياه الصرف الصحي المعالجة. أما بالنسبة إلى أنابيب نقل المياه، فيوضع أنبوب النقل الكبير على عمق أقل بحيث توضع بلاطة خرسانية واقية على طبقة التأسيس قبل أنابيب الطرد الأصغر.



الشكل (٢–٧) أنابيب الضغط المكدسة المشتركة لمياه الصرف الصحي المعالجة (QHDM, 2021).

٢-٤-١٣-٤ قناة المنافع:

تكون قنوات المنافع -عادة- منشآت أصغر من أنفاق المنافع، ويمكن أن تشكل حلًا لممرات المنافع المحدودة عندما تمثل المساحة مشكلة. ونظرًا إلى ارتفاع التكلفة، تُعد قنوات المنافع أحد الخيارات الأخيرة التي يجب مراعاتها.

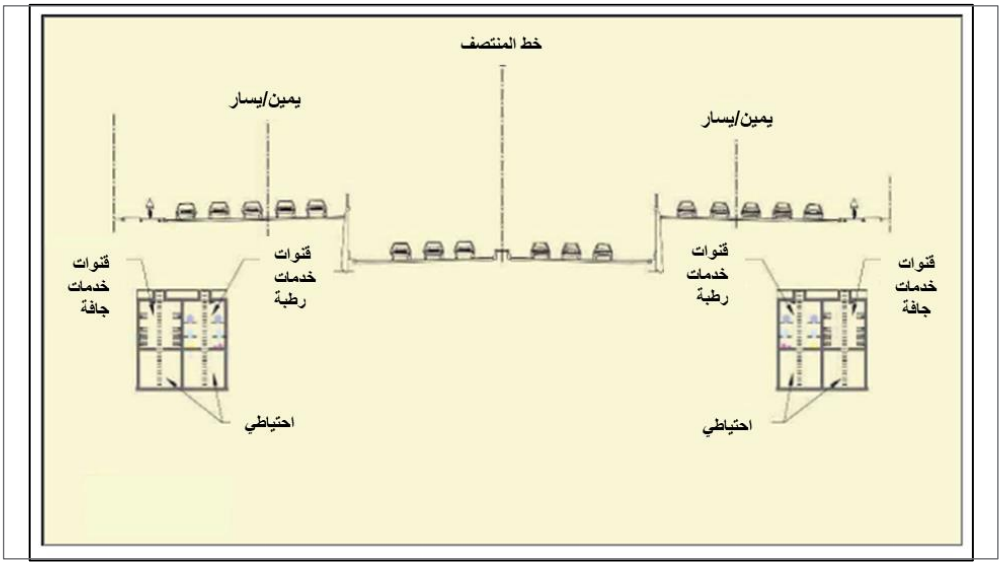
تكون قناة المنافع -عادة- قناةً دائرية، أو مستطيلة يمكن من خلالها توجيه مختلف المنافع. وعلى الرغم من أن القناة عبارة عن مساحة ضيقة، إلا أنها تسمح بالوصول؛ من أجل تثبيت خدمات المنافع المختلفة. ويمكن أن تكون القناة الدائرية عبارة عن نفق صغير؛ لتجنب تعطيل السمات السطحية.

ومن الشائع تقسيم الخدمات إلى قنوات رطبة، وجافة. وتخص القنوات الرطبة خدمات المنافع، مثل: مياه الشرب، والري، ومياه الصرف الصحي المعالجة بالري، وتبريد المناطق. بينما تخص القنوات الجافة خدمات المنافع، مثل: الكابلات الكهربائية والاتصالات. وعادةً ما توضع الخدمات على رفوف مثبتة ببراغي في جدران القنوات، أو على الرفوف الكابولية. كما يجب ألا توضع أنظمة الأنابيب التي تعمل تحت تأثير الجاذبية، مثل: مجاري مياه الصرف الصحي، ومياه الأمطار في القنوات؛ نظرًا إلى أن تدرج تلك الأنظمة سيحدد شكل القناة.

٢-٤-١٣-٤-١ استراتيجية قنوات المنافع:

تتميز قناة المنافع بميزة تنافسية تتمثل في ضغط الخدمات في منطقة أصغر من خلال تكديسها داخل أحد المنشآت. ويجب النظر في قناة المنافع؛ استنادًا إلى المساحة المتوفرة، والمصاريف، والمتطلبات الحالية، والمستقبلية للخدمات اللازمة في ذلك الموقع. يجب اتباع إرشادات قائمة الفحص المرجعية الخاصة بالجهة التشريعية المختصة؛ لإدراج قناة.

تفرض الممرات السفلية قيودًا على الحيز، بينما يحل منشآة القناة مشكلة الحيز. ومع ذلك، هناك حاجة إلى التنسيق بين مختلف مقدمي الخدمة للممرات السفلية، وهناك تكلفة أعلى نسبيًا في توفير منشآة القناة. وتُعوض التكلفة العالية بشكل طفيف من خلال انخفاض تكاليف الحفر لكل خدمة على حدة.



الشكل (٢–٨) القطاع العرضي لإمدادات القنوات المشتركة (State of Qatar, 2021).

٢-٤-١٣-٤-٢ تصميم قنوات المنافع:

من الممكن عمل قناة رطبة إذا كانت الأنابيب صغيرة، وكان من الممكن تثبيت التركيبات داخلها. وقد يتطلب حجم شبكة الأنابيب انشاء نفق منافع أكبر.

قد يكون شكل وحدة قناة المنافع دائريًا، أو مستطيلًا؛ ليناسب احتياجات الإنشاء. إذا كانت أعمال الإنشاء عبارة عن حفر خنادق مفتوحة، فيمكن استخدام غرفة مستطيلة. إذا كانت ظروف الأرض غير مناسبة لأعمال صب الخرسانة في الموقع، أو أعمال صب الخرسانة الأخرى، فقد يكون النفق الدائري المربوط بالأنابيب طريقةً بديلة.

يتضمن الشكل (٢-٩) مثالًا لقناة منافع دائرية مشتركة.



الشكل (٢–٩) قناة منافع دائرية مشتركة (QHDM, 2021).

فيما يلي متطلبات التصميم الرئيسة لقنوات المنافع:

- يجب أن تكون قنوات المنافع مانعة لتسرب المياه؛ حتى لا تتسرب المياه الجوفية إلى الداخل.
- يجب أن تكون عناصر جدار القناة متينة مثل الخرسانة.
- تتطلب قنوات المنافع نظامًا آليًا لمكافحة الحرائق. نظرًا إلى قرب الخدمات، فإن الخدمات الأخرى مُعرضة أكثر لخطر التضرر في حالة نشوب حريق.
- هناك حاجة إلى تقسيم القناة بحيث يمكن حصر الحريق.
- يجب أن تتحمل قنوات المنافع الأحمال الخارجية.
- هناك حاجة إلى الوصول من أجل إجراء أعمال الصيانة.
- هناك حاجة إلى تكييف الهواء، أو التهوية، أو كليهما لكل مرحلة مجزأة. يجب توخي الحذر عند تحديد موقع فتحات التهوية، لا سيّما إذا كانت ستبرز فوق مستوى الأرض.
- هناك حاجة أساسية للحيز للمناقع القائمة، والمستقبلية.
- هناك حاجة إلى الإنارة، والتأريض بأنواعه.
- التخطيط للطوارئ، والمخاطر ذات الصلة المطلوب تقييمها، والتخفيف من حدتها.
- من الضروري إعداد دليل للتشغيل والصيانة في مرحلة الإنشاء.

٢-٤-١٣-٤-٣ أنفاق المنافع وجسورها:

إن أنفاق المنافع عبارة عن منشآت دائرية، أو مستطيلة تحت الأرض تسمح بالدخول لإجراء أعمال الصيانة، وبتكديس المرافق داخل المنشأة. ونظرًا إلى طرق إنشاءها، عادةً ما تكون هذه الأنفاق أعمق من قنوات الأنفاق، التي تُبنى -عادةً- تحت السطح. وتتميز أنفاق المنافع بأنها أكبر وأعمق من قنوات المنافع. وتوفر جانبًا رطبًا لمياه الشرب، وتبريد المناطق، ومياه الصرف الصحي المعالجة للري، وجانبًا جافًا للكابلات الكهربائية. وتتطلب أنفاق المنافع الكبيرة المزودة بنقاط وصول قليلة تهوية قسرية. كما يجب تركيب أنظمة الاستشعار عن الحرائق، وإخمادها.

في الجانب الرطب من نفق المنافع ، عادةً ما يكون هناك نظام صرف أرضي. وقد يتضمن تفكيك الخدمات الرطبة تصريفًا عارضًا للمياه في النفق، ومن ثمّ، يُركّب نظام صرف في المنشأة؛ لتجميع هذه المياه (State of Qatar, 2021).

يُوفّر -عادة- نفق منافع، أو جسر لأنبوب حمل، أو أنبوب تغليف عابر لطريق رئيس عند تنفيذ أعمال تركيب استراتيجية. وإذا كان من الممكن توقع الحاجة إلى العديد من معابر المنافع، فقد تكون تكلفة النفق (إما أنبوب تغليف كبير، أو عبَّارة صندوقية) أو الجسر أقل من تلك الخاصة بالعديد من أنابيب الحمل، أو أنابيب التغليف غير المُخندقة، أو المنفصلة. وفي حالة حدوث هذه الظروف، يجب على الجهة المختصة اتخاذ الخطوات اللازمة؛ لضمان عمل التنسيق المناسب مع المرافق؛ لتوقع طلبها على المعابر المستقبلية، ولتركيز مرافقها بأحد المعابر مشتركة الاستخدام.

يجب اتخاذ التدابير في أحد الأنفاق، أو الجسور؛ لعزل العناصر المشتركة الخطرة المحمولة، مثل: الوقود، والطاقة الكهربائية، عن طريق التغليف الإضافي لأنابيب الحمل غير المتوافقة، أو عن طريق إنشاء مقصورات فردية.

يجب أن يتوافق هيكل نفق، أو جسر المنافع في الشكل، والموقع، والتغطية، وأعمال الحفر، والعلامات مع ممارسات العبّارات والجسور الخاصة بهيئة النقل (AASHTO, 2005).

تتميز أنفاق المنافع بما يلي:

- توضع المنافع المجمعة تحت الأرض داخل مقصورة مقاومة للماء.
- من السهل نسبيًا استعياب المنافع.
- توفر الأنفاق وصولًا جيدًا لإجراء أعمال الصيانة.
- ليس هناك أي مشكلات في تثبيت الخدمات.

يعيب أنفاق المنافع ما يلي:

- تكلفة الإنشاء باهظة مقارنةً بالخيارات الأخرى.
- يتطلب الحيز الضيق التهوية.
- هناك حاجة إلى اتخاذ إجراءات الحماية من الحرائق، والسلامة.
- تتطلب مرافق النفق الصيانة.



الشكل (٢–١٠) مثال لنفق منافع قيد الإنشاء (State of Qatar, 2021).



الشكل (٢–١١) مثال لنفق مثبتة عليه منافع (QHDM, 2021).

يجب صيانة أنفاق المنافع، وقنوات المنافع جيدًا حتى تعمل بكفاءة. تتطلب أنظمة الإنارة، والتهوية، وإطفاء الحرائق صيانة. في البداية، يجب أن يتحمل أحد الاستشاريين، أو المقاولين المتخصصين المسؤولية عن صيانة هذه المنشآت والخدمات. وبعد مدة متفق عليها، تتحمل الجهة المختصة المسؤولية عن الصيانة.

يجب على مصمم المنافع اتخاذ تدابير خاصة لأنفاق المنافع المتقاطعة (الشكل ٢-١٢). وفي حالة وجود أنفاق رطبة، وجافة وتغيير إحدى الخدمات للاتجاه، يجب رفع نفق فوق الآخر؛ لاستيعاب تغيير الاتجاه. ويُعدُّ ذلك مهمًا في التقاطعات متعددة المستويات -تحديدًا- . علمًا بأن هناك حاجة إلى مزيد من العمق بالقرب من هياكل الممرات السفلية؛ من أجل الأنفاق المتقاطعة.



الشكل (٢–١٢) نفق منافع متقاطع (QHDM, 2021).

٢-٤-١٣-٤-٤ أنفاق المترو والصرف الصحي العميقة:

تمتد أنفاق المترو والصرف الصحي العميقة من ١٠ إلى ٦٠ م تحت الأرض، ولن تؤثر في معظم الخدمات السطحية. ويتمثل التأثير الرئيس في "الاستحواذ على الأراضي"؛ لتنفيذ أعمال الإنشاء، وللوصول الدائم إلى الأنفاق.

يمكن انشاء الصرف الصحي التي يصل قطرها الداخلي إلى ٣ م باستخدام طرق حفر الأنفاق الدقيقة، أو رفع الأنابيب. إن الصرف الصحي عبارة عن خطوط مستقيمة، وفتحات وصول يجب أن تكون كبيرة بما يكفي للسماح بمرور معدات الرفع الهيدروليكي، وطول واحد من الأنابيب. ويتطلب هذا الترتيب -عادة- فتحة يتراوح قطرها بين ٥ و٧ م تقريبًا. ولا تشغل الفتحة النهائية الكاملة (البالغ قطرها ١,٥ م تقريبًا) حيز كبير من الأرض، ومن المفترض أن تُطهر بفعالية أجزاء ممرات المنافع في الأعماق الضحلة. وتكون فتحات الوصول -عادة- متباعدة عن بعضها بنحو ١٠٠ إلى ٢٠٠ م، على الرغم من إمكانية تأثير العديد من العوامل في التباعد.

٢-٤-١٤ أثاث الشوارع، والمسطحات الخضراء، والمتطلبات الأخرى:

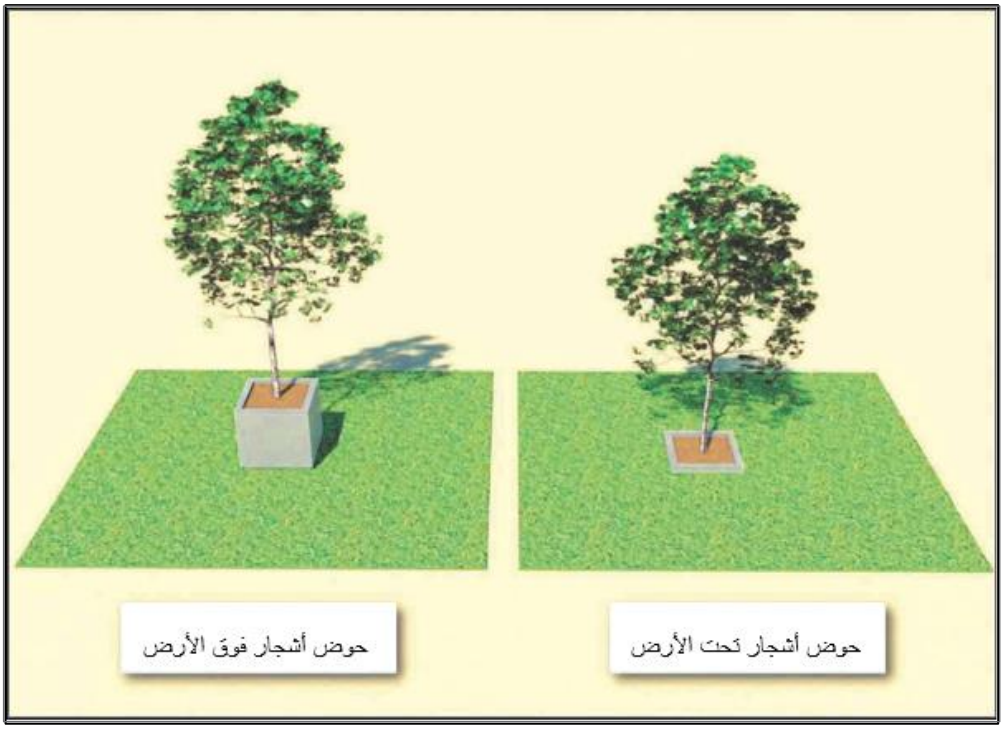
يُعدُّ أثاث الشوارع، والمسطحات الخضراء من الجوانب المهمة في تصميم الطرق، ويستوعبان واجهة بين الخرسانة الصلبة، ومواد انشاء الطرق، والمناطق الطبيعية المحيطة. كما يجب أن يوفر مصمم المسطحات الخضراء محيطًا مريحًا لمستخدم الطريق، مما يجعل استخدام الطريق ممتعًا -قدر الإمكان-. وتوفر الأشجار، والنباتات نظامًا بيئيًا قيّما للحياة البرية يساعد في التخفيف من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. ويشتمل أثاث الشوارع -أيضًا- على القناطر، وأعمدة إنارة الشوارع، ولافتات الطريق، والمقاعد، وصناديق القمامة، وغيرها من التركيبات، والتجهيزات الموجودة في حرم الطريق.

تتفاعل تلك العناصر التي تتطلب أساسات مع الضوابط المكانية لممرات المنافع. وتقع أعمدة إنارة الشوارع، والقناطر، ولافتات الطرق -عادة- بالقرب من حافة البردورة. نظرًا إلى تباعدها المنتظم، وتُدمج هذه العناصر في الممر نفسه مع وجود حفر أشجار؛ لتقليل الاعتبارات المكانية خارج ممر الطريق.

يهتم كلٌ من مصمم المسطحات الخضراء، ومصمم المنافع بأجزاء النباتات، والأشجار الموجودة تحت الأرض. ولهذا السبب، يجب على مصممي المسطحات الخضراء، والمنافع، والطرق التنسيق مع بعضهم في مرحلة مبكرة من أي مشروع؛ لإعداد تصميم مفهوم مُنسَّق.

تتمثل المشكلات الرئيسة التي يواجها مصمم المنافع في موقع الأشجار، وعمق جذورها، وخطر الاختراق، أو حركة الأرض. وبشكل عام، لا يسمح مقدمو الخدمة بوضع الأشجار مباشرةً فوق الأجهزة، ويطالبون بوضعها على مسافات محددة من الخدمة لتجنب مشكلات جذور الأشجار. وُعد ذلك مهمًا -إلى حدٍ ما- عندما تكون جذور الأشجار عميقة، وعدوانية.

ويمكن وضع الأشجار في أحواض أصغر، أو أكبر بحيث تُقيّد الجذور، ويمكن وضع الحوض؛ إما على سطح الأرض، أو تحته كما هو موضح في الشكل (٢-١٣). ويمكن إعادة زراعة الأشجار بسهولة في موقع آخر، عندما يكون الوصول إلى الخدمات مطلوبًا، وتُقيّد الجذور؛ حتى لا تتضرر الخدمات الموجودة تحت الحوض.



الشكل (٢–١٣) مثال نموذجي لأحواض الأشجار فوق الأرض، وتحتها (State of Qatar, 2021).

تحتوي الحشائش، والشجيرات -عادة- على كرات جذور، وتُعدُّ بشكل عام مقبولة فوق جميع الخدمات.

ويمكن اتخاذ تدابير؛ لتحديد موقع الخدمات الأعمق تحت ممرات الأشجار. وقد تحتاج إلى أنظمة تبريد، أو مجاري، ويجب أن يكون عمقها أكثر من ٢,٥ م. يتضمن الشكل (٢-١٤)

الشكل (٢–١٤) أحواض أشجار نموذجية مزودة بأعمدة إنارة، وكابلات (State of Qatar, 2021).

مثالًا شائعًا لأحواض أشجار مزودة بكابلات، وأعمدة إنارة.



الشكل (٢–١٤) أحواض أشجار نموذجية مزودة بأعمدة إنارة، وكابلات (State of Qatar, 2021).

٢-٤-١٥ الاستحواذ على الأراضي:

٢-٤-١٥-١ عام:

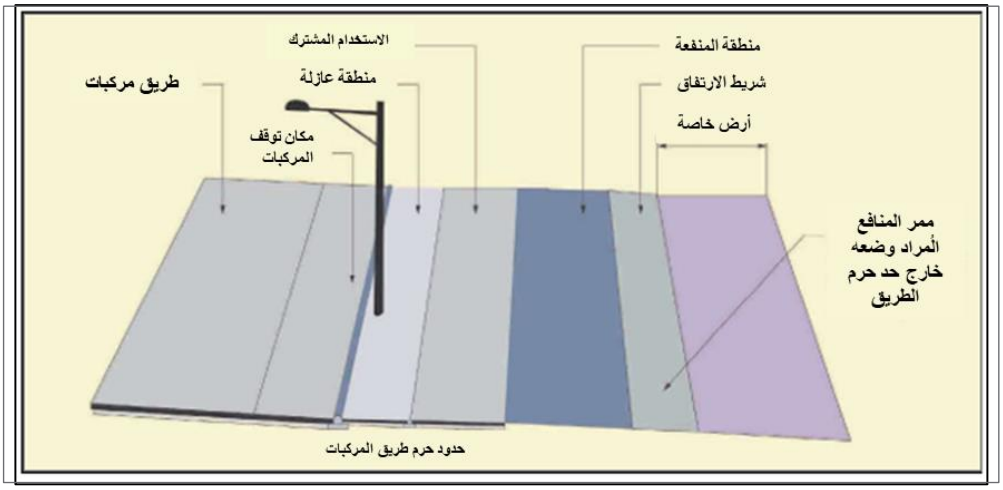
توفر شركات المنافع الخدمات اللازمة للعامة. وتُلزم بتركيب خطوطها، ومرافقها في حرم الطرق العامة، والشوارع. وإذا لم يُسمح لشركات المنافع استخدام حرم الطريق، فعليها طلب شراء أراضيها، مما يؤدي إلى زيادة التكلفة الإجمالية على منظمة المنافع. يمكن أن يزيد ذلك -أيضًا- التكلفة على الجمهور. هناك أسباب مهمة أخرى لتشجيع استخدام حرم الطريق المشترك. ويوفر حرم الطريق - غالبًا- حلول الهندسة، والإنشاء، والصيانة الأكثر عملية لخدمة المنافع للشركات والمساكن. ويوفر ممرات طويلة من الممتلكات؛ لتوزيع المنافع، والوصول إلى مشاريع التطوير، والممتلكات المجاورة التي بحاجة إلى المنافع. وفي كثير من الأحيان، لا يسمح ملاك مشاريع التطوير، والممتلكات عن طيب خاطر بعبور الخدمات لأراضيهم، ويُمنع الوصول إلى مشاريع التطوير، والممتلكات المجاورة (American Public Works Association, 1993).

لم يعد الاستحواذ على الأراضي من أجل توسعة حرم الطرق لشركات المنافع ممارسةً مقبولة. بل يجب أن تؤخذ الطرق البديلة لتركيب المنافع في الحيز المتوفرة في الاعتبار قبل الاستحواذ على المزيد من الأراضي. ويمكن إعادة تخصيص الأراضي المملوكة للجهات الحكومية للمنافع.

قد يتطلب الاستحواذ على الأراضي الخاصة مفاوضات مطولة مع ملاك الأراضي. في حين يمكن الاستحواذ على الأراضي الحكومية خلال مدة أقصر. سيتضح مدى توافر الأراضي من خلال المناقشات في مرحلة مبكرة مع قسم الملكية القانونية سيشير إلى توفر الأراضي.

٢-٤-١٥-٢ حقوق الاستعمال:

إن حق استعمال المنافع هو: اتفاق منظم تعاقديًا مع مالك الأرض؛ لاستيعاب مكونات المنافع، والأجهزة، والأنابيب التي توضع إما تحت الأرض، أو فوقها. ويحدد ذلك بشكل فعال موقع المنافع خارج حرم الطريق، وعادةً في الأراضي الخاصة، كما هو موضح في الشكل (٢-١٥). يمنح حق الاستعمال لمقدم خدمة المنافع حق الوصول لإجراء أعمال الصيانة، أو الاستبدال اللازمة في المستقبل. سيسعى مقدم خدمة المنافع إلى الحصول على تأكيدات بوجود عنصر "تطهير" للأرض المحيطة بشكل مباشر للنشاط. وعادةً ما يعني ذلك عدم السماح بالإنشاء فوق الخدمة. ويُعوّض مالك الأرض عن خسارة الانتفاع بأرضه. يجب توفير حقوق الارتفاق حيثما كان ذلك عملياً وقابلاً للتطبيق.



الشكل (٢–١٥) شريط الاستعمال المشترك، والمنطقة العازلة (State of Qatar, 2021).

٢-٤-١٦ المناطق العازلة:

المنطقة العازلة هي: عبارة عن مساحة من الأرض يمكن أن يتفاوت عرضها، ويتمثل الغرض منها في الفصل بين الطريق الرئيس، والطرق الخدمية، والرصفيات، كما هو موضح في الشكل (٢-١٥).

ومن ثمّ، يمكن أن تكون المنطقة العازلة مساحة من أرض مجاورة للطرق، أو مسار طويل من الأرض بين الطرق، والطرق الخدمية (انظر الشكل ٢-١٥). يمكن تركيب الخدمات في المناطق العازلة، ومع ذلك، يجب حماية الخدمات من أحمال عجلات المركبات. كما يجب أن يؤدي أي تعدي على المناطق العازلة إلى وضع الممر الأول بالقرب من حرم الطريق القائم قدر الإمكان والانتقال من هناك بممرات لاحقة. ومن ثمّ يقل أي تأثير في الأرض المحيطة (State of Qatar, 2021).

في هذا السياق، نظرًا إلى أن المنطقة العازلة تفصل تدفق المرور، عن نشاط العمل، وتوفر مساحة للمركبات الخرجة عن السيطرة ولسلامة العمال، يجب أن تتضمن إرشادات تصميم المساحة العازلة ما يلي:

- يجب ألا يقل طول المساحة العازلة عن طول المنطقة المستدقة.
- يجب وضع أجهزة تخطيط، وتوجيه القنوات على مسافات متباعدة قدرها ٤٠ م على طول الجزء الموازي للمنطقة العازلة (راجع كود الطرق السعودي ٦٠٢ (الدليل الموحد لأجهزة التحكم المروري)، وكود الطرق السعودي ٣٠٥ (تصميم مرافق الطرق ومنافعها – تصميم منطقة أعمال الطرق).

٢-٤-١٧ الإنشاء المؤقت لممرات المنافع:

خلال مرحلة الإنشاء، قد يكون من الضروري توفير خدمة مؤقتة، أو تحويل مؤقت في منشأة معينة؛ للحفاظ على سلامة الشبكة. وعلى سبيل المثال، قد يلزم إعادة أحد خطوط المياه الرئيسة إلى الخدمة حتى انتهاء المشروع. وقد تظل إعادة الخدمة لأسابيع، أو لسنوات. ومن المفترض أن يتطلب الأمر تخصيص ممر مؤقت.

٢-٤-١٨ إرشادات تصميم المنافع التي تشتمل على منشآت تحت الأرض، أو سطحية، أو علوية، إما بشكل فردي، أو جماعي:

٢-٤-١٨-١ المرافق الموجودة تحت الأرض:

٢-٤-١٨-١-١ المقدمة:

يتطلب التصميم العام للمنشآت المادية للمنافع معرفةً خاصة بعوامل الاستخدام الهندسية، والاقتصادية، والعملية المرتبطة بكل نوع من أنواع المرافق. لهذا السبب، من النادر أن يكون أصحاب المصلحة على دراية بتصميم أكثر من نوع من المرافق. الأمر الأكثر ندرة من ذلك أن يكون موظفو الطريق على دراية تفصيلية بفهم أنواع المرافق، التي قد تشغيل حرم الطريق. ويجب على موظفي الطرق التعرف على ممارسات تصميم المرافق، ومساعدة موظفي المنافع في فهم التفاعل بين تصميم الطرق، ومرافقها.

يبدأ التصميم الجيد بفهم الأكواد، والمواصفات، وينتهي بتوفير معلومات كافية؛ لتحديد متطلبات المنافع بدقة (American Public Works Association, 1993).

٢-٤-١٨-١-٢ الموقع:

يجب تجنب واجهات المنافع في الحفر العميقة، بالقرب من قواعد الجسور، والجدران الاستنادية، وفي مصارف الطرق المتقاطعة؛ بحيث يمكن احتواء تدفق المياه، أو الانجراف، أو حمل مجرى النهر في الأراضي الرطبة، أو الصخرية حيث يصعب تحقيق الحد الأدنى من التغطية، وخلال المنحدرات المعبدة، أو غير المعبدة تحت الهياكل.

يجب أن تكون المرافق، في البنية التحتية الطولية، بمحاذاة خط حرم الطريق -قدر الإمكان-. وسيوفر ذلك بيئة آمنة لعمليات التشغيل المروري، وسيحافظ على سلامة الطريق، وسيوفر مساحة لتحسينات الطريق المستقبلية، أو تركيبات المنافع الأخرى.

٢-٤-١٨-١-٣ أعمال ربط المنافع بمنشآت الطرق:

يجب تجنب أعمال ربط المنافع بهياكل الجسور -على الأقل- عندما يكون من الممكن، والمعقول تحديد مواقع خطوط المنافع في أماكن أخرى. وإذا لم تكن المواقع الأخرى التي تسمح لأحد خطوط المنافع بتجاوز أحد العوائق عملية، فيجب ربط خط المنافع بأحد هياكل الجسور بطريقة مقبولة من الجهة المختصة.

تتمثل أماكن وضع المنافع المقبولة في تلك التي ستشغل موقعًا أسفل سطح الهيكل، أو بين العوارض، أو الكمرات الخارجية، أو داخل إحدى الخلايا. ويجب وضع منشآت المنافع -دائمًا- فوق إطارات الهياكل العلوية المنخفضة الحديدية أو أعمال الإنشاء. وعند ربط المنافع بأحد الهياكل بهذه الطريقة، فيجب ألا تتم عرقلة أعمال التفتيش، والصيانة المستقبلية للهيكل بالقدر الذي لا يمكن به إنجاز هذه الأعمال الأساسية بشكل معقول.

ويجب على الجهات المختصة وضع الضوابط الضرورية لحجم، وضغط خطوط الأنابيب التي تنقل المواد الخطرة، ولموقع صمامات الإغلاق على كل جانب من الهيكل. لأغراض أمنية، ويجب ألا يُسمح بتركيب مرافق الغاز، أو النفط، أو الصرف الصحي، أو غيرها من المرافق الخطرة في الهياكل التي حُددت على أنها الأكثر حرجًا.

في المناطق الأكثر تعرضًا للنشاط الزلزالي، هناك حاجة إلى عناية أكبر بتصميم المنافع المربوطة بمنشآت الطرق، وتركيبها، وصيانتها. يُعد ذلك ضروريًا؛ للحد من آثار النشاط الزلزالي، ومهم جدًا في حالة نقل خط المنافع لمواد خطرة، أو عالية الضغط.

٢-٤-١٨-١-٤ الغطاء:

في المنشآت البنية الأفقية، تمثل الضوابط المهمة لعمق الغطاء النقاط المنخفضة في القطاع العرضي للطريق. وعادةً ما تكون قيعان الخنادق الطولية. في أماكن وضع المنافع الطولية، تتمثل ضوابط الغطاء المهمة في أعماق مرافق الصرف الصحي على جانب الطريق، وهياكل الجسور، وعمليات صيانة الطرق المحتملة. وينبغي أن يكون الحد الأدنى لاعتبارات التغطية؛ وفقًا لسياسة وضع المنافع الخاصة بالهيئة المعنية.

وفي حال عدم تحقيق الحد الأدنى للغطاء، يجب على شركة المنافع تزويد خط المرافق بحماية ميكانيكية إضافية. وفي هذه الحالات، يجب على المصمم النظر في زيادة سمك الجدران، أو تغليف منشآت المنافع، عندما يكون عمق الغطاء أقل من المطلوب، مع عدم إغفال المخاطر النسبية المتعلقة بالمنتج المنقول، وعوامل السلامة القابلة للهندسة.

٢-٤-١٨-١-٥ الفصل:

يجب فصل المنافع عن مرافق الطرق؛ لتجنب إلحاق الضرر بها أثناء أعمال التركيب؛ ولتحقيق نجاح معقول في تركيب المنافع المزودة بأجهزة إلكترونية. وقد يتطلب فصل المنافع عن مرافق الطرق، أو غيرها من المنافع أن تستحوذ شركة المنافع على ممتلكات إضافية.

على سبيل المثال، يجب فصل خطوط المياه، وخطوط الصرف الصحي عن بعضها وفقًا لما تقتضيه الأكواد، والضوابط المعمول بها.

٢-٤-١٨-١-٦ الحماية:

يجب تزويد جميع خطوط تحت الأرض غير المعدنية بسلك تتبع، أو شريط معدني، أو أي تقنية أخرى؛ لتركيب هذه الخطوط وتمييزها بشكل فعال. ومتى أمكن ذلك، يجب أن تشتمل هذه التقنيات على أجهزة مدمجة في خط المرافق. كما يجب أن تكون الطريقة المستخدمة في تركيب الخط، وتمييز موقعه الدقيق متوافقة مع إرشادات، وسياسة وضع المرافق الخاصة الجهة المختصة.

يجب ألا يُسمح بأي مرافق تحت الأرض داخل حرم الطريق ما لم يشترك مشغل المنافع في خدمات نظام "الاتصال قبل الحفر" الذي يخدم مرفقَين، أو أكثر في المنطقة نفسها. وفي حال عدم توفر هذه الخدمة، يجب على مشغل المرافق:

١- تقديم نسخ من السجلات التنفيذية، بما في ذلك الضوابط الأفقية والرأسية إلى الجهة المختصة.
٢- تحديث هذه السجلات كلما حدث تغيير.
٣- توفير رقم هاتف موثوق على مدار الساعة؛ لاستخدامه في طلبات التركيب، والتمييز المؤقت في العمليات الطارئة، والروتينية من جانب الجهة المختصة، أو أي جهة تخطط للعمل داخل حرم الطريق.

يجب على مالك المنافع أن يركب -حسب الضرورة-، اللافتات، والعلامات الدائمة، التي تحدد موقع المنافع تحت الأرض، سواء أكانت المنافع تعبر الطريق، أم مُركَّبة طوليًا. ويجب تركيب اللافتات، والعلامات بطريقة لا تتعارض مع السلامة، وعمليات الصيانة الخاصة بالطريق. ويُفضل أن توضع على خط حرم الطريق، إذا كان هذا الموقع سيوفر تحذيرًا كافيًا. كما يجب وضع أرقام الهاتف المتوفرة؛ لطلب تمييز موقع الخط قبل الحفر، وللاستجابة في حالات الطوارئ على العلامة.

وعندما يكون من المحتمل أن تتضمن أعمال انشاء الطريق، أو صيانته منافع حالية تحت الأرض، فمن المستحسن تحديد موقع هذه المرافق، وتحديدها في مرحلة أولية من بدء العمل كمساعدة لأطقم العمل. كما يجب على مالك المنافع تحديد موقع كل المنافع تحت الأرض باستخدام أوتاد، أو طلاء، أو غيرها من العلامات المؤقتة الموجودة على سطح الأرض، المميزة بلون تعريف مختلف حسب نوع المرفق.

٢-٤-١٨-١-٧ الملحقات:

يجب توخي الحذر من تثبيت فتحات التهوية، والعلامات، وفتحات التفتيش، وفتحات الوصول، وآبار التهوية، وصمامات الإغلاق، وصناديق التوصيل المتقاطعة، والركائز، والأجهزة المثبتة على قواعد خرسانية، والأجزاء المماثلة في المواقع التي يمكن أن تتداخل فيها مع المنافع المخصصة لذوي الاحتياجات التي يمكن الوصول إليها بسهولة.

يجب وضع الملحقات البارزة لأكثر من ١٠٠ ملم فوق خط الأرض، خارج المنطقة الخالية، وبالقرب من خط حرم الطريق قدر الإمكان. وفي حالة عدم وجود بديل ممكن، يجب أن تفي الملحقات الموجودة داخل المنطقة الخالية بمواصفات الجدران الفاصلة، أو أن تُحمى بحاجز مروري.

يجب ألا تُثبت مداخل المنافع، وأغطية الصمامات في الطرق الريفية.

في المناطق الحضرية، والضواحي التي قد لا يتوفر فيها بديل عملي لوضع مداخل المنافع، وأغطية الصمامات في الطريق، فيجب ألا توضع في مسار العجلات -إذا أمكن-. ويُعدُّ التعاون بين المنافع أمرًا إلزاميًا في الحالات التي لابد فيها أن تشغل مداخل المنافع، وأغطية الصمامات حرم الطريق.

٢-٤-١٨-١-٨ التغليف:

اقترحت الضوابط التالية؛ لتغليف معابر خطوط الأنابيب على الطريق:

يجب التفكير في تنفيذ أعمال التغليف في الحالات التالية:

- معابر الطرق السريعة، والطرق شبة السريعة، وغيرها من الطرق محكومة الوصول، وفي غيرها من المواقع التي يكون من المهم فيها تجنب الخنادق.
- كتدبير حماية لأنبوب الحمل من الأحمال الخارجية، أو الصدمات إما أثناء إنشاء الطريق، أو بعده.
- كوسيلة لنقل السوائل المتسربة بعيدًا عن المنطقة الواقعة أسفل الطريق مباشرةً إلى نقطة تهوية في حرم الطريق، أو بالقرب منه، أو إلى نقطة صرف في خندق الطريق، أو طريق تصريف طبيعي.

يجب على الجهة المختصة تحديد مدى الحاجة إلى تغليف أنابيب الحمل المضغوطة، وأنابيب نقل المواد القابلة للاشتعال، أو المسببة للتآكل، أو القابلة للتمدد، أو النشطة، أو غير المستقرة.

يجب تغليف التركيبات المرفوعة، أو المثقوبة لأنابيب الحمل المطلية. قد تكون الاستثناءات مقبولة في حال ما إذا كان من الممكن تقديم ما يضمن عدم تضرر طبقة الطلاء الواقية.

يجب اتخاذ تدابير لتغليف، أو تنفيذ أي وسيلة حماية مناسبة أخرى لأي خط أنابيب: (أ) غير مزود بالحد الأدنى من التغطية، أو (ب) واقع بالقرب من القواعد، أو الجسور، أو غيرها من هياكل الطرق، أو عبر أرض غير مستقرة أو منخفضة، أو (ج) واقع بالقرب من مواقع أخرى قد تحدث فيها ظروف خطرة، أو (د) على هيكل يعبر مجرىً مائيًا حساس بيئيًا، أو منطقة طبيعة أخرى.

يجب استخدام تغليف صلب، أو ربط مناسب في أماكن تضرر دعم الرصف؛ بسبب انخفاض أنبوب الحمل المرن. كما يجب تصميم الأغلفة بحيث تدعم حمل الطريق، والأحمال الزائدة عليه، ويجب أن تكون -على الأقل- معادلة للمواصفات الهيكلية لمرافق صرف الطرق. ويجب أن تتكون من عناصر ذات متانة مُرضية في ظل الظروف التي قد تتعرض لها.

وفي حالة تغليف خطوط الأنابيب، يجب أن يمتد التغليف إلى مسافة مناسبة تتجاوز خطوط المنحدرات، أو الخنادق. وبالنسبة إلى جميع الطرق ذات التحكم في الوصول، يجب أن يمتد التغليف من خط حرم الطريق إلى خط حرم الطريق. ويمكن أن يمتد خارج البردورات الخارجية في الأجزاء ذات البردورات -عند الضرورة- ويجب أن يوفر التغليف إمكانية التوسعة المستقبلية للطريق دون الحاجة إلى أي تعديل للمنافع.

يجب عزل أنبوب التغليف من طرفيه بعنصر مرن؛ لمنع المياه المتدفقة، والرواسب من الدخول إلى الفجوة الحلقية الموجودة بين أنبوب التغليف، وأنبوب الحمل. ويجب أن تتضمن التركيبات التوابع الضرورية، مثل: فتحات التهوية، والعلامات.

أما بالنسبة إلى أنابيب الحمل الحديدية التي تشتمل على أنظمة حماية كاثودية مقاومة للصدأ: (أ) يجب عزل أنابيب الحمل والتغليف عن بعضها بفعالية؛ أو (ب) يجب حماية أنابيب الحمل، والتغليف حماية كاثودية كوحدة، أو (ج) يجب التفكير في حماية ميكانيكية بديلة بدلًا من التغليف.

٢-٤-١٨-١-٩ الحماية الميكانيكية:

في بعض الحالات، قد تُركّب معابر خطوط الأنابيب الخاصة بالطريق بدون تغليف. ويمكن أن تضاف بعض الضوابط المقترح؛ لتوفير حماية ميكانيكية لهذه المعابر على هذا النحو:

في الإنشاءات غير المغلفة، يجب أن يفي أنبوب الحمل بمتطلبات المواد، والتصميم الخاصة بقطاع المنافع، والأكواد، والمواصفات الحكومية. بالإضافة إلى ذلك، يجب تصميم أنبوب الحمل؛ بحيث يساعد في دعم حمل الطريق بالإضافة إلى الأحمال الزائدة عليه عند تشغيله تحت جميع نطاقات الضغط، من أقصى ضغط داخلي إلى الضغط الصفري. كما يجب أن تستخدم هذه التركيبات عامل سلامة أعلى في مرحلة التصميم، والإنشاء، والاختبار مما هو مطلوب في الإنشاءات المغلفة.

يجب استخدام التجسير المناسب، أو الطبقات الخرسانية، أو غيرها من الطرق المناسبة؛ لحماية خطوط الأنابيب الحالية غير المغلفة المعرضة؛ بسبب تغطيتها، أو موقعها السطحي للتضرر جراء عمليات انشاء الطرق، أو صيانتها. وقد تظل هذه الخطوط القائمة في مكانها دون اتخاذ أي تدابير حماية أخرى؛ إذا كان عمقها مناسبًا، ولا تتعارض مع عمليات انشاء الطرق، أو صيانتها، وذلك شريطة أن يكون كلٌ من مسؤولي الطرق، والمنافع على قناعة بأن الخطوط سليمة من الناحية الهيكلية، وآمنة من الناحية التشغيلية، وبأنها ستظل كذلك.

٢-٤-١٨-٢ المرافق الواقعة فوق سطح الأرض:

٢-٤-١٨-٢-١ التركيب والسلامة:

مع مراعاة طبيعة، وحجم أعمال التطوير على طول الطرق، يجب تركيب المرافق العلوية خارج المنطقة الخالية، وبالقرب من حرم الطريق قدر الإمكان. وفي حالة وجود أجزاء ذات بردورات، يجب وضع مناطق المنافع خلف واجهة البردورات الخارجية بأبعد قدر ممكن، ، وكذلك خلف الرصفيات في المواقع، التي لا تتداخل مع استخدام الممتلكات المجاورة -ما أمكن ذلك-.

يتطلب موقع منشآت المنافع الموجودة فوق سطح الأرض على الطرق ذات حرم طريق ضيق، أو الشوارع الحضرية، التي تشهد إجراء تحسينات، تدابير خاصة. وقبل تركيب المنافع في مكان آخر، غير خط حرم الطريق، يجب اتخاذ التدابير اللازمة في التصميمات التي تستخدم إنشاءات ذاتية الدعم، وأحادية الأعمدة، مع محاذاة رأسية للأسلاك، أو الكابلات، أو الطرق الأخرى التي تسمح بها الأكواد الحكومية، أو الصناعية، التي تؤدي إلى توفير بيئة مرورية آمنة. ويمكن الاستثناء من هذه التصاريح في الحالات التي يمكن فيها وضع الأعمدة، والشدادات، في مواقع خلف حواجز الحماية القائمة / أو خلف خنادق الصرف، أو قاع، أو قمة المنحدرات، أو الجدران الاستنادية، أو في غيرها من المنشآت المماثلة المحمية.

يجب تركيب توابع المنطقة الخالية البارزة لأكثر من ١٠٠ ملم فوق خط الأرض، وخارج المنطقة الخالية، بالقرب من خط حرم الطريق -قدر الإمكان-. أما في حالة عدم وجود بديل ممكن، فيجب أن تفي التوابع الموجودة داخل المنطقة الخالية بمواصفات الجدران الفاصلة ،وربما بدلًا من ذلك تُحمى بحاجز مروري.

وإذا كان هناك امتداد لأجزاء غير منتظمة الشكل من حرم الطريق، إلى ما وراء حدود حرم الطريق المعتادة، أو عدم وصولها إليها، فيجب السماح بالتباينات في موضع منشآت المنافع؛ للحفاظ على وجود محاذاة متجانسة بشكل معقول للتركيبات الطولية. ستقلل مثل هذه التركيبات من الحاجة إلى الشدادات، والركائز بين الأعمدة، والطريق.

يجب ألا تُثبّت التركيبات الطولية للأعمدة، أو الشدادات، أو غيرها من المرافق في منطقة الجزيرة الوسطية على الطريق. أما في حالة انشاء مرافق طولية، فيجب وضع التركيبات بطريقة لا تشكل خطرًا على مستخدمي الطريق.

وبالنسبة إلى معابر الطريق، يجب عدم تركيب الأعمدة في منطقة الجزيرة الوسطية على الطريق، إلا إذا لم يكن هناك خيار آخر ممكن. وعند تركيبها داخل المنطقة الخالية، فيجب أن يتضمن تصميمها تزويدها بجدار فاصل، أو حمايتها بحاجز مروري.

٢-٤-١٨-٢-٢ التصميم:

يجب التفكير في التصميمات التي تستخدم إنشاءات ذاتية الدعم، وأحادية الأعمدة، مع محاذاة رأسية للأسلاك، أو الكابلات، أو الطرق الأخرى، التي تسمح بها الأكواد الحكومية، أو الصناعية. ومع ذلك، يجب أن تشجع عمليات التشغيل المروري الآمنة.

ومن المفترض أن تكون الإنشاءات أحادية الأعمدة ذات الاستخدام المشترك مناسبة للمواقع، التي تشتمل على أكثر من مرفق، أو نوع واحد من المنشآت.

يجب إبعاد أعمدة المنافع عن بعضها؛ بما يتوافق مع مواصفات تحميل الخطوط الهندسية، والتصميمية.

عندما يكون ذلك مناسبًا من الناحية العملية، ومجديًا من الناحية الاقتصادية، فيجب استبدال خطوط الأعمدة القائمة بكابلات مدفونة متى اقتضى الأمر نقلها داخل حرم الطريق. علمًا بأنه قد لا تكون الكابلات المدفونة عملية في الحالات التي سيكون فيها العديد من التوصيلات بالخطوط الموجودة فوق الأرض، أو بعملاء المنافع، أو عندما يكون جهد الخطوط عاليًا.

٢-٤-١٨-٢-٣ خنادق الصرف، والقنوات:

يجب عدم حفر خنادق الصرف، والقنوات غير اللازمة لصرف الطريق، التي تكون موزاية للطريق بشكل وثيق، داخل حرم الطريق. ولكن عندما تكون طرق صيانة خنادق الصرف مجاورة لخنادق الصرف، أو القنوات التي تعبر الطريق، فيجب اتخاذ تدابير تتعلق بالسلامة، وعمليات التشغيل المروري، وتكلفة توفير تقاطع علوي؛ للحفاظ على عمل هذه الطرق. (USA, AASHTO, A Guide, p.5-15).

٢-٤-١٩ السياسة الموحدة لشروط وضع المنافع العامة في حرم الطرق السريعة:

٢-٤-١٩-١ عام:

الطرق السريعة عبارة عن طرق ذات تحكم كامل في المداخل والمخارج. وتهدف هذه الطرق إلى توفير مستويات عالية من السلامة والكفاءة في حركة أحجام مرورية كبيرة بسرعات عالية إلى حدٍ ما. ومع التحكم الكامل في الوصول، تُعطى الأفضلية لتوفير الوصول في مواقع محددة فقط.

يمكن أن يتأثر التحكم في الوصول بشكل عملي بمدى عبور المنافع، أو شغلها لحرم الطريق. وتتمتع الجهات المختصة بمستويات مختلفة من السلطة؛ للتطوير؛ وللحفاظ على التحكم في الوصول؛ ولتنظيم خدمات المنافع بشكل عام، من خلال سلطتها في تحديد والتحكم في استخدام حرم الطريق المستحوذ عليه للطرق العامة، بما في ذلك حرم الطريق الخاص بجميع الطرق السريعة. وتعتمد سلطتها على أنظمة الدولة، أو لوائحها، أو الضوابط التابعة لها.

هناك حاجة إلى سياسة موحدة؛ لتحديد شروط وضع المنافع العامة في حرم الطريق الخاص بالطرق السريعة. وتهدف هذه السياسة إلى تجميع الإجراءات التي قد تنظم بموجبها بشكل موحد الجهة المختصة وضع المنافع في الطرق السريعة. في حين يتمثل الغرض الأساسي للسياسة في تحسين، والحفاظ على سلامة الطرق، وتشغيلها، وضمان توحيد طريقة التعامل مع المنافع في جميع أنحاء البلاد، فإنها تُراعي مصلحة البلاد المتمثلة في تجنب التشغيل غير الضروري، والمكلف، وتغييرموقع المنافع العامة. ولا تهدف إلى فرض قيود على الوضع المستقبلي لمعابر المنافع، التي من شأنها أن تعرقل تطوير المناطق المتاخمة للطرق السريعة.

تنظم هذه السياسة جميع الطرق ذات التحكم الكامل في الوصول بصرف النظر عن النظام. وتمثل أيضًا قيمة كمبدأ توجيهي لجميع الطرق ذات التحكم الجزئي في الوصول، لا سيّما إذا كان ممر الطريق عبارة عن مزيد من الأجزاء ذات التحكم الكامل، والجزئي في الوصول.

٢-٤-١٩-٢ بيان السياسة:

٢-٤-١٩-٢-١ التطبيق:

تنطبق هذه السياسة على المنافع المُركَّبة داخل حرم الطريق الخاص بالطرق السريعة.

وتنطبق المبادئ المنصوص عليها في هذه السياسة على جميع المنافع العامة، بما في ذلك -على سبيل المثال لا الحصر- المياه، والمجاري، والصرف الصحي، والري، والمرافق المماثلة. وقد تشتمل هذه المرافق على إنشاء، وصيانة منشآت تحت الأرض، أو سطحية، أو فوق سطح الأرض، إما بشكل فردي، أو جماعي.

٢-٤-١٩-٢-٢ مواقع المنافع الجديدة على طول الطرق السريعة:

يجب عدم السماح بأن تقع المنافع الجديدة بشكل طولي داخل خطوط التحكم في الوصول على الطرق السريعة، إلا في بعض الحالات الخاصة التي قد يُسمح فيها بهذه التركيبات تحت رقابة صارمة.

في حالة طلب هذه التركيبات الطولية، يجب على شركة المنافع في كل حالة استيفاء الشروط التالية على نحو مُرض للجهة المختصة:

١- عدم تأثير وضع المنافع في مواصفات السلامة، أو التصميم، أو الإنشاء، أو عمليات التشغيل المروري، أو الصيانة، أو الاستقرار الخاصة بالطريق السريع.
٢- عدم توافر التركيبات البديلة، أو ارتفاع تكلفتها من زاوية توفير خدمات مرافق فعالة.
٣- عدم تداخلها، أو إضرارها بالاستخدام الحالي للطريق السريع، أو أنشطة التوسعة المستقبلية له.
٤- إمكانية تَسبُب تركيب المنافع خارج حرم الطريق في فقدان الأراضي الزراعية المنتجة، أو إنتاجية الأراضي الزراعية. وفي حالة حدوث هذه الحالة، يجب على المنافع تقديم معلومات عن الآثار البيئية، والاقتصادية المباشرة، وغير المباشرة.
٥- استيفاء وضع المنافع لشروط إنشاء منشآت المنافع، وصيانتها.

يجب أن تتوافق منشآت المنافع الطولية؛ وفقًا لما قد تقتضيه هذا المجلد مع التصريح المعتمد الصادر عن الجهة المختصة.

يجب عدم وضع المنافع بشكل طولي داخل منطقة الجزيرة الوسطية.

عندما يجب أن تجتاز مواقع المنافع الطولية مناطق التبادل، يجب تركيبها ومعالجتها بنفس طريقة معابر الخدمات داخل مناطق التبادل، كما هو موضح في طريق معابر الخدمات السريع.

يجب عدم السماح بتوصيل الخدمات لمشاريع التطوير، والممتلكات المجاورة من أماكن وضع المنافع الطولية المُركَّبة داخل خطوط التحكم في الوصول على الطرق السريعة.

٢-٤-١٩-٢-٣ المنافع القائمة على طول الطرق السريعة المقترحة:

عندما تكون إحدى المنافع موجودة بالفعل ضمن حق الطريق المقترح لطريق سريع ويمكن خدمتها وصيانتها وتشغيلها دون التحكم في الوصول إليها من خلال المرور أو الطرق المنحدرة، يمكن أن تظل طالما أنها لا تؤثر سلبًا على السلامة أو التصميم أو البناء أو عمليات المرور أو أنشطة الصيانة أو استقرار الطريق السريع. وبخلاف ذلك، يجب إعادته، باستثناء الحالات الخاصة التي تغطيها مواقع الخدمات الجديدة على طول الطريق السريع.

٢-٤-١٩-٢-٤ معابر الأودية الرئيسة:

في حالة عبور أحد الطرق السريعة لأحد الأودية الرئيسة الموجودة فوق إحدى البنى التحتية القائمة، فمن الممكن أن تظل المرافق المحمولة بواسطة الهيكل وقت تنفيذ أعمال تحسين الطريق، وفي حالة موافقة الجهة المختصة على ذلك، محمولة عليه عندما يكون نقل المنافع مكلفًا للغاية، وشريطة أن يكون من الممكن صيانة المنافع بدون تداخل كبير مع مستخدمي الطريق.

يمكن السماح بعمليات توسعة أحد المرافق المحمولة بواسطة هيكل قائم، عبر أحد الأودية الرئيسة؛ شريطة أن يكون من الممكن تركيب المنافع، وصيانتها بدون تداخل كبير مع مستخدمي الطريق.

لن يُسمح بأماكن وضع المنافع الجديدة على أحد الهياكل العابرة لأحد الأودية الرئيسة وقت تنفيذ أعمال تحسين الطريق أو بعدها، باستثناء بعض الحالات الخاصة المذكورة في مواقع المنافع الجديدة على طول الطرق السريعة.

لأغراض أمنية، يجب عدم السماح بتركيب خدمات الصرف الصحي، أو غيرها من خدمات المنافع الخطرة على الهياكل، التي حُددت على أنها الأكثر حرجًا من جانب الجهة المختصة.

٢-٤-١٩-٢-٥ المنافع العابرة للطرق السريعة:

يمكن السماح لأماكن وضع المرافق الجديدة، وعمليات تعديل، أو إصلاح المنافع القائمة بعبور الطرق السريعة. ويجب أن تعبر فوق خط عمودي على محاذاة الطريق السريع، ويُفضل تركيبها تحت الطريق السريع متى كان ذلك مناسبًا.

المنافع الواقعة على طول الطرق، أو الشوارع العابرة للطرق السريعة:

عندما يتبع المنافع تقاطع، أو شارع محمول فوق أحد الطرق السريعة، أو تحتها، فيجب اتخاذ تدابير تضمن عبور المنافع للطريق السريعة في مكان التقاطع، أو الشارع بطريقة مناسبة وعملية تسمح بانشاء المنافع، أو صيانتها، دون أي وصول من المرور العابرة، أو الطرق المنحدرة. ويجب تركيب المنافع داخل حرم الطريق الخاص بالتقاطع، أو الشارع، الحالية، أو المنقولة، ويمكن أن تعبر فوق

الطريق السريع، أو تحته، أو حملها فوق، أو عبر هيكل متقاطع علوي على أحد الطرق، وذلك شريطة أن يكون من الممكن تنفيذ أعمال تركيبها، أو صيانتها، دون أي وصول من المرور العابرة، أو الطرق المنحدرة. وعند تطبيق ميزة واضحة، وتوفير ملموس للتكاليف بشكل عملي، عن طريق وضع المرافق خارج حرم الطريق الخاص بالتقاطع، أو الشارع التي قد تكون موجودة فيه، فيجب، آنذاك وضعها، والتعامل معها بالطريقة نفسها المتبعة مع خطوط المنافع العابرة للطريق السريع، عند النقاط التي أزيلت من الهياكل المتقاطعة العلوية؛ وفقًا "معابر خطوط المنافع العلوية، ومعابر المنافع الموجودة تحت الأرض".

معابر خطوط المنافع العلوية:

يجب تعديل المنافع العلوية العابرة لأحد الطرق السريعة عند النقاط التي أزيلت من الهياكل المتقاطعة العلوية، أو تلك العابرة بالقرب من أحد الهياكل المتقاطعة العلوية؛ ولكن دون أن تكون داخل حرم الطريق الخاص بأحد التقاطعات، أو الشوارع، بشكل عام بحيث تُركّب الهياكل الاستنادية خارج الحواف الخارجية للمرور العابرة، أو المنحدرات الجانبية، للطرق المنحدرة ويُفصل خارج خطوط التحكم في الوصول. وفي جميع الحالات، يجب عدم وضع الأعمدة الاستنادية داخل المنطقة الخالية. أما في الحالات التي تقتضي فيها قيود التمديد ذلك، فيمكن وضع الأعمدة الاستنادية الوسيطة في مناطق الجزر الوسطية، ذات العرض المناسب؛ لتوفير المنطقة الخالية المذكورة أعلاه من حواف كلتا قارعتي الطريق، وذلك شريطة استيفاء شروط البند " الوصول؛ من أجل بناء منشآت المرافق، وصيانتها". وفي حالة التخطيط لمسارات إضافية، يجب تحديد المنطقة الخالية من الحواف النهائية لقارعة الطريق. وعندما لا تكون خطوط حرم الطريق، وخطوط التحكم في الوصول واحدة ومتشابهة، كما هو الحال في أماكن قارعات الطريق، فيمكن تركيب الأعمدة الاستنادية في المنطقة الواقعة بينها، مع توفير الحماية المناسبة. وفي الحالات غير المتوقعة التي تكون فيها أعمال تمديد الطرق غير ممكنة، يمكن النظر في التحويل إلى مرافق تحت الأرض لعبور الطريق السريع.

في مناطق المحولات، لا يجوز السماح بدعم المرافق العلوية إلا في حالة استيفاء الشروط التالية: (أ) توفير المنطقة الخالية المذكورة أعلاه فيما يتعلق بمسارات المرور العابرة على الطرق السريعة، و(ب) توفير المنطقة الخالية المناسبة من حافة المنحدر، و(ج) عدم التأثير في مسافة الرؤية الحرجة، و(د) استيفاء شروط " الوصول من أجل بناء منشآت المرافق وصيانتها". تحدد المملكة التصاريح الرأسية لخطوط المنافع فوق الأرض التي تعبر الطرق السريعة.

معابر المنافع الموجودة تحت الأرض:

يجب أن تكون معابر المنافع تحت الأرض مصنوعة من مواد متينة، ومهيأة بطريقة لا تتسبب في تعطيل الطرق عند تنفيذ أعمال الصيانة، أو التوسعة. ويجب أن يكون تصميم المواد، وأنواعها متوافقة مع الأكواد، والضوابط الحكومية ذات الصلة.

ينبغي عدم السماح بحُفر الوصول إلى المنافع، وغيرها من نقاط الوصول، إلى المنافع الموجودة تحت الأرض داخل حرم الطرق السريعة، أو المنحدرات إلا عند تركيبها خارج أكتاف الطرق السريعة، أو المنحدرات كما هو مخطط لأعمال التوسعة اللاحقة. ويمكن السماح بهذا الوصول؛ شريطة استيفاء شروط " الوصول من أجل بناء منشآت المنافع، وصيانتها".

خنادق الري، وقنوات المياه:

باستثناء المعابر الضرورية، يجب استبعاد قنوات المياه، وخنادق الري من حرم الطرق السريعة، فيما عدا الحالات الاستثنائية المنصوص عليها في ا "مواقع المنافع الجديدة على طول الطرق السريعة". ويمكن إنشاء المعابر عن طريق سيفون تحت الأرض، أو من خلال قنوات، أو جسور بما يتفق مع حجم القناة، والظروف الطبوغرافية، وتدابير السلامة على الطريق. بوجهٍ عام، يجب تصميم المواقع، والمنشآت بالطريقة نفسها المتبعة مع مرافق الصرف الطبيعي العرضي.

يجب أن تُجرى أعمال صيانة، أو خفارة هذه المنشآت، من خارج خطوط التحكم في الوصول. ولا يجوز السماح لخفر الري بعبور الطريق السريع عشوائيًا. وفي ظل ترتيبات التحكم المروري المناسبة، يمكن السماح لمعدات تنظيف الخنادق الخاصة بعبور الطريق السريع، في الحالات التي تتطلب مسافة سير إضافية؛ لاستخدام البنية التحتية المتقاطعة العلوية.

ضوابط توسعة المنافع:

عند إصلاح المنافع، أو تعديلها بالتزامن مع إنشاء أحد الطرق السريعة، لابد من مراعاة ضوابط توسعة المنافع المعروفة والمخططة، لا سيّما تلك المنافع الموجودة تحت الأرض، ويجب التخطيط لها؛ لتجنب التداخل مع المرور، عند تركيب خطوط علوية، أو تحت الأرض إضافية كانت، أم جديدة.

٦-٢-١٩-٤-٢ المنافع الموجودة في أنفاق المركبات:

يجب عدم السماح بأن تشغل المنافع أنفاق المركبات على الطرق السريعة في موقعٍ جديد، إلا في الحالات الاستثنائية المنصوص عليها في "مواقع المنافع الجديدة على طول الطرق السريعة". ويجب عدم السماح

للمنافع التي لم تشغل من قبل أحد أنفاق المركبات القائمة الواقعة على الطرق السريعة، بأن تشغلها، إلا في الحالات الاستثنائية المنصوص عليها في "مواقع المنافع الجديدة على طول الطرق السريعة".

وعند شغل أحد المنافع حيز في أحد أنفاق المركبات القائمة، التي حُولت إلى طريق سريع، فقد لا تكون هناك حاجة إلى إصلاح المنافع.

٢-٤-١٩-٢-٧ الوصول من أجل انشاء منشآت المنافع، وصيانتها:

يجب وضع المنافع، وتصميمها بطريقة تسمح بإنشاءها، أو بصيانتها دون الوصول المباشر من المرور العابرة، أو طرق الربط المنحدرة. وفي حالاتٍ نادرة، قد يُسمح بالوصول المباشر في حال كانت المواقع البديلة، أو وسائل الوصول غير متوفرة أو غير عملية؛ بسبب التضاريس، والقيود البيئية، وعدم تأثير هذا الاستخدام بالسلب في السلامة، وأنشطة المرور، أو إضراره بمرافق الجهة المختصة. ويجب الحصول على تصريح من الجهة المختصة عند الرغبة في الوصول المباشر.

من المستحسن أن يقتصر الوصول من أجل إنشاء أحد المنافع الموجود على طول، أو عبر أحد الطرق السريعة، أو صيانته على الوصول عبر: (أ) واجهات الطريق عند توفرها، أو (ب) الطرق والشوارع القريبة أو المجاورة، أو (ج) الممرات على طول، أو بالقرب من خط حرم الطريق المربوط فقط بتقاطع. ويمكن استخدام بوابة مغلقة على طول سور الطريق السريع؛ لتلبية احتياجات الوصول من أجل الصيانة الدورية. وعند السماح ببوابة مغلقة، يجب توثيق الوصول بتصريح معتمد يتضمن أحكامًا كافية؛ لتقييد الاستخدام غير المصرح به.

أما في الحالات الاستثنائية التي توضع فيها دعامات المنافع، أو حُفر الوصول إلى المنافع، أو غيرها من التوابع في مناطق الجزر الوسطية، يمكن السماح بالوصول إلى مناطق المحولات، أو غيرها من أجزاء حرم الطرق السريعة، التي لا يمكن الوصول إليها من حركة المرور المتجهة للأمام، أو الطرق المنحدرة في حالة عدم وجود بدائل أخرى. ويجب أن يكون هذا السماح بالوصول بتصريح يتضمن شروط عمل الشرطة، وغيرها من الضوابط؛ لحماية مستخدمي الطريق.

يجب منع الدخول إلى الجزر الوسطية؛ عندما يكون من الممكن عمليًا الدخول إلى محولات التقاطعات العلوية القريبة، أو معابر قنوات الجداول المائية، أو غيرها من أماكن وضع المنافع المناسبة التي لا تتضمن الوصول المباشر من مسارات المرور العابرة، أو المنحدرات.

وفي حالة تركيب المنافع خارج خط التحكم في الوصول، وعدم إمكانية الوصول لأغراض الصيانة إلا من داخل حرم الطريق السريع؛ بسبب التضاريس، أو القيود البيئية، فيجب الحصول على تصريح من الجهة المختصة.

ويجب أن تتضمن جميع التصاريح خطةً للتحكم المروري، واعتبارات مناسبة للوصول إلى منطقة عمل المنافع، وأحكامًا لحماية العمال، ومستخدمي الطريق.

كما يجب على المنافع، والجهة المختصة إجراء ترتيبات مسبقة؛ من أجل عمليات الصيانة الطارئة.

٢-٤-١٩-٢-٨ اعتبارات الإنشاء، والموقع:

يحق للجهة المختصة التي تقوم بإنشاء، أو صيانة الطرق السريعة مراجعة المخططات الخاصة بوضع، وتصميم جميع أعمال تركيب وتعديل المنافع، التي تؤثر بشكل عام في الطريق، والموافقة عليها، أو رفضها، وإصدار تصريح للعمل. عند الانتهاء من مرحلة الإنشاء، يجب أن تقدم المنافع مخططات تنفيذية دقيقة؛ وفقًا لتوصية للجهة المختصة.

توصى الجهات المختصة بتوقع المخططات التي توضح التفاصيل التالية الخاصة بالمرافق المقترحة:

- إزاحة البنية التحتية للمنافع من خط حرم الطريق، أو حافة قارعة الطريق، أو كليهما. إذا لم تظل الإزاحة على مسافة ثابتة من نقطة القياس، فيجب إظهار المواقع، وتغييرات المسافة في كل نقطة من التقاطع.
- يجب إظهار العمق في مواقع مختلفة، أو تحديده على قطاعات نموذجية.
- أعماق المنافع الأخرى، ومواقعها في الموقع المباشر.
- موقع الحُفر الاتجاهية، أو أعمال الحرث، أو حفر الخنادق.
- التعامل مع النباتات الموجودة على جانب الطريق (الحفر، القص، التشذيب، التجنب، إلخ)، لا سيّما إذا أوصت بها الجهة المختصة لأغراض التجميل.
- النباتات البديلة التي ستُزرع؛ لاستبدال المواد التالفة، أو المزالة أثناء تركيب المنافع.
- إقامة مناطق بيئية حساسة، مثل: الأهوار، ومواقع المواد الخطرة، والمواقع التاريخية، وموائل الأنواع المهددة بالانقراض... إلخ.
- نوع، وتنفيذ تدابير مكافحة تآكل التربة.
- نقاط الوصول من مختلف الطرق الجانبية، والحقول الزراعية... إلخ.
- مواقع وضع البوابات المغلقة الدائمة.
- أحكام خطة التحكم المروري.

٢-٤-١٩-٢-٩ تنفيذ أعمال تركيب المنافع، وتعديلها:

يجب تنفيذ أعمال تركيب المنافع، وتعديلها في ضوء اعتبارات تكاليف الطرق، والمنافع، بالطريقة التي ستوفر الحد الأقصى من السلامة لمستخدمي الطريق، والتي ستسبب أقل قدر ممكن من التداخل مع منافع الطريق، وتشغيلها، والتي لن تزيد من صعوبة، أو تكلفة صيانة الطريق (AASHTO, 2005).

٢-٤-٢٠ أحكام التشغيل، والصيانة:

تشمل أعمال التشغيل التي تتضمن الأجهزة، والممرات الخاصة بمقدم الخدمة الأعمال الروتينية اليومية اللازمة لعمل تلك الخدمة بشكل سليم. وعلى سبيل المثال، يجب تشغيل صمامات نظام الري بانتظام، ووضع غرف الصمامات بالطريقة التي لا تعرض المشغلين للخطر. ويمتلك كل مقدم من مقدمي الخدمة مجموعة من مواصفات التشغيل؛ لصيانة خدمته.

يُعدّ النوع الآخر من أعمال التشغيل صيانة مخططة، أو تفاعلية عند تعطل النظام بشكل غير متوقع. وقد يقتضي الأمر ذكر عمليات التحويل المؤقتة، وإنشاء مناطق آمنة؛ لتشغيل أعمال الإصلاح. وتتطلب أنظمة خطوط الأنابيب الأكبر الوصول الآمن إلى أجهزتها، ويُعد الوصول إلى موقع الفتحات مهمًا للغاية (State of Qatar, 2021).

يُضمّن مزيد من الارشادات ذات الصلة بكود الطرق السعودي ٤٠٣ (إنشاء مرافق الطرق).

٢-٥ المسوحات الطوبوغرافية:

لتصميم ممرات الخدمات، لا بد من توفير معلومات دقيقة ومفصلة عن كافة ممر الطريق وممرات الخدمات. لتعزيز هذا الحكم، ينبغي إجراء مسح طبوغرافي. يجب أن يحدد المسح بوضوح جميع حدود الطرق وسمات السطح، والتي ستحدد تصميم ممر الخدمات بشكل خاص وهياكل المرافق بشكل عام. تم توفير الإرشادات ذات الصلة في كود الطرق السعودي ٢٠٢ (الأعمال المساحية ورسم الخرائط).

وينبغي التحقق من البيانات المنتجة مع البيانات الواردة من مزود الخدمة. يجب الإبلاغ عن أي اختلافات موجودة في مطابقة البيانات في تقرير التناقض وإصدارها إلى كل من السلطات المعنية في المملكة العربية السعودية ومقدم الخدمة ذي الصلة. سيقوم مزود الخدمة بعد ذلك بفحص الأخطاء وتقديم معلومات محدثة بدقة فيما يتعلق بالأصول المحددة.

٢-٦ التصميم الأولي، والتصميم التفصيلي، والمخرجات:

٢-٦-١ عام:

بعد الانتهاء من التصميم المفاهيمي واعتماده، يعد الاستشاري تصميمًا أوليًا لجميع الأعمال والأنشطة. بشكل عام، يجب أن يوفر التصميم الأولي معلومات كافية؛ لتحديد متطلبات المرافق بدقة.

وفي المستوى التالي، يجب على الاستشاري إعداد تصميم تفصيلي. كما يجب أن يوفر التصميم التفصيلي التفاصيل والمتطلبات اللازمة؛ لتحديد كامل الأعمال، التي ستُنفذ للمشروع بالكامل.

٢-٦-٢ مخرجات التصميم الأولي:

فيما يلي مخرجات التصميم الأولية الموصى بها، والمشاورات، والتقارير المطلوبة لخدمات المنافع:

- الرسومات، والخطط، والقطاعات العرضية، التي توضح المنافع القائمة، والمقترحة.
- تقرير عن حالة الاستشارات مع المنافع، والأطراف المعنية الأخرى.
- تقديرات المصروفات، والتكاليف.
- عمليات التحويل، والتحديث، والمرافق الجديدة المطلوبة من قبل الجهات المسؤولة عن الخدمة، ومقدمي الخدمة المتأثرين.
- نموذج تفصيلي للمنافع الحالية، ومقترحات لتحويلات المنافع؛ ويوصى باستخدام النمط ثلاثي الأبعاد.
- بيانات الخط، والمستوى لعمليات التسريب ذات الصلة.

٢-٦-٢-١ ربط الخدمة:

٢-٦-٢-١-١ ربط الخدمة القائم:

سيطلب مالكو مشاريع التطوير توصيلات بمنافع التوزيع المحولة، مثل: المياه، والغاز، والصرف الصحي. ومن المتوقع أن تحتاج الخدمات المدفونة تحت الأرض، وخطوط المياه، والصرف الصحي إلى المرور أسفل أنظمة قنوات الكابلات. أما بالنسبة للطرق الجديدة، فيوصى بوضع معابر الخدمة، والقنوات الرئيسة للوصلات على جوانب متقابلة من الطريق.

٢-٦-٢-١-٢ التفاصيل المتعلقة بالتوصيلات المستقبلية، وحفر الأراضي الفارغة:

من الأسس عند العمل في موقع جديد هو تجنب إعادة حفر الأسطح الموضوعة حديثًا؛ لذلك يوصى بوضع المنافع على حدود قطعة الأرض قبل أعمال إعداد السطح. ويمكن أن يكون موقع القنوات إحدى الطرق؛ لتجنب تركيب خدمات باهظة الثمن حتى يُحتاج إليها. وعندما يسبق ربط المنافع نشاط تطوير قطعة الأرض، يلزم وجود أنابيب بكعب مع أعمدة علامات لتجنب إعادة حفر الطرق، والحيز الجانبي. إن الممارسة الشائعة هي توفير توصيلات الخدمة على بعد متر واحد داخل حدود قطعة الأرض.

٢-٦-٣ مخرجات التصميم التفصيلية:

الضوابط التالية هي مخرجات التصميم التفصيلية لخدمات المنافع، بما في ذلك الاستشارات المطلوبة، والوثائق المخصصة للعطاء، وتقرير توصيات التصميم:

- تفاصيل كافية فيما يتعلق بتطوير التصميم، والضوابط، والتوصيات المقدمة، والإجراءات المتخذة؛ استجابة للتعليقات، والمواصفات؛ التي أُرسلت خلال عملية دراسة التصميم برمتها.
- تقديرات المصروفات، والتكاليف المحدّثة.
- تقرير التصميم التفصيلي الذي يسرد جميع جوانب التصميم، ومراحله، بما في ذلك الرسومات المحدّثة، والمواصفات، وأي وثائق أخرى ضرورية.
- المخططات المحدّثة، والقطاعات العرضية التي تشير إلى المنافع القائمة، والمقترحة.
- مخططات، ورسومات المنافع المجمعة التي تشير إلى جميع البنية التحتية (على سبيل المثال، الجسور، والجدران الاستنادية، والمحطات الفرعية، ومحطات الضخ، ومواد احتجاز، وتخزين مياه الأمطار).
- نموذج ثلاثي الأبعاد مفصل للمنافع القائمة، ومقترحات لتحويلات المنافع.
- المقترحات التي تحدد بدقة خط، ومستوى جميع عمليات التحويل، وتحليل الصدام الكامل.
- تتضمن وثائق المناقصة، رسومات المشروع، ونموذج العطاء بما في ذلك الملاحق، والتعليمات المخصصة لمقدمي العطاءات، وشروط التعاقد، والمواصفات، وجداول الكميات بما في ذلك التمهيد، وأي تقارير أخرى مصاحبة، والنماذج التعاقدية.
- تحديث حيازة الأرض، واعتماد حالتها.
- الحصول على تأكيد، وموافقة خطية من وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان على أن جميع الأراضي داخل ممر الطريق المقترح متاحة للمصادرة، وأن جميع التعديات قد أصلحت .
- الموافقات الخطية لأقسام التصميم في حوزة الخدمة، وأيّ جهات معنية أخرى.

عند الانتهاء من رسومات الخدمات، والمنافع والوثائق المرتبطة بها، التي توضح جميع الضوابط المُتحقق منها من قبل كل مقدم خدمة، كما يجب على الاستشاري الحصول من كل مقدم خدمة على نسخة مختومة من رسومات المرافق المجمعة، مع خطاب حالة يتوافق مع الأعمال المنصوص عليها في الرسومات مع المتطلبات، وأن يُعتمد المخطط.

في مرحلة التصميم التفصيلي النهائي، تتطلب التقارير التالية اعتماد المؤسسة المشرفة:

- التصميم النهائي.
- خطة حيازة الأراضي.
- البرنامج.

٣- منافع الكهرباء والاتصالات

٣-١ المقدمة:

يقدم هذا القسم الإرشادات المتعلقة بتصميم جميع المنافع. وتشير هذه الإرشادات إلى المنافع التالية:

- الكهرباء.
- الاتصالات.

يفضل أن تكون المنافع حائزة على حرم ممر المنافع؛ باستثناء حقوق الطريق. ولا يحسُن أن تكون المنافع موجودة تحت مسارات السير الإسفلتية.

يمكن أن توجد منافع معينة خارج مسارات السير، بعد موافقة الجهة المُختصة، في المناطق التالية:

١- مواقف (تحت الرصف).
٢- كتف (تحت الرصف).
٣- شريط رصيف المشاة/متنزه (تحت كتل الرصف).

يسمح تحديد موقع المنافع في هذه المناطق بالتركيب، والصيانة، والإصلاح، والاستبدال، دون إحداث تعطيل لسير المركبات.

عند حدوث تضارب في المنافع بحسب الموقع، تجب مراعاة المتطلبات التالية في اختيار المكان المناسب:

١- يجب ألا تقل المسافة الفاصلة الأفقية عن ١,٠ متر، وتُقاس من حافة المرفق إلى حافة المرفق الآخر.
٢- يجب ألا تقل المسافة الفاصلة الرأسية عن ٠,٥ متر، وتقاس من الحافة إلى الحافة.
٣- عند عبور منافع أخرى من خطوط أنابيب مياه الشرب، يجب أن يكون خط أنابيب مياه الشرب في الأعلى.

يجب أن تظهر المنافع في مخططات المواقع المدنية.

ويجب عدم قطع الطرق؛ بغرض عبور الطرق القائمة بمنافع جديدة.

يجب ألا تُركّب المنافع في الطرق القائمة؛ باستخدام أساليب القطع المفتوح.

يمكن استخدام طريقة الحفر الموجهة، أو طرق الإنشاء الأخرى؛ دون ترك خنادق بغرض عبور الطرق القائمة.

يجب تقديم طريقة التركيب التالية إلى الجهة المُختصة؛ لمراجعتها، واعتمادها:

١- طرق الإنشاء بدون ترك خنادق.
٢- استثناءات القطع المفتوح.
٣- عمليات تركيب المنافع خارج ممر المنافع، داخل الجانب الأيمن من الطريق.

تجب قراءة الجزء الحالي بجانب الجزء (٥-٧) من كود الطرق السعودي ٢٠٣ (الدراسات الأولية)، والباب (٧) من كود الطرق السعودي ٤٠٣ (إنشاء مرافق الطرق).

٣-٢ التصميم:

٣-٢-١ ملخص:

في ظل توسع المناطق المطورة ، تلزم ترقية البنى التحتية، والمنافع إلى متطلبات المناطق المطورة حديثًا، أو ترقية المناطق الحالية.

يلزم وجود مياه الشرب في جميع المناطق المطورة الجديدة، أو القائمة قيد التجديد، أو التحديث، كما يلزم وجود تقنية؛ لجمع مياه الصرف الصحي، وجمع مياه الصرف الصناعي، والصرف، وتبريد مياه البحر، وشبكة توزيع الكهرباء، والاتصالات ، بينما تتطلب المنطقة السكنية مياه الشرب، وجمع مياه الصرف الصحي، والصرف الصحي، ومياة الري، والطاقة، والاتصالات.

بالنسبة لجميع تلك المجالات، ستُحدد المتطلبات بحسب نوع الصناعات، التي يحددها المخطط الصناعي الرئيس. ستعتمد متطلبات المنطقة السكنية على النمو السكاني، واستخدام الأراضي للمنطقة المعنية. وتتوافر معلومات الإسقاط السكاني من قسم الاستثمار في التخطيط الاستراتيجي.

يجب تقييم مصادر المنافع؛ لمعرفة مدى توافرها. وتُخطط البنية التحتية؛ لنقل المنافع، وتوزيعها، وتحديد موقعها في المخطط الرئيس المطور للمناطق المطورة الجديدة، والمناطق القائمة. مع تنحية حرم الطريق.

ومع ما ذكر أعلاه فلابد من مراعاة الضوابط في التخطيط للمنافع؛ لتجنب التعارضات المحتملة، يلزم توافر خريطة أساسية للمنافع الموجودة في منطقة المخطط الرئيس. وكذلك توفير فائض في الطاقة الكهربائية، والبنية التحتية للاتصالات، وشبكة مياه الشرب. وقد تكون هناك حاجة لهدم المنافع الموجودة التي لم تعد قيد الاستخدام أو ذات حجم غير مناسب، واستبدالها بالمنافع المطلوبة. وللحصول على مخطط رئيس فعال، فلا غنى عن الرسومات المنفذة لجميع حالات المنافع.

يتم بعد ذلك إدخال المنافع المقترحة في النماذج الشاملة للمملكة العربية السعودية وتحليل تأثير هذه المنافع على المخطط العام. ويمكن بعد ذلك استخدام هذه التحليلات من قبل الجهة المختصة لتخطيط البنى التحتية اللازمة لدعم التطوير.

تعد الخطط الرئيسية للمنافع ضرورية للغاية لضمان دعم نمو المملكة العربية السعودية من خلال البنى التحتية ةالمنافع المطلوبة.

يقدم الباب ١٣ و١٤ من هذا المجلد إرشادات إضافية.

٣-٢-٢ مواصفات التصميم:

٣-٢-٢-١ متطلبات تصميم منافع الكهرباء:

يعتمد المصدر الكهربائي للمنشأة على نوع المنشأة، والأحمال الكهربائية التقديرية، ومدى قرب المصدر الكهربائي المتاح.

يجب على فريق استشارات التصميم / أو مقاول الهندسة، والمشتريات، والإنشاء، التنسيق مع الجهة المُختصة والشركة السعودية للكهرباء؛ لمراجعة خصائص المنشأة؛ ولتحديد المصدر الكهربائي المناسب لكل مرفق.

يجب أن تراعي الخدمة الكهربائية لكل منشأة المواصفات التالية في تحديد المصدر، والتكوين المناسبين:

يُحدد اختيار مصدر الجهد؛ بواسطة الجهة المُختصة بالتنسيق مع الشركة السعودية للكهرباء، ويعتمد على حجم الحمل، والتوافر في منطقة التطوير.

يُحدد حجم المحول، وموقعه من حسابات الحمل، ويُختار الحجم؛ وفقًا لجميع المواصفات المعمول بها في الشركة السعودية للكهرباء.

يجب تحديد حجم المغذيات من الحسابات؛ وفقًا لأحدث مواصفات (SDPS) الخاصة بالشركة السعودية للكهرباء، ويُحدد المسار؛ وفقًا للظروف الفعلية داخل موقع المرفق الجديد. كما يجب أن تُوجّه المغذيات تحت الأرض، وأن تُدفن مباشرة، أو تُغلّف في حوض المجرى؛ بما يتوافق مع المسار النهائي المنسّق. يمكن استخدام الارشادات ذات الصلة بشأن متطلبات التركيب لمغذيات الخدمة الواردة بالدليل الهندسي التوجيهي RCJY (٢٠٢٠)، (على سبيل المثال، القسمين الفرعيين (٥-٧-٦-ز) لمجموعات القنوات و(٥-٧-٦-ح) للتركيبات المدفونة المباشرة)

٣-٢-٢-٢ متطلبات التصميم لمنافع الاتصالات:

أثناء مرحلة التصميم، يجب إعداد ميزانية خسارة الربط، وإدراجها في عرض المشروع، وحزم التصميم. كما يجب أن تتضمن ميزانية فقدان الربط ما يلي:

١- توهين الألياف الكلي (الخسارة).
٢- فقدان الوصل بالتراكب (بما في ذلك الوصلات عبر أسلاك التوصيل، إذا استخدمت).
٣- فقدان الموصل.
٤- الخسائر الناتجة عن تقنية "تعدد الإرسال بتقسيم الطول الموجي" (WDM)، إذا استخدمت .

٥- هامش لتقادم مصدر الضوء؛ بحسب مواصفات الشركة المصنعة.
٦- هامش خسارة الربط يبلغ ٣ ديسيبل كحد أدنى لتوصيلات الاستعادة.

لا يمكن أن تتجاوز خسارة ديسيبل المحسوبة نطاق التشغيل للجهاز الطرفي، الذي سيُركّب. ويجب قياس الخسارة المقاسة من طرف إلى طرف أقل من الخسارة المحسوبة. لن تُقبل الألياف التي تقيس خسارة أعلى من ميزانية فقدان الربط.

٣-٢-٣ استطلاع حول الموقع:

يجب إجراء استطلاع للموقع وفقًا للمخطط الرئيس المعتمد من الجهة المختصة. وبالنسبة لمنافع الخطوط الكهربائية، تجب مراعاة ما يلي:

- مواقع العمود/البرج، وأرقام تعريف العمود.
- خط الجهد.
- عدد الخطوط.
- نوع المادة للعمود، وحجمه.

بالنسبة لخطوط الاتصالات، تجب مراعاة ما يلي:

- مواقع العمود، وأرقام تعريف العمود، إذا كانت متوفرة.
- نوع المادة للعمود، وحجمه.
- عدد الخطوط.
- موقع الخطوط المدفونة، وصناديق الأجهزة الطرفية.

٣-٢-٤ الظروف البيئية:

توفر معايير حماية البيئة ذات الصلة، بما في ذلك اللوائح والمواصفات، بالإضافة إلى بيانات السياسة المتعلقة بالتأثير البيئي الخاص بالتطوير والعمليات، في كود الطرق السعودي ٧٠١ (الجوانب البيئية للطرق). يجب أن تؤخذ ظروف الموقع في الاعتبار بالنسبة لجميع المعدات والتركيبات التي يتم تنفيذها كحد أدنى، ويجب أن تتم المراقبة المنتظمة بناءً على إرشادات كود الطرق السعودي ٧٠١ (الجوانب البيئية للطرق).

٣-٣ غرف التفتيش، والمراقبة:

يجب على مقاول التصميم تصميم شبكة، أو بنية تحتية؛ لتأسيس مرافق الاتصالات، والكهرباء؛ لتشمل غرف المراقبة، والتفتيش وملحقاتها. ضمّن القنوات المستمرة في تصميم المرافق، أو المساكن، أو المباني، أو نقاط الواجهة المحددة مسبقًا. ضمّن مهمة التصميم، إذا لزم الأمر، الأنابيب، أو مجموعات القنوات؛ للتحكم في المرور، وأنظمة السلامة، والمرافق، التي تتطلب توجيه الكابل من خلال مجموعة القنوات للاتصالات.

يجب على استشاري التصميم أن يحدد "نقطة الربط" مجموعة القنوات المخصصة لكابلات الاتصالات، ويعكسها في التصميم الجديد للبنية التحتية الحالية / أو للعقد الآخر المتعلق بالتصميم، / أو للمشروع القائم.

تقع مسؤولية إنشاء ممرات القنوات، ومواقع المنافع الأخرى على عاتق مقاول التصميم ضمن معلمة هذه الإرشادات.

يجب أن يعتمد حجم غرف التفتيش، والمراقبة، ونوعها على تكوين مجموعة القنوات، والمسارات.

تُصنع غرف التفتيش والمراقبة من الخرسانة المسلحة بالحديد.

صفائح ربط قنوات الكابل: يجب أن يستخدم ربط القنوات المصنوعة من مادة بولي كلوريد الفينيل بالنوافذ الموجودة في جدران غرف التفتيش، والمراقبة صفائح ربط قنوات الكابلات. وصفائح التوصيل مطلوبة؛ لضمان تغليف القنوات بشكل صحيح، وضمان عدم تسريب المياه. ويجب تصنيع مواد الصفائح من رغوة البولي يوريثان، أو مادة أخرى مناسبة. كما يجب أن تكون الأحجام كافية؛ لاستيعاب عدد القنوات بأطرافها في غرفة التفتيش.

يجب أن تكون غرف التفتيش، والمراقبة مانعة لتسرب المياه؛ لضمان إحكام منع تسرب المياه، كما يجب إحكام غلق جميع فواصل الأقسام الجاهزة، وفواصل صفائح مدخل القنوات.

يجب أن يكون الجزء الخارجي من غرف التفتيش والمراقبة عازلًا للماء، ومقاومًا للرطوبة.

بالنسبة لمنشأة مدخل غرفة التفتيش والمراقبة، مثل: الإطار، والغطاء، وعمود المدخل، وغيرها من الملحقات داخل غرفة التفتيش، يرجى الرجوع إلى المبادئ التوجيهية لهيئة الاتصالات والفضاء والتقنية.

يجب توفير تفاصيل مطوية توضح تكوين قنوات غرف التفتيش، والمراقبة المخصصة لكابلات الاتصالات في التصميم.

٣-٣-١ التطبيق:

يجب توفير غرف وفتحات تفتيش خرسانية للكابلات الكهربائية تحت الأرض؛ لتسهيل التوزيع في جميع أنحاء المدينة. كما يجب تكوين غرف التفتيش؛ لتسهيل توجيه الكابلات. ويجب أن تتوافق غرف التفتيش والمراقبة لأنظمة الجهد المتوسط، والجهد المنخفض مع أحدث مواصفات الشركة السعودية للكهرباء، وتُوفر غرف التفتيش في المواقع التالية:

١- عند كل تغيير في الاتجاه يتجاوز ٤٥ درجة.
٢- عند كل موقع مأخذ (مخرج) للخدمة
٣- بفواصل ٩٠ مترًا على طول مسار الكابلات الكهربائية

وبالأخص لمنافع الاتصالات:

تُصنع غرف التفتيش والمراقبة من الخرسانة المسلحة بالحديد.

صفائح ربط قنوات الكابل: يجب أن يستخدم ربط القنوات المصنوعة من مادة بولي كلوريد الفينيل بالنوافذ الموجودة في حوائط غرف التفتيش والمراقبة صفائح ربط قنوات الكابلات. إن صفائح التوصيل مطلوبة؛ لضمان تغليف القنوات بشكل صحيح، وضمان عدم تسريب المياه. كما يجب تصنيع مواد الصفائح من رغوة البولي يوريثان، أو مادة أخرى مناسبة. ويجب أن تكون الأحجام كافية لاستيعاب عدد القنوات بأطرافها في غرفة التفتيش.

يلزم أن تكون غرف التفتيش والمراقبة مانعة لتسرب المياه؛ لضمان إحكام منع تسرب المياه، كما ينبغي إحكام غلق جميع فواصل الأقسام الجاهزة، وفواصل صفائح مدخل القنوات.

لابد أن يكون الجزء الخارجي من غرف التفتيش والمراقبة عازلًا للماء، ومقاومًا للرطوبة.

أما بالنسبة لمنشأة مدخل غرفة التفتيش والمراقبة، مثل: الإطار، والغطاء، وعمود المدخل، وغيرها من الملحقات داخل غرفة التفتيش، يرجى الرجوع إلى المبادئ التوجيهية لهيئة الاتصالات والفضاء والتقنية.

يجب توفير تفاصيل مطوية توضح تكوين قنوات غرف التفتيش، والمراقبة المخصصة لكابلات الاتصالات في التصميم.

يتكون ربط الغرف من نوعين:

- غرفة تفتيش مخصصة للاتصالات.
- غرفة مراقبة مخصصة للاتصالات.

تدخل القنوات المصنوعة من البولي فينيل الكلوريد (PVC) إلى غرف التوصيل، عبر صفائح توصيل قنوات الكابلات المصنوعة من رغوة البولي يوريثان لفتحات التفتيش/المراقبة، والخرسانة المصبوبة مسبقًا، أو أي مادة أخرى مناسبة لفتحات التفتيش، أو المراقبة.

٣-٣-٢ الإنشاء:

ينبغي أن يعتمد انشاء نظام قنوات الكابلات على قوة شد الكابل التصميمي، ومقاومة الاحتكاك. وتُحدد المسافة بين غرف التفتيش وفقًا لذلك.

يلزم تصميم حساب قوة جر الكابلات لكل من اتجاهات السحب الممكنة.

كما يجب ألا يتجاوز طول السحب المعتمد للكابل إلى غرف التفتيش ٢٧٠ مترًا في أي مسار مستقيم. ويرجى الرجوع -أيضًا- إلى المبادئ التوجيهية لهيئة الاتصالات والفضاء والتقنية.

تقلل الانحناءات في أي مجرى يتراوح نصف قطره بين ٢,٥ متر و٨٠ مترًا من طول السحب الممكن، ويجب أن يُراعى ذلك (الحد: ٢ - ٩٠ درجة الانحناءات إلى قسم قناة مستقيمة). لتقليل التكلفة، حدد الموقع الأمثل لكل فتحة، وفتحة يد لكل مسار مجرى هواء.

تُنشأ غرف التفتيش؛ طبقًا للتفاصيل، والمواصفات القياسية المنصوص عليها في كود الطرق السعودي ٤٠٣ (إنشاء مرافق الطرق).

٣-٤ مجموعة القنوات والأكمام:

٣-٤-١ التطبيق:

يلزم دفن غالبية كابلات التوزيع الكهربائي بشكل مباشر إلا في حالة عبور الكابلات تحت الطرق الرئيسة، أو الطرق قيد الإنشاء، أو البلاطات الخرسانية، أو المناطق المرصوفة التي تتطلب حفرًا موسعًا، أو غير قابل للتنفيذ؛ لاستبدالها، ويجب تشغيلها في حوض مجموعة القنوات المغلفة بالخرسانة. وقبل تركيب الكابلات، يجب تنظيف مجموعة القنوات / أو مجموعة القنوات المغطاة بالخرسانة

بواسطة مغزل بقطر أصغر قليلًا من مجرى السباق متبوعًا بفرشاة ذات قطر أكبر قليلًا من قناة الأسلاك الكهربائية؛ لإزالة الرمل، والحصى، وغيرهما. كما يجب توفير سعة احتياطية بنسبة ٥٠٪ لدخول الكابلات في المبنى. وأن تتوافق مجموعة القنوات المغطاة بالخرسانة لأنظمة الجهد المتوسط، ومنخفض الفولطية مع أحدث مواصفات الشركة السعودية للكهرباء.

ينبغي أن تتوافق أنظمة الجهد مع أحدث مواصفات الشركة السعودية للكهرباء.

وبالأخص لمرافق الاتصالات:

١- يجب أن تكون أحجام القنوات الأساسية والكميات الدنيا من القنوات في أي مجموعة داخل الحي على النحو التالي:
- أ- غرفة تفتيش إلى غرفة تفتيش - ٤ بقطر ١١٠ مم.
- ب- غرفة تفتيش إلى غرفة مراقبة - ٤ بقطر ١١٠ مم.
- ج- غرفة مراقبة إلى غرفة مراقبة - ٤ بقطر ١١٠ مم.
- د- غرفة مراقبة إلى كل موقع سكني - ٢ بقطر ٥٠ مم.
- ه- غرفة مراقبة إلى موقع انشاء كبير (صناعي وتجاري ومرفق عام) - ٢ بقطر ٥٠ مم.
- و- (مجمع شقق - ٢ بقطر ٥٠ مم.
- ز- يجب ترك سلك نايلون يسحب في جميع القنوات.
- ح- يجب أن يتم تزويد كل أخاديد بغطاء نهائي أو وصلة نهائية.
- ط- حدود نصف قطر انحناء القناة:
  ١) ١١٠ مم - ٢,٥، ٥,٠، ١٠,٠ متر.
  ٢) ٥٠ مم - ١,٠، ٢,٥، ٥,٠، ١٠,٠ متر.

القناة الداخلية الصلبة، أو القناة الدقيقة: هو: مجرى البولي إيثيلين عالي الكثافة المصمم للتركيب داخل مجرى الهواء، أو المسار. ويتألف من أشكال متعددة من القنوات الداخلية بأحجام محددة مصنوعة من المصنع مجمعة مع غلاف خارجي من البولي إيثيلين لسهولة الإزاحة.

إدخال مجرى صغير ذو ١٤ اتجاهًا بقطر ١١,٥/١٤ مم (OD/ID) في إحدى القنوات الأربع ذات القطر ٤ × ١١٠ مم.

إدخال قناة صغيرة ذات ١٤ اتجاهًا بقطر ١١,٥/١٤ مم (OD/ID) في إحدى القناتين ذات القطر ٨ × ١١٠ مم؛ يجب وضع قناة صغيرة من ١٤ اتجاهًا في الجزء العلوي، ويجب وضع قناة صغيرة أخرى ١٤ اتجاهًا في الجزء السفلي.

إدخال مجرى صغير ثنائي الاتجاه بقطر ١١,٥/١٤ مم (OD/ID) في إحدى القناتين ذات القطر ٢ × ٥٠ مم.

إذا لزم الأمر، يُسمح باستخدام تكوين آخر لأحجام القنوات الداخلية؛ لتناسب حجم الكابل.

تُخصص القنوات من نوع البولي فينيل كلوريد لكابلات الاتصالات. وتُصمم مواسير PVC؛ لتغليفها بالخرسانة، بحد أدنى الرابطة الوطنية لمصنعي الأجهزة الكهربائية (TC-٦).

يجب أن يكون القطر الخارجي للقنوات ٥٠ مم و١١٠ مم. وأن يكون القطر الخارجي متوسط التفاوت، والقطر الداخلي الأدنى؛ وفقًا لـ (NEMA TC 6).

يجب ألا تقل سماكة جدار القنوات عن ١,٥ مم لكل ٥٠ مم و٢ مم لكل ١١٠ مم.

يجب ألا تتجاوز سماكة الجدار سمك قناة (PVC) الجدول ٤٠ (EPC-٤٠). وألا يقل تشغيل الأنابيب عن ٠,٨٠ متر تحت درجة الإنهاء.

يجب أن تكون تركيبات ربط القنوات من المادة نفسها التي صُنعت القنوات منها.

يجب أن يفي التركيب بمواصفة (NEMA TC 6).

تصنع الثنيات من نفس مادة قنوات بولي فينيل الكلوريد (PVC).

تكون الانحناءات القياسية متوفرة بزاوية ٤٥ درجة و٩٠ درجة ومزودة بمقبس في أحد الأطراف.

تستخدم مواسير الصلب المجلفن بالغمس الساخن (RGS) حيث تعبر الأنابيب الأودية العميقة، أو المناطق التي تكون فيها ظروف الأرض غير مستقرة. يجب استخدام تركيبات مهايئ (RGS-PVC) حيث تحدث تغيرات في مادة مجرى الهواء.

للاتصالات، يرجى الرجوع أيضًا إلى المبادئ التوجيهية لهيئة الاتصالات والفضاء والتقنية.

٣-٤-٢ أعمال التشييد والتركيب:

ينبغي أن تكون مجموعات القنوات مغطاة بالخرسانة مع حديد التسليح، أو طبقًا لمعيار الشركة السعودية للكهرباء للكابلات ذات الجهد المتوسط، والجهد المنخفض؛ بناءً على نقطة الواجهة.

يلزم أن تكون مجموعة القنوات موجهة تحت المناطق المرصوفة غير المعرضة للمرور مغلفة بالخرسانة، بدون تقوية فولاذية.

يجب توفير أجراس نهاية، أو جلبة واقية في نهاية قنوات الأسلاك الكهربائية في مجموعة القنوات؛ لحماية الكابلات من الأضرار الفعلية. مع إغلاق أجراس النهاية هذه باستخدام مادة مانعة للتسرب، مناسبة لمنع دخول المواد الغريبة إلى قنوات الأسلاك الكهربائية. يُضمّن مزيد من الارشادات بكود الطرق السعودي ٤٠٣ (إنشاء مرافق الطرق).

وفي حالة تشغيل الكابلات في قنوات، أو أنابيب، تُطبق الإجراءات التالية:

يجب دائمًا تشغيل أسلاك، وكابلات التيار المستمر، والاتصالات في قنوات منفصلة من أسلاك، وكابلات التيار المتردد؛ لمنع تحريض التيار المتردد في دوائر التيار المستمر.

وعند تركيب الكابلات في مجارٍ متعددة، يجب أن يكون التصميم مثل تسهيل تركيب الكابلات بمستوى جهد مختلف على الجدران المقابلة لغرف التفتيش. عندما يكون من الضروري تركيب كابلات ذات مستويات جهد مختلفة على نفس جدار غرفة التفتيش، يجب أن تكون كابلات الجهد المنخفض في الأعلى.

٣-٥ تركيبات مدفونة مباشرة:

٣-٥-١ التطبيق:

يجب دفن الكابلات الكهربائية المركبة خارج المباني مباشرة إلى أقصى حد ممكن. ويفضل توجيه الكابل في مناطق غير ممهدة.

٣-٥-٢ المسارات والخلوص:

يجب أن تكون المسارات المحددة لتركيب الكابلات تحت الأرض؛ بحيث يتجنب جميع العوائق الموجودة أعلاه، وتحت الأرض لسهولة الوصول إلى الكابلات؛ من أجل أعمال الصيانة المستقبلية.

تُركّب الكابلات المتعلقة بالطاقة الكهربائية؛ للحفاظ على الحد الأدنى من الخلوص ٥٠٠ مم رأسيًا، و١٠٠٠ مم أفقيًا من المنافع الأخرى تحت الأرض، مثل: خطوط الصرف الصحي، وخطوط الغاز، أو الهاتف.

فيما يتعلق بكابلات الاتصالات، يوجد مرجع ذي صلة في المبادئ التوجيهية لهيئة الاتصالات والفضاء والتقنية.

٣-٥-٣ علامات الكابلات:

يُميز مسار الكابلات بعلامات كبلية مصنوعة من بلاطات خرسانية بسمك ٤٠٠ × ٣٠٠ مم و١٠٠ مم، أو وفقًا لمعيار الشركة السعودية للكهرباء الذي يمتد بحوالي ٢٥ مم فوق السطح النهائي. مع وضع علامات الكابل هذه على مسافة ٦٠ مترًا تقريبًا على طول مسار الكابل، ووجود علامات إضافية عند كل تغيير في اتجاه مسار الكابل، وعند كل ربط.

ينبغي تركيب علامات الكابلات فوق الكابل مباشرة. ويضع المقاول الكلمة المناسبة التي تشير إلى نوع الكابل، وأسهم الاتجاه على كل لوح تعليم للكابل.

٣-٥-٤ تباعد الكابلات:

يجب أن يكون للكابلات ٦٠٠ فولت وأقل مسافة من المركز الأفقي إلى المركز ١٥٠ مم بالإضافة إلى قطر أكبر كابل مجاور لكل مساحة. عندما يكون التباعد ١٥٠ مم غير اقتصادي أو ممكن، يجب ألا تقل المسافة الدنيا من المركز إلى المركز بين الكابلات الحاملة المجاورة عن ٧٥ مم؛ بالإضافة إلى قطر الكابل الأكبر. وقد تحتوي كابلات التحكم، والكابلات الأخرى المخصصة لحمل القليل من الأحمال المستمرة أو التي لا تحمل أي حمل مستمر على مسافة أقل من ٧٥ مم في المناطق المزدحمة، إذا كان التباعد الأكبر غير مبرر من الناحية الاقتصادية.

يجب أن تكون الكابلات التي تُشغّل فوق ٦٠٠ فولت متباعدة ٣٠٠ مم من المركز إلى المركز، بالإضافة إلى قطر أكبر كابل. وعندما لا يكون التباعد ٣٠٠ مم اقتصاديًا، أو ممكنًا، يجب ألا تقل المسافة الدنيا من المركز إلى المركز بين الكابلات الحاملة المجاورة عن ١٥٠ مم بالإضافة إلى قطر الكابل الأكبر.

قُدّم الحد الأدنى لمتطلبات الغطاء للتركيب تحت الأرض للكابلات، والقنوات في الجدول (٣-٢) هذه أكثر تقييدًا من توصيات اللجنة الانتخابية المستقلة.

الجدول (٣–١) متطلبات حفر الخنادق الجدول للكابلات الكهربائية (RCJY, 2020).

متطلبات حفر الخنادق للكابلات الكهربائية			
الجهد الكهربي	نوع الإنشاءات	**عمق الدفن الأدنى (مم)**	
		IEC	مُستَحسَن
٠-١ كيلو فولت	كابلات مدفونة مباشرة	١,٠٠٠	١,٢٠٠
	مدفون مباشرة بغطاء ميكانيكي	٦٠٠	٧٥٠
	مجرى فولاذي، أو غير معدني معتمد للدفن المباشر	٤٥٠	٦٠٠
أكثر من ١ كيلو فولت إلى ٢٢ كيلو فولت	كابلات مدفونة مباشرة	٧٥٠	١,٠٠٠
	مدفون مباشرة بغطاء ميكانيكي	٤٥٠	٦٠٠
	مجرى فولاذي، أو غير معدني معتمد للدفن المباشر	٤٥٠	٦٠٠
أكثر من ٢٢ كيلو فولت إلى ٦٦ كيلو فولت	كابلات مدفونة مباشرة	١,٠٠٠	١,٢٠٠
	مدفون مباشرة بغطاء ميكانيكي	٧٥٠	١,٠٠٠
	مجرى فولاذي، أو غير معدني معتمد للدفن المباشر	٧٥٠	١,٠٠٠

٣-٦ منافع الكهرباء:

٣-٦-١ التوزيع الكهربائي:

٣-٦-١-١ التوزيع الكهربائي الأولي:

يجب أن يشمل توزيع الطاقة الأولية جميع مكونات الجهد المتوسط. يُحدد جهد التوزيع؛ لتزويد منطقة المجتمع بالطاقة من قبل المحطات الفرعية للشركة السعودية للكهرباء (SEC-EOA) في المملكة العربية السعودية.

مصادر الطاقة للصناعات الأولية:

الصناعات الأولية ليست ضمن نطاق هذا الباب. وينطبق هذا الباب فقط على الصناعات الثانوية، والصناعات الداعمة وأحمال البنية التحتية في المنطقة الصناعية، مثل: محطات الصرف الصحي، ومناولة المواد، ومرافق الصيانة، وإنارة الشوارع، وما إلى ذلك.

الصناعات الثانوية، والصناعات الداعمة، ومصادر طاقة البنية التحتية:

تُوفر الطاقة للصناعات الثانوية، والصناعات الداعمة، وأحمال البنية التحتية عند ١١٥ كيلو فولت، أو ٣٤,٥ كيلو فولت أو ٣٣ كيلو فولت من المحطات الفرعية في المملكة العربية السعودية ذات الموقع الاستراتيجي، التي تُغذّى من محطة الفرعية للشركة السعودية للكهرباء.

تُوفّر الأحمال الرئيسة من مغذيات حلقية ممتدة من محطات التحويل، أو المحطات الفرعية. وهذه المغذيات متصلة بزوج من الحافلات في كل محطة تحويل. ولدى المستخدم الذي يتلقى هذه المغذيات خيار استخدام النقل اليدوي، أو التلقائي للحمل.

ينبغي توفير أحمال المنافع العامة، مثل: إنارة الشوارع، وإشارات المرور، ومحطات الرفع، وخدمة الطاقة من مغذيات الحلقة، أو المحطة الفرعية.

تتكون هذه الخدمة من مغذيتين ٣٤,٥ كيلو فولت، أو ٣٣ كيلو فولت، أو ١٣,٨ كيلو فولت ٣ مراحل، ٤ أسلاك، ٦٠ هرتز.

يجب أن تكون الواجهات الكهربائية في أحمال البنية التحتية المختلفة عند قياس كيلوواط للساعة (kWHR).

يصنف تصنيف الخدمة والقياس، والواجهة خدمات الطاقة والقياس، والواجهة للمستهلكين؛ وفقًا لأنواع المستهلكين، ومتطلبات التوريد الخاصة بهم.

يُحدد تصنيف خدمات الطاقة، وتكوين القياس المرتبط بها بواسطة مواصفات الشركة السعودية للكهرباء.

يجب أن يكون قياس الإيرادات للتركيبات ذات الفولتية حتى ٣٤,٥ كيلو فولت؛ وفقًا لمعيار القياس والتركيب الشركة السعودية للكهرباء SDS-٥ (MIS)

ينبغي تصميم جميع الخدمات الكهربائية؛ وفقًا لهذه المواصفات، وغيرها من مواصفات الشركة السعودية للكهرباء المعمول بها.

يجب تنسيق قياس الإيرادات للتركيبات عند جهد النقل (٦٩ كيلوفولت وما فوق) مع قسم النقل الشركة السعودية للكهرباء.

قياس الخدمات بجهد يصل إلى ٣٤,٥ كيلوفولت، يُصنف في واحد من ثلاث تعيينات تشمل:

١- قياس التيار بالكامل - ١٥٠ أ وما دون.
٢- قياس الجهد المنخفض CT - فوق ١٥٠ أمبير.
٣- الجهد المتوسط - قياس الحجم.

ينبغي توفير عدادات الألياف البصرية للمراجعة الرقمية كيلوواط للساعة (kWHR) وفقًا لمتطلبات الشركة السعودية للكهرباء.

كما يلزم أن تنطبق تصنيفات الخدمة هذه على جميع الخدمات الجديدة. علمًا بأن بعض الخدمات الحالية وتركيبات القياس لا تتوافق مع هذه المواصفات. فيجب السماح باستمرار هذه التركيبات القائمة، ولكن يجب أن تكون جميع التركيبات الجديدة مطلوبة للوفاء بهذه المواصفات.

يجب على فريق استشارات التصميم / أو المقاول الهندسي أو المشتريات أو الإنشاء، الحصول على الموافقة، وختم الرسومات من الشركة السعودية للكهرباء قبل تقديم رسومات IFC.

الترتيبات، بخلاف تلك الموضحة في هذا القسم وفي SEC SDS-٥، يجب أن يوافق عليها المورد مقدمًا.

٣-٦-١-٢ المرافق الكهرباء الثانوية:

يُحدد المرفق الكهربائي الثانوي على أنه التوزيع الكهربائي في اتجاه المقصد لنظام توزيع الجهد العالي. لأغراض دليل الهندسة الإرشادية، وتغطي المرافق الكهرباء الثانوية الأنظمة بجهد ٣٤,٥ كيلوفولت، وأقل.

٣-٦-١-٢-١-١ أحمال البنية التحتية:

١- يجب توفير أحمال عامة أصغر، مثل: إنارة الشوارع، وإشارات المرور، وهواتف الطوارئ، ومحطات الحافلات ومحطات ضخ المرافق، والبنية التحتية للاتصالات منخفضة الطاقة (الخلايا الصغيرة)، ومحطات الخدمة من أي مغذ حلقي.
٢- تتكون هذه الخدمة من مغذيين ١٣,٨ كيلوفولت، ٣ مراحل، ٣ أسلاك، تمتد من كل محطة تبديل، وتحديد مساره في قنوات أو أنابيب مباشرة، في جميع أنحاء المجتمع، والمناطق الصناعية.
٣- يجب أن تقوم محولات إنارة الشوارع بتزويد لوحات توزيع الإنارة؛ إما بشكل مباشر، أو عن طريق أعمدة توزيع الجهد المنخفض، أو لوحة التوزيع الرئيسة؛ وفقًا للشركة السعودية للكهرباء.
٤- تتكون أعمدة إنارة الشوارع من لوحات توزيع الإنارة، مع حافلات بمفاتيح تبديل، أو بدون تبديل.

٣-٦-٢ خطوط الكهرباء:

٣-٦-٢-١ الخطوط العلوية:

يجب تحديد التخليص الرأسي للخطوط الكهربائية العلوية التي تعبر الطرق من خلال قانون السلامة الكهربائية الوطني، (ANSI C2)، معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات.

أ- مناطق المحولات: عندما يكون ذلك عمليًا، يجب وضع الأعمدة الكهربائية خارج نطاق التحكم في الوصول. وعندما لا يكون كذلك ، يمكن استيعاب الأعمدة الكهربائية داخل التحكم في الوصول فقط عند استيفاء جميع الشروط التالية:
١) ستُوفر منطقة واضحة فيما يتعلق بممرات الطرق، ومنحدراها، على النحو الذي تحدده الجهة المختصة.
٢) لا تتأثر مسافة رؤية التصميم.
٣) يجب أن يقتصر الوصول لخدمة المنافع على طول طريق خاضع للرقابة أو عبره على الوصول عبر:
أ- الطرق على طول الواجهة أينما توفرت.
ب- الطرق، والشوارع العامة القريبة، أو المجاورة، أو المتقاطعة.
ج- طرق الصيانة على طول خطوط حرم الطريق، أو بالقرب منه، المتصلة فقط بطريق متقاطع، أو ممتلكات مجاورة.
د- التفرعات التي شُيدت على طرق الوصول المحدودة؛ للوصول إلى المرافق من خلال إجراءات تصريح الجهة المختصة.

ب- خارج مناطق التبادل: يجب ضبط الخطوط الكهربائية التي تعبر أحد الطرق عند النقاط التي أُزيلت من هياكل فصل الصفوف، أو تلك التي تتقاطع بالقرب من فاصل درجات، ولكن ليس ضمن حرم الطريق لمفترق طرق أو شارع، بحيث تكون الهياكل الداعمة تقع خارج نطاق تحكم خط الوصول.

يجب أن تكون المرافق فوق الأرض خارج المنطقة الخالية. وعندما تستدعي الظروف مسافة أقل، يمكن تركيب المرافق خلف حاجز الحماية، أو أي حواجز واقية أخرى، أو يمكن إجراء ترتيبات تصميمية أخرى. ويوصى بتحديد موقع جميع المرافق في أقرب مكان ممكن من خط حرم الطريق.

يجب أن يفي الحد الأدنى من التخليص الرأسي للموصلات بمتطلبات قانون السلامة الكهربائية الوطنية، أو القوانين المحلية المعمول بها، مثل: الشركة السعودية للكهرباء - مواصفات هندسة النقل (TES-P-١٢٢-٠٩) - متطلبات التخليص، وحرم الطريق. عندما تتعارض الرموز، استخدم الكود الذي يتطلب مزيدًا من الخلوص.

٣-٦-٢-٢ تحت الارض:

يوصى بأن تكون عمليات الإنشاء خارج حدود الإنشاء، وأن تكون بالقرب من خط حرم الطريق بقدر ما هو عملي، مع الحفاظ على مسافة موحدة من خط الوسط للطريق.

التركيبات الطولية الواقعة ضمن حدود المنحدر الأمامي مقبولة إذا كان التثبيت خارج خط الخندق صعبًا، أو مكلفًا؛ أو إذا كان الطريق يعبر منطقة ذات مناظر خلابة حيث سيكون للتركيب الجوي أثر جمالي سلبي.

يحدد موقع التركيبات الموضوعة داخل المنحدر الأمامي مسافة منتظمة من حافة الرصف، وقريبًا -قدر الإمكان- من الحافة الداخلية للخندق. حدد موقع جميع المعابر كالمعتاد لمحاذاة الطريق بقدر ما هو عملي. تجنب المعابر في الشقوق العميقة، بالقرب من قواعد الهياكل، أو التقاطعات على مستوى أو المحطات المنحدرة، وفي المصارف المتقاطعة، وفي التضاريس الصخرية الرطبة.

٣-٦-٢-٢-١ الطولية:

لن يُسمح بتركيب خطوط كهربائية طولية جديدة ضمن نطاق التحكم في خطوط الوصول في أي مكان بخلاف ممرات المنافع التي أنشأتها الجهة المختصة إلا في حالات خاصة. ولا يجوز السماح بتركيب خطوط كهربائية طولية إلا في ظل ظروف خاضعة للرقابة الصارمة. في كل حالة من هذه الحالات الخاصة، يجب على مالك المرافق إثبات ما يلي:

١- لن يؤثر التركيب سلبًا على سلامة الطريق، أو تصميمه، أو إنشائه، أو تشغيله، أو صيانته، أو استقراره.
٢- لن يتدخل مكان التركيب، أو يضعف الاستخدام الحالي، أو التوسيع المستقبلي المخطط له للطريق.
٣- أي مكان بديل يتعارض مع المصلحة العامة. قد يتطلب هذا التحديد تقييم الآثار البيئية، والجمالية، والاقتصادية المباشرة وغير المباشرة للمواقع قيد الدراسة.
٤- باستثناء حالات الحقوق السابقة، لن تتحمل الجهة المختصة أي نفقات إضافية غير مستردة، أو تكاليف صيانة مرتبطة بتركيب المنافع.
٥- لن تكون الجهات مسؤولة عن أي مطالبات، أو طلبات، أو تكاليف، أو نفقات، بما في ذلك جميع النفقات القانونية، عن الخسائر، أو الأضرار، أو الإصابات، التي تلحق بأي شخص أو ممتلكات، بما في ذلك الأشخاص، أو ممتلكات الأطراف الخارجية، بسبب استخدام الأداة لحق الجهة المختصة - من الطريق، ما لم تكن ناجمة عن أفعال، أو إهمال متعمد، أو إهمال من الجهة المختصة، أو مسؤوليها، أو وكلائها.
٦- لن يسمح بالخطوط الكهربائية طوليا تحت المسارات المرصوفة.
٧- لن تُنشأ / أو صيانة مكان التركيب عن طريق الوصول المباشر، من أي مسار مرور، أو منحدر متصل داخل الوصول الخاضع للرقابة.
٨- لن يُسمح بتوصيلات الخدمة الفردية، أو غرف التفتيش، أو المفاتيح، أو المحولات، أو العناصر الأخرى، التي تتطلب الوصول داخل نطاق التحكم في الوصول؛ باستثناء ممرات المنافع القائمة، أو لخدمة مرافق الجهة المختصة.
٩- لا يتطلب التركيب تحت الأرض إزالة دائمة واسعة النطاق، أو تغيير الأشجار، أو المسطحات الخضراء، أو غيرها من السمات الطبيعية.

يُسمح بتركيب الخطوط الكهربائية طوليًا ضمن حرم الطريق خارج نطاق سيطرة خطوط الوصول للطرق التابعة للدولة بشرط استيفاء الشروط التالية:

١- لن يؤثر مكان التركيب سلبًا على سلامة الطريق، أو تصميمه، أو إنشائه، أو تشغيله، أو صيانته، أو استقراره.
٢- لن يتدخل مكان التركيب، أو يضعف الاستخدام الحالي، أو التوسيع المستقبلي المخطط له للطريق.
٣- أي مكان بديل يتعارض مع المصلحة العامة. قد يتطلب هذا التحديد تقييم الآثار البيئية والجمالية، والاقتصادية المباشرة وغير المباشرة، للمواقع قيد الدراسة.
٤- باستثناء حالات الحقوق السابقة، لن تتحمل الجهة المُختصة أي نفقات إضافية غير مستردة، أو تكاليف صيانة مرتبطة بتركيب المرافق.

٥- لن تكون الجهات المختصة مسؤولة عن أي مطالبات، أو طلبات، أو تكاليف، أو نفقات، بما في ذلك جميع النفقات القانونية، عن الخسائر، أو الأضرار، أو الإصابات، التي تلحق بأي شخص، أو ممتلكات، بما في ذلك الأشخاص، أو ممتلكات الأطراف الخارجية، بسبب استخدام الأداة لحق الجهة المُختصة - من الطريق، ما لم تكن ناجمة عن أفعال، أو إهمال متعمد، أو إهمال من الجهة المُختصة، أو مسؤوليها، أو وكلائها.

٦- لن يُسمح بالشبكات العلوية، أو المراسي، أو الأعمدة داخل المنطقة الخالية لمسار المرور كما هو موضح في كود الطرق السعودي ٣٠٣ (التصميم الهندسي للطرق)

سيكون الموقع المفضل للمرافق الطولية داخل حرم الطريق بين مرفق الصرف الصحي للقناة المفتوحة للطريق وسياج حرم الطريق، أو بالقرب من خط حرم الطريق، بقدر ما هو عملي.

يجوز السماح للبوابات الحالية بالبقاء، إلا في المناطق التي تمتلك فيها شركة المرافق وسائل أخرى؛ للوصول إلى منشآتها من خلال أحد طرق الوصول، أو طرق الواجهة من التقاطع. ويجب إغلاق البوابات الموجودة في كل الأوقات. وأي حقوق وصول غير قابلة للتحويل، أو التنازل، عن طريق المرفق. ستكون إساءة استخدام هذا الامتياز مجرد سبب؛ لإزالة البوابات القائمة.

لن يُسمح ببوابات الوصول الجديدة على الطرق القائمة الخاضعة للرقابة، إلا في حالة عدم وجود وسائل أخرى؛ للوصول إلى المرافق من خارج التحكم في الوصول.

٣-٦-٢-٢-٢ المعابر:

قد يُسمح لخطوط النقل، والتوزيع الكهربائية بالعبور فوق، أو تحت جميع الطرق، التي يُتحكم فيها، حيث يمكن خدمة المنافع دون الوصول من داخل التحكم في الوصول. كما يجب أن تعبر الخطوط الكهربائية الطريق بشكل عام عموديًا على محاذاة الطريق حيثما كان ذلك عمليًا.

عندما يتبع خط كهربائي مفترق طرق، أو شارع منفّذ فوق طريق ، أو تحته؛ بحيث يُتحكم في الوصول إليه، ويجب توفير الخط الكهربائي لعبور الطريق في موقع مفترق الطرق، أو الشارع بطريقة يمكن من خلالها صيانة الخط الكهربائي دون اللجوء إلى المنطقة الداخلية؛ للتحكم في الوصول. بشكل عام، يجب وضع الخطوط الكهربائية داخل مفترق الطرق، أو على حرم طريق الشارع. حيث يمكن أن تتأثر الميزة الواضحة، ووفورات التكلفة الملموسة عن طريق تحديد موقع الخطوط الكهربائية خارج مفترق الطرق، أو حرم الطريق، فقد تكون موجودة في مكانها ما يوفر متطلبات السلامة، والتحكم في الوصول.

٣-٦-٣ تركيب تجهيزات وتمديدات الطرق:

يوصى بأن تكون عمليات التركيب خارج حدود الإنشاء، وأن تكون بالقرب من خط حرم الطريق؛ بقدر ما هو عملي مع الحفاظ على مسافة موحدة من خط الوسط للطريق.

تعدُّ التركيبات الطولية الواقعة ضمن حدود المنحدر الأمامي مقبولة؛ إذا كان التثبيت خارج خط الخندق صعبًا، أو مكلفًا؛ أو إذا كان الطريق يعبر منطقة ذات مناظر خلابة؛ حيث سيكون للتركيب الجوي أثر جمالي سلبي.

يحدد موقع التركيبات الموضوعة داخل المنحدر الأمامي مسافة منتظمة من حافة الرصف، وقريبًا -قدر الإمكان- من الحافة الداخلية للخندق. حدد موقع جميع المعابر كالمعتاد؛ لمحاذاة الطريق، بقدر ما هو عملي. تجنب المعابر في الشقوق العميقة، بالقرب من قواعد الهياكل، أو التقاطعات على مستوى أو المحطات المنحدرة، وفي المصارف المتقاطعة، وفي التضاريس الصخرية الرطبة.

٣-٦-٤ تركيب تجهيزات وتمديدات التقاطعات/المحوّلات:

يجب أن تُراعي، وتتضمن تخطيطات أداة التقاطع المقترحة ما يلي:

- يمكن تحويل أعمال الصيانة المضغوطة، والكابلات الكهربائية حول منطقة التبادل.
- يجب أن تكون أعمال الصيانة التي تعتمد على الجاذبية، مثل: المياه العادمة، ومياه الأمطار، على محاذاة مستقيمة بين غرف التفتيش.
- إذا كان التقاطع عند مستوى الأرض، فيمكن أن تمر خطوط أنابيب الجاذبية على حرم الطريق مباشرة عبر التقاطع.
- إذا كان هناك ممر سفلي عند التقاطع، فقد لا يكون من الممكن وضع ممرات المنافع، أو خطوط أنابيب الجاذبية عبر التقاطع؛ وقد يتعين توفير ممر منفعة مبعثر. يظهر الشكل (٣-١) ممر مرافق خدمات مشترك نموذجي عند أحد تقاطعات الطرق.
- يجب على مصمم المنافع أن يسعى للحصول على شهادات عدم ممانعة للتصميم من مزود الخدمة ذي الصلة؛ لإجراء تعديلات على الخدمات القائمة.
- يجب إجراء تقييم الأثر.

٣-٦-٥ تركيب تجهيزات وتمديدات الجسور:

قد يستمر نقل أي أنبوب، أو مجرى كهربائي يُحمل على جسر حالي، أو عبره في وقت تحسين الطريق؛ بشرط استيفاء الشروط التالية:

١- لن يؤثر مكان الإقامة سلبًا على سلامة الطريق، أو تصميمه، أو إنشائه، أو تشغيله، أو صيانته، أو استقراره.
٢- لن يتداخل مكان الإقامة مع التوسيع المستقبلي المخطط له للطريق، أو يضعفه.
٣- أي مكان بديل يتعارض مع المصلحة العامة. قد يتطلب هذا التحديد تقييم الآثار البيئية، والجمالية، والاقتصادية المباشرة وغير المباشرة للمواقع قيد الدراسة.
٤- باستثناء حالات الحقوق السابقة، لن تتحمل الجهة المُختصة أي نفقات إضافية غير مستردة، أو تكاليف صيانة مرتبطة بتركيب المرافق.
٥- لن تكون الولاية مسؤولة عن أي مطالبات، أو طلبات، أو تكاليف، أو نفقات، بما في ذلك جميع النفقات القانونية، عن الخسائر، أو الأضرار، أو الإصابات، التي تلحق بأي شخص، أو ممتلكات، بما في ذلك الأشخاص، أو ممتلكات الأطراف الخارجية، بسبب استخدام الأداة لحق الجهة المُختصة - من الطريق، ما لم تكن ناجمة عن أفعال، أو إهمال متعمد، أو إهمال من الجهة المُختصة، أو مسؤوليها، أو وكلائها.

٦- سيُسمح بالمرافق الجديدة في الأنابيب، أو القنوات القائمة؛ ولكن لن يُسمح بتركيب أنبوب، أو قناة لمرفق جديد على جسر قائم، أو بداخله، أو من خلاله بعد وقت تحسين هيكل جسر على الطريق.

ستُراعى تقاطعات الخطوط الكهربائية في الأنابيب، أو القنوات من خلال الجسور الجديدة، بشرط أن تدفع شركة المنافع جميع تكاليف التصميم، والإنشاء، والصيانة الإضافية. ولن يُسمح بربط هذه المنافع بأي جزء من الجزء الخارجي للجسر.

ستقتصر الخطوط الكهربائية على القنوات، أو الأنابيب، التي لا تؤثر سلبًا على السلامة الهيكلية للجسر.

٣-٦-٦ تركيب تجهيزات وتمديدات الأنفاق / الممرات السفلية:

أنفاق المنافع هي: صناديق خرسانية تُستخدم على نطاق واسع في المدن الكبرى؛ لإيواء مختلف الكابلات، والأنابيب الواقعة تحت الأرض، مثل: أنابيب المياه المبردة، وأنابيب الهواء المضغوط، وأنظمة الهاتف، والبيانات، والكابلات الكهربائية، والأنظمة الأخرى -حسب الضرورة-. ونظرًا لوضعيتها الدائمة أسفل مستوى سطح الأرض، فإنها معرضة للرطوبة، وتجب حمايتها بشكل صحيح من التآكل باستخدام غشاء من الطلاء / المانع من تسرب المياه.

قد يؤدي نقص الحماية إلى حدوث فشل محتمل، وانهيار النفق.

قد تكون هذه الأنفاق مستطيلة، أو دائرية الشكل، ويمكن إنشاؤها باستخدام تقنيات مختلفة بما في ذلك القطع، والغطاء، أو الحفر باستخدام آلة حفر الأنفاق.

نظرًا لارتفاع تكلفة إنشاء أنفاق المنافع، يقتصر تطبيقها على الحالات التي لا توجد فيها خيارات أخرى ممكنة، أو حيث يكون هناك تعاون مكثف بين العديد من هيئات الخدمة / أو مزودي المرافق المختلفة؛ مما يؤدي إلى فائدة كبيرة في الحجم. وبسبب الندرة المتزايدة للمساحة المتاحة، وما يرتبط بها من ارتفاع تكلفة الأرض، أُجبر مقدمو المرافق، والسلطات على مراعاة تحصيل الفائدة الاستخدام المشترك، أو التشاركي لحرم الطريق؛ لتقليل استهلاك مساحة المرافق، وتحسين إمكانية الوصول؛ لصيانة المرافق عبر المدينة.

تشمل الأنواع الثلاثة الرئيسة لأنفاق المنافع ما يلي:

١- أنفاق المنافع الجافة التي تستوعب المنافع، مثل: كابلات الكهرباء، والاتصالات.
٢- تستوعب أنفاق المنافع الرطبة المنافع، مثل: أنابيب المياه، وأنابيب الري، وأنابيب الصرف الصحي المضغوطة.
٣- تستوعب أنفاق المنافع المشتركة كلًا من المنافع الجافة، والمبللة.

توفر أنفاق المنافع وسيلة لتحقيق الاستخدام المشترك، وبالتالي توفر حلًا لمشكلة حرم الطريق المزدحم. يقدم الشكل (٣-١) توضيحًا تخطيطيًا لمفهوم نفق المرافق.



الشكل (٣–١) رسم توضيحي تخطيطي لمفهوم نفق المنافع (ROW Utilities Distribution Manual Abu Dhabi).

تشمل مزايا أنفاق المنافع ما يلي:

١- التخلص من أعمال الحفر في الطرق، والأضرار المحتملة للمرافق الأخرى.
٢- القضاء على التداخل مع المرور.
٣- تقليل الإزعاج في الشارع.
٤- سهولة الوصول إلى المنافع داخل النفق، وبالتالي سهولة تشغيل المرافق، وصيانتها.
٥- تقليص المساحة المخصصة للمنافع ضمن حرم الطريق، أي توفير الأرض.
٦- سهولة الوصول إلى المنافع داخل النفق.
٧- المرونة من حيث توسيع الشبكة، وتسمح بالترقيات المستقبلية بتكلفة مخفضة.
٨- يمكن أن تستوعب العديد من المنافع بتكلفة أقل من تركيب الخندق التقليدي للمرافق نفسها.

تشمل العيوب الرئيسة ما يلي:

١- زيادة التكلفة، وتخصيص المساحة الحالية.
٢- التنسيق، والتوافق لأنشطة الصيانة.
٣- يحتاج إلى تنسيق مفصل بين مزودي المنافع لإنجازه بنجاح.
٤- يتطلب سلطة مرافق واحدة؛ للقيام بدور قيادي في التصميم، والإنشاء.
٥- يتطلب الموافقة على مواصفات التصميم، والتكلفة المشتركة.

عبّارة المنافع: هي صندوق يشبه الهيكل الخرساني موضوعة تحت الطرق، والممرات المائية. تُنشأ هذه القنوات قبل إنشاء الطريق، وتوفر وصولًا أفضل لتركيب المنافع، وصيانتها. وتعد تكلفة إنشاء هذه القنوات أعلى مقارنة بالخيارات الأخرى، ولكنها توفر لـ (SAUP) المرونة في مراقبة مرافقها، وترقيتها، وصيانتها مع الحد الأدنى من الانقطاع للمرور المتدفقة.

تجب مراعاة التفاصيل التالية في أثناء تصميم العبّارات:

١- طُورت منافع العبّارات؛ لتسهيل ترتيب أنواع مختلفة من المنافع داخل المساحة المفتوحة المتاحة. يحل هذا الترتيب مشكلة الازدحام المفرط للمنافع على السطح، كما يسمح بوجود نقطة عبور واحدة مشتركة.

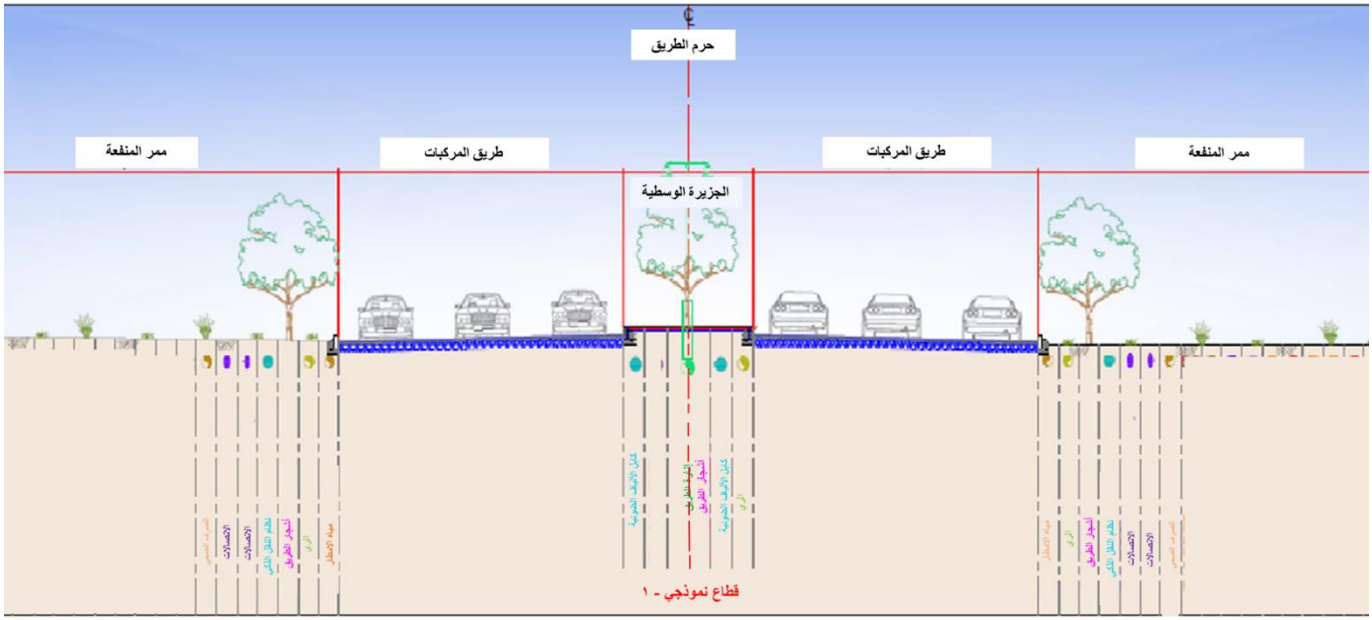
٢- الطريقة الموصى بها هي تقسيم القناة إلى غرف مختلفة، وترتيب المنافع بطريقة يوضع فيها أنابيب نقل ذات قطر كبير على قواعد خرسانية؛ بينما تدعم الأقواس المتصلة بالجدران الجانبية الأنابيب الأصغر.

يُعرض ترتيب المنافع داخل مجرى مائي نموذجي في الشكل (٣-٢) أدناه.



الشكل (٣–٢) ترتيب العبّارات النموذجية للمرافق (ROW Utilities Distribution Manual Abu Dhabi).

يعتمد ترتيب فصل المنافع على احتمالية فشل أي مرفق، واحتمالية تأثيره على المنافع المجاورة. وأحد الأمثلة الشائعة هو فشل أي مرفق؛ بسبب تسرب المياه نتيجة عملية الصيانة في منطقة رطبة. لذلك، يوصى بفصل كابلات الطاقة عن كابلات المياه. مثال آخر نموذجي هو: اندلاع الحريق من كابلات الطاقة، والذي يوصى بفصل كابلات الطاقة عن كابلات الاتصالات. يمكن ملاحظة حرم الطريق النموذجي، مع وضع أنفاق المنافع في القطاعات العرضية النموذجية المقترحة الواردة في الشكل (٣-٣).



الشكل (٣–٣) الترتيب النموذجي للمنافع (ROW Utilities Distribution Manual Abu Dhabi).

٣-٧ الاتصالات:

يوصى بتركيب جميع كابلات الاتصالات في نفس الوقت. وتكمن أهمية ذلك مع التكوين الجديد للقنوات والغرف، التي هي أقرب بكثير من بعضها. من خلال تركيب كابلات الاتصالات في وقت واحد، فإنه يقلل من مخاطر الأضرار المحتملة للبنية التحتية.

من الضروري اتباع بعض الإجراءات الآمنة لتركيب نظام الأسلاك في جميع أنحاء المشروع؛ للحفاظ على توحيد جميع مشاريع المملكة العربية السعودية. وهذا يساعد في إعداد إجراءات تشغيل، وصيانة موحدة لموظفي الجهة المُختصة المشتركين في الصيانة، وأعمال الإنشاءات.

ينطبق هذا الجزء على مرافق الاتصالات، والبنية التحتية بما في ذلك على سبيل المثال لا الحصر:

١- مجموعة القنوات المخصصة لكابلات الاتصالات المدفونة تحت الأرض.
٢- الصناديق المشتركة (غرف التفتيش، والمراقبة).
٣- أعمدة/أبراج الاتصالات الخارجية فوق الأرض.

يجب تضمين منافع الاتصالات الحالية، والمقترحة في مخططات المواقع المدنية.

٣-٧-١ الكابلات:

كجزء من كل أمر عمل، أو مشروع اتصالات، يجب إعداد رسومات تخطيطية تفصيلية لكل امتداد ألياف بصرية، أو مسار كابل ، مع توضيح المعلومات التالية:

١- مصنع الكابلات.
٢- رقم البائع.
٣- حجم الكابل (عدد الألياف).
٤- نوع الكابل (مملوء، أو قلب هوائي).
٥- تركيب الكابلات (عازلة، أو غير عازلة).
٦- نوع الألياف (متعدد الأوضاع، أو أحادي الوضع).
٧- تحول التشتت، أو تحول عدم التشتت.
٨- خصائص الإرسال (خسارة ديسيبل / كم عند طول موجة معين، ولعرض نطاق متعدد الوسائط / كم).
٩- مواصفات التشتت في القوة الحصانية / (نانومتر/كم).
١٠- تغليف الألياف (الألياف الفردية/العازلة السائبة/ المخزن المؤقت المتعدد الألياف/السائب؛ المخزن المؤقت المحكم، القناة/الأخدود، أو نوع الشريط، وكود اللون).
١١- أطوال الكابلات من وصلة إلى وصلة.
١٢- مكان علامات، وإشارات العلامة.
١٣- مكان مواضع الوصلات في غرف التفتيش.
١٤- الأماكن المخصصة للقنوات الرئيسة، والفرعية.
١٥- نقاط إنهاء الكابلات الخارجية / الداخلية.
١٦- تخصيص إطار توزيع الألياف البصرية.

بالنسبة للوصلة الفردية، يجب أن يكون الكابل من نفس النوع؛ لضمان نفس خصائص الأداء. هذا لضمان التوافق من حيث المعلمات الهندسية للألياف، والتوهين، والتشتت.

كابلات الألياف البصرية الخارجية:

يجب أن تشمل متطلبات التصميم الأساسية:

١- يجب أن يكون الحد الأقصى لتوهين كل ليف داخل كابل، عند تطبيعه بطول كيلومتر واحد، على النحو التالي:
أ- ٠,٥ ديسيبل/كم أو أقل عند الطول الموجي = ١٣٠٠ نانومتر.
ب- ٠,٣ ديسيبل/كم أو أقل عند الطول الموجي = ١٥٥٠ نانومتر.
٢- قد تشتمل كابلات الألياف البصرية على درع معدني متكامل -إذا لزم الأمر- للكابلات المدفونة مباشرة.
٣- تكون كابلات الألياف البصرية الأرضية كلها عازلة للكهرباء (غير معدنية).

٤- الحد الأدنى لنصف قطر الانحناء لكابل الألياف البصرية هو: ١) قطر الكابل عشرة أضعاف عندما لا يكون الكابل تحت شد. ٢) عشرون ضعف قطر الكابل عندما يكون الكابل تحت الشد.
٥- يجب ألا يتجاوز شد السحب على كابلات الألياف البصرية ٢,٥٧ كيلو نيوتن ما لم تتم الموافقة على شد سحب أكبر بشكل خاص من قبل الشركة المصنّعة للكابل. عند سحب كابل الألياف البصرية، يجب سحبه في خط مستقيم. يجب عدم ثني الكابل، أو لفه حول اليد، أو أي شيء آخر أثناء سحبه. ويجب استخدام المعدات، أو الأساليب المعتمدة من المورّد فقط.
٦- يجب أن يسمح تصميم كابلات الألياف البصرية، وأطوال إنشائها بطول كافٍ من أجل:
أ- الأرفف في فتحات غرف التفتيش.
ب- ارتخاء في نقاط وصلات لا تقل عن ٣ أمتار.
ج- المكتب المركزي، وكابلات المباني الأخرى.
د- مراعاة الارتخاء للوصلات التي ستركّب مستقبليًا، أو نقاط الإسقاط بحد أدنى ٣ أمتار.
٧- للحفاظ على فتحات الكابلات الجديدة في المستقبل عند الحد الأدنى، يجب وضع وصلات كابلات الألياف البصرية تحت الأرض في النقاط التي ستكون هناك حاجة لتوصيلات الفروع المستقبلية، بقدر ما يكون ذلك عمليًا. يجب عدم قطع كابلات الألياف البصرية تحت الأرض لسهولة الربط.
٨- تحذير: يجب عمل جميع وصلات الانصهار خارج غرف التفتيش، وعلى بعد ٣ أمتار على الأقل من فتحة غرفة التفتيش. يمكن إجراء الوصلات الميكانيكية؛ إما داخل غرف التفتيش، أو خارجها.

جيومترية المجرى الفرعي:

١- يجب أن تحتوي قناة تحت الأرض بقطر ١٠٠ مم والتي توضع لتركيب كابل الألياف البصرية على:
أ- ثلاث قواطع، رقمان. ٣٧,٥ مم - القطر الداخلي - ورقم واحد ٢٥ مم - القطر الداخلي.
ب- أربعة أرقام ٢٥ مم - القطر الداخلي - القنوات الفرعية.
ج- يجب أن يكون للأنبوب حبل سحب أو شريط سحب بالداخل.
٢- في حالة دفن مجرى فرعي مباشر، يجب أن يكون من مادة (PVC) صلبة، أو بولي إيثيلين الثقيل في الجدران.
٣- يجب أن تكون القنوات الفرعية الثلاثة، التي توضع داخل قناة مقاس ١٠٠ مم (٤ بوصات) بألوان مختلفة. يجب أن تكون الألوان إما برتقالي، أو أخضر، أو أبيض.

خارج البنى التحتية للمحطة:

تنطبق المبادئ، والمواصفات المحددة في هذا القسم على الاتصالات خارج المحطة/المباني المقدمة بين التبادل المحلي، وحدود قطعة الأرض الخاصة بالمشترك، وتنطبق -أيضًا- على أي قسم من المحطة/المباني الخارجية داخل هذه المنطقة، التي ستُحدد على أنها مسؤولية مقاول الجهة المختصة.

اعتمدت التركيبات الحالية في المملكة العربية السعودية على استخدام مجرى مموج من البولي إيثيلين المموج ١١٠ (PEC) مم مع القنوات / القنوات الفرعية مقاس ٥ × ٣٣ مم بين غرف التفتيش، والمراقبة؛ لتوزيع كابلات الألياف البصرية. ويجب أن تستخدم المشاريع الحالية، والمستقبلية مواد أنابيب المصنوعة من البولي إيثيلين عالي الكثافة، وتكوينات القنوات الدقيقة التي توفر كثافة محسنة، وتوافقًا مع تقنيات تركيب الألياف المنفوخة بالهواء. يجب توفير القنوات المصنوعة من البولي إيثيلين المموج فقط في حالة تغيير تركيبات البولي إيثيلين المموج الحالية، أو إذا كان التوافق مع الإصدارات السابقة مطلوبًا. في هذه الحالات، يجب أن يتطابق التكوين النهائي للقنوات مع القائمة.

وفي غرف التفتيش الحالية التي تنتمي إلى أطراف خارجية (مثل: شركة الاتصالات السعودية، أو أرامكو)، وحيث تُركّب خطوط رئيسة/كابلات العمود الفقري، التي تربط المغذيات، يلزم وجود جدار أرضي مستقر ميكانيكيًا (MSE) حول فتحة الاتصالات، ويجب أن يكون هذا الهيكل وفقًا للقسم رقم ٠٢٣٥٠.

تتطلب جميع الإنشاءات الجديدة للبنية التحتية للطرق وجود مجموعات قنوات تحت الأرض، وقنوات على كل جانب من الطريق لضمان سهولة الخدمة في المناطق المعنية، وتقليل تقاطعات الطرق. كما يجب أن تكون المسافة المناسبة ٢٥٠ م مطلوبة بين مجموعات القنوات.

شبكات GPON FTTH السعودية والبنية التحتية لشبكات OSP بالمدن الحضرية الكبيرة جداً

متطلبات مجموعة القنوات الممتدة من شبكة FAT إلى شبكة FTB.

يجب مشاركة مجموعة القنوات المقامة خارج المصنع بين شبكات المملكة العربية السعودية، وشبكات TSP. كما يجب أن يتوافق تصميم المنشآت المقامة خارج المصنع مع متطلبات TSP. ويلزم استخدام أكواد الألوان الدولية؛ لتحديد استخدام القنوات؛ وفقًا لمتطلبات الجهة المختصة، المواصفات الفنية للمنشآت المقامة خارج المصنع.

يجب ألا تتجاوز المسافة القصوى بين FAT وFTB عادةً ١٦٠ مترًا. في الحالات الخاصة التي يُسمح فيها بتجاوز المسافات، يجب توفير فتحات يد ذات غطاء واحد إضافية؛ لسهولة سحب الكابلات.

يجب أن يكون الحد الأدنى لحجم الخندق عادة ١٥٠ مم، وعمق ٥٠٠ مم، ولكن يجب تعديل ذلك -حسب الحاجة-؛ لتسهيل الكمية النهائية من القنوات داخل الشريحة.

يجب ردم الخندق بالخرسانة حتى مستوى الإسفلت، وإعادة الأسفلت بالطحن، والرصف؛ وفقًا لمتطلبات الجهة المُختصة.

وتتكون مجموعة القنوات عادة من خمسة وعشرين (٢٥) × ٢٠ مم من قنوات HDPE الواقعة بعمق ٥ * ٥ بالترتيب. يجب أن يكون قطر كل مجرى هواء خارجي ٢٠ مم/قطر داخلي ١٦,٢ مم، وسمك جدار اسمي ١,٩ مم.

تمتد القنوات في أزواج إلى موقع صاحب العمل حيث يجب استخدام أحدهما لشبكات FTTH في المملكة العربية السعودية، ويجب استخدام المجرى الثاني لأعمال صيانة أولوية إشارة مركبات النقل، أو قطع الغيار. ويُوصلاثني عشر (١٢) مبنى كحد أقصى من غرفة مراقبة واحدة؛ بما في ذلك الأراضي الخالية، ويمكن أن يصل عدد المباني إلى (١٥) خمسة عشر (١٥) مبنى في حالات خاصة فقط.

يجب أن تتوافق مواد أنابيب البولي إيثيلين عالي الكثافة، مع تصنيفات الإنشاء التالية: ١٠٠-PE و١٦-PN و١١-SDR.

تُركّب الفواصل مع مجرى الهواء عند كل ١,٥ متر؛ لإبقاء مجرى الهواء مستقيمًا، وفي موضعه.

تخرج أزواج من القنوات المصنوعة من البولي إيثيلين عالي الكثافة ٢٠ مم من الخندق لتمتد إلى أماكن العملاء. يجب أن يتم توجيهها في خندق تعويض بعرض ٩٠ مم على الأقل وعمق ٤٠٠ مم في ترتيب بعرض ٢ × ١ عمق.

يتم تركيب واقٍ على شكل حرف U على حائط صاحب العمل لحماية أنبوب الوخز.

يجب أن يكون طول واقي على شكل حرف U بطول ١,٥ متر من السطح النهائي.

يجب ألا تكون هناك فجوة بين الواقي على شكل حرف U وFTB. يجب أن تدخل القناة/تتدفق بـ FTB. يتم تركيب المشابك بإحكام بواسطة براغٍ من الألومنيوم.

متطلبات مجموعة القنوات المقامة خارج المصنع الممتدة من FDT إلى FAT.

١- يجب مشاركة مجموعة القنوات المقامة خارج المصنع بين شبكات المملكة العربية السعودية، وشبكات TSP. يجب أن يتوافق تصميم OSP مع متطلبات أكواد الألوان؛ وفقًا لأولوية إشارة مركبات النقل؛ لتحديد استخدام المجرى.
٢- يجب أن تكون المسافة بين MH إلى MH أو MH إلى HH في حدود ٢٥٠ مترًا إلى ٣٥٠ مترًا. كما يجب ألا تقل المسافة المطلوبة عن ٢٥ مترًا.
٣- يجب أن يكون الحد الأدنى لحجم الخندق عادة ٢٠٠ مم، وعمق ٦٥٠ مم، ولكن يجب تعديل ذلك حسب الحاجة؛ لتسهيل الكمية النهائية من القنوات داخل الشريحة.
٤- يجب ردم الخندق بالخرسانة حتى مستوى الإسفلت، وإعادة الأسفلت بالطحن، والرصف؛ وفقًا لمتطلبات وزارة النقل، والخدمات اللوجستية.
٥- يفترض أن تتكون مجموعة القنوات عادة من اثني عشر (١٢) قناة من البولي إيثيلين عالي الكثافة بترتيب من ٣ من حيث العرض إلى ٤ من حيث العمق. ويجب أن يكون قطر كل مجرى الهواء ٣٢ مم قطر خارجي ٢٨,٢ مم، وسمك جداره ١,٩ مم.
٦- أربعة (٤) من القنوات الاثني عشر (١٢) ستكون برتقالية اللون، ومخصصة للاستخدام من قبل أولوية إشارة مركبات النقل. وبالمثل، يجب أن تكون أربع (٤) مجارٍ باللون الأزرق، ومخصصة للاستخدام من قبل وزارة النقل، والخدمات اللوجستية. بالإضافة إلى ذلك، هناك أربع (٤) مجارٍ باللون الأسود، ومخصصة لتطبيقات الاستخدام الشائع. وتُرتّب كل مجموعة من القنوات المشفرة بالألوان بشكل متاخم بنسبة ١ عريض في ٤ ذات تكوين عالٍ.
٧- لتسهيل الاستخدام الفعال للخنادق، يُستخدم هذا الخندق أيضًا؛ لتوجيه قنوات كابلات FTTH من كل ألياف FAT إلى ألياف FTB في محل صاحب العمل. وتتكون هذه القنوات من خمسة وعشرين (٢٥) × ٢٠ مم من القنوات المصنوعة من البولي إيثيلين عالي الكثافة مجمعة في أزواج، وتقع في عرض ٣ × عمق ٤ أعماق بالترتيب. تُوضع القنوات مباشرة فوق قناة ٥٠ (١٢) ١٢ HDPE مم داخل الخندق. ويمتد كل زوج من القنوات إلى موقع صاحب العمل حيث يجب استخدام أحدهما لشبكات FTTH في المملكة العربية السعودية، ويجب استخدام القناة الثانية لأعمال الصيانة أو قطع الغيار؛ وفقًا لأولوية إشارة مركبات النقل. كما يجب أن يكون قطر كل مجرى هواء خارجي ٢٠ مم/قطر داخلي ١٦,٢ مم، وسمك جدار اسمي ١,٩ مم.
٨- يجب أن تتوافق مادة أنابيب HDPE مع بناء ١٠٠-PE و١٦-PN و١١-SDR.
٩- ستُثبّت الفواصل مع القناة كل ١,٥ متر؛ للحفاظ على القناة مستقيمة، وفي موضعها.

غرف التفتيش والمراقبة:

١- غرفة تفتيش صغيرة - النوع ١
أ- يجب أن يكون لغرفة التفتيش مسبقة الصب غطاء دائري واحد، وتوفر في مواقع الشبكة، التي تواجه عرض طرق ٣٠ مترًا، وأكثر.
ب- يجب أيضًا تركيب هذه الغرفة عند التقاطعات حيث سينضم مجرى ثالث إلى غرفة التفتيش، أو عندما يتوجب الأمر ذلك؛ وفقًا لتخطيط الشبكة.
ج- يجب أن تكون المسافة بين غرف التفتيش ٥٠ مترًا بحد أدنى و٣٠٠ متر بحد أقصى مع مسافة تقل، أو تزيد عن ٥٠ مترًا.
د- متطلبات البعد الخارجي: ١،٥٥٠ (طول) × ١،٥٥٠ (عرض) × ١،٩٩٠ (ارتفاع) مم.
ه- متطلبات البُعد الداخلي: ١٢٠٠ (طول) × ١٢٠٠ (عرض) × ١٢٠٠ (ارتفاع) مم.
و- تُؤمن فتحات اختراق دائرية على جدارين متقابلين لأطراف مداخل القنوات الرئيسة. بالإضافة إلى ذلك، يجب توفير فتحة مستطيلة لإنهاء الفتحة؛ لاستيعاب ما لا يقل عن ثلاثين (٣٠) مجرى قياس ٢٠ مم على جدارين متقابلين.
ز- يُصنف غطاء غرفة التفتيش بحد أدنى من التحميل التصميمي ٣٥٠ كيلو نيوتن.

٢- غرفة تفتيش بغطاءين
أ- ينبغي توفير غرفتي تفتيش مسبقتي الصب في مواقع الشبكة، التي تواجه عرض طرق أقل من ٣٠ مترًا.
ب- تُستخدم غرفة تفتيش بغطاءين؛ إما في نهاية الخندق، أو في مجرى مستقيم؛ لكسر الطول.
ج- البعد الخارجي: ١،٥٥٠ (طول) × ١،٠٠٠ (عرض) × ٩٥٠ (ارتفاع) مم.
د- البعد الداخلي: ١٢٥٠ (طول) × ٨٠٠ (عرض) × ٨٠٠ (ارتفاع) مم.
ه- تُؤمن فتحات اختراق دائرية على جدارين متقابلين لأطراف مداخل القنوات الرئيسة. بالإضافة إلى ذلك، يجب توفير فتحة مستطيلة؛ لإنهاء الفتحة؛ لاستيعاب ما لا يقل عن ثلاثين (٣٠) مجرى قياس ٢٠ مم على جدارين متقابلين.
و- يُصنف غطاء غرفة التفتيش بحد أدنى من التحميل التصميمي ٣٥٠ كيلو نيوتن.

٣- غرفة التفتيش - النوع "أ"
أ- تُوفّر غرف تفتيش من النوع "أ" أمام محطات توزيع الألياف. ويجب أن تكون أقصى مسافة بين محطة توزيع الألياف، وغرفة التفتيش هي ٥ أمتار.
ب- يجب تمديد كابل التوزيع مباشرة إلى كابينة محطة توزيع الألياف.

يُركّب إغلاق الوصلة فقط لكابل التغذية؛ حتى يمتد إلى معدات إطار التوزيع البصري التابعة للجهة المختصة عند منطقة التبادل المحلية.

أغطية غرف التفتيش:

١- يجب أن تكون أغطية غرف التفتيش من الحديد الزهر الوارد من مصنع معتمد من (TSP)؛ حيث يلزم وجود غرف تفتيش مشتركة.
٢- يُصنّف غطاء غرفة التفتيش بحد أدنى من التحميل التصميمي ٣٥٠ كيلو نيوتن.
٣- يجب أن يكون غطاء غرفة التفتيش مزودًا بقفل برأس فريد.
٤- حيثما تطلب الجهة المُختصة إنشاء غرف تفتيش لأغراض الاتصالات، يجب توفير نقش واضح على كل غطاء. بالإضافة إلى ذلك، يجب وضع علامة واضحة على اسم الشركة المصنعة، وتصنيف الحمولة على الغطاء.

حلقات الصيانة المتكررة لكابلات غرف التفتيش:

١- غرفة التفتيش من النوع "أ" وغرف التفتيش الصغيرة:
أ- يجب توفير أطوال حلقات صيانة الكابلات داخل كل غرفة تفتيش.
ب- كابل توزيع بدون وصلة أقل من ٥ أمتار.
ج- كابل توزيع مع إغلاق الوصلة أقل من ٨ أمتار، بواقع ٤ أمتار لكل جانب.
د- الكابلات المتساقطة من مبنى العملاء أقل من ٤ أمتار.

٢- غرف المراقبة ذات الغطاءين:
أ- يجب توفير أطوال حلقات صيانة الكابلات داخل كل غرفة تفتيش.
ب- كابل توزيع مع إغلاق الوصلة أقل من ٥ أمتار، بواقع ٢,٥ أمتار لكل جانب.

ج- الكابلات المتساقطة من مبنى العملاء أقل من ٢,٥ متر.

ركائز محطة توزيع الألياف:

١- يجب أن تُصب قاعدة محطة توزيع الألياف مسبقًا، ويُوافق عليها من قبل (TSP) حيث تُوفر كبائن ذات موقع مشترك.
٢- يجب تثبيت أعمدة الحماية (الأعمدة) حول محطة توزيع الألياف.

المنتجات الدقيقة:

١- تُستخدم منتجات (HDPE) الدقيقة في خنادق مجموعات القنوات من قبل وزارة النقل، والخدمات اللوجستية لتوفير كثافة كابلات محسنة، والتوافق مع تقنيات تركيب الألياف المنفوخة بالهواء.
٢- عندما تكون هناك حاجة لعدد كبير من كابلات الألياف البصرية داخل مجموعة قنوات؛ لإعادة توصيل التجمعات والتقاطعات، ويجب تنفيذ المنتجات الدقيقة في القنوات الرئيسة؛ لتعزيز قدرة تلك القنوات. ويجب أن يكون هناك مجريان على الأقل داخل الخندق من منتجات دقيقة مع مجارٍ إضافية -حسب الحاجة-؛ لتلبية متطلبات السعة المتوقعة للمجموعة.
٣- يمكن تنفيذ المنتجات الدقيقة في شكلين (٢):
أ- عندما تُقدم الخدمة من خلال أنظمة مجموعات القنوات الحالية، يجب توفير المنتجات الدقيقة من خلال القنوات الحالية.
i. تُركّب أربعة (٤) منتجات دقيقة بقطر خارجي ١٤ مم/قطر داخلي ١١,٥ مم في مجرى قائم بقطر خارجي ٥٠ مم/قطر داخلي ٤٠,٨ مم.
ii. تُوفر المنتجات الدقيقة الأربعة؛ إما منفردة، أو مجتمعة بغطاء جلدي، وتُركّب بتقنيات النفخ، أو السحب.
iii. لتعزيز القدرة على القنوات القائمة المشغولة بالفعل بالكابلات؛ وفّر قناة صغيرة مع تركيب كابل صغير. ويجب اتباع الإجراءات، والممارسات الموصى بها من قبل الشركات المصنّعة.
ب- عندما تُوفّر مجارٍ جديدة، يجب تركيب قنوات صغيرة/دقيقة مباشرة في الخندق بين القنوات الأخرى.
i. يمكن تركيب أربع مجارٍ صغيرة بقطر خارجي ١٦ مم/قطر داخلي ١٢ مم مجمعة مع دثار صلب مباشر في الخندق، وتغليفها بالخرسانة بين القنوات الرئيسة الأخرى بقطر خارجي ٥٠ مم/قطر داخلي ٤٠,٨ مم بدلًا من ذلك.
٤- يجب أن يكون اتجاه القناة الصغيرة مع قطاعات القنوات المتجاورة متسقًا عبر الخنادق والدخول/الخروج من غرف التفتيش/المراقبة. وهذا أمر بالغ الأهمية؛ لمنع التحولات الفعلية الصعبة أثناء ضم المنتجات الدقيقة.

تصميم الألياف المنفوخة:

١- نفخ الألياف هي طريقة تُوجّه فيها الألياف من خلال منتجات دقيقة؛ باستخدام تدفق الهواء، الذي يوزع بالتساوي قوة التثبيت على طول الألياف بالكامل. ويجب توفير تركيبات الألياف المنفوخة؛ لتوسيع الألياف البصرية أحادية النمط من خلال أنظمة القنوات؛ لتنفيذ شبكات ألياف (FTTH GPON) بالمملكة العربية السعودية، والشبكات الحضرية.
٢- نظام الألياف المنفوخة عبارة عن نظام شبكة مؤسسة يتألف من منتجات دقيقة مترابطة، وأجهزة توزيع؛ لتوفير مسارات قابلة لإعادة الاستخدام للكابلات الدقيقة القابلة لإعادة الاستخدام، وكابلات الألياف البصرية المجمعة، التي تحتوي على خيوط ليفية أحادية الوضع.

متطلبات الكابلات الصغيرة:

١- تُركّب الكابلات الصغيرة بنفس لون القنوات الصغيرة طوال فترة الخدمة.
٢- يجب أن تكون الألياف المستخدمة في الكابلات الليفية المنفوخة أحادية الوضع، ومغلفة بطبقتين من الأكريليك توفر حماية ممتازة للألياف، وترتيب الألياف في حزم؛ لسهولة التعرف عليها.
٣- يبلغ قطر تركيب الكابل الخارجي ١,٠ إلى ٥,٥ مم؛ اعتمادًا على عدد الألياف، ويمكن نشره بسهولة في منتجات دقيقة فارغة.

متطلبات الألياف الصغيرة:

١- تتكون القنوات الصغيرة من أنابيب مصنوعة من البولي إيثيلين عالي الكثافة ذات قطر صغير منخفض الاحتكاك، توفر المسار المخصص لكابلات الألياف البصرية الدقيقة.
٢- يمكن توفير القنوات الصغيرة في القنوات الموجودة، أو المغلفة بالخرسانة، أو داخل المباني (المدمجة). حدد التصنيف المناسب للمنتجات الدقيقة؛ بناءً على البيئة التي تُثبّت فيها.
٣- توفير أحجام وكميات أنابيب القنوات الصغيرة؛ لتسهيل كمية وعدد الكابلات الدقيقة التي ستُوفّر، بما في ذلك النمو المتوقع في المستقبل. تتوافر المنتجات الدقيقة في مجموعة متنوعة من الأحجام، والتركيبات بما في ذلك على سبيل المثال لا الحصر، ٣,٥/٥ مم، ٥,٥/٧ مم، ٨/١٠ مم، ١٠/١٢ مم (خارجي/داخلي) بأقطار فضفاضة، أو مع نظام طبقة واقية.
٤- قد تتكون القنوات الصغيرة من أنابيب مجمعة بأحجام نموذجية من ١، ٢، ٤، ٧، ١٢، ١٩، ٢٤ أو أكثر.

ملحقات القنوات الصغيرة:

١- تُوصّل القنوات الصغيرة معًا بإحكام من دخول الماء، أو الغاز، أو تقليل حجمها من حجم أنبوب إلى آخر، أو إحكام إغلاقها بأغطية طرفية.
٢- إغلاق العقدة المدمجة: إغلاق يستخدم في غرف التفتيش؛ حيث تقطع كابلات الألياف المنفوخة (إلى كابلات الألياف التقليدية، أو المنفوخة). ويُزوّد بوصلات صفائحية، ومكونات كافية؛ لتركيب الكابلات، وتمكين تكسير الألياف المتساقطة لدى صاحب العمل.
٣- وحدة الفروع (مركز توزيع الأنبوب): تستخدم لإدارة الألياف، وتوزيعها للعملاء. توفر الوحدة وصلات مدمجة والتحويل باستخدام وصلات الأنبوب "Y" و"T".
٤- المجموعة الأولية: يُثبّت في مقر صاحب العمل؛ لإنهاء المنتجات الدقيقة للأنابيب، والألياف البصرية الواردة في صندوق إنهاء الألياف (FTB).

أ- يجب أن يشمل التأريض جميع الكابلات، وأجهزة التركيب المطلوبة. ويلزم توصيل جميع المعدات بالأرضي، عبر أسلاك المبنى الداخلية؛ وفقًا لمواصفات (ANSI/TIA) ومتطلبات تأريض المباني التجارية (التأريض)، ومتطلبات الربط للاتصالات السلكية، واللاسلكية.

ب- في كل مكان منفصل حيث توجد معدات الاتصالات السلكية، واللاسلكية، يجب ربط المعدات بقضيب تأريض. وتُربط حاويات المعدات، والأعمال المعدنية المرتبطة بها بقضيب التأريض الكهربائي (الواقي).

ج- داخل المباني، يجب ربط ألواح/أرفف/خزانات الاتصالات بقضيب التأريض الكهربائي (الواقي) مباشرة إلى ٢٣٠ فولت الأساسي للمبنى (أو أي جهد اسمي آخر-حسب الضرورة-) في نقطة واحدة.

د- بالنسبة للمعدات/التركيبات الخارجية حيث قد يكون تركيب قضيب تأريض مخصص غير عملي، يمكن ربط معدات الاتصالات السلكية، واللاسلكية مباشرة بشبكة تأريض المحطة الرئيسة، دون استخدام قضيب منفصل.

هـ- المواصفات.

١) ويشمل هذا:

(أ) دروع الكابلات المحورية.

(ب) رفوف ،وخزائن المعدات.

(ج) قنوات، وصفائح الكابلات.

(د) القنوات.

و- يجب أن تكون مواد التأريض على النحو التالي:

١) قضبان الأرض:

(أ) يجب أن تكون قضبان الأرض صلبة، مصنوعة من النحاس المحاط، أو من الصلب المغطى بالنحاس، وقطرها لا يقل عن ١٦ مم، وطولها ٣ أمتار، ومدفونة بطول كامل في الأرض.

(ب) يُصنّع قضيب الأرض المصنوع من الصلب المغطى بالنحاس عن طريق عملية لحام انصهار ينتج عنها غلاف نحاسي إلكتروليتي ملحوم بشكل متجانس، ونواة فولاذية داخلية. ويجب أن يكون سمك الغلاف النحاسي حوالي ١٠٪ من القطر الكلي للقضيب. الفولاذ المطلي بالنحاس غير مقبول.

(ج) يجب أن يكون القضيب ذو قوة كافية؛ لدفعه عبر التربة الموجودة في الموقع. يجب أن يكون الطرف العلوي؛ إما مجهزًا، أو قادرًا على قبول مشبك يمكنه أيضًا قبول سلك أرضي مقاس ١٦ مم.

(د) يجب أن يوفر المشبك توصيلة كهربائية بين السلك الأرضي، والقضيب الأرضي؛ بحيث لا تزيد المقاومة الكهربائية عن ١٠٠ متر مكعب.

٢) السلك الأرضي:

(أ) يتكون السلك الأرضي من سلك نحاسي صلب ١٦ مم مربع، ومغطى بغطاء خارجي من مادة (PVC) للحماية من التآكل. ويجب أن يكون الحد الأدنى لسماكة الغلاف ٠,٧٦ مم.

٣) ملحقات نظام التأريض:

(أ) يجب أن تشمل ملحقات النظام الأرضي على سبيل المثال لا الحصر:

(١) موصل لتوصيل السلك الأرضي بالحافلة الأرضية؛ بحيث تكون المقاومة الكهربائية للتوصيل أقل من ١٠٠ متر مكعب.

٢) موصلات لتوصيل الموصل الأرضي لكل وصلة بالحافلة الأرضية؛ بحيث تكون المقاومة الكهربائية عبر الموصل أقل من ١٠٠ متر مكعب.

(ب) الناقل الأرضي:

(١) يجب أن يتكون الناقل الأرضي من شريط نحاسي مطلي بالقصدير بمساحة قطاع عرضي ١٦ مم مربع. يجب أن تظهر هذه الحافلة في كل فتحة على مسافات متساوية بين رفوف الكابلات. يبدأ ارتفاعه ٣٠٠ مم فوق الأرض، ويركب رأسيًا على ارتفاع ١٠٠ مم فوق رف الكابلات.

٣-٧-٢ إرشادات تركيب تجهيزات وتمديدات الاتصالات الجديدة:

تنطبق المتطلبات المحددة في هذا القسم على الاتصالات خارج المصنع المنتشرة بجانب الطرق خارج المناطق الحضرية، التي تهدف إلى توفير خدمات الاتصال لأي معدات مثبتة على طول الطريق، مملوكة للجهة المختصة، أو أطراف خارجية. يجب أن يكون الكابلات خارج المصنع مرنة بدرجة كافية؛ للسماح للأطراف الخارجية بنشر الكابلات بجانب الكابل المنشور من الجهة المُختصة - إذا لزم الأمر-.

٣-٧-٢-١ المجاري:

لتحقيق شبكة بسيطة من حيث التكلفة، ومقاومة للظروف المستقبلية، يجب تركيب جميع كابلات الاتصالات خارج المصنع باستخدام مجارٍ متعددة مدفونة. عندما تسمح ظروف التربة، يجب دفن المجرى مباشرة من خلال النشر بالحرث، فقط في الحالات التي لا يكون فيها ذلك ممكنًا، يُسمح بخندق محفور. انظر قسم حفر الخنادق؛ لمعرفة الأبعاد، والاستثناءات.

يجب أن تكون مواصفات القناة على النحو التالي:

- الحد الأدنى ٧ اتجاهات، ١٠/١٢ مم.
- تشييد معدات البولي إيثيلين عالية الكثافة للغلاف الخارجي، والداخلي، وكذلك القنوات الصغيرة.
- مناسبة للنشر المباشر المدفون، والمحروث.
- مناسبة لنشر كابل الألياف البصرية المنفوخ بالهواء.
- الأبعاد، والمواصفات الإرشادية:
  - القطر الخارجي: ٤٥ ملم
  - سماكة الصفيحة الخارجية: ٢,٥ ملم
  - سمك الصفيحة الداخلية: ١,٧ ملم
  - قطر مجرى الهواء الصغير: ١٢ ملم
  - سمك مجرى الهواء الصغير: ٠,٩ ملم
  - قوة الشد: ٤,٧٠٠ نيوتن
  - مقاومة السحق: ٢,٠٠٠ نيوتن



الشكل (٣–٤) ألياف القنوات الصغيرة (CST Guidelines).

عند التركيب، يجب أن تكون القنوات خالية من العوائق، وتُختبر؛ لضمان استمرارية العمل، وضيق الهواء. ولا حاجة لسحب الحبال. أما عند الانتهاء من الاختبار، فيجب أن تغلق القنوات الدقيقة الفردية بأغطية طرفية؛ لمنع دخول الرطوبة، أو الأنقاض.

في ١٠/١٢ من القنوات الصغيرة، من الممكن نفخ الكابلات بعدد ألياف يصل إلى ٢٨٨، ما يوفر سعة كبيرة؛ لدعم الاستعمالات الحالية، والمستقبلية.

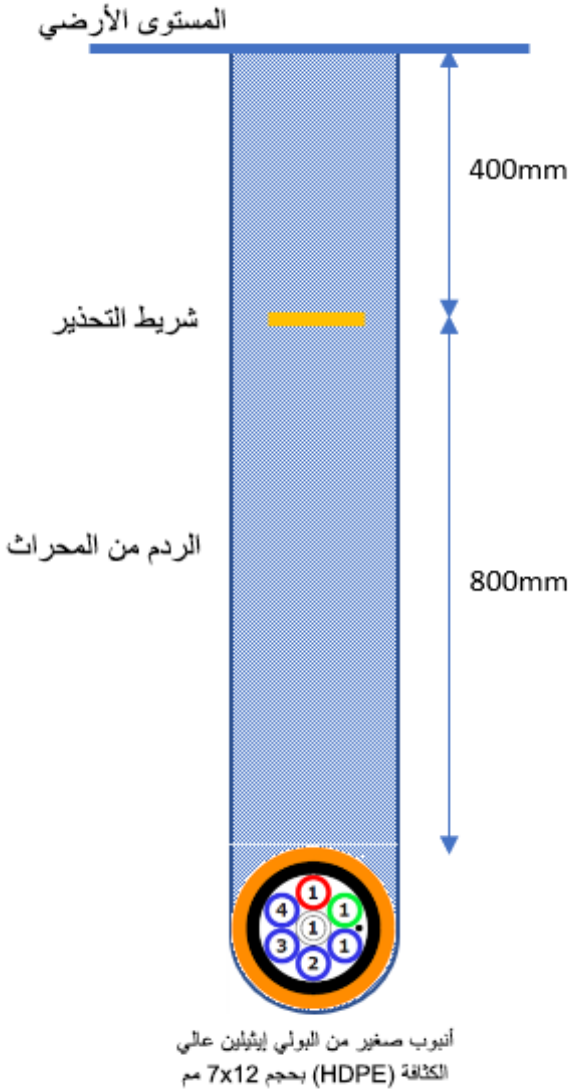
٣-٧-٢-٢ حفر الخنادق:

يجب أن تُنشر الاتصالات على طول الحواف القصوى من حرم الطريق، ما لم تنص الجهة المُختصة على خلاف ذلك. ويجب بذل العناية الكافية؛ لضمان تحديد البنية التحتية للمرافق الأخرى في حرم الطريق، وحمايتها من التلف أثناء أعمال إنشاء الاتصالات.

٣-٧-٢-٣ الحرث:

إذا كانت تسمح ظروف التربة، فيجب دفن المجرى مباشرة باستخدام آلة الحرث. إذ تسمح هذه التقنية بوضع الخنادق وشريط القناة، والتحذير، وإغلاق الأخدود في خطوة واحدة، مما يترك المنطقة بأقل قدر من الإزعاج.

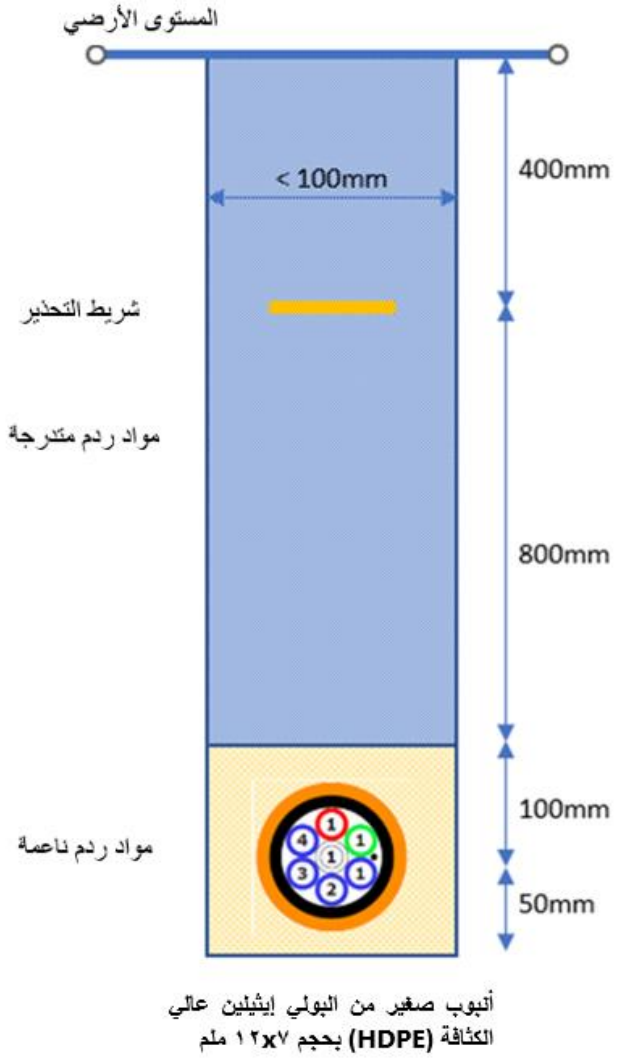
يجب أن يكون عمق الحرث من ١ إلى ١,٢ متر. ليست هناك حاجة للردم ولا (بشكل عام) لإعادة السطح.



الشكل (٣–٥) قطاع جانبي من الحرث (CST Guidelines).

٣-٧-٢-٤ الحفر:

بالنسبة للمناطق التي يتعذر فيها الحرث، يجب استخدام خندق محفور بملف جانبي كما هو موضح أدناه. ويجب أن يظل الخندق ضيقًا -قدر الإمكان- مع الاحتفاظ بالقدرة على تنظيف قاع الخندق من الحطام، ووضع طبقة مسطحة من الرمل الناعم، ونشر مجرى الهواء وشريط التحذير، والردم؛ وفقًا للمواصفات بما في ذلك ضغط المواد المعاد وضعها. وعند الانتهاء، يجب ترك المنطقة المحفورة بدون حطام، وإعادة سطح التربة إلى الحالة نفسها، أو أفضل منها..



الشكل (٣–٦) تفاصيل الحفر (CST Guidelines).

٣-٧-٢-٥ شريط تحذير لكابلات الألياف البصرية تحت الأرض:

يجب تركيب شريط تحذير قابل للاستشعار لجميع القنوات المدفونة في الأرض؛ للتحذير من وجود كابلات الألياف البصرية. يجب أن يكون شريط التحذير من البولي إيثيلين منخفض الكثافة بسمك ٠,١ مم على الأقل. ويجب أن يكون عرضه مناسبًا؛ للسماح بوضعه بشكل مسطح، وسلس في الخندق، ويكون لونه برتقالي اللون مع وضع علامة سوداء تشير إلى وجود كابل ألياف ضوئية باللغتين الإنجليزية، والعربية. يشار إلى موقعه في القطاعات الجانبية للخندق.

٣-٧-٢-٦ معابر الطرق:

يجب الحفاظ على تقاطعات الطرق عند الحد الأدنى، وإذا لزم الأمر، يجب أن يتم ذلك من خلال إنشاء مجارٍ خرسانية (أثناء إنشاء الطرق) أو من خلال تقنية الحفر الاتجاهي الأفقي (HDD).

للحفر الأفقي الاتجاهي:

- قد تُمرّر قنوات متعددة من خلال تجويف واحد.
- في حالة الحاجة إلى تجويفات متعددة، يجب الحفاظ على مسافة لا تقل عن ١٠D بين التجويف الفردي، مع قطر D لأكبر تجويف.
- يجب أن يكون الحد الأدنى لعمق التجويف ١,٥ متر عبر كامل طوله؛ لتقليل انتفاخ الأرض.
- عندما تُركّب مجارٍ متعددة في التجويف، يجب أن يكون شكل المجرى متماثلًا عند طرفي التجويف.

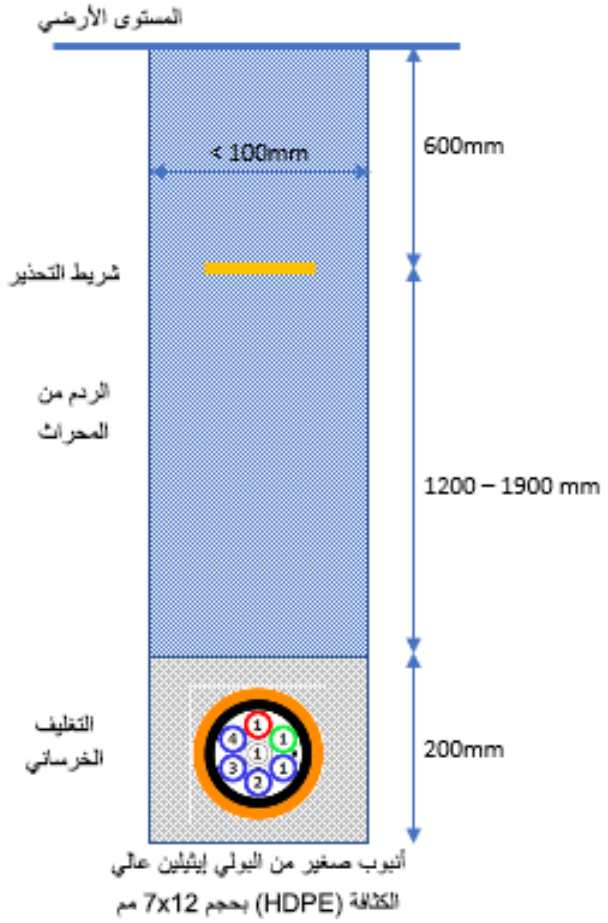
- يجب أن يكون التجويف متعامدًا مع الطريق، ولا يسمح بالحفر المائل.
- تُركّب غرف التفتيش على طرفي التجويف.

٣-٧-٢-٧ معابر الجسور والأنفاق:

يجب عمل معابر الجسور، والأنفاق؛ باستخدام المرافق الموجودة لتركيب الاتصالات. في حالة عدم توفر مرافق مناسبة، يُتفق على حل مع مالك الجسر/النفق.

في كلتا الحالتين، يجب نشر مجارٍ متعددة كما هو محدد أعلاه، وإنهائه في غرف تفتيش على جانبي المعبر.

في حالة عدم التوصل إلى اتفاق مع المالك لتركيب مجرى على المنشأة، فقد يكون من الممكن إيجاد بديل محفور، أو باستخدام تقنية الحفر الاتجاهي الأفقي. على وجه الخصوص في معابر الوادي، والقناة، يلزم وجود ملف جانبي للخندق أعمق من المعتاد، بالإضافة إلى غلاف مجرى خرساني، لتجنب تلف القنوات بسبب الانجراف، انظر أدناه.



الشكل (٣–٧) عبور الجسر والأنفاق (CST Guidelines).

٣-٧-٢-٨ غرف المراقبة:

المتطلبات العامة

- يجب أن تحتوي جميع مسارات القنوات على غرفتي مراقبة بغطاءين مثبتين على فترات أقصاها ٢٠٠٠ متر؛ للمساعدة في تركيب الكابلات. وإذا كان الوصول إلى الألياف مطلوبًا على فترات زمنية أقصر، فيجب تخطيط غرف المراقبة؛ وفقًا لذلك على فترات زمنية أقصر.
- يجب أيضًا وضع غرف تفتيش حيث يُحدث مسار المجرى تغييرًا في الاتجاه أكبر من ٤٥ درجة، وكذلك عند نقاط التقاطع، وتقاطعات الطرق، وما إلى ذلك.

تركيب غرفة المراقبة:

- يجب أن تُركّب غرفة المراقبة بمحاذاة، وتكون مستوية للمنطقة المحيطة. وتوضع غرفة المراقبة على فراش من الحصى بسمك لا يقل عن ١٥ سم، ويمتد على الأقل ٢٠ سم خارج حواف الغرفة. ويجب استخدام طبقات دك التربة عند إعادة المنطقة المحيطة بالغرفة.
- عند التخطيط، ووضع غرفة تفتيش، يجب مراعاة الحد الأدنى من الخلوص للمرافق الأخرى.

تركيب القنوات:

- يجب أن يبدأ تركيب القنوات في غرفة التفتيش من الأسفل بفتحة بحجم مناسب في نافذة الخروج المناسبة. بمجرد الانتهاء من تركيب غرفة التفتيش والقنوات، تُغلق الغرفة بالخرسانة/الإيبوكسي من الخارج، والداخل؛ لضمان عزل المياه.
- يجب أن تكون الوصلات في غرفة تفتيش "مستقيمة" بدون مجارٍ، أو كابلات متقاطعة.
- يجب أن يمتد طرف المجرى في غرفة التفتيش من ١٥ إلى ٢٥ سم داخل هيكل غرفة التفتيش. وتُشطف أطراف القنوات؛ حتى تصل إلى حواف غير حادة. كما يجب تغطية جميع القنوات؛ لتجنب دخول المواد الغريبة.

مواصفات غرفة المراقبة:

- تُصنع غرف المراقبة من الخرسانة مسبقة الصب، ومسلحة بالفولاذ. وتُطلى الأسطح الخرسانية المعرضة للأرض بمادة بيتومين مناسبة.
- يجب أن يكون لغرفة التفتيش إطارًا، وأغطيةً تتوافق مع متطلبات (EN ١٢٤ class D٤٠٠) وتوسم من الجهة المُختصة وجهاز الاتصالات، ويُذكر تصنيف الحمولة، واسم المورّد.
- يجب أن يكون لغطاء غرفة التفتيش قفلًا برأس فريد.
- الأبعاد:
  - من الداخل: ١٢٥٠ × ٦٠٠ × ٨٠٠ ملم (طول × عرض × ارتفاع).
  - من الخارج: ١٥٥٠ × ٩٠٠ × ٩٥٠ ملم (طول × عرض × ارتفاع).
  - سُمك الجدار والأرضية: ١٥٠ ملم.

٣-٧-٢-٩ ملصقات العلامة:

- يجب تحديد موقع المجرى المدفون بعلامات الموقع، أو أعمدة العلامات.
- يجب أن تكون دعامات العلامة بلون متباين مناسب، ومعلمة بوضوح بالجهة المختصة، واسم مسار المجرى.
- تُوضع دعامات التحديد فوق مجرى الهواء المركب كل ٤٠٠ متر.
- يجب تحديد مواقع غرف التفتيش مع أعمدة تحمل علامات.
- يجب تحديد تغييرات اتجاه مسار المجرى مع أعمدة العلامات.

٣-٧-٣ تركيب تجهيزات وتمديدات التقاطعات/المحولات:

عندما تتقاطع الكابلات الكهربائية مع الطرق، فإن المطلب العادي للمسافات القصيرة هو توفير نظام مجارٍ كهربائية.

يمكن أيضًا استخدام نظام مجارٍ في مواقف أخرى غير معابر الطرق، إذا كان من الممكن التحكم في تبديد الحرارة. أحد الاحتمالات هو تشغيل تغذية تبريد المناطق، من خلال الجزء السفلي من نظام القنوات، وتبريد مجرى الهواء المحيط. وقد يكون هذا الحل أكثر تكلفة من نظام الكابلات الحالي، ولكنه قد يخفف من مشكلات ازدحام المرافق.

تجب -أيضًا- مراعاة المبادئ التوجيهية لهيئة الاتصالات والفضاء والتقنية والجزء الفرعي (٣-٧-٢).

٣-٧-٤ تركيب تجهيزات وتمديدات الجسور:

تكون جسور الطرق -عادة- عبارة عن هياكل فوق الأرض، مع منحدر نهج عند كلا الطرفين. ويسمح نظام الدعم بتبديد وزن الجسر على الأرض؛ كما يسمح المفصل الميكانيكي للجسر بالتمدد، والانكماش؛ بسبب التغيرات في درجة الحرارة المحيطة.

يكون للجسر -غالبًا- شكل من أشكال الفراغ داخل هيكل السطح. وقد يُسمح للاتصالات، وشبكات الطاقة ذات الجهد المنخفض والمتوسط، وبعض مزودي الخدمة بوضع أجهزتهم داخل الفراغ (خدمات الضغط)، أو أعلى السطح داخل الرصف. ويمكن -عادةً- استيعاب أنابيب الضغط، والكابلات من خلال سطح الجسر، لكن أنظمة الجاذبية عادةً لا يمكن ذلك. تشمل المشكلات التي يجب تطويرها مع هيئة الخدمة ومصممي الجسور ما يلي:

- يجب تحديد أماكن غرف الوصول على طرفي الجسر (في المناهج) بعناية؛ للمساعدة في توفير الوصول، والسماح بالانسحاب؛ لاستبدال المرفق.

- بالنسبة لشبكات الضغط، تتطلب النقاط العالية صمامات هواء؛ لتجنب تراكم الهواء داخل الأنبوب. وتتطلب هذه مساحة كبيرة جدًا فوق تاج الأنبوب، والتي قد يصعب استيعابها، اعتمادًا على تصميم الجسر.
- تحتوي الجسور على مفاصل حركة تمدد حراري؛ لاستيعاب التمدد والانكماش، الذي يحدث في الداخل. وتمتلك المنافع معدلات مختلفة من التوسع، والانكماش ويجب أن تكون قادرة على التحرك بشكل مستقل عن هيكل الجسر؛ لذلك، يجب النظر بعناية في أنظمة الدعم. ويجب أن تكون الطريقة التي تمر بها المنافع عبر دعامات الجسر مفصلة بعناية؛ للسماح بالحركة التفاضلية.
- غالبًا توضع الخدمات الجافة داخل أرصفة المشاة في الجسور، في مجارٍ فولاذية واقية.

كما يجب أن تُراعى المبادئ التوجيهية لهيئة الاتصالات والفضاء والتقنية.

٣-٧-٥ تركيب تجهيزات وتمديدات الأنفاق / الممرات السفلية:

تكون الشرفات المستطيلة -عادة- للمنافع عبارة عن هياكل أصغر من أنفاق المنافع، ويمكن أن تشكل حلًا لممرات المنافع المقيدة؛ حيث تمثل المساحة مشكلة. وبالنظر إلى التكلفة، تعد معارض المرافق أحد الخيارات الأخيرة التي تجب مراعاتها.

وتكون الشرفة المستطيلة للمرفق عبارة عن قناة دائرية، أو مستطيلة يمكن من خلالها توجيه مختلف المنافع. وعلى أن الشرفة مساحة ضيقة، فإنه يسمح بالوصول؛ لإجراء عمليات صيانة مختلفة. يمكن أن تكون الشرفة الدائرية نفقًا صغيرًا، لتجنب تعطيل سمات السطح.

من المعتاد تقسيم عمليات الصيانة إلى شرفات رطبة وجافة. وتُخصص الشرفات الرطبة لخدمات مثل: مياه الشرب، ومياه الصرف الصحي المعالجة للري، وتبريد المناطق. وتخصص الشرفات الجافة للكابلات الكهربائية والاتصالات. وتوضع الخدمات على رفوف مثبتة بمسامير في جدران الشرفة، أو على أرفف مثبتة من طرف واحد. ولا توضع أنابيب الجاذبية، مثل: مجاري المياه العادمة، ومياه الأمطار في الشرفات، لأن تدرّج هذه الأنظمة سيحدد القطاع الجانبي للشرفة.

إن الشرفات عبارة عن مساحات ضيقة، وتتطلب إنارة وتهوية؛ لتتوافق مع متطلبات الدفاع المدني بوزارة الداخلية. وتولد كابلات القسم الجاف الحرارة في عملية التوصيل، بينما تُعدُّ التهوية القسرية اعتبارًا آخر للتصميم.

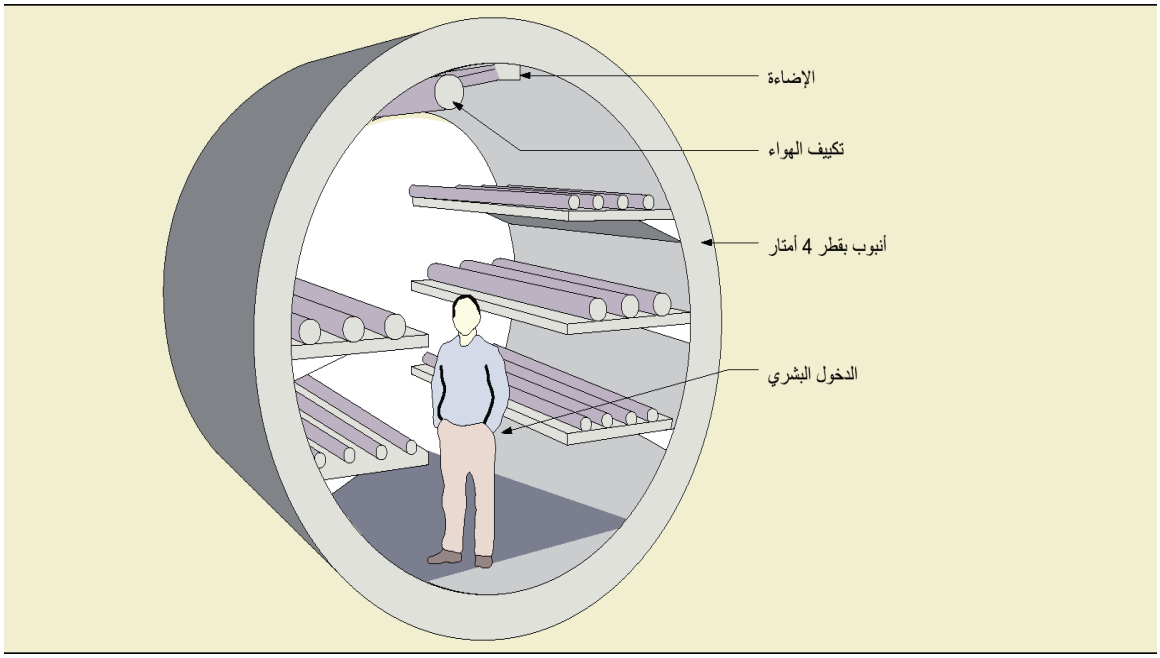
تتميز شرفة المرفق بضغط الخدمات في منطقة أصغر؛ عن طريق تكديسها داخل هيكل. ويجب النظر في شرفة المرافق؛ اعتمادًا على المساحة المتاحة، والتكاليف، والمتطلبات الحالية، والمستقبلية للخدمات المطلوبة في هذا الموقع.

تُفرض الممرات السفلية قيودًا معينة على المساحة، ويعمل هيكل الشرفة على حل مشكلة المساحة. ومع ذلك، يجب التعاون بين مختلف مقدمي الخدمات للممرات السفلية، وهناك تكلفة أعلى نسبيًا في توفير هيكل الشرفة. وتُعوض التكلفة المرتفعة بشكل طفيف من خلال انخفاض تكاليف الحفر لكل خدمة فردية.

يُظهران الشكلان (٣-٨ و٣-٩) الشرفات النموذجية لمرافق الكهرباء.



الشكل (٣–٨) الأشكال الكهربائية النموذجية (ROW Utilities Distribution Manual Abu Dhabi).



الشكل (٣–٩) الأشكال الكهربائية الدائرية النموذجية (ROW Utilities Distribution Manual Abu Dhabi).

يمكن أن تقلل الشرفات الكهربائية المقدمة فقط لكابلات الطاقة من المساحة المطلوبة بين الكابلات لأن الشرفة يمكن أن تكون مكيفة الهواء. تم وضع الكابلات على أرفف مكدسة لاستخدام المساحة بكفاءة أكبر. يمكن إنشاء شرفة رطبة إذا كانت الأنابيب صغيرة ويمكن استيعاب التركيبات داخل الشرفة. قد يتطلب حجم عمل الأنابيب إنشاء نفق مرافق أكبر.

يمكن أن يكون شكل وحدة معرض المرافق دائريًا أو مستطيلًا ليناسب احتياجات الإنشاء. إذا كان الإنشاء حفر خنادق مفتوحة، فيمكن استخدام غرفة مستطيلة. إذا كانت ظروف الأرض غير مواتية لأعمال الإغلاق والخرسانة في الموقع، فقد يكون النفق الدائري الذي يتم ربطه بالأنبوب طريقة بديلة (الشكل ٣-٥).

فيما يلي اعتبارات التصميم الرئيسة لشرفة المنافع:

- يجب أن تكون الشرفات مانعة لتسرب المياه؛ لا يمكن للمياه الجوفية الاختراق إلى الداخل.
- يجب أن تكون مواد حائط الشرفة متينة، مثل الخرسانة.
- تتطلب شرفات المنافع نظامًا آليًا للحماية من الحرائق. بسبب قرب الخدمات، هناك خطر أكبر لإلحاق ضرر بالخدمات الأخرى في حالة نشوب حريق.
- مطلوب تجزئة الشرفة حتى يمكن حصر الحريق.
- يجب أن تقاوم شرفات المنافع عمليات التحميل الخارجية.
- يجب أن تكون هناك إمكانية الوصول إلى الصيانة.
- مطلوب تكييف الهواء أو التهوية أو كليهما لكل قسم مجزأ.
- يجب مراعاة موقع أعمدة التهوية بعناية، خاصةً إذا كانت ستبرز فوق مستوى سطح الأرض.
- يجب أن يكون هناك مساحة لأحكام المنافع الحالية والمستقبلية.
- مطلوب غرفة خلفية لثني الكابلات من مستوى ضحل إلى مستوى أعمق.
- من القضايا المهمة التي تتطلب تخطيطًا دقيقًا باستخدام كابلات (EHV) الحد الأدنى لأنصاف أقطار الانحناء للكابلات المقترحة (في الاتجاهين الرأسي والأفقي).
- يجب اختيار أنظمة دعم الكابلات لتناسب أنواع الكابلات التي سيتم دعمها.
- الإنارة والتأريض والربط مطلوبة.
- التخطيط لحالات الطوارئ والمخاطر المرتبطة بها تحتاج إلى تقييم والتخفيف من أجلها.
- يجب إعداد دليل التشغيل والصيانة في مرحلة الإنشاء.

كما يجب أن تؤخذ المبادئ التوجيهية لهيئة الاتصالات والفضاء والتقنية في الاعتبار.

٤ـ منافع إنارة الطرق والشوارع

٤ـ١ الغرض والنطاق:

يجب أن تمثل إرشادات تصميم الإنارة في كود الطرق السعودي الممارسات الحالية الموصى بها لإنارة الطرق وتتضمن مواصفات للتطبيقات النموذجية الموجودة في المملكة العربية السعودية. يعتمد بشكل أساسي على دليل الإنارة في الجمعية الهندسة للإنارة (IES)، والممارسة القياسية الوطنية الأمريكية لتصميم وصيانة إنارة مرافق الطرق ومواقف المركبات (RP-8-18 ANSP/IES)، والاتحاد الأمريكي لمسؤولي الطرق والنقل الحكوميين (AASHTO) ودليل تصميم إنارة الطرق لعام ٢٠٢٢. يجب استخدام إرشادات تصميم الإنارة في كود الطرق السعودي بجانب أحدث إصدار من هذه المراجع ودليل إنارة الشوارع والميدان ذي الصلة من وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان. يجب تقييم الاستثناءات من هذه الإرشادات بدقة وتوثيق سياسات استثناء التصميم التي تشير إلى الحالات الاستثنائية التي تتطلب حلًا مخصصًا دائمًا تحت عملية الموافقة من الجهات المختصة.

مبررات الإنارة المدرجة في هذا الدليل مأخوذة من ضمانات إنارة دليل تصميم إنارة الطريق (AASHTO). لا يُلزم اجتماع ضمانات الإنارة من (AASHTO) الإدارة المختصة في الجهة المُختصة بتنفيذ مشروع إنارة على الطرق الحالية أو المقترحة. يجب أن يستند تبرير الإنارة إلى الظروف المتعلقة بالحاجة إلى إنارة الطريق والفوائد التي يمكن الحصول عليها من الإنارة.

يستخدم هذا الدليل الوحدات القياسية الأمريكية القياسية (بوصة - قدم - ميل). يتم إجراء استثناء واحد لهذا التنسيق عند مناقشة شمعة/متر مربع (cd/m^2)، وحدة الإنارة. المصطلح الإنجليزي لهذه الوحدة، foot lamberts، لم يعد موجودًا في مجال الإنارة. في حين أن هذا لا يتوافق مع الوحدات العرفية الأمريكية الأخرى، يتم إعطاء جميع مواصفات الاستضواء بوحدة cd/m^2.

تجب مراعاة الغرض من إنارة الطريق لتحسين الرؤية الليلية عن طريق إنارة نقاط تعارض الطرق أو المشاة في ممرات المشاة أو الأشياء الثابتة أو العوائق الموجودة على الطريق. يجب أن يكون لنظام الإنارة الجيد الذي يمكن أن يحسن الرؤية الليلية إنارة فعالة وعالية الجودة بكمية مناسبة مع الحد الأدنى من الوهج. يجب أن تكون الإنارة الفعالة مناسبة للإشارة إلى قدرة الضوء على توفير التباين بين الأشياء والمناطق المحيطة بحيث يمكن لسائقي المركبات استشعار التعارضات في الوقت المناسب لاتخاذ إجراء مراوغ.

يجب أن يعتمد تصميم نظام إنارة الطريق بشكل عام على إنارة الرصف. يتم تعريف الإنارة بشكل أساسي على أنها مقدار الضوء المنعكس من السطح الذي تدركه العين (cd/m^2). على وجه الخصوص، يجب أن تشير إنارة الرصف إلى مدى سطوع ظهور الرصف. يجب أن تحدد الإنارة البيئة المرئية فيما يتعلق بكيفية تمكن سائق المركبة من رؤيتها. يعتبر مقياس آخر يستخدم في تصميم إنارة الطريق هو الإنارة، والتي تُعرّف على أنها كمية الإنارة التي تصل إلى سطح، في شموع القدم (fc). تعتمد أقسام الطريق المنحنية، مثل التقاطعات الجزئية، على الإنارة بسبب قيود برمجيّات الحساب. يجب أن تعتمد التقاطعات ومسارات المشاة أيضًا على الإنارة الأفقية والرأسية. يجب أن يؤخذ في الاعتبار أنه على الرغم من سهولة حساب الإنارة ويمكن اعتباره نقطة انطلاق أولية في عملية التصميم، فإنه لا يمكن بأي حال من الأحوال تحديد ما يراه سائق المركبة ويستخدمه كمعيار للإنارة في معظم استعمالات الطرق.

بالإضافة إلى توفير الرؤية الكافية، يجب أن يتناول تصميم إنارة الطريق أهمية التشغيل والصيانة. يجب أن تتضمن مشكلات التشغيل والصيانة النموذجية العمر الافتراضي لمصدر الإنارة، ومتانة المصباح، والوصول إلى المصباح بسبب موقع وارتفاع معيار الإنارة، وتوافر قطع الغيار. يمكن لبعض أنظمة التحكم تبسيط عملية الصيانة من خلال توفير تحليلات في الوقت الحقيقي لمصدر الإنارة ومصباح الإنارة بالإضافة إلى إصدار رسائل خطأ عند فشل وحدة الإنارة.

يجب أن يوفر الدليل المقدم في هذا المستند مزيدًا من الشرح فيما يتعلق بالعديد من مفاهيم الإنارة والمصطلحات المستخدمة فيه، ويحتوي على معجم مناسب للمصطلحات المستخدمة في هذا المستند. لأي حاجة إلى معلومات إضافية حول تصميم إنارة الطريق، يجب على المصمم الرجوع إلى الإصدارات الحالية من دليل إنارة (IES وRP-8-18 ANSP/IES) ودليل الإنارة من (AASHTO). إلى جانب استشاري التصميم، يجب أن يأخذ في الاعتبار المعلومات ذات الصلة الواردة في القسم (٥-٦-٣-ج-٤-د) للفصل الكهربائي من وثيقة دليل الهندسة التوجيهية (RCJY) (٢٠٢٠) من الهيئة الملكية للجبيل وينبع، وهي واحدة من أحدث الوثائق. يجب قراءة الأقسام التالية من الجزء الثاني بالاقتران مع كود الطرق السعودي ٣٠١ (التصميم الهندسي للطرق) والأجزاء (٤-١ و٤-٢و ٤-٣) من كود الطرق السعودي ٤٠٣ (إنشاء مرافق الطرق) والجزء الفرعي (٨-١٠-٥) من كود الطرق السعودي ٥٠٢ (نظم صيانة الجسور والأنفاق وإدارتها). أخيرًا، سيتم فحص الوثيقة بالتنسيق مع هيئة إنارة الشوارع في وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان بالمملكة العربية السعودية رقمي ١٧٥ و١٩٧.

٤ـ٢ دليل الاستخدام:

يجب استخدام هذا الدليل الإرشادي لجميع تركيبات الإنارة المملوكة والمدارة ضمن نطاق الجهة المختصة. بالنسبة لمشاريع الإنارة، يجب على المصمم أولًا مراعاة متطلبات الإنارة، سواء المواصفات والمعدات، للكيان الذي يمتلك معدات الإنارة وصيانتها. إذا كان هذا الدليل أكثر صرامة من الكيان المسيطر، فيجب اتباع هذا الدليل. على سبيل المثال، إذا كان لدى الكيان مواصفات عالية للإنارة أو

لا توجد مواصفات، فيجب أن يتبع التصميم هذا الدليل لتقليل توهج الإنارة. يمكن أيضًا استخدام دليل التصميم هذا في حالة عدم وجود مواصفات الإنارة أو متطلبات معدات الإنارة.

الهدف من تصميم الإنارة هو توفير حل يحقق مواصفات الإنارة الأساسية. هناك مطلب أساسي بأن تكون جميع حلول التصميم قابلة للإنشاء وقابلة للصيانة ومستدامة.

تجب مراجعة جميع التصاميم النهائية والإنارة المقترحة للشوارع للتأكد من مطابقتها للمواصفات الحديثة الأخرى من قبل الجهات المختصة. يجب الحصول على موافقة التصميم من إدارة تصميم الإنارة في السلطة المختصة، من أجل إكمال العملية والمتابعة عن طريق طلب المواد أو المعدات أو بدء الأعمال في الموقع.

وفقًا لذلك، يهدف هذا القسم إلى تزويد المصممين بفهم واضح لمتطلبات عملية التصميم، بما في ذلك تحديد أصحاب المصلحة الذين يجب مراعاة متطلباتهم ومدخلاتهم المحددة طوال دورة حياة كل مشروع.

٤-٣ الاستدامة:

يجب أن تقلل مبادئ الاستدامة الرئيسة لتصميم الطرق في المملكة العربية السعودية من الحاجة إلى إعادة التصميم وتحقيق الجدوى الاقتصادية المثلى مع مراعاة التكاليف على مدار عمر الأصول بالكامل، بما في ذلك التكاليف المستقبلية التي قد يتم تكبدها من التغييرات في حجم المرور والتوسع الحضري وأنواع المستخدمين والظروف البيئية. يعتبر الاعتبار المبكر للتأثيرات المحتملة وكيف يمكن للتصميم أن يضمن تجنب هذه التأثيرات أو التقليل منها هو مبدأ أساسي يجب اتباعه. يجب أن يأخذ التصميم، من المراحل الأولى، في الاعتبار فرص تصميم التأثيرات البيئية والاجتماعية السلبية وكيفية دمج التحسينات. على وجه الخصوص فيما يتعلق بتصميم إنارة الشوارع، يجب على المصممين مراعاة القضايا التالية بقوة:

- الاجتماعية والاقتصادية: تفيد الإنارة الفعالة المجتمع من خلال تقليل حوادث الإصابات الشخصية الليلية وجرائم الشوارع والخوف. علاوة على ذلك، تشير الأبحاث إلى أن الإنارة الفعالة تسهل الاندماج الاجتماعي والتنمية الاقتصادية من خلال دعم اقتصاد ترفيهي على مدار ٢٤ ساعة.
- السلامة: يجب أن يشتمل تصميم الإنارة على الطرق والطرق السريعة والجسور والأنفاق وممرات المشاة والطرق المحلية
- استهلاك الطاقة التشغيلية: يمكن أن توفر صيانة وتحديث أنظمة الإنارة بمصادر وتركيبات وضوابط إنارة فعالة العديد من الفوائد، مثل تحسين الجماليات وتقليل استخدام طاقة الإنارة وتحسين البيئة المرئية. يجب تحديد المعدات لتعظيم كفاءة استخدام الطاقة، ويجب على المصممين دمج الفرص لتوحيد موقع توليد الطاقة المتجددة الصغيرة مع المعدات التي تتطلب طلبًا على الطاقة.
- كفاءة الموارد من خلال الشراء المستدام: يجب أن يشجع التصميم على شراء المعدات التي تقلل من كمية المواد الخام، والمواد النادرة على وجه التحديد. يجب تحسين التصميم بشكل أساسي لتقليل النفايات أثناء الإنشاء والصيانة وإيقاف تشغيل خيارات الإنارة. يجب مراعاة مقاومة درجة حرارة تشغيل المعدات بقوة في مرحلة مبكرة.
- الحد من المخلفات الخطرة بيئيًا المنتج الثانوي: يجب على المصمم أن يأخذ في الاعتبار التركيب المادي لمعدات الإنارة ويتجنب أو يلغي استخدام المنتجات التي تحتوي على مواد خطرة.
- التأثير البصري وتصميم المناظر الطبيعية: يجب أن يقلل تصميم الإنارة من التأثير البصري للطريق ويسعى إلى تعزيز قيمة الراحة البصرية للمنطقة حيثما أمكن ذلك.
- التلوث الضوئي والاضطراب: يجب أن تقلل مخططات الإنارة من التلوث الضوئي غير الضروري وتدخل المستقبلات الحساسة للمجتمع المحلي. يجب أن تستعرض المخططات أيضًا التأثيرات البيئية والتنوع البيولوجي المحيطة بممر الطريق.
- تعزيز النقل المستدام: يجب على المصممين مراعاة متطلبات الإنارة لجميع مستخدمي الطريق مع وضع أحكام مناسبة لمستخدمي النقل العام من حيث توفير الإنارة للوصول إلى شبكة الطرق وعبورها.

٤-٤ المتطلبات البيئية:

يجب أن تركز الجهات المختصة على الجانب البيئي لأي تصميم على وجه الخصوص عندما يتم تحقيق التقدم التكنولوجي باستمرار من حيث الكفاءة وتقليل البصمة الكربونية.

يجب أن يشير مصمم الإنارة دائمًا إلى الخطوات المتخذة فيما يتعلق بمعالجة قضية الاستدامة البيئية. يجب أن تتضمن جميع تقارير تصميم الإنارة، في كل مرحلة تصميم، قسمًا يتعلق بالاعتبارات البيئية.

يجب على المصممين بكل الوسائل إثبات أن القضايا التالية قد تم أخذها في الاعتبار في تصميمهم (يمكن أيضًا النظر في المزيد من الجوانب):

- مصادر إنارة فعالة.
- التقليل من التلوث الضوئي.

- كفاءة الطاقة من حيث اختيار المعدات وموقعها.
- الأثر البيئي سهولة الصيانة.
- اختيار مصادر الضوء التي لا تحتوي على مواد خطرة.
- تحقيق مواصفات التصميم المستدام.

الظروف المناخية قاسية في المملكة العربية السعودية. تنتشر العواصف الترابية، والغلاف الجوي رطب ومسبب للتآكل. الرطوبة مرتفعة، والرطوبة النسبية القصوى ١٠٠٪، وفترات الرطوبة العالية طويلة ومستمرة. درجات الحرارة مرتفعة في الصيف. شروط الموقع مذكورة أدناه:

- المقاومة الحرارية الأرضية (جم) ١٥٠ Kcm/W.
- أقصى درجة حرارة محيطة في الظل هي ٥٠ درجة مئوية.
- المتوسط اليومي لدرجة حرارة الظل المحيطة هي ٤٥ درجة مئوية.
- الحد الأدنى لدرجة الحرارة المحيطة ٧ درجات مئوية.
- الحد الأقصى لدرجة حرارة الأسطح المعدنية في الضوء المباشر هي ٨٠ درجة مئوية.
- ارتفاع منسوب البحر إلى ٣٠٠ م.
- أقصى سرعة للرياح ١٢٥ كم/ساعة.

نظرًا لارتفاع درجة الحرارة التي تواجهها المملكة العربية السعودية، يجب أن تكون الملدنات البلاستيكية من النوع الطويل السلسلة وذات الوزن الجزيئي العالي لتقليل فقد الملدنات في الظروف الحارة. الرمل ليس مادة أكالة في ظروف التهوية الجافة، ولكن في ظل الظروف اللاهوائية، ستؤدي البكتيريا التي تقلل الكبريتات في الرمال إلى تآكل خطير للمعادن عند ملامستها للرمل. يجب أن تكون مادة (PVC) مناسبة لظروف التربة ويجب على المقاول تقديم شهادة مع عينات للتحقق من أن مادة (PVC) يجب أن تكون مناسبة للظروف.

٥- تصميم إنارة الطرق والشوارع

٥-١ نظرة عامة على تصميم الإنارة:

يتناول هذا القسم تحديدًا مستويات الإنارة التي سيتم اعتمادها لإنارة الطرق والجسور والأنفاق والتقاطعات. تم إعداد جزء تصميم الإنارة هذا من كود الطرق السعودي كمعيار تصميم الإنارة الخارجية الأساسي (باستثناء المسطحات الخضراء) للمملكة العربية السعودية. يجب أن يكون مكملًا لإرشادات ومواصفات تصميم الإنارة الحالية الأحدث في المملكة العربية السعودية

يجب أن تضاء جميع الطرق داخل المملكة العربية السعودية، ما لم تصدر تعليمات محددة من قبل الجهة المختصة.

يجب أن يكون الهدف من تصميم الإنارة هو توفير حل يحقق مواصفات الإنارة الأساسية. من المتطلبات الأساسية لجميع حلول التصميم حقيقة أن تكون، كما هو مذكور في الباب (٦)، قابلة للإنشاء وقابلة للصيانة ومستدامة.

يجب أن تكون التصنيفات الرئيسة وعوامل التصميم:

- تصنيف الطريق - يتم تحديده من قبل مصممي الطرق/الطرق، بناءً على عوامل مثل سرعة التصميم وتدفق المرور والموقع والسعة.
- تصنيف سطح الطريق - بمعنى نوع الطريق، يجب مراعاة انعكاس الطريق في تصميم الإنارة.
- عامل الصيانة - العنصر الأساسي في أي تصميم إنارة. يعتمد بشكل أساسي على العوامل التالية:
  - تصنيف (IP) لوحدة الإنارة.
  - استهلاك ناتج الضوء خلال فترة زمنية معينة.
  - فئة التلوث.
  - فترات التنظيف واستبدال المصباح.
- يجب ألا يزيد ميل الإنارة أو الميل عن ٥ درجات. قد يتم قبول تصميمات الإنارة التي تتطلب استخدامًا محدودًا لقوس ينتج عنه ميل أكثر من ٥ درجات، بشرط الحصول على موافقة خطية من السلطات المختصة.

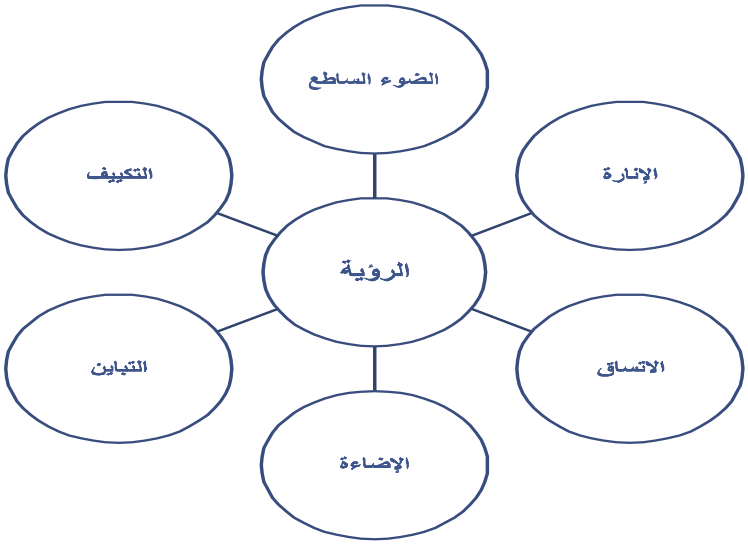
الجهة المُختصة هي السلطة الوحيدة لإصدار التعليمات في حالة ظهور أي تناقض أو تضارب بين المواصفات أو قواعد الممارسة.

٥-١-١ متطلبات التصميم:

يرد ملخص للمصطلحات الفنية الهامة والمعلومات الأساسية ذات الصلة بالمجلد في الملحق (أ) لضمان تصميم مشاريع الإضاءة في المملكة العربية السعودية بشكل متسق.

تعتمد قدرة سائقي المركبات والمشاة على استشعار الأشياء والمشاة الآخرين الذين يمكن رؤيتهم ليلًا على رؤية المهمة؛ يجب أن تشمل المهمة رؤية العوائق في الطريق، أو قراءة لافتات الشوارع، أو تحديد المشاة في ممر المشاة. يجب أن تعتمد رؤية الجسم على الحجم والسطوع والإنارة الرأسية والتباين لجميع الكائنات في المنطقة. تؤدي زيادة كمية الإنارة (السطوع والإنارة) التي تسقط على جسم ما إلى زيادة رؤية المهمة.

ومع ذلك، يجب موازنة سطوع الكائن مع محيطه لمنع الوهج من خلال كونه شديد السطوع. مثال على تباين المهام المنخفض هو عرض حاجز يشير إلى تحول في المسار. يجب أن تتطلب مهمة القيادة استشعار المخاطر ورؤية واضحة للمرور المحيطة وظروف الطريق.



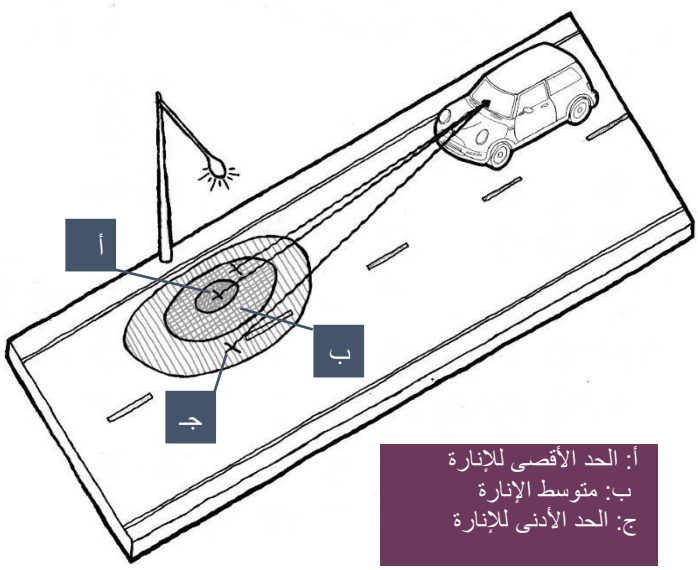
الشكل (٥–١) مكونات الرؤية.

يجب أن يوفر نظام الإنارة أيضًا طريقة لإيجاد الطرق من خلال إنشاء أنماط متسقة وإشارات بصرية، مثل الإنارة الموجودة في زاوية التقاطع أو في مثلث افتراق المخرج عن الطريق إنارة منحدر هو مقياس الإنارة الأساسي المستخدم للتطبيقات غير الخاصة بالطرق مثل ممرات المشاة والممرات ومسارات الدراجات. الإنارة هي كمية الضوء التي تصل إلى سطح ما، معبرًا عنها بوحدات شموع القدم (fc)، أو لوكس عند استخدام النظام الدولي للوحدات (وحدات SI) والتي تزيد بمقدار ١٠,٧٦٣٩ مرة عن شموع القدم، أو أكبر منها بحوالي ١٠ مرات. يشير الإنارة الأفقية إلى مقدار الضوء الساقط على سطح أفقي، مثل الرصف. الإنارة الرأسية هي مقدار الضوء الساقط على سطح عمودي، مثل شخص، وهو أمر بالغ الأهمية للسائقين حتى يتمكنوا من رؤية الأشياء في الطريق.

يجب استخدام هذا المقياس فقط لتطبيقات الإنارة التي تسرد مواصفات الإنارة مثل مناطق المشاة أو الطرق المنحنية أو لمتطلبات الإنارة الرأسية لأنها لا تتناول سطوع السطح الذي يراه الشخص.

الإنارة هو الضوء المنعكس، أو سطوع سطح أو كائن في مجال رؤية الفرد. يقاس بوحدات الكانديلا لكل متر مربع (cd/m^2). هذا المقياس مهم لأنه، على عكس الإنارة، يصف الإنارة بشكل أفضل ما يراه الشخص أو السائق.

إن إنارة الطريق، يجب أن تشير إنارة الرصف إلى مدى سطوع الرصف لسائقي المركبات. عندما يكون الرصف مضاءً، يصعب رؤية الخطوط الأرضية والأشياء الصغيرة على الطريق. توفر الإنارة الأعلى للأرصفة للسائق معلومات مرئية عن حدود الطريق ومناطق التعارض مثل ممرات المشاة والتقاطعات. تعكس الأسطح ذات الألوان الفاتحة والأكثر انعكاسًا، مثل الخرسانة، ضوءًا أكثر من الأسطح الداكنة الأقل انعكاسًا، مثل الأسفلت؛ مطلوب إنارة أقل للأسطح العاكسة أو الخرسانية لتوفير نفس مستوى الإنارة.



الشكل (٥–٢) إنارة السطح من منظور سائقي المركبات (CDOT, 2020).

يجب أن تكون الإنارة الحاجبة عبارة عن مقياس الوهج المعيق وتصف مدى سطوع مصدر الضوء مقارنة بسطح الطريق. من المهم مراعاة هذا الأمر في تصميمات إنارة الطريق لأن مصادر الضوء الساطع يمكن أن تعيق قدرة سائقي المركبات على رؤية الأجسام أو الخطوط الأرضية في الطريق.

يجب تعريف تنظيم الإنارة بأنه تساوي الضوء. تتكيف أعيننا باستمرار مع ألمع جسم موجود في مجال رؤيتنا. أي جسم مضاء حتى ١٠/١ من المستوى الأكثر سطوعًا من المناطق المحيطة المجاورة يبدو أكثر قتامة بصورة ملحوظة. يسمح التنظيم الذي يلبي مواصفات الإنارة بإنارة الرصف بصورة متساوية. وعلى الرغم من ذلك، فإن الأسطح المنتظمة جدًا (أقل من متوسط ٢:١ إلى أدنى حد) قد تقلل من تباين سطح الجسم، ما قد يتسبب في اندماج بعض الأجسام في الخلفية، ما يجعل استشعارها أكثر صعوبة. يجب أن يكون هناك توازن بين الانتظام والتباين.

يجب أن يكون التباين هو الفرق بين قيم الإنارة لسطحين متجاورين. من المفترض أن يكون التباين العالي ضروريًا للرؤية الجيدة. وعلى الرغم من ذلك، إذا زاد التباين بصورة زائدة، يجب أن يصبح السطح الأكثر سطوعًا مصدرًا للوهج.

يجب أن يمنح تباين السطح أو الجسم لسائقي المركبات أكبر قدر من المعلومات للتوجيه. على وجه الخصوص، إذا كان التباين منخفضًا، مثل ضوء النهار المسطح على الطرق المليئة بالثلوج، أو إذا كان للأجسام الموجودة على الطريق نفس الإنارة مثل خلفية الرصف، فسيصبح التمييز صعبًا. يجب أن تتمثل الأهمية في الحفاظ على تباين قوي للأجسام لجميع المهام.



الشكل (٥–٣) التباين الجيد للسطح (CDOT, 2020).



الشكل (٥–٤) التباين الضعيف للسطح (CDOT, 2020).

من المفترض أن يحدث الوهج المباشر بسبب دخول الضوء الزائد إلى العين من مصدر ضوء ساطع. يجب أن يميل النظام المصمم فقط على مستويات الإنارة إلى توجيه المزيد من الضوء بزوايا أعلى لزيادة تباعد الأعمدة، وبالتالي إنتاج المزيد من إمكانية التوهج. مع الوهج المباشر، ستواجه العين صعوبة أكبر في رؤية التباين والتفاصيل الموضحة في الشكل (٥-٥). يمكن تقليل الوهج المباشر من خلال الاختيار الدقيق للمعدات وطريقة وضعها.

للمساعدة في التنبؤ بالوهج الذي سينتج عن وحدات الإنارة، أنشأت (IES) نظام تصنيف الإنارة (TM-١٥-١١) يسمى نظام تصنيف الإنارة BUG (الإنارة الخلفية، الإنارة العلوية، الوهج). تتم تغطية هذا بمزيد من التفصيل أدناه.



الشكل (٥–٥) الوهج المباشر (CDOT, 2020).

يجب أن يكون الوهج غير المباشر أو المنعكس ناتجًا عن انعكاس الضوء عن الرصف بطريقة يتلاشى معها التباين. يجب أن يتسبب أي مصدر ضوء في انعكاس الوهج اعتمادًا على زاوية رؤية السائق. وعلى الرغم من ذلك، فإن مصابيح الشوارع ذات معدل التوهج العالي (G٣ أو أكبر) من المفترض أن يكون لها احتمالية متزايدة للوهج المنعكس، خاصة على الرصف الرطب. من المفترض أن يزيل الوهج المنعكس طلاء الطريق، خاصة على الرصف الرطب، أو أثناء الظروف الجوية السيئة، ويحد من قدرة الفرد على رؤية التباين. على غرار الوهج المباشر، يمكن تقليل الوهج غير المباشر بنوع معدات الإنارة وتصميمها. قم بتوجيه الضوء بعيدًا عن المتلقي باستخدام وحدة إنارة منخفضة التصنيف G وتثبيت عمود الإنارة على الأساس.

غالبًا ما يُشار إلى تعدي الضوء بأنه الوهج المزعج أو تأثير "الضوء الساطع في نافذتي". عادة ما تكون مصادر الضوء غير المنضبط هي سبب تعدي الضوء. وعلى الرغم من ذلك، حتى وحدة الإنارة المحمية من المفترض أن تتسبب في تعدي الضوء بسبب موقع وحدة

الإنارة وارتفاعها واتجاهها وتوجيهها. إذا لم يكن الموقع مثاليًا ولا يمكن تغييره، فيجب توفير حماية إضافية. يجب أن يكون رأس وحدة الإنارة مستويًا ورأسيًا مع الجانب الأفقي، بدلًا من توجيهه لأعلى أو لأسفل.

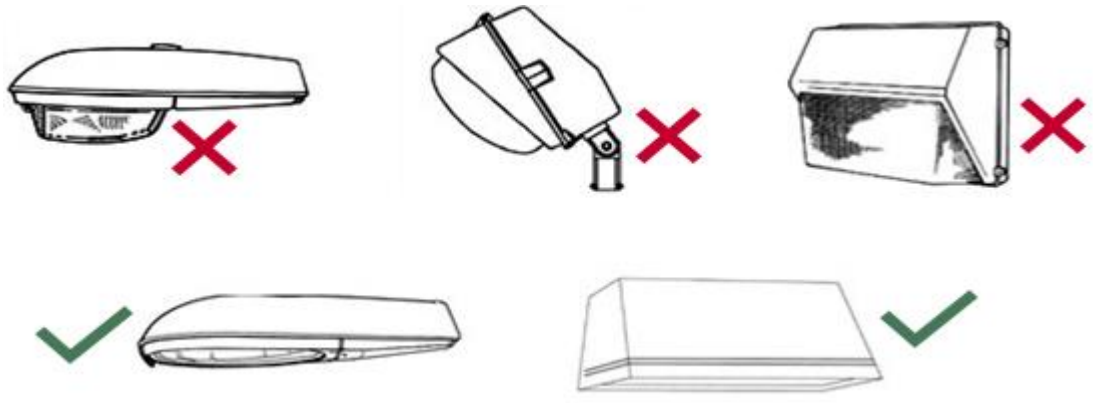
من المفترض أن تزيد مناطق الإنارة المنعكسة من الضوء وتكون النتيجة في حالة تكيف ضعيف بين المنطقة ذات الإنارة الساطعة والمناطق المجاورة غير المضاءة. يجب تجنب الإنارة الزائدة لأنها تزيد من تعدي الضوء والتلوث الضوئي

يحدث تلوث الضوء أو وهج السماء بسبب الضوء الموجه مباشرة إلى السماء، والضوء المنبعث مباشرة من الزوايا شبه الأفقية، والضوء المنعكس عن الأرض أو الأجسام. يعد الضوء المباشر، وليس الضوء المنعكس، أهم سبب للتلوث الضوئي. يجب أن تكون مصابيح المشاة من طراز البلوط، والمصابيح الكاشفة، وحزم الحائط، وغيرها من وحدات الإنارة المزودة بمكونات إنارة علوية، من العوامل الرئيسة المساهمة في وهج السماء. يجب أن تعكس الإنارة الزائدة، حتى مع وحدات الإنارة التي تنتج القليل من الإنارة العلوية أو تنعدم معها الإنارة العلوية، الضوء غير الضروري مرة أخرى في الغلاف الجوي وتضيف إلى وهج السماء.



الشكل (٥–٦) تقليل الوهج باستخدام وحدات الإنارة المناسبة (CDOT, 2020).

لتقليل التلوث الضوئي، لا تفرط في توفير مناطق مضيئة. استخدم وحدات الإنارة مع إنارة علوية قليلة أو معدومة، والتي ستتم ملاحظتها من خلال تصنيف U٠. يؤدي خفت الأضواء في أثناء فترات انخفاض المرور وانخفاض حركة المشاة، عندما يزيد الغطاء الثلجي من انعكاس الرصف، أيضًا إلى تقليل التلوث الضوئي.



الشكل (٥–٧) وحدات إنارة علوية (LDG-CDOT).

يجب أن يشير التكيف إلى قدرة العين على التكيف بسرعة بين التغيرات في الإنارة والشدة. من المفترض أن تتكيف أعيننا تلقائيًا مع أكثر الأجسام سطوعًا في مجال رؤيتنا. يجب زيادة الوقت اللازم للتكيف مع تقدم العمر بسبب التغيرات الهيكلية والكيميائية الطبيعية في العين.

من المفترض أن يؤثر الوهج الصادر من المصابيح الأمامية على قدرة المرء على التكيف مع شدة الضوء المنخفضة. بالإضافة إلى ذلك، يحدث التكيف عند القيادة من منطقة مضاءة إلى جزء غير مضاء من الطريق. على سبيل المثال، تعد عمليات الانتقال إلى الأنفاق أمرًا بالغ الأهمية في أثناء النهار وكذلك في أوقات الليل.

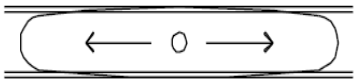
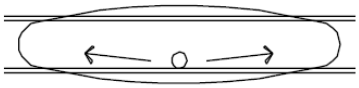
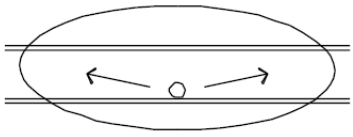
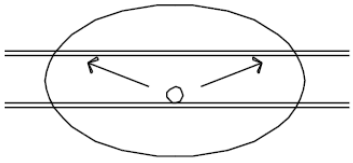
هناك ثلاثة أنواع مختلفة من الاستجابات المرئية: ضوئية (رؤيتنا النهارية)، ورؤية ليلية (رؤيتنا الليلية)، وغلسية الرؤية (مزيج من الرؤية الليلية والنهارية). عادةً ما تقع الإنارة الخارجية ضمن نطاق الرؤية الغلسية. نظرًا إلى أن أعيننا تستجيب لألوان مختلفة من الضوء بصورة مختلفة، يوصى باستخدام مصادر الضوء الأبيض لتحسين الرؤية.

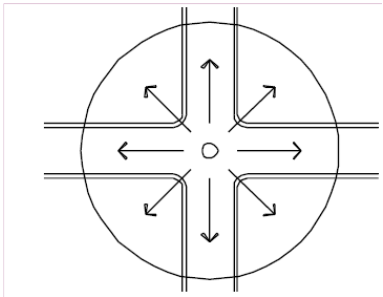
من المفترض أن يكون قد ثبت أن الضوء في الليل يعطل المجتمعات الحيوانية من خلال التأثير على التربية الطبيعية، والهجرة، والتغذية، والتفاعل الاجتماعي الحيواني. من المفترض أن تؤثر الإنارة الكهربائية أيضًا على أنماط نمو النباتات لأنها تحتاج إلى ضوء الشمس في أثناء النهار والظلام في الليل للحفاظ على دورة حياة صحية. يجب تقليل الإنارة الكهربائية أو إيقافها في الليل كلما أمكن ذلك لتقليل التأثير على البيئة الليلية.

من المفترض أن يكون قد ثبت أن الضوء في الليل يعطل المجتمعات الحيوانية من خلال التأثير على التربية الطبيعية، والهجرة، والتغذية، والتفاعل الاجتماعي الحيواني. من المفترض أن تؤثر الإنارة الكهربائية أيضًا على أنماط نمو النباتات لأنها تحتاج إلى ضوء الشمس في أثناء النهار والظلام في الليل للحفاظ على دورة حياة صحية. يجب تقليل الإنارة الكهربائية أو إيقافها في الليل كلما أمكن ذلك لتقليل التأثير على البيئة الليلية.

تُصنف وحدات الإنارة الخارجية المُثبَّتة على أعمدة حسب نوع توزيع الضوء، والذي يشير إلى نمط الإنارة المنتج على الأرض. في الجدول (٥-١) أدناه يتم عرض أنواع التوزيع الأساسية الخمسة.

الجدول (٥–١) أنواع التوزيع الأفقي (CDOT, 2020).

التوزيع	الوصف	مسقط أفقي
النوع الأول	نمط الإنارة الضيقة. لا يُستخدم على نطاق واسع في استخدامات الطرق. يشيع استخدامه في المسارات متعددة الاستخدامات	
النوع الثاني	نمط إنارة أوسع قليلًا. يشيع استخدامه على الطرق المكونة من مسار واحدة أو مسارين.	
النوع الثالث	نمط إنارة واسع غير متماثل. يشيع استخدامه على الطرقات	
النوع الرابع	نمط إنارة أوسع غير متماثل. يشيع استخدامه في التقاطعات ومواقف المركبات.	

النوع الخامس	نمط إنارة دائرية متناظرة. يشيع استخدامه في وسط مواقف المركبات أو في ساحات المشاة.	

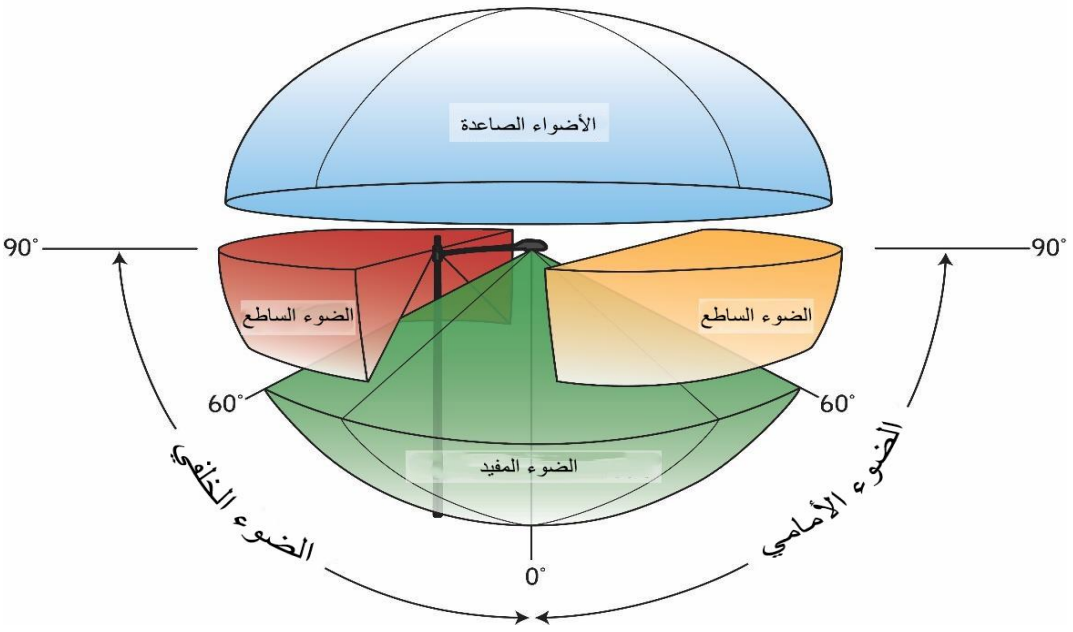
يوفر نظام تصنيف الإنارة (BUG) (الإنارة الخلفية - الإنارة العلوية - الوهج)، على النحو المحدد في (IES TM-١٥-١١)، تصنيفًا رقميًا لتوزيع ضوء وحدة الإنارة كما ينطبق على الإنارة الخلفية (تعدي الضوء) والإنارة العلوية والوهج. يتم تحديد تصنيفات (BUG) من خلال خرج لومن الأولي ضمن زوايا توزيع وحدة الإنارة. بوجه عام، يعني تصنيف (BUG) الأعلى أن المزيد من الضوء ينبعث في كل زاوية. يجب ألا تتجاوز وحدة الإنارة المحددة متطلبات تصنيف (BUG).

جميع تركيبات الإنارة الخارجية ذات المُخرج المقدر أكبر من ثلاثة آلاف ومائتي لومن، والتركيبة عبارة عن وحدة إنارة مقطوعة بالكامل". باختصار، يجب ألا تحتوي جميع وحدات الإنارة الخارجية ذات خرج لومن أولي يساوي ٣٢٠٠ لومن أولي أو أكبر على إنارة علوية (تصنيف U٠).

الإنارة الخلفية (B) هي مقدار الضوء خلف وحدة الإنارة. من المفترض أن تؤدي الإنارة الخلفية إلى تعدي الضوء غير المرغوب فيه على المناطق المحيطة المجاورة، أو قد توفر إنارة مفيدة لأرصفة المشاة خلف منطقة الراحة. يجب مراعاة كمية الإنارة الخلفية بعناية في هذه الحالات.

الإنارة العلوية (U) عبارة عن مقدار الضوء في ٩٠ درجة العلوية من وحدة الإنارة. تعد الإنارة العلوية المنخفضة الزاوية (من ٨٠ درجة إلى ١٠٠ درجة) أكبر سبب لوهج السماء وتؤثر سلبًا على دراسة الفلك ومستويات الضباب الدخاني ورؤية سماء الليل. تكون الإنارة العلوية ذات الزوايا الأعلى، التي تكون زواياها أكبر من ١٠٠ درجة، مهدرة بوجه عام.

من المفترض أن يكون الوهج (G) مزعجًا أو يمثل عامل إعاقة. بينما تسمح الزوايا العالية من الإنارة بتوزيع الضوء بشكل أكبر، فإن أي زاوية أعلى من ٦٣ درجة يمكن أن تتسبب في الوهج المعيق وبالتالي يجب تصغيرها. من المفترض أن تتمتع وحدات الإنارة التي يزيد معدل وهجها عن G٤ بأكبر احتمالية للوهج المعيق ولا يُسمح بها. يجب استخدام وحدات الإنارة ذات معدلات الوهج G٣ فقط في المجالات الحضرية.



الشكل (٥–٨) وحدات إنارة علوية (CDOT, 2020).

يجب أن تكون الصمامات الثنائية الباعثة للضوء (LED) مطابقة لمواصفة كود الطرق السعودي للإنشاء الجديد واستبدال وحدات الإنارة. يجب التحكم بإحكام في توزيع الضوء في وحداة الإنارة (LED) من خلال بصريات (LED) فردية أو بصريات وحدات إنارة كاملة للحد من تعدي الضوء في مواقع مثل المناطق الحساسة بيئيًا أو الريفية أو السكنية. من المفترض أن تتمتع وحدات إنارة (LED) التي تم وضعها في الاعتبار، بعمر طويل للغاية (أكثر من ٦٠,٠٠٠ ساعة)، وتستهلك القليل من الطاقة، ويجب أن تكون قابلة للتعتيم. يجب أن تتطلب مواصفات وحدات إنارة (SHC LED) المستندة إلى معيار ٧٠٠ KSA ذات الصلة أن يكون لجميع وحدات الإنارة المركبة درجة حرارة لون مرتبطة (CCT) تبلغ ٣٠٠٠ كلفن اسمي أو أقل ما لم يكن هناك انحراف (أي استخدامات الأنفاق).

يوصى بإنشاء جدول تخفيت، يُعرف أيضًا بالإنارة التكيفية، لجميع وحدات الإنارة الخارجية. يجب أن يقوم جدول التعتيم هذا بتعتيم وحدات الإنارة في أثناء ساعات الليل عندما يكون هناك حد أدنى من المرور (عادةً من ١٠ مساءً إلى ٥ صباحًا) ولا يلزم وجود مستويات إنارة أعلى. يجب أن توفر أيضًا ناتجًا ثابتًا للضوء عن طريق تعتيم إخراج ضوء وحدة الإنارة الأولية إلى المستويات التي تم الحفاظ عليها عندما تكون وحدة الإنارة جديدة، وبالتالي توفير الطاقة.

كانت الطرق مضاءة سابقًا بمصادر إنارة قديمة أقل فاعلية مثل مصابيح الصوديوم عالية الضغط (HPS)، والهاليد المعدني (MH)، ومصابيح الحث (Q). لم يعد مسموحًا بمصادر الإنارة القديمة وفقًا لمواصفات كود الطرق السعودي. يجب ألا يُسمح بالأطقم التحديثية لمصابيح (LED).

يجب أن تأتي وحدات الإنارة المثبتة على عمود للإنارة الخارجية في نطاق واسع من الارتفاعات ويجب أن يتم تجميعها بوجه عام في واحدة من ثلاث فئات: إنارة المشاة، وإنارة مواقف المركبات، وإنارة الطرق. يجب أن تحتوي جميع وحدات الإنارة المثبتة على أعمدة إنارة الطريق على قاعدة منفصلة، ما لم يكن عمود الضوء محميًا بواسطة حاجز حماية أو يقع في نطاق ارتفاع عمود واحد من منطقة المشاة أو السكن.

يتم تركيب وحدات إنارة الطرق عادة على عمود ضوء يتراوح طوله من ٧ إلى ١٢ مترًا. يجب حماية وحدات الإنارة هذه لمنع الإنارة العلوية (التصنيف U٠)، وتعدي الضوء (التصنيف B)، والحفاظ على معدل وهج منخفض (التصنيف G). إذا كانت وحدات إنارة الطريق تقع بالقرب من منطقة سكنية أو أي مكان آخر يكون فيه تعدي الضوء مصدر قلق، فيجب تحديد تصنيف إنارة خلفية منخفضة (B٠ أو B١). يجب اختيار توزيع الضوء بعناية لتلبية مواصفات الضوء.



الشكل (٥–٩) وحدات إنارة علوية (CDOT, 2020).

٥-١-٢ معايير التصميم:

تعد مستويات الإنارة مستوفية للمعايير إذا كانت القيم المحسوبة في حدود عشرة بالمائة (١٠٪) من المعايير أو لا تتجاوز المعايير بأكثر من ضعفين (٢x).

الجدول (٥–٢) معايير الإنارة للطرق والتقاطعات (CDOT, 2020).

نوع الطريق	متوسط إنارة الطريق أ (شمعة/متر٢)	متوسط إنارة الطريق ب (شمعة/متر٢)	متوسط الانتظام (متوسط:دقيقة)	نسبة الإنارة القصوى (LVmax: Lavg)
الطرق السريعة	٠,٦	٠,٤	٤	٠,٣
الجسور العلوية	٠,٦	٠,٤	٤	٠,٣

ترد أفضل الممارسات في النقاط التالية:

ارتفاع التركيب:

- عادة من ٩ إلى ٢٠ م.
- يجب تركيب أعمدة إنارة الصاري الوسطى (من ١٢ م إلى ٢٠ م) بشكل نموذجي في مشاريع الطرق الكبيرة؛ يجب أن تكون أعمدة الإنارة هذه مثبتة عادةً بصورة متوسطة لإنارة الطريق بالكامل.

توزيع الإنارة: يجب أن يبدأ بتوزيع من النوع الثاني أو النوع الثالث من دون أي إنارة علوية (U٠). يجب مراعاة التوزيعات الأخرى اعتمادًا على تصميم الطريق وموقع عمود الإنارة.

التباعد: يجب أن تبدأ بمسافة تباعد ٦:١ إلى نسبة ارتفاع التركيب. قم بالتعديل وفقًا لذلك لتلبية معايير الإنارة ومشكلات التصميم الحرجة الأخرى.

يجب وضع المصابيح داخل منحنيات لتقليل الاصطدام المحتمل من المركبات.

يجب استيفاء جميع معايير التصميم، على النحو الموصى به في المستندات المناسبة، لنظام الإنارة، وتشمل على سبيل المثال لا الحصر:

- مستويات الإنارة (لطريقة الإنارة).
- نسب الانتظام.
- الإنارة الحاجبة (الوهج).
- الإنارة المعيقة (وهج السماء وتعدي الضوء).
- حسابات تصميم الإنارة.

تحدد طريقة الإنارة لتصميم إنارة الطريق مقدار الضوء الساقط على سطح الطريق من نظام إنارة الطريق. كمية الضوء التي يراها السائق هي الجزء الذي ينعكس من الرصف باتجاه السائق. يجب أن يستوفي مصممو الإنارة مواصفات الإنارة المنصوص عليها في الجدول (٥-٢).

٥-١-٣ حسابات تصميم الإنارة:

يجب استخدام حسابات النصوع والإنارة لتحديد فعالية تصميم إنارة الطريق. تعمل برمجيّات حساب الإنارة على إجراء حسابات نقطة بنقطة لتحديد متوسطات النصوع والإنارة، ومستويات الحد الأدنى، ومستويات الحد الأقصى، ونسب الانتظام، والإنارة الحاجبة. يجب أن تسمح هذه البرمجيّات باختبار إستراتيجيات تصميم متعددة وقد تتضمن أدوات مصممة بصورة خاصة لتحسين إنارة الطرق.

يجب أن تختلف برمجيّات حساب الإنارة فيما يتعلق بواجهة المستخدم الخاصة بها، ولكن يجب أن يسعى كل برنامج للحصول على مجموعة متسقة من المعلمات. يجب على المستخدم تحديد منطقة المشروع، وإنشاء شبكة (شبكات) من نقاط الحساب، واستيراد بيانات

وحدات الإنارة، وتخطيط مواقع وحدات الإنارة. يقوم البرنامج بعد ذلك بحساب الإنارة لكل نقطة في الشبكة كما تُرى من منظور السائق. يجب أخذ متوسط قيمة الإنارة عبر شبكة نقاط الحساب بالكامل. من المهم أن نفهم أن الإنارة المحسوبة من المفترض أن تعتمد على اتجاه السائق ويجب أن تشمل فقط المسارات التي لها نفس اتجاه السير.

فيما يلي تعريفات تصنيف الرصف ويعتمد التصنيف على الخصائص الانعكاسية والمرآوية للرصف.

R١ (الخرسانة): سطح الطريق الأسمنت البورتلاندي الخرساني؛ انعكاس الرصف المنتشر في معظمه

R٢: سطح الأسفلت مع ركام الحصى؛ سطح مختلط منتشر ومرآوي (غير مثبت بشكل شائع في الولايات المتحدة الأمريكية).

R٣ (الأسفلت): أكثر أنواع الطرق الأسفلتية شيوعًا مع الركام الداكن؛ مرآوي إلى حد ما.

R٤: سطح طريق الأسفلت بملمس ناعم للغاية؛ الأكثر مرآوية.

يجب تطبيق عامل فقدان الضوء على كل وحدة إنارة محسوبة للتأكد من أن مستويات الإنارة التي يتم الحفاظ عليها يجب أن تفي بمواصفات الإنارة. يجب تصميم أنظمة إنارة الطرق بحيث تتناسب مع كمية الضوء التي سيتم إنشاؤها بالقرب من نهاية العمر المتوقع لوحدة الإنارة ومقدار استهلاك الأوساخ الذي يمكن توقعه اعتمادًا على الظروف البيئية.

الجدول (٥–٣) عامل فقدان الضوء (LED) (CDOT, 2020)

مصدر الضوء	استهلاك أوساخ الإنارة (LDD)	مستوى لومن لوحدة الإنارة (LLD)	عامل فقدان الضوء الإجمالي (LLF)
LED	٠,٩	٠,٩١	٠,٨١٢

يجب تحديد عملية تصميم الشوارع المستقيمة المستمرة لتحسين إنارة الشوارع أو تركيبها أدناه:

١- سيتم تحديد مواصفات تصميم الشارع الجديد، وتشمل: متوسط العرض، وارتداد وحدة الإنارة، وعرض الشارع من البردورة إلى البردورة ، وعدد المسارات في كل اتجاه، وعرض مسار الدراجات، ووجود موقف للسيارات على الشارع، وعرض كتف الطريق.

٢- يجب تحديد تصنيف الشارع ومستوى تعارض المشاة للشارع، إذا اختلفت مستويات نشاط المشاة على مدار فترة المساء، فيمكن استخدام جدول إنارة (تعتيم) تكيفي. عند تصميم الإنارة للتقاطعات، حدد أيضًا تصنيف الشارع للشارع المتقاطع.

٣- يتم تحديد مواصفات الإنارة المطبقة حسب استخدامات الإنارة الخاصة.

٤- اختيار وحدة الإنارة المناسبة بناءً على إخراج اللومن والحد الأقصى لتصنيفات (BUG).

٥- اختيار وحدة إنارة مناسبة (CCT) (٣٠٠٠ كلفن ما لم تتم الموافقة على أي انحراف).

٦- تطوير نموذج للشارع من خلال معلمات التصميم في برمجيّات محاكاة حساب الإنارة مثل (AGi٣٢) أو (DIALux) أو (Visual).

٧- يجب إنشاء شبكة حساب الإنارة لدورة إنارة واحدة بالطريقة المتحركة. في مواقف المركبات في الشارع، مع عدم تضمين كتف الطريق في طريق السير. إذا كانت التباعد بين الأضواء غير منتظم، فيجب على المصمم أن يفكر في توسيع منطقة الحساب لتشمل قطاع الشارع بالكامل.

٨- البدء بوضع وحدات الإنارة على شارع مستقيم مستمر مضاء. يجب أن تحقق نتائج ترتيبات إنارة الشوارع المتنوعة تباعدًا مناسبًا. يجب ترتيب مصابيح الشوارع في مخطط معاكس لتقليل التباين المحايد وإتاحة أكبر قدر من مجال الرؤية. إذا كان الترتيب المعاكس غير ممكن بسبب مدى ضيق عرض البردورة إلى البردورة للطريق، فيجب عندئذٍ التوصية بترتيب من جانب واحد. يتم اختيار الترتيب المتدرج فقط كملاذ أخير للمشاريع الإنشائية الجديدة. على الرغم من أن شبكة حساب الإنارة تتضمن دورة واحدة فقط من وحدات الإنارة (أو الامتداد المستقيم للشارع)، قم بتضمين وحدات إنارة إضافية في كل اتجاه من اتجاهات الحركة في النموذج، إذا كان لوحدات الإنارة مساهمة كبيرة.

٩- يجب مراجعة تخطيط الإنارة بالتوافق مع عناصر تصميم الطريق الأخرى، على سبيل المثال الخلوص من الممرات (٣ أمتار تجارية و١,٥ متر سكني)، وصنابير إطفاء الحرائق (١,٥ متر)، والأشجار (متمركزة بين الأشجار أو ٦ أمتار من جذع الشجرة)، وتجنب المواقع أمام المداخل والنوافذ وخطوط الخروج.

١٠- يجب أن ينتج عن الإنارة المحسوبة التي يجب أن تفي بمتوسط المواصفات المستهدفة للإنارة ونسبة الانتظام، خيار إنارة قابل للتطبيق.

١١- إذا كانت هناك ضرورة، فيجب تعديل تباعد وحدات الإنارة و/أو خرج وتوزيع اللومن. يجب تكرار العملية حتى تستوفي القيم المواصفات المستهدفة.

١٢-يجب وضع جدول إنارة متكيف لمراعاة فترات انخفاض المرور في أوقات الليل.

٤-١-٥ عناصر التحكم في الإنارة:

يجب أن تتيح عناصر التحكم في الإنارة زيادة خرج ضوء وحدة الإنارة أو تقليله حسب الحاجة ما يوفر الطاقة ويطيل عمر وحدة الإنارة ويمكن أن يقلل من رحلات الصيانة ووقت الصيانة. تشير عناصر التحكم في الإنارة البسيطة مثل الساعات الزمنية الفلكية أو الخلايا الضوئية (LED) إلى تشغيل الأضواء عند الغسق وإيقافها عند الفجر. يمكن لعناصر التحكم في الإنارة الأكثر تطورًا تشغيل الأضواء وإطفائها، وزيادة مستويات الإنارة أو خفضها، ومراقبة استخدام الطاقة، وتوفير موقع الأصول، وإرسال معلومات الصيانة إلى الموظفين المناسبين في حالة تعطل وحدة الإنارة.

يجب مراعاة احتياجات المشروع بعناية قبل اختيار نظام التحكم. على الرغم من أن تركيب أنظمة التحكم البسيطة أقل تكلفة، إلا أن المشروع قد يستفيد من توفير الطاقة والصيانة على المدى الطويل والذي يأتي مع عناصر تحكم أكثر تكاملًا.

التعتيم

يجب مراعاة جميع وحدات الإنارة في تصميمات الجهة المُختصة لتكون مزودة بمشغل (LED) قابل للتعتيم من ٠ إلى ١٠ فولت أو مشغل قابل للتعتيم لواجهة إنارة قابلة للتحكم رقميًا (DALI)، أو للإشارة الرقمية المتعددة (DMX) لحالات الإنارة الزخرفية الفريدة.

يعد التعتيم من ٠ إلى ١٠ فولت الشكل الأكثر شيوعًا للتعتيم المستخدم في الاستخدامات الخارجية. يجب اعتبار المشغل القابل للتعتيم من ٠-١٠ فولت داخل وحدة الإنارة لتعديل الجهد من ٠ فولت إلى ١٠ فولت تيار مباشر (DC) لتغيير شدة الإنارة لمصدر الضوء. يجب أن تأتي معظم وحدات الإنارة بشكل قياسي مع مشغل قابل للتعتيم من ٠ إلى ١٠ فولت.

يجب أن توفر أنظمة التحكم (DALI) اتصالًا ثنائي الاتجاه بين وحدة الإنارة ونظام التحكم. يجب أن تكون كل وحدة إنارة قابلة للعنونة بصورة فردية، ما يعني أن خرج ضوء وحدة الإنارة يجب أن يتغير بشكل مستقل عن وحدات الإنارة الأخرى الموجودة على الدائرة الكهربائية نفسها. سيسمح ذلك بتعتيم ضوء الشارع لتقليل تعدي الضوء إلى الأحياء السكنية المجاورة، من دون تعتيم الشارع بأكمله.

غالبًا ما تستخدم أنظمة التحكم (DMX) (الإشارات الرقمية المتعددة) لأضواء تغيير الألوان أو مسارات البرمجة. يجب أن توفر أنظمة التحكم (DMX) اتصالًا أحادي الاتجاه بين نظام التحكم ووحدة الإنارة. يمكن توجيه كل وحدة إنارة بصورة فردية، ويجب أن تكون كل وحدة تحكم قادرة على التحكم فيما يصل إلى ٥١٢ قناة على الأقل. سيسمح ذلك ببرمجة كل وحدة إنارة على حدة لتغيير اللون، أو تشغيلها أو إيقاف تشغيلها في أوقات محددة، أو الإنارة التدريجية والتعتيم التدريجي؛ وبالتالي، توفير تحكم معقد في البيئات الخارجية حيث قد يكون من المرغوب فيه تشغيل ضوء عرض أو تغيير اللون في مواقع محددة مثل الجسور.

في جميع تصميمات الجهة المُختصة، يجب التحكم في أنظمة الإنارة إما عن طريق خلية ضوئية موجودة في مركز التحكم في الإنارة أو عقدة تحكم معتمدة من (CDOT) موجودة على وحدة الإنارة. يجب أن تحتوي جميع مصابيح الطريق (LED) المثبتة، ومصابيح محطة السلسلة، ومصابيح موقف المركبات، والمصابيح داخل مناطق الاستراحة ومناطق التوقف والركوب على مقبس (ANSI) مزود بـ ٧ سنون على وحدة الإنارة لاستيعاب إمكانات التحكم المستقبلية. إذا تم التحكم في إنارة الطريق بواسطة خلية ضوئية موجودة في مركز التحكم في الإنارة (LCC)، فسيتم تغطية المقبس المزود بسبعة سنون بغطاء تقصير. يجب وضع الخلية الكهروضوئية على وحدة الإنارة فقط في حالة عدم تركيب لوحة إنارة مركزية أو (LCC). يجب دائمًا تركيب الخلية الكهروضوئية مع توجيه النافذة نحو الشمال لتقليل التعرض لأشعة الشمس.

تضمن الخلية الكهروضوئية (ANSI) ذات القفل اللولبي المزودة بسبعة سنون مع غطاء تقصير تركيب نظام تحكم معتمد من الجهة المُختصة في جميع وحدات إنارة الطرق. يجب أن تستخدم عقدة التحكم ثلاث نقاط اتصال لتوفير الطاقة، ونقطتي اتصال للتعتيم، وتترك نقطتي اتصال احتياطيتين للمستشعرات والملحقات الأخرى. يجب أن تكون عقدة التحكم قادرة على التحكم عن بعد في مستوى الضوء للمصابيح ومراقبة استخدام الطاقة وإرسال تقرير الصيانة في حالة حدوث عطل في وحدة الإنارة. يجب أن تكون عُقَد التحكم لاسلكية وبدون بوابة لتقليل تكاليف المعدات.

يجب أن تتطلب مراكز التحكم في الإنارة (LCC) أو قواعد طاقة العدادات (MPP) توفير موقع لألواح الإنارة وأجهزة التحكم الكهروضوئية (الخلايا الضوئية) والموصلات ومقابس الصيانة ونسخة من الخطط الكهربائية. يجب تأريض كل من (LCC وMPP) باستخدام نظام تأريض معتمد. كما يجب أن تكون في مكان يسهل الوصول إليه لإجراء عمليات الصيانة والفحص. يجب أن تحتوي بعض الوحدات أيضًا على نظام (HVAC) مركب للتحكم في مستويات الرطوبة داخل (LCC) بهدف إطالة عمر المعدات. يجب أن تكون وحدة (HVAC) إضافة اختيارية ويوصى بها لمراكز (LCC) ذات الأنظمة الكهربائية التي تعتمد على درجة الحرارة.

يجب مراعاة تقنيات إنارة الطرق الجديدة التي غمرت السوق وتم الترويج لها على أنها تتمتع بمزايا على مصادر الإنارة التقليدية في تصميمات الإنارة. يجب اعتبار إنارة الحالة الصلبة (SSL) - بشكل أساسي الصمامات الثنائية الباعثة للضوء (LED)، ولكن أيضًا البلازما الباعثة للضوء (LEP)، وغيرها من التقنيات - في الغالب بأنها تعمل على تحسين السلامة، والحفاظ على الموارد الطبيعية، وتقليل استهلاك الطاقة، وتقليل تكاليف دورة الحياة لعمليات إنارة الطرق. حتى وقت قريب، كانت غالبية إنارة الطرق تتألف من إنارة التفريغ عالي الكثافة (HID)، وتحديدًا الصوديوم عالي الضغط (HPS). هناك العديد من الاختلافات بين SSL وHID تتجاوز الاختلافات المادية في المعدات. تتضمن الأمثلة ما يلي:

- توزيع الإنارة،
- والتحكم في مُخرج الإنارة (قابلية التعتيم)،
- وتوزيع الطاقة الطيفية (SPD)،
- وكفاءة إنتاج الإنارة المناسبة للإدراك البشري (فعالية الإنارة).

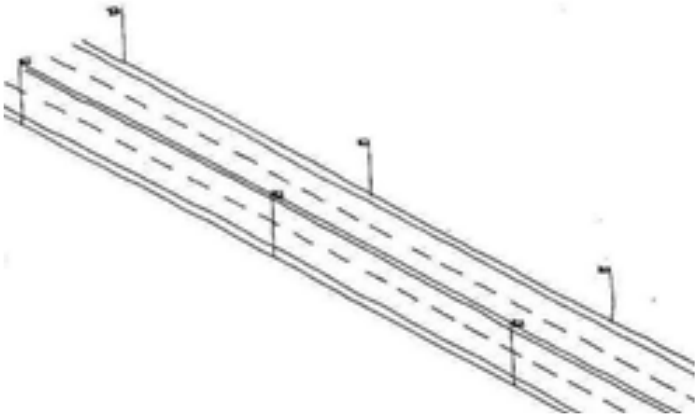
أثبت البحث الذي يقارن بين استخدام (SSL وHID) لإنارة الطرق بعض الفوائد من حيث استهلاك الطاقة، وفعالية الإنارة، وتجسيد اللون، والقدرة على التكيف.

تشير مراجعة الأبحاث المنشورة ودراسات الحالة لتقنيات الإنارة الجديدة، بالإضافة إلى مقارنة أداء القياس الضوئي لوحدة إنارة الطريق، إلى أن تقنيات (LED)، على الرغم من استمرار تطورها بسرعة، قابلة للتطبيق لتحديد أنظمة إنارة الطرق الفعالة من حيث استهلاك الطاقة والإنارة. ستسمح المقاييس الجديدة مثل فعالية تطبيق نظام الإنارة للمهندسين باتخاذ قرارات مستنيرة بشأن تكوينات نظام إنارة الطريق في تصميماتهم (بما في ذلك اختيار الإنارة والتباعد والارتفاع المتصاعد) التي ستؤدي إلى أداء النظام الأكثر اقتصادًا. تشير الأبحاث أيضًا إلى أن عددًا من المقاييس الأخرى مثل القياس الضوئي الغلسي، وإدراك السطوع، والحساسية الطيفية للوهج المزعج يمكن أن تكون مفيدة.

٥-٢ تصميم إنارة الطرق:

ينطبق هذا القسم والمصطلحات المستخدمة على أقسام الطرق بين التقاطعات و/ أو المحولات والأنفاق والجسور والممرات السفلية. بوجه عام، يمكن للجهة المختصة طلب إنارة مستمرة على جميع الطرق الجديدة والمحدثة.

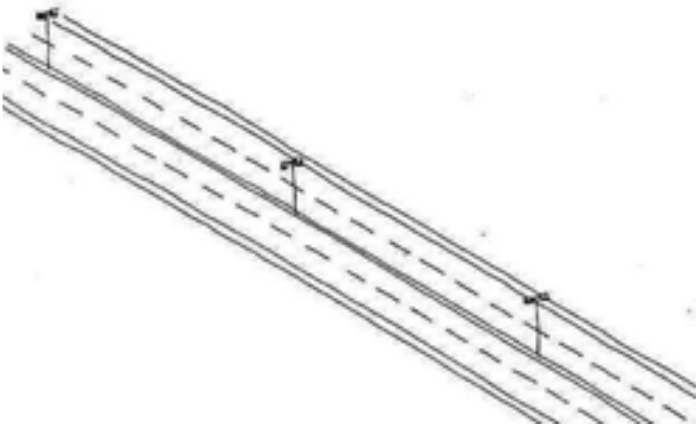
يوصى أساسًا بتكوينين للتصميم للاستخدام في إنارة الطريق: يتم تركيبهما في الاتجاه المعاكس وبطريقة متوسطة. بغض النظر عن التكوين المستخدم، يجب وضع مواصفات الإنارة في مواقع يمكن الوصول إليها، خارج منطقة الصرف، ويتم وضعها مع وحدة الإنارة فوق كتف الطريق. يجب أن توفر هذه المواقع وصولًا سهلًا وآمنًا لشاحنة الصيانة مع الحد الأدنى من إعاقة المرور. يجب أن تفي جميع المواقع بمتطلبات كود الطرق السعودي ٣٠٤ (تصميم مرافق الطرق ومنافعها - تصميم أنظمة السلامة الخاملة). تحتاج المواقع أيضًا إلى تلبية الحد الأدنى من متطلبات المسافة من خطوط المرافق وفقًا لمواصفات شركة المنافع. يجب فحص المواقع النهائية مع فِرق المرور وفِرق الخدمات المدنية وفِرق الصيانة.



الشكل (٥–١٠) التكوين المعاكس (CDOT, 2020).

يجب أن تشير التكوينات المعاكسة إلى أزواج من وحدات الإنارة الموجودة على جانبي الطريق المعاكس. يجب أن يوفر هذا التصميم أفضل مستوى من الرؤية. إذا كان الطريق ضيقًا (بعرض مسارين)، فيجب تلبية مواصفات الإنارة من خلال التصميم مع وجود أعمدة على جانب واحد من الطريق.

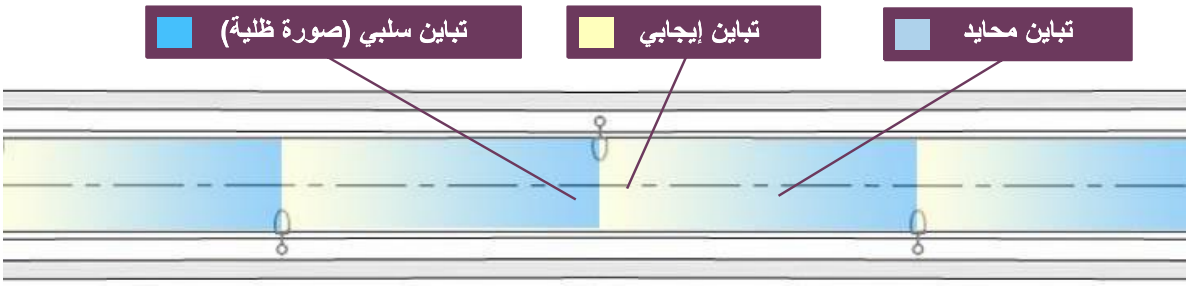
في تكوين الجزيرة الوسطية، يجب تركيب وحدتي إنارة على عمود إنارة واحد يقع في منتصف الطريق. من الناحية المثالية، يجب حماية الأعمدة المركبة المتوسطة بحاجز أو على جزيرة وسطية مرتفعة. توفر الإنارة المركبة في الجزيرة الوسطية تكلفة أولية مخفضة من خلال التخلص من نصف الأعمدة المطلوبة في تكوين معاكس، مع تقليل القناة الكهربائية ومصدر الطاقة. كما أنها توفر رؤية أفضل للتوجيه حول المنحنيات.



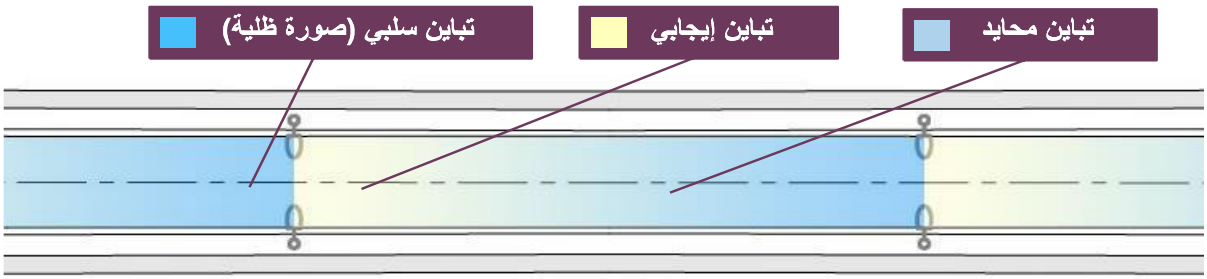
الشكل (٥–١١) تكوين الجزيرة الوسطية (CDOT, 2020).

يجب موازنة هذه المزايا مع حقيقة أن هذه الأعمدة قد تكون أكثر صعوبة من حيث الحفاظ عليها ولديها إمكانية أعلى لتعدي الضوء. من المفترض أن تتسبب وحدات الإنارة في حدوث وهج غير ضروري أو مستويات إنارة أعلى على الخصائص المحيطة لأنها موجهة نحو الخارج من الطريق.

من الناحية التاريخية، تم استخدام التكوين الثالث، وهو عبارة عن ترتيب متداخل. لم يعد يُنصح بتصميم الإنارة هذا لأن الترتيب المعاكس ينتج عنه رؤية أفضل - ما يعني أنه من السهل استشعار الجسم الموجود على الطريق. الشكلان (٥-١٢ و٥-١٣) يوضحان كيف سيؤثر ترتيب أعمدة الإنارة على تباين الأجسام على الطريق. يجب أن يسمح كل من التباين السلبي والإيجابي بأن يكون الجسم مرئيًا. يجب أن يتسبب التباين المحايد في اختلاط الجسم مع ما يحيط به، ما يجعل من الصعب على السائقين التعرف على الأجسام الواقعة على مسافة الرؤية للتوقف. سيؤدي تجنب حدوث التباين المحايد إلى زيادة رؤية الأجسام على الطريق.



الشكل (٥–١٢) تكوين العمود المتدرج (CDOT, 2020).



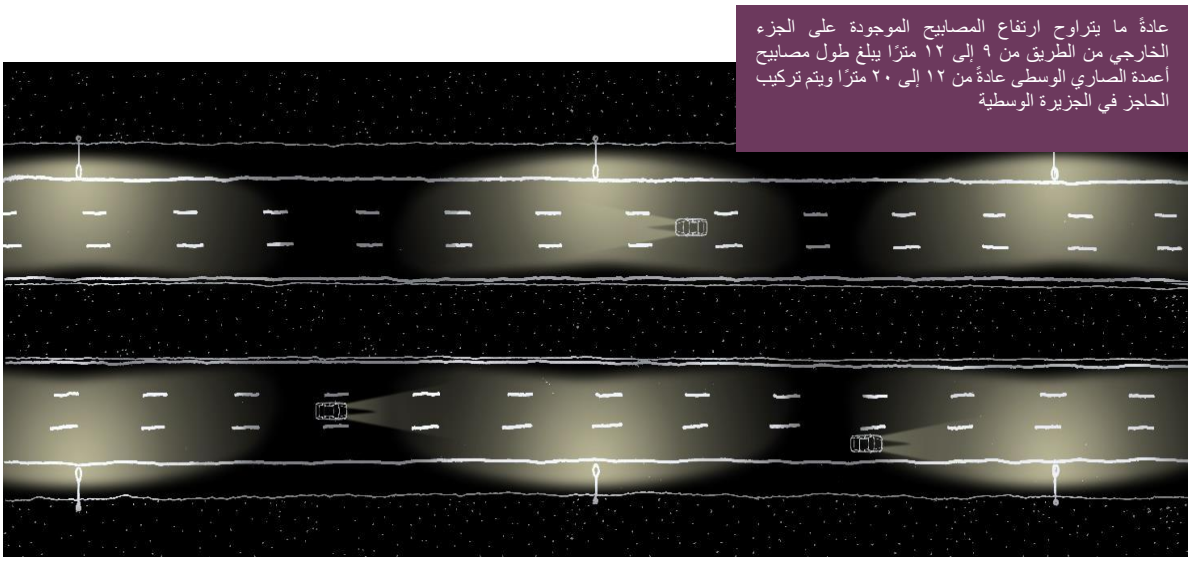
الشكل (٥–١٣) تكوين العمود المعاكس (CDOT, 2020).

يجب اعتبار الإنارة المستمرة مركبة عند وجود مبرر لها على الطرق أو عندما تمتلك الجهة المختصة المصابيح وتقوم بصيانتها. غالبًا ما يتم تثبيت الإنارة المستمرة بالقرب من المراكز الحضرية أو الطرق ذات المداخل/المخارج المتقاربة.

وفقًا لمعيار (ANSI/IES)، لن تكون إنارة الطريق المستمرة ضرورية عندما يون حد السرعة المعلن أقل من ٥٠ كم/س. في السرعات المنخفضة، تعمل المصابيح الأمامية ذات الشعاع المنخفض على إطالة مسافة رؤية التوقف بالكامل ما يوفر وقتًا كافيًا للسائقين للتعرف على العوائق الموجودة على الطريق والتعامل معها.

يجب تركيب إنارة غير مستمرة في منطقة التعارض مثل الدوارات والتقاطعات ومعابر المشاة والمحولات. إلى جانب توفير الإنارة لتحسين السلامة في مناطق التعارض، تشير الإنارة غير المستمرة إلى وجود نقاط دمج في الطريق.

تستخدم مداخل/مخارج الطريق إنارة غير مستمرة لتوفير مؤشرات مرئية لسائقي المركبات ليتبعوها عندما ينقسم الطريق أو يندمج معًا.



الشكل (٥–١٤) مسقط أفقي لتصميم الطريق النموذجي (CDOT, 2020).

٥-٢-١ المُبررات:

يُشترط وجود الإنارة المستمرة بين التقاطعات أو المحولات في الحالات التالية:

١- المناطق الحضرية
أ- جميع الطرق السريعة والطرق شبة السريع.
ب- جميع الطرق، باستثناء الممرات الخلفية والأزقة، في المناطق التجارية المركزية بالمنطقة الحضرية.
ج- جميع الطرق باستثناء الممرات الخلفية والأزقة في المناطق الحضرية العامة.
د- الممرات الخلفية والأزقة في المناطق الحضرية العامة إذا كان معدل الجريمة أو حالات حوادث الاضطراب الاجتماعي مرتفعة بصورة ملحوظة على النحو الذي تحدده سلطات السلامة العامة.
ه- يجب أن تكون الممرات الخلفية مضاءة وفقًا لمتطلبات إنارة الطرق المحلية إذا كان الممر الخلفي هو المدخل الأساسي إلى المنطقة السكنية. يلزم وجود أعمدة مملوءة بالخرسانة لحماية هذه الأعمدة.

٢- مناطق الضواحي
أ- جميع الطرق السريع.
ب- جميع الطرق شبة السريعة.
ج- جميع الطرق ما عدا الممرات الخلفية أو الأزقة.

٣- المناطق الريفية
أ- قد تكون المناطق الريفية غير المطورة مشتملة على وحدات إنارة أو لا. يجب أن تكون إنارة الشوارع مطلوبة في وقت تطوير الطريق أو تطوير الأراضي المجاورة.
ب- تحتاج المناطق ذات معدلات الحوادث الليلية المتكررة بصورة أعلى من المعدلات الحرجة على النحو المحدد في تدقيق سلامة الطرق إلى وجود إنارة.

٥-٢-٢ طريقة التصميم:

تم توضيح الإرشادات لاختيار ارتفاعات ومستويات القدرة الكهربائية لوحدات الإنارة القياسية ومطابقتها بأنواع الطرق المختلفة في الجدول أدناه.

يجب على مصممي نظام الإنارة اختيار قوة الإنارة الأكثر فعالية من حيث التكلفة وارتفاع التركيب بما يتناسب مع عرض الطريق، وفقًا للجدول الوارد أدناه.

الجدول (٥–٤) ارتفاعات تركيب وحدات الإنارة ومستويات القدرة الكهربائية لأنواع الطرق المختلفة (CDOT, 2020).

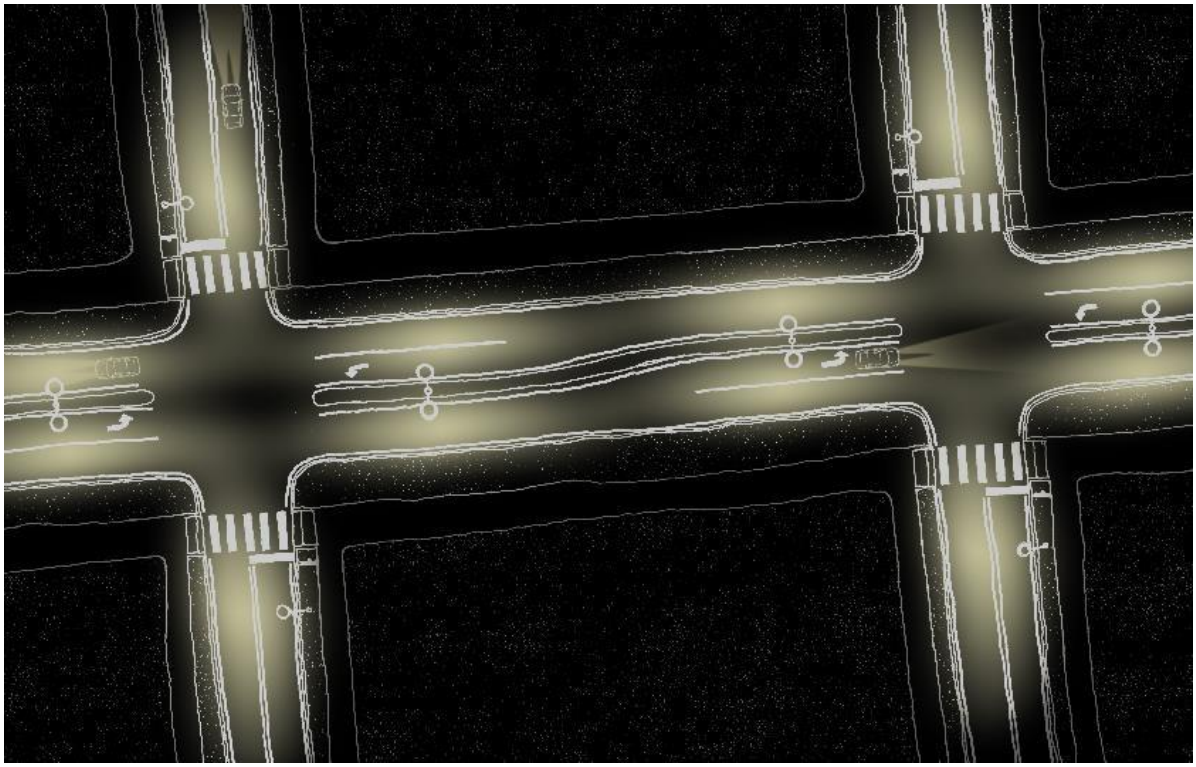
نوع الطريق	ارتفاع العمود	القدرة الكهربائية لوحدة إنارة HPS	القدرة الكهربائية لوحدة إنارة LED
طرق مكونة من ١-٣ مسارات (إجمالي جميع المسارات المرورية)	٩ م ٩ م	١٠٠ وات HPS ١٥٠ وات HPS	٤٥ وات - ٦٠ وات LED ٦٠ وات - ٩٠ وات LED
طرق مكونة من ٤-٦ مسارات (إجمالي جميع المسارات المرورية)	١٥ م ١٥ م ٢٠ م	٣١٠ وات HPS ٤٠٠ وات HPS ٤٠٠ وات HPS	١٠٠ وات - ١٥٠ وات LED ١٥٠ وات - ٢٢٥ وات LED ٢٢٥ وات - ٢٧٥ وات LED
طرق مكونة من ٧-٨ مسارات (إجمالي جميع المسارات المرورية)	٢٠ م ٢٠ م	٤٠٠ وات HPS ٧٥٠ وات HPS	٢٢٥ وات - ٢٧٥ وات LED ٢٧٥ وات - ٥٠٠ وات LED
مسارات التسارع والتباطؤ للطرق السريعة، المنحدرات، والمناطق المُستدّقة.	٩ م ١٥ م ٢٠ م	٢٠٠/١٥٠/١٠٠ وات HPS ٤٠٠ وات HPS ١٠٠٠ وات HPS	٤٥ وات - ٩٠ وات LED ١٥٠ وات - ٢٢٥ وات LED ٢٧٥ وات - ٥٠٠ وات LED

قبل اختيار ارتفاع تركيب وحدة الإنارة، يجب على مصممي أنظمة الإنارة تحديد ارتفاع أي خطوط طاقة كهربائية علوية قد تتعارض مع أعمدة الإنارة بدقة. يجب على مصممي أنظمة الإنارة أيضًا تأكيد تصاريح خطوط الطاقة الكهربائية المطلوبة من خلال شركة المنافع المحلية.

عندما يتم نقل أعمدة المنافع بسبب إنشاء الطرق، يجب على مصممي أنظمة الإنارة التأكد من الحصول على الحد الأدنى من التصاريح المحددة. قد يتطلب ذلك من شركة المنافع تركيب أعمدة أطول لاستيعاب ارتفاعات تركيب عمود الإنارة المطلوبة. يجب على مصممي أنظمة الإنارة تنسيق ارتفاعات خطوط الطاقة الكهربائية المطلوبة مع شركة منافع الكهرباء.

في حالة عدم نقل أعمدة الطاقة، وتعارض الخطوط العلوية مع أعمدة الإنارة المقترحة، يجب على مصممي أنظمة الإنارة مراعاة الخيارات التالية:

- الإنارة من جانب واحد (على جانب الطريق مقابل خطوط المرافق المنافع) باستخدام أعمدة ذراع رفع وحدة الإنارة الأطول.
- شركة المنافع المسؤولة عن رفع خطوط الطاقة الكهربائية.
- الحصول على تقدير التكلفة من شركة المنافع.
- تخصيص كتائف أذرع وحدة الإنارة.
- أعمدة ذراع رفع وحدات الإنارة الأقصر.
- وضع وحدات الإنارة العلوية على أعمدة قصيرة جدًا.
- وحدة تحريك وحدة الإنارة بمعدل ٢,٤ متر المثبتة على أعمدة الكهرباء. غالبًا ما يتمثل الخيار الأفضل في استخدام الإنارة من جانب واحد مع أعمدة أطول. يعتبر تثبيت وحدات تحريك وحدات الإنارة على أعمدة الكهرباء هو الخيار الأقل تفضيلًا ويجب تجنبه كلما أمكن ذلك. بعد مراجعة جميع الخيارات، يجب على مصممي أنظمة الإنارة تحديد الخيار الأكثر فعالية من حيث التكلفة ومن ثم الحصول على الموافقة من الجهة المُختصة.



الشكل (٥–١٥) نظام إنارة الطريق المركب في الجزيرة الوسطية، مسقط أفقي (CDOT, 2020).

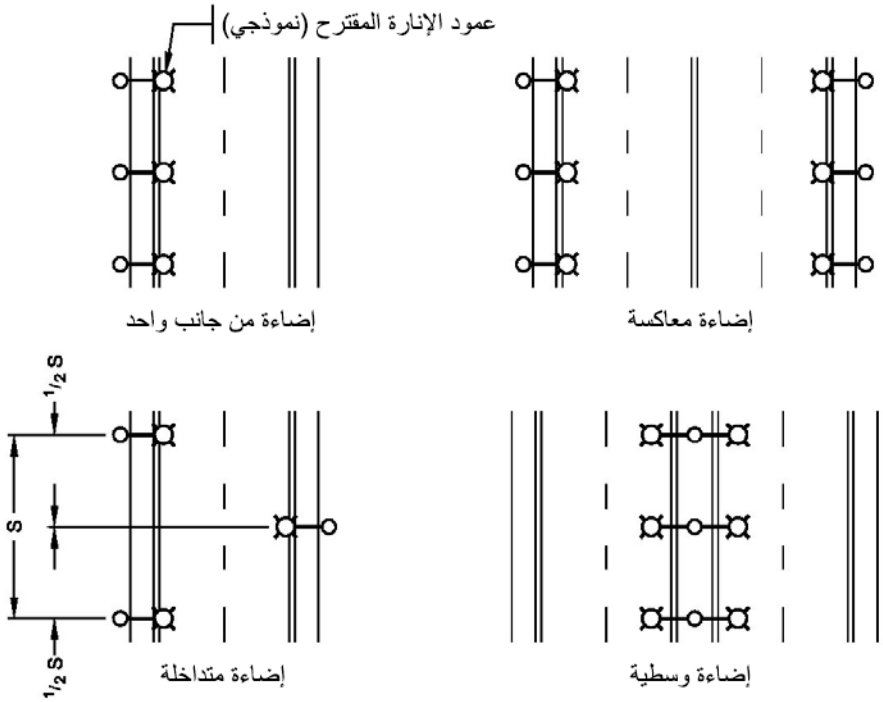
في حالة الحاجة إلى وجود إنارة مستمرة بين التقاطعات، يجب وضع أعمدة الإنارة على تباعد من جانب واحد، أو مسافات متقابلة، أو مسافات متداخلة، أو تباعد متوسط كما هو موضح أعلاه.

يجب أن تحظى مواقع الأعمدة عند التقاطعات بالأولوية في تصميم الإنارة. يجب أن يتم تصميم تباعد عمود الإنارة بين التقاطعات وتعديله ليلائم المواقع المفضلة لأعمدة الإنارة عند التقاطعات.

عند تباعد أعمدة الإنارة بين التقاطعات، يجب على مصممي أنظمة الإنارة قياس المسافة من الجانب القريب لكل تقاطع، ثم حساب وتحديد التباعد الأمثل المطلوب لتحقيق مستويات الإنارة المناسبة وتوفير تباعد ثابت بين أعمدة الإنارة.

يجب تغيير مسافة التباعد في انتقال سلس عبر عدة دورات للأعمدة للطرق التي تغير العرض أو تغير مستويات الإنارة المطلوبة. على سبيل المثال، إذا كان يجب تغيير مسافة التباعد من ٤٠ إلى ٦٠ مترًا (بسبب ضيق الطريق)، فمن المستحسن تغيير معدلات الزيادات بمقدار ٥ أمتار.

قد لا يتناسب التباعد الأمثل بين الأعمدة، المحسوب لتلبية مواصفات التصميم المفاهيمية، مع تباعد متساوٍ أو ثابت بين التقاطعات. يجب أن يستخدم مصممو أنظمة الإنارة تقديرًا هندسيًا جيدًا إما لضغط أو تمديد تباعد الأعمدة النظري بحيث يتم تحقيق تباعد متساوٍ وثابت بين الأعمدة.



الشكل (٥–١٦) التخطيطات النموذجية لأعمدة الإنارة المزودة بذراع رفع (DGFSL-Transport Association of Canada).

يتم تطبيق تكوينات تخطيط أعمدة الإنارة المزودة بذراع رفع وفقًا لتقدير مصمم نظام الإنارة، ولكنها قد تكون متعلقة بالأمثلة التالية:

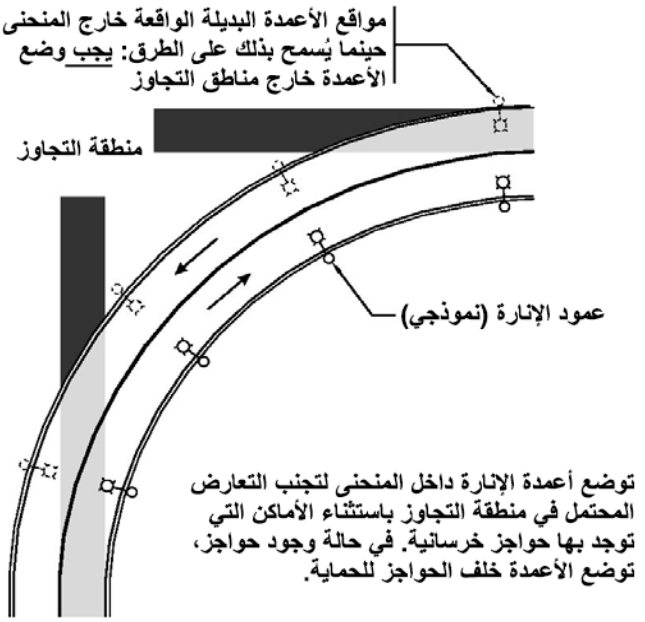
- تُستخدم الإنارة المعاكسة أو المتقطعة بوجه عام على جميع الطرق المحلية والمجمعة وثلاثة مسارات أو أعرض (إجمالي جميع حارات المرور).
- يمكن استخدام الإنارة من جانب واحد إذا كان يمكنها تلبية مستويات الإنارة.
- تُستخدم الإنارة في الجزيرة الوسطية عمومًا على الطرق التي بها جزيرة وسطية عريضة أو حاجز أوسط خرساني.

يجب على مصممي نظام الإنارة دراسة إمكانية توسيع الطريق في المستقبل. إذا تم التخطيط لتوسيع الطريق في غضون إطار زمني معقول، فيجب أن يكون تصميم نظام الإنارة متسقًا مع التصميم النهائي المطلوب في المستقبل. يمكن اعتبار الإطار الزمني المعقول خمس سنوات أو أقل من ذلك.

يجب وضع أعمدة الإنارة العالية بشكل جيد بعيدًا عن الطريق لتقليل المخاطر والسماح بالصيانة السهلة. لا يجوز بأي حال من الأحوال وضع أعمدة الصاري العالية على مسافة تزيد عن ١٥ مترًا من حافة الرصف. عند تحديد موقع أعمدة الصاري العالية، تأكد من سهولة وصول مركبات الصيانة إليها. قد تكون هناك حاجة إلى مناطق السحب ومناطق العمل لمركبات الصيانة.

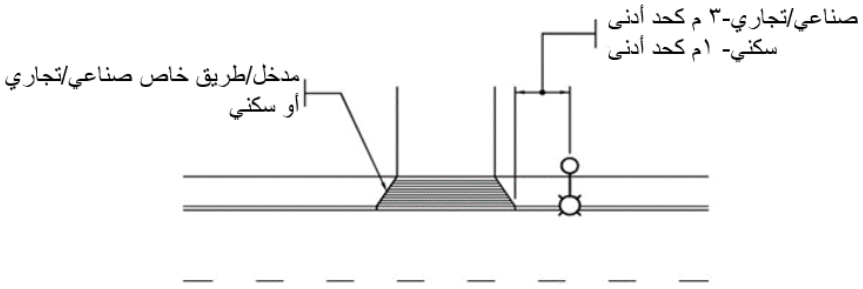
٥-٢-٣ أنواع الأعمدة:

حيثما أمكن، ولأسباب تتعلق بالسلامة، يجب وضع أعمدة الإنارة ذات ذراع الرفع داخل المنحنيات كما هو موضح في الشكل (٥-١٧) أدناه إذا كان الحاجز الخرساني على جانب الطريق غير موجود أو مقترح. لا يُسمح بهذا إلا إذا كانت الإنارة من جانب واحد تنتج نتائج إنارة مقبولة. يجب استخدام مواقع الأعمدة البديلة خارج المنحنيات فقط عندما يتم منح إذن خاص من قِبل الجهة المُختصة.



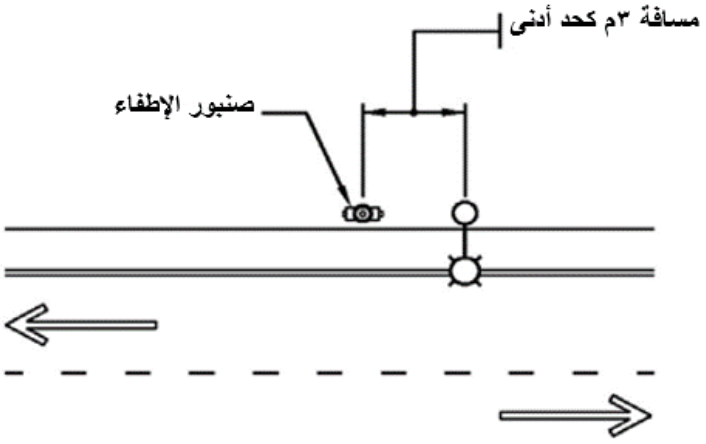
الشكل (٥–١٧) موقع أعمدة الإنارة على الطرق المنحنية (DGFSL-Transport Association of Canada).

يجب وضع أعمدة الإنارة الموجودة بجانب المداخل بحيث يتم الحفاظ على الحد الأدنى من الخلوص المحدد في الشكل (٥-١٨). إذا كانت القيود المادية في الموقع لا تسمح بالمحافظة على الخلوص المطلوب، فيجب الحصول على الموافقة على الخلوص المخفض للمدخل من الجهة المُختصة.



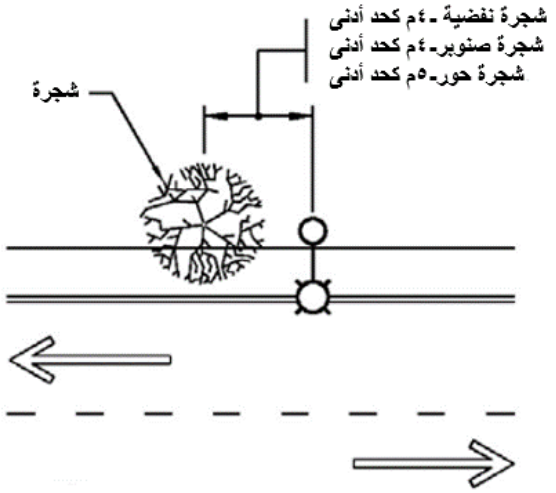
الشكل (٥–١٨) موقع أعمدة الإنارة في الممرات (DGFSL-Transport Association of Canada).

يجب وضع أعمدة الإنارة الموجودة بجانب صنابير إطفاء الحرائق بحيث يتم الحفاظ على الحد الأدنى من الخلوص المحدد في الشكل (٥-١٩) أدناه. إذا كانت القيود المادية في الموقع لا تسمح بالمحافظة على الخلوص المطلوب، فيجب الحصول على الموافقة على الخلوص المخفض للمدخل من الجهة المُختصة.



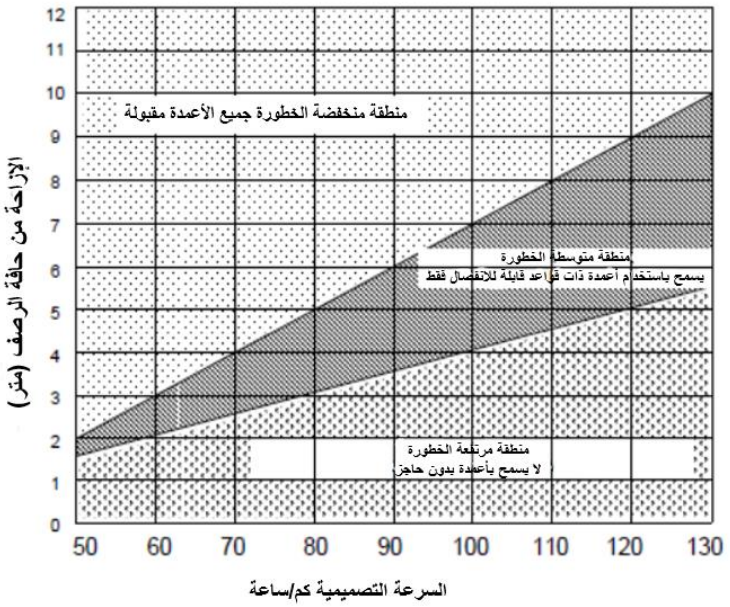
الشكل (٥–١٩) موقع أعمدة الإنارة عند صنابير إطفاء الحرائق (DGFSL-Transport Association of Canada).

يجب وضع أعمدة الإنارة الموجودة بجانب أشجار المسطحات الخضراء بحيث يتم الحفاظ على الحد الأدنى من الخلوص المحدد في الشكل (٥-٢٠) أدناه. إذا كانت القيود المادية في الموقع لا تسمح بالمحافظة على الخلوص المطلوب، فيجب الحصول على الموافقة على الخلوص المخفض للمدخل من الجهة المُختصة.



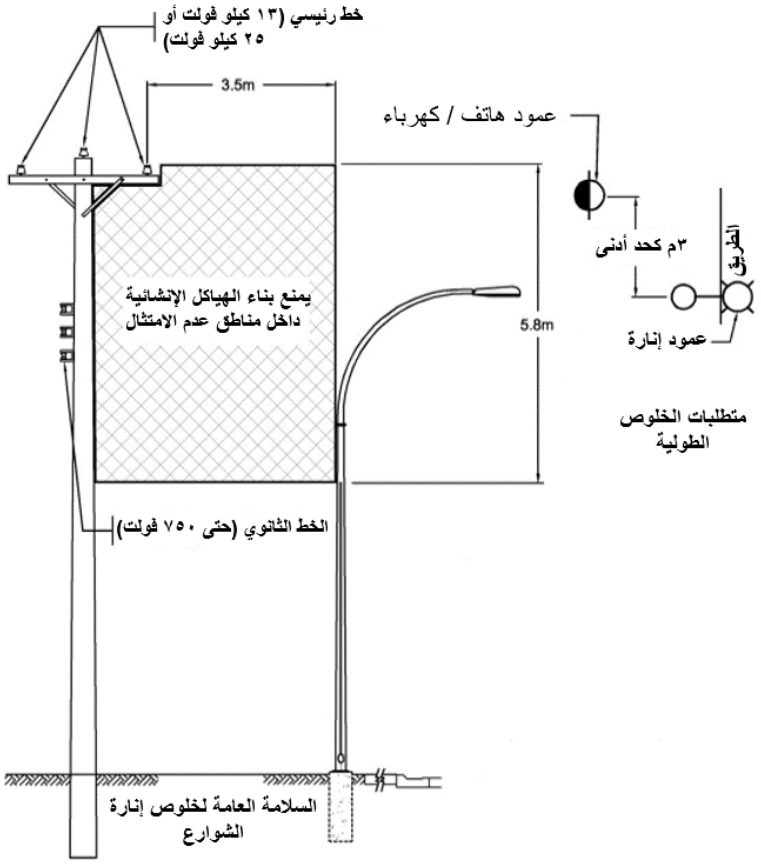
الشكل (٥–٢٠) موقع أعمدة الإنارة عند الأشجار (DGFSL-Transport Association of Canada)

يجب تحديد ارتداد عمود الإنارة على الطرق السكنية والتجارية على النحو المحدد في القطاعات العرضية للطرق النموذجية. يجب أن تفي متطلبات ارتداد العمود الحديدي على الطرق السريعة والطرق شبة السريعة بمتطلبات المنطقة الخالية. يجب أن يستخدم الشكل (٥-٢١) لتحديد الحد الأدنى لارتداد العمود للأعمدة الحديدة بدون قواعد انفصالية أو في حالة عدم وجود حاجز أو حاجز حماية. يجب إعادة الأعمدة الخرسانية داخل منطقة الخطر المنخفض. يجب أن تتم الموافقة على الطلبات الخاصة بتقليل ارتداد الأعمدة في مناطق "الحفر" و"الردم" من قبل الجهة المُختصة. يتم قياس الإزاحة من حافة الرصف.



الشكل (٥–٢١) متطلبات ارتداد عمود الإنارة (DGFSL-Transport Association of Canada).

تنشأ العديد من المواقف التي تتطلب تقديرًا خاصًا في التصميم. يصف الشكل (٥-٢٢) الحد الأدنى من الخلوص بين خطوط الطاقة الكهربائية وأعمدة الإنارة وهو مثال على اعتبار خاص.



الشكل (٥–٢٢) الحد الأدنى من الخلوص الأفقي والرأسي بين خطوط الطاقة الكهربائية وأعمدة الإنارة (DGFSL-Transport Association of Canada).

فيما يتعلق بالخلوص العمودي والأفقي للخطوط الكهربائية العلوية التي تعبر الطرق كما هو موضح في الشكل (٥-٢٢).

٥-٣ تصميم إنارة التقاطعات:

يجب أن تكشف الإنارة عند التقاطعات عن مواقع البردورات وعلامات الطريق، واتجاه الطرق، ووجود المشاة أو العوائق، وحركة المركبات بالقرب من التقاطع. يجب أن تكون الإنارة عند التقاطع مرتبطة بحاجة السائقين المقتربين إلى رؤية المركبات التي تقترب من اتجاهات أخرى.

اعتمادًا على أهمية التقاطع فيما يتعلق بتدفق المرور، يجب وضع ترتيبات الإنارة مع مراعاة مستويات الإنارة للطرق المؤدية إليه ومنه. يقدم الجدول (٥-٥) متطلبات أداء التقاطع.

يجب توفير إنارة التقاطعات وفقًا للإرشادات التالية للطرق المتقاطعة. يمكن أن تشمل اعتبارات إنارة التقاطعات الأخرى ما يلي:

- ستحتوي جميع التقاطعات ذات الإشارات الضوئية على إنارة جزئية للتقاطع.
- جميع التقاطعات غير المزودة بإشارات، التي يتم تحديد الحاجة إليها بناءً على مواصفات تقييم كود الطرق السعودي لإنارة التقاطعات.

الجدول (٥–٥) متطلبات أداء التقاطعات لتصنيفات الطرق.

تصنيف الطريق	متوسط الإنارة الذي تم تحقيقه، تقييم (لوكس)	نسبة التناسق العام، Uo
أ	٥٠	٠,٤
ب	٣٠	٠,٤
ج	٣٠	٠,٤
د	٢٠	٠,٤
هـ	١٥	٠,٤
و	لا ينطبق	لا ينطبق

يجب أن تكون الإنارة موجودة على جانب اتجاه المقصد من التقاطع وقد تشمل التغطية مسارات الانعطاف يمينًا (حرة) الموجهة للقنوات. حيثما أمكن، يُفضل وضع وحدة الإنارة على عمود إشارة عند التقاطعات المزودة بالإشارات. يجب أن يكون نظام القنوات الخاص بإنارة التقاطعات مخصصًا للإنارة فقط ولا يتم مشاركته مع كابل الإشارة ما لم يتم تركيب وحدة الإنارة على عمود الإشارة. يجب إيلاء اهتمام إضافي للتقاطعات التي توجد بها إنارة مستمرة.

٥-٣-١ المُبررات:

لأغراض الضمان، يتم تقسيم التقاطعات في المملكة العربية السعودية إلى ثلاث تصنيفات:

- التقاطعات الريفية هي التقاطعات في منطقة ريفية حيث ينضم أو يتقاطع طريقان أو أكثر من الطرق غير المضاءة باستمرار على نفس المستوى. قد تقع منطقة ريفية في بيئة زراعية أو متنزه أو بيئة الحزام الأخضر. تتميز بغياب أرصفة المشاة ومسارات وقوف المركبات والمنشآت السكنية أو التجارية المجاورة. عادة ما تتميز بغياب النشاط الكبير للمشاة، خاصة في الليل. على اي حال، قد لا تكون هذه هي المشكلة. من الأمثلة على هذا المثال هو تقاطع يُستخدم كنقطة تجميع للنقل (مثل نقطة تجمع حافلة مدرسية).

- تتطلب التقاطعات الريفية إنارة كاملة أو جزئية على النحو الذي تحدده عملية الضمان.
- يحدد مصممو الإنارة، باستخدام نظام الضمان وجدول البيانات، التقاطعات في المشروع التي تتطلب إنارة، وما إذا كانت الإنارة ستكون كاملة أم جزئية. يجب تقديم النتائج إلى كبير مهندسي إنارة الشوارع أو من قِبل السلطة المختصة للموافقة عليها قبل الشروع في تصميم الإنارة التفصيلي.
- التقاطعات الحضرية هي التقاطعات داخل منطقة من المدينة ذات تنمية تجارية كثيفة مثل المطاعم ومراكز التسوق والمولات ودور السينما والمقاهي وما إلى ذلك. يتم تضمين المناطق التجارية المركزية في وسط المدينة في هذه الفئة. تتطلب جميع التقاطعات الحضرية إنارة كاملة.
- مناطق التعارض المرورية المعزولة هي مواقع منفصلة عن التقاطعات التي قد تؤدي إلى زيادة تعارض المركبات والمشاة، و/أو تعارضات مع المنشآت الأخرى. وتشمل هذه المناطق معابر المشاة في وسط مربع سكني والمعابر على مستوى السكك الحديدية، إلى جانب غيرها من الأمور. وتشمل هذه المناطق معابر المشاة في وسط مربع سكني والمعابر على مستوى السكك الحديدية، إلى جانب غيرها من الأمور. يتم أيضًا تضمين مقاطع قصيرة من الطريق ذات أنماط هندسية أو نسج معقدة بشكل غير عادي، ومنحنيات حادة غير متوقعة. يجب التعامل مع مناطق التعارض المرورية المعزولة باعتبارها تقاطعات ريفية، على النحو المبين أعلاه.

٢-٣-٥ طريقة التصميم

تقاطعات الطرق المضاءة بشكل مستمر - تم توضيح مواصفات تصميم الإنارة الموصى بها للتقاطعات في مناطق الإنارة المستمرة للطرق، باستثناء تقاطع الطرق المحلية والمحلية في الجدول (٥-٦) الوارد أدناه: إنارة التقاطعات. يتم إعطاء قيم مستوى الإنارة الموصى بها لطريقة الإنارة فقط. يعتمد ذلك على مبدأ أن كمية الضوء يجب أن تكون متناسبة مع تصنيف المسارات المتقاطعة وتساوي مجموع القيم المستخدمة لكل شارع منفصل.

الجدول (٥–٦) إنارة التقاطعات (IES RP8—00).

تصنيف إنارة الطرق	متوسط الإنارة التي تتم المحافظة عليها عند الرصف حسب تصنيف مناطق المشاة بوحدة قياس لوكس/قدم شمعة			نسبة مستوى الانارة (المتوسطة/الدنيا) (Eavg/Emin)
	مرتفع	متوسط	منخفض	
شرياني أساسي (الطرق السريعة/شبة السريعة/الشريانية)	٣,٤/٣٤,٠	٢,٦/٢٦,٠	١,٨/١٨	٣,٠
شرياني/تجميعي	٢,٩/٢٩,٠	٢,٢/٢٢,٠	١,٥/١٥,٠	٣,٠
شرياني/محلي	٢,٦/٢٦,٠	٢,٠/٢٠,٠	١,٣/١٣,٠	٣,٠
تجميعي/تجميعي	٢,٤/٢٤,٠	١,٨/١٨,٠	١,٢/١٢,٠	٤,٠
تجميعي/محلي	١,٨/١٨,٠	١,٤/١٤,٠	٠,٨/٨,٠	٤,٠
محلي/محلي	١,٨/١٨,٠	١,٤/١٤,٠	٠,٨/٨,٠	٦,٠
ملحوظة: ينطبق تصنيف الطريق كما هو منصوص عليه في كود الطرق ٣٠١ (التصميم الهندسي للطرق)، وكود الطرق السعودي ٢٠١ (عملية التخطيط).				

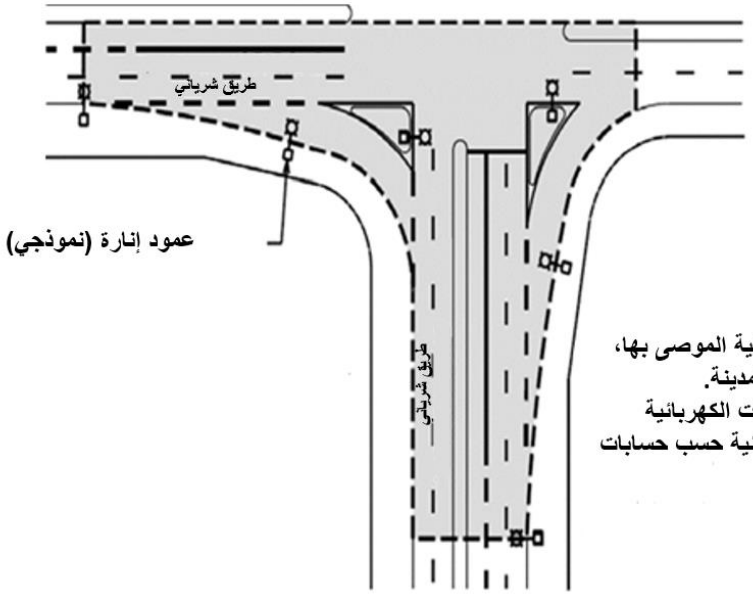
طريقة الإنارة – يجب أن تتوافق مواصفات تصميم الإنارة الموصى بها للتقاطعات المعزولة ومناطق التعارض المروري المعزولة مع طريقة الإنارة المنصوص عليها في مواصفات (IES RP-8).

٥-٣-٣ التخطيط

يتم عرض تخطيطات عمود الإنارة النموذجية المقترحة للتقاطع في الشكل (٥-٢٢) إلى الشكل (٥-٢٩) لتكوينات التقاطع المختلفة. يتم تحديد ارتفاعات الأعمدة وقوة الإنارة من قِبل مصممي أنظمة الإنارة بما يتناسب مع حجم التقاطع ومواصفات تصميم الإنارة.

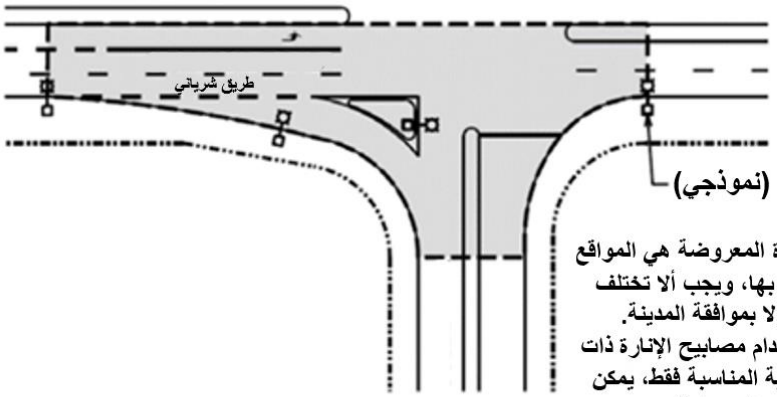
في مناطق التقاطع، كما هو محدد في الشكل (٥-٢٣) إلى الشكل (٥-٢٤)، يجب أن تتوافق مستويات الإنارة مع مستوى الإنارة الموصوف في الجدول (٥-٦). في الحالات التي لا يكون فيها ذلك ممكنًا، يجب تحقيق ١٥٠٪ على الأقل من أعلى متوسط مستوى إنارة للتصميم للطرق المتقاطعة.

يجب مراعاة الإشارات المستقبلية المحتملة للتقاطعات مع أعمدة الإنارة المؤقتة الموجودة وفقًا لذلك. يتمثل الهدف في التأكد من أن مصممي الإنارة يراعون إمكانية التركيب المستقبلي لوحدات إنارة الطريق على أعمدة المرور، والتصميم وفقًا لذلك، وبالتالي تقليل نقل/إزالة العمود عند إضافة إشارات المرور إلى التقاطع. يلزم توفر الإنارة المناسبة للتقاطع حتى يتم تركيب إشارات المرور. يمكن القيام بذلك على أعمدة خشبية مؤقتة.



ملاحظات:
١- مواقع الأعمدة المعروضة هي المواقع المثالية الموصى بها، ويجب ألا تختلف المواقع النهائية إلا بموافقة المدينة.
٢- يوصى باستخدام مصابيح الإنارة ذات القدرات الكهربائية المناسبة فقط، يمكن أن تختلف القدرات الكهربائية حسب حسابات الإنارة.

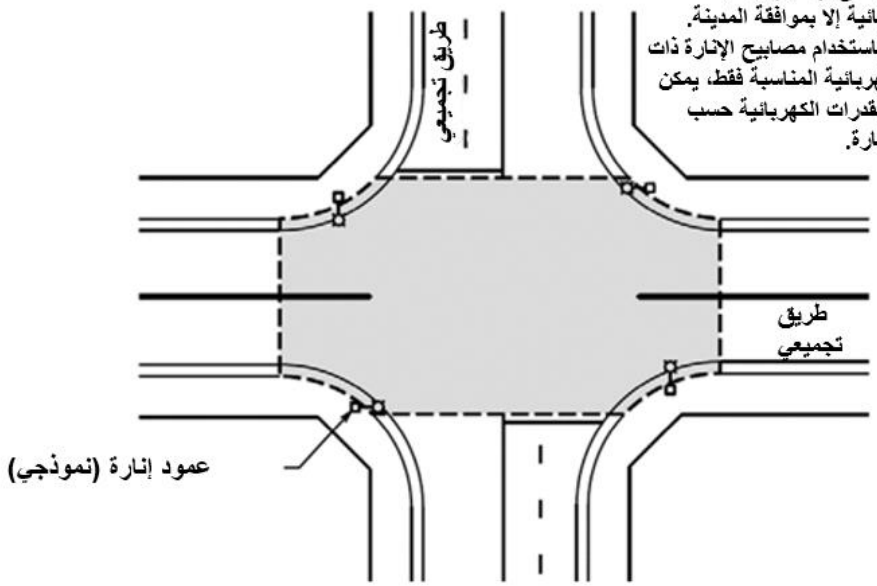
الشكل (٥–٢٣) تقاطع نموذجي بين طريق شرياني وطريق شرياني (DGFSL-Transport Association of Canada).



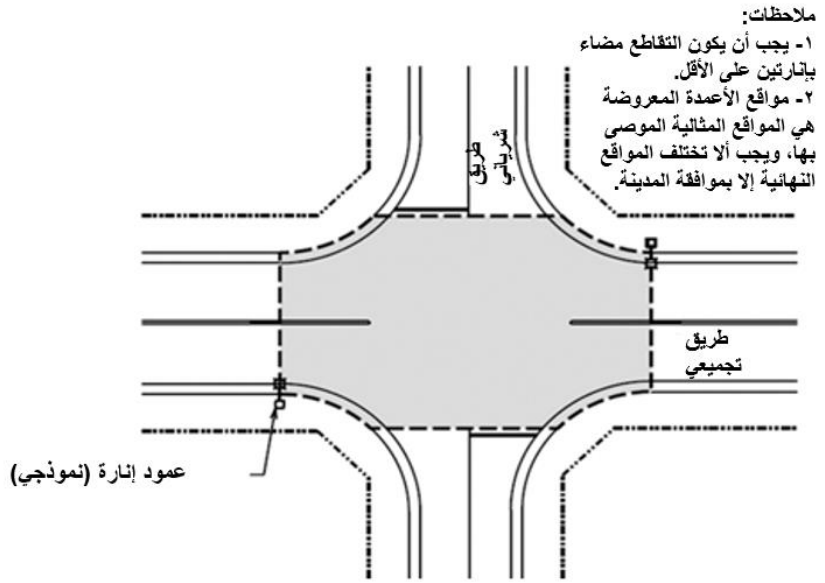
ملاحظات:
١- مواقع الأعمدة المعروضة هي المواقع المثالية الموصى بها، ويجب ألا تختلف المواقع النهائية إلا بموافقة المدينة.
٢- يوصى باستخدام مصابيح الإنارة ذات القدرات الكهربائية المناسبة فقط، يمكن أن تختلف القدرات الكهربائية حسب حسابات الإنارة.

الشكل (٥–٢٤) تقاطع نموذجي للطريق الرئيس وطريق التجميع (DGFSL-Transport Association of Canada).

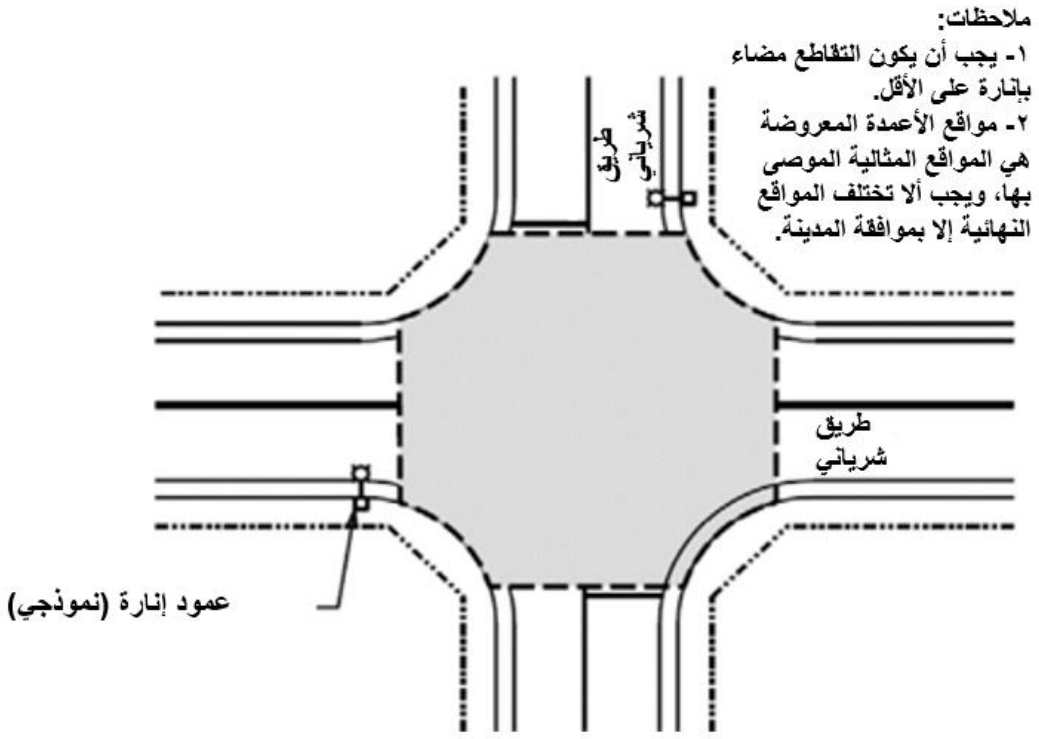
ملاحظات:
١- مواقع الأعمدة المعروضة هي المواقع المثالية الموصى بها، ويجب ألا تختلف المواقع النهائية إلا بموافقة المدينة.
٢- يوصى باستخدام مصابيح الإنارة ذات القدرات الكهربائية المناسبة فقط، يمكن أن تختلف القدرات الكهربائية حسب حسابات الإنارة.



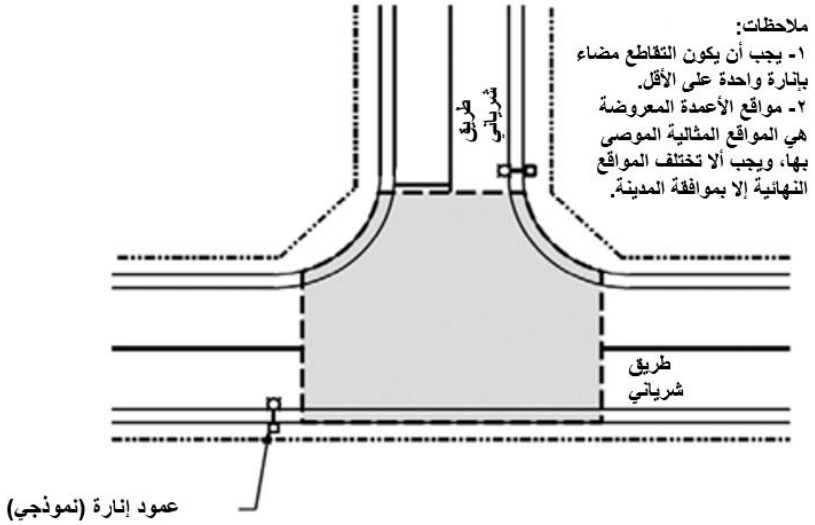
الشكل (٥–٢٥) تقاطع نموذجي بين طريق رئيس وطريق تجميعي (DGFSL-Transport Association of Canada).



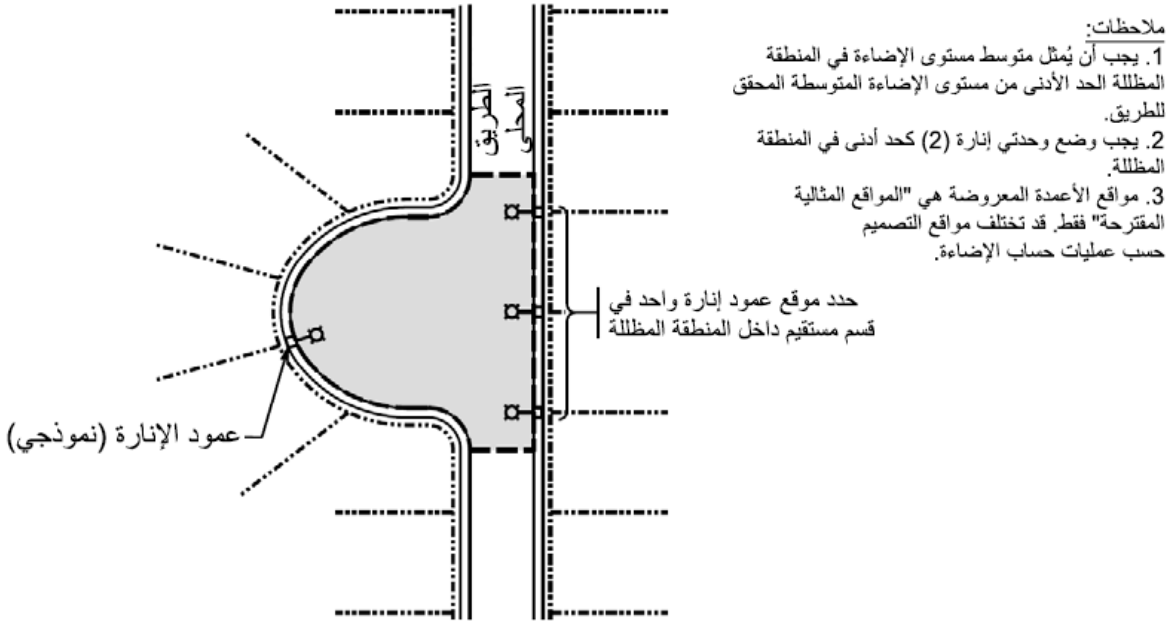
الشكل (٥–٢٦) تقاطع نموذجي بين طريق تجميعي وطريق محلي (DGFSL-Transport Association of Canada).



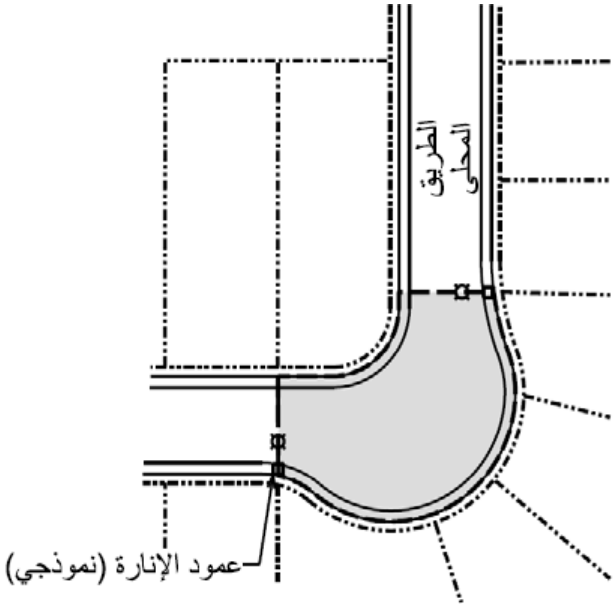
الشكل (٥–٢٧) تقاطع نموذجي بين طريق محلي وطريق محلي (DGFSL-Transport Association of Canada).



الشكل (٥–٢٨) تقاطع T نموذجي لطريق محلي وطريق محلي (DGFSL-Transport Association of Canada).

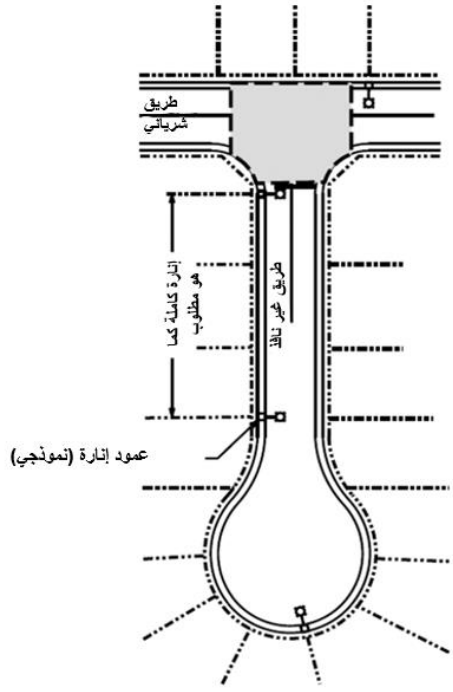


الشكل (٥–٢٩) مصباح نموذجي على طريق محلي (DGFSL-Transport Association of Canada).



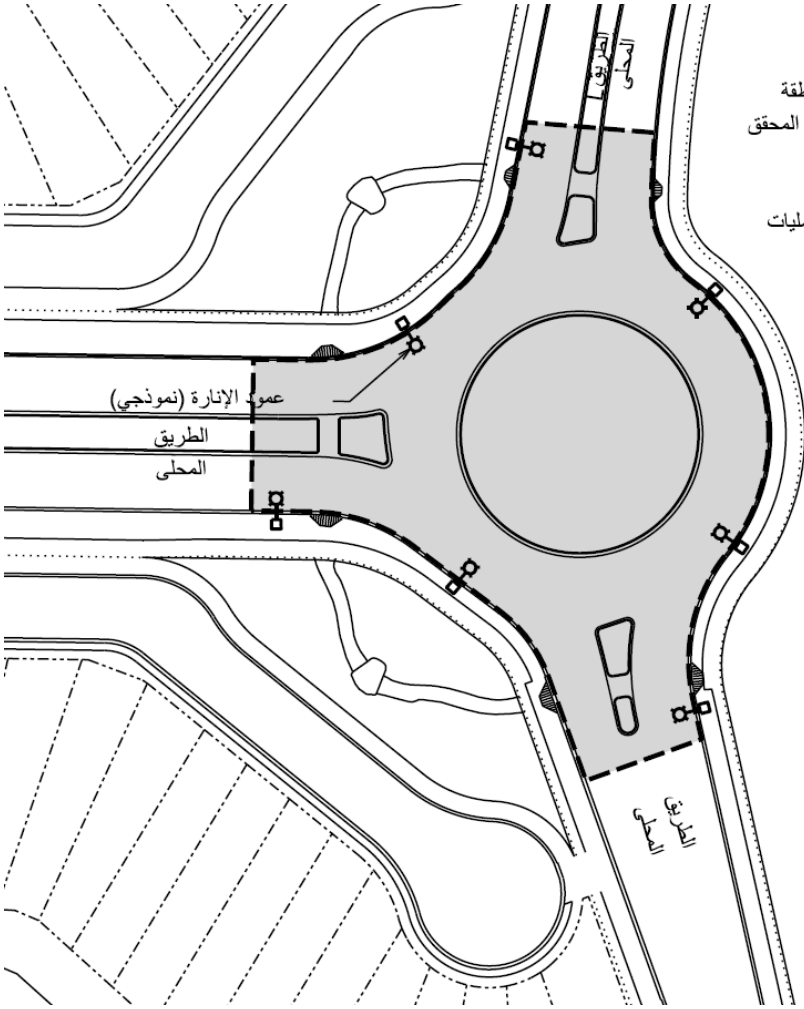
ملاحظات:
1. يجب أن يُمثل متوسط مستوى الإضاءة في المنطقة المظللة الحد الأدنى من مستوى الإضاءة المتوسطة المحقق للطريق.
2. يجب وضع وحدتي إنارة (2) كحد أدنى في المنطقة المظللة.
3. مواقع الأعمدة المعروضة هي "المواقع المثالية المقترحة" فقط. قد تختلف مواقع التصميم حسب عمليات حساب الإضاءة.

الشكل (٥–٣٠) مصباح ركن نموذجي على طريق محلي (DGFSL-Transport Association of Canada).



ملاحظات:
١- يوصى بوضع أعمدة على خط ممتلكات خارج الممر مع خلوص بمقدار ١ متر من مدخل الطريق الخاص.
٢- مواقع الأعمدة المعروضة هي " المواقع المثالية المقترحة" فقط، ويمكن أن تختلف مواقع التصميم حسب عمليات حساب الإنارة

الشكل (٥–٣١) طريق غير نافذ نموذجي على طريق محلي (DGFSL-Transport Association of Canada).



ملاحظات:
1. يجب أن يُمثل متوسط مستوى الإضاءة في المنطقة المظللة الحد الأدنى من مستوى الإضاءة المتوسطة المحقق عند التقاطع.
2. مواقع الأعمدة المعروضة هي "المواقع المثالية المقترحة" فقط. قد تختلف مواقع التصميم حسب عمليات حساب الإضاءة.

الشكل (٥–٣٢) التقاطع الدائري النموذجي للمرور (DGFSL-Transport Association of Canada).

٥-٣-٤ أنواع الأعمدة

تُنار الطرق بوجه عام بوحدات إنارة ذات رأس زجاجية مسطحة مثبتة على أعمدة إنارة ذات ذراع رافع.

بوجه عام، لا يفضل استخدام إنارة الصواري داخل المدينة بسبب زيادة رأس المال وتكاليف الصيانة وكفاءة الطاقة وتعدي الضوء. ومع ذلك، يمكن استخدام إنارة الصاري العالي في حالات معينة إذا ثبت أنها فعالة من حيث التكلفة.

مزايا إنارة الصاري العالي:

- قد يقلل الوهج، إذا تم اختيار التركيب المناسب.
- قد يحسن الانتظام.
- يمكن تركيبها في مرحلة مبكرة من الإنشاء وتوفير إنارة التحويلة والانتقال المطلوبة.
- إزاحة أكبر عن المسارات المرورية، وبالتالي تحسين السلامة وتقليل حوادث الاحتكاك بالعمود.

عيوب إنارة الصاري العالي:

- قد تؤدي إلى تعدي ضوء إضافي على الممتلكات المجاورة.
- قد تؤدي إلى ظروف وهج غير مقبولة.
- قد تعيق نطاقات الرؤية من المناطق السكنية المجاورة.
- تتطلب انسحابًا لمركبات الصيانة وللحصول على مساحة لتسهيل عملية الإنزال والصيانة.
- قد لا تكون موفرة للطاقة مثل بدائل إنارة الأخرى.
- قد يكون لها تعدي ضوء أكبر من بدائل إنارة الأخرى.

قد يُسمح بمستويات إنارة منخفضة إذا استخدمت انارة الصاري العالي (high mast) بدلاً من انارة الرافعة التقليدية (davit). لم يعد هذا الخيار يشكل جزءًا من التوصيات الدولية الحالية نظرًا لعدم وجود بحث كافٍ لتبرير المستويات الأدنى ولا يجوز لمصممي الإنارة أخذه في الاعتبار ما لم يتم تبريره من خلال طلب رسمي باستثناء التصميم بما يتوافق مع متطلبات عملية "الانحراف – تخفيف" المنصوص عليها في كود الطرق السعودي ١٠١ (المجلد التقديمي).

بالنسبة للمشاريع التي يتم فيها التفكير في إنارة الصاري العالي، قد تتطلب المدينة تحليل التكلفة/الفائدة للصاري العالي مقابل إنارة دافيت التقليدية. يجب أن يأخذ التحليل في الاعتبار التكاليف الرأسمالية الأولية للمواد والإنشاء، بالإضافة إلى تكاليف التشغيل والصيانة المستمرة على مدى فترة ٢٥ عامًا.

يجب تجنب إنارة الصاري العالي في المناطق السكنية نظرًا لإمكانية تعديها للضوء والتوهج على مشاريع التطوير المجاورة. عند تركيب إنارة الصاري العالي بالقرب من المساكن، قد تكون هناك حاجة إلى واقيات أو فتحات لوحدة الإنارة للتحكم في تعدي الضوء والوهج على مشاريع التطوير المجاورة.

يجب دائمًا مراعاة التأثير الجمالي لأعمدة الصاري العالية على مشهد الخلفية. يجب أن يقوم مصممو أنظمة الإنارة في نظام إنارة الصاري العالي بالتحليل الكامل لتأثير الأعمدة على نطاقات الرؤية من المواقع الإستراتيجية.

٥-٤ تصميم إنارة المحولات:

المحولات عبارة عن تقاطعات وصول خاضعة للرقابة تستخدم بوجه عام المداخل والمخارج والممرات السفلية والممرات العلوية في تكوين تدرج منفصل. عادة ما تقتصر المحولات على الطرق المصنفة بأنها طرق سريعة أو طرق شبة سريعة. ومع ذلك، يمكن أن تحدث المحولات في بعض الأحيان على الطرق الشريانية.

يجب تركيب نظام إنارة المحولات الجزئية على جميع الطرق في المحولات الجديدة والمُعاد إنشاؤها والمنفصلة رأسياً. في المحولات القائمة المنفصلة رأسيًا من دون إنارة للتقاطع؛ يتم تركيب نظام الإنارة على أساس الحاجة الثابتة بما في ذلك سجل الحوادث الليلية والظروف الخاصة بالموقع والتقدير الهندسي. يتم التعامل مع المدخل الثانوي لكل عمليات دمج وتباعد للمدخل بنفس طريقة التعامل مع مخارج الخط الرئيس. يجب استخدام الأشكال الواردة أعلاه ذات الصلة بالمحولات كمرجع لمواضع الإنارة. يخضع تركيب مصابيح إضافية لتقدير الجهة المُختصة. بالنسبة لجميع مواضع الإنارة، يجب تحليل مسار (مسارات) الدخول و/أو الخروج ومسار (١) الخط الرئيس المجاورة عند تحديد التباعد المناسب.

عندما يتم تصميم نظام الإنارة المقترح لتلبية هذه الإرشادات وتؤدي القيم الموصى بها إلى أكثر من ١٨٠ مترًا بين أي عموديّ إنارة، فقد يتم اقتراح إنارة إضافية لتقليل تباعد الأعمدة في هذا القسم بناءً على دراسة هندسية. يجب مراعاة إنارة المحولات الكاملة في المنشآت التي لها واحدة أو أكثر من الخصائص التالية:

المداخل/المخارج، أو محاذاة المحول، أو المنحدرات المعقدة أو غير العادية. ويشمل ذلك المداخل/المخارج ذات مسارات التباطؤ أو التسارع دون المستوى المطلوب، والحلقات الكاملة، والمنحنيات المركبة، واسقاط المسارات و/أو المداخل/المخارج متعددة المسارات.

نقطة (نقاط) اتخاذ القرار المهمة أو مناطق الخطر الموجودة على جانب الطريق والتي لن تتم تغطيتها بإنارة المحولات الجزئية، على سبيل المثال نقاط التقاطع.

يشير التحليل التشغيلي إلى الحاجة إلى الإنارة. يجب استخدام بيانات الحجم المروري والحوادث لدعم التحليل.

المواقع التي بها أنشطة كبيرة للمشاة أو الدراجات في أوقات الظلام.

يمكن النظر في إنارة الصاري العالي على طول طرق المملكة العربية السعودية إذا لم يكن بالإمكان تحقيق مستويات الإنارة باستخدام الإنارة المنخفضة وكان ذلك مبررًا من خلال دراسة هندسية.

٥-٤-١ المُبررات:

لأغراض الضمان، تنقسم المحولات إلى تصنيفين:

- المنطقة الحضرية - يتطلب المحول الموجود داخل منطقة حضرية إنارة كاملة
- منطقة الضواحي أو المناطق الحضرية - يتطلب المحول الموجود داخل منطقة الضواحي أو المناطق الحضرية، إنارة جزئية كحد أدنى

قد تكون هناك حاجة إلى إنارة كاملة، أو إنارة جزئية موسعة، في محولات الضواحي أو التقاطعات الحضرية إذا كانت معدلات الحوادث أعلى من المعدلات الحرجة بشكل متكرر كما هو محدد في تدقيق سلامة الطرق.

قد تكون هناك حاجة إلى إنارة كاملة، أو إنارة جزئية موسعة، في محولات الضواحي أو المحولات الحضرية على طول الأقسام ذات أحجام النسيج المروري العالية، أو مع أنماط المرور المعقدة بصورة غير عادية.

٢-٤-٥ طريقة التصميم:

توفر إنارة المحولات الكاملة إنارة منتظمة نسبية في حدود المحول، بما في ذلك: المسارات الرئيسة أو أطراف المداخل/المخارج أو الطرق المواجهة أو تقاطعات الطرق المتقاطعة.

يوصى بإنارة المحولات عندما تكون الجهة الحكومية المحلية على استعداد لدفع نسبة كبيرة من قيمة تركيبات الإنارة أو تمويلها بالكامل.

يجب مراعاة إنارة المحولات الكاملة عندما يكون الطريق مجاورًا لأعمال التطوير المضاءة أو الطريق. يجب مراعاة الأضواء لتحسين الرؤية الليلية وتقليل التباين أو الظلال على الطريق لتحسين تنقل السائق في أوقات الليل. يمكن تبرير إنارة المحولات الكاملة وفقًا للشروط التالية:

- توجد ثلاثة محولات متتالية أو أكثر بمتوسط مسافة ٢,٥ كيلومتر.
- المنطقة المجاورة حضرية إلى حد كبير.
- تمت إنارة مفترق الطرق لمسافة لا تقل عن كيلومتر واحد على جانبي المحول.

معايير الإنارة

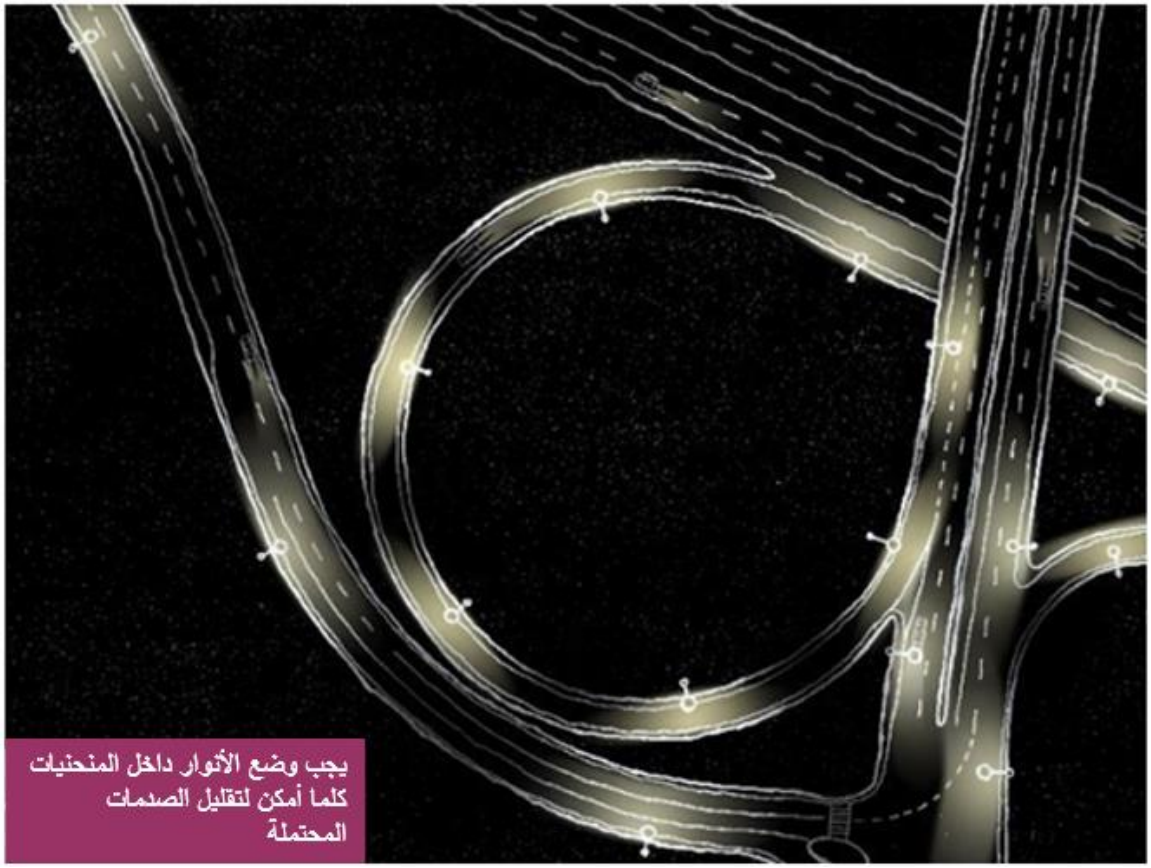
سيتم اعتبار مستويات الإنارة مستوفية للمعايير إذا كانت القيم المحسوبة في حدود عشرة بالمائة (١٠٪) من المواصفات أو لا تتجاوز المعايير بأكثر من ضعفين (٢x).

الجدول (٥–٧) إنارة المحولات (CDOT, 2020).

نوع الطريق	متوسط إنارة الطريق أ (شمعة/متر٢)	متوسط إنارة الطريق ب (شمعة/متر٢)	متوسط الانتظام (متوسط:دقيقة)	نسبة الإنارة الحاجبة القصوى ($L_{avg}:L_{max}V$)
المحولات الكاملة	٠,٦	٠,٤	٤	٠,٣

أفضل الممارسات

- ارتفاع التركيب: عادة من ٩ إلى ٢٠ مترًا.
  - يجب تركيب أعمدة إنارة الصاري الوسطى (من ١٠ م إلى ٢٠ م) بشكل نموذجي في مشاريع الطرق الكبيرة؛ تكون أعمدة الإنارة هذه مثبتة عادةً بصورة متوسطة لإنارة الطريق بالكامل.
- توزيع الضوء: ابدأ بالتوزيع من النوع الثالث من دون أي إنارة علوية (U0).
- التباعد: ابدأ بمسافة تباعد ٥:١ إلى نسبة ارتفاع التركيب. قم بالتعديل وفقًا لذلك لتلبية مواصفات الإنارة ومشكلات التصميم الحرجة الأخرى.
- يجب أن تتبع أعمدة الإنارة الطريق عبر المحول.
- عندما يكون ذلك ممكنًا، يجب وضع معيار إنارة في منطقة مثلث افتراق المخرج عن الطريق عند المداخل/المخارج.
- اعتبارات خاصة
- يجب وضع المصابيح داخل منحنيات لتقليل الاصطدام المحتمل من المركبات.
- توفر أعمدة الإنارة الموجودة بالقرب من الأحياء السكنية إمكانات أكبر لتعدي الضوء. يجب مراعاة انخفاض الإنارة الخلفية (B0 إلى B2) وانخفاض معدلات الوهج (G2 أو أقل) لتقليل تعدي الضوء.



الشكل (٥–٣٣) مسقط أفقي لمحول مستمر (CDOT, 2020).

توفر إنارة المحولات الجزئية الإنارة فقط في مناطق اتخاذ القرار للطرق بما في ذلك: مسارات التسارع، والتباطؤ، أو أطراف المداخل/المخارج، أو ومحولات الطرق عند المواجهة، أو تقاطعات المداخل/المخارج، أو مناطق الخطر الليلي.

يوصى بإنارة المحول جزئيًا في جميع المواقع التي يكون فيها طريق غير مضاء بشكل مستمر مجاورًا لعمليات تطوير، أو طريق مضاء. وغالبًا ما تكون إنارة الطرق الجزئية كافية لإنارة الطرق، والطرق المفتوحة المجاورة لأعمال التطوير المحلية.

يجب مراعاة إنارة المحولات الجزئية للاستخدامات التالية:

- أطراف المداخل/المخارج المتقاطعة للطرق المتاخمة لأعمال التطوير المحلية.
- أطراف المداخل/المخارج للطرق المتقاطعة تربط أي نوعين من أنواع الطرق التالية:
  - التقاطعات.
  - الطرق الوطنية.
  - الطرق شبة السريعة.

معايير الإنارة:

ستعدُّ مستويات الإنارة مستوفية للمعايير؛ إذا كانت القيم المحسوبة في حدود عشرة بالمائة (١٠٪) من المواصفات، أو لا تتجاوز المواصفات بأكثر من ضعفين (٢x).

الجدول (٥–٨) تصنيف الشارع (مواصفات المملكة العربية السعودية).

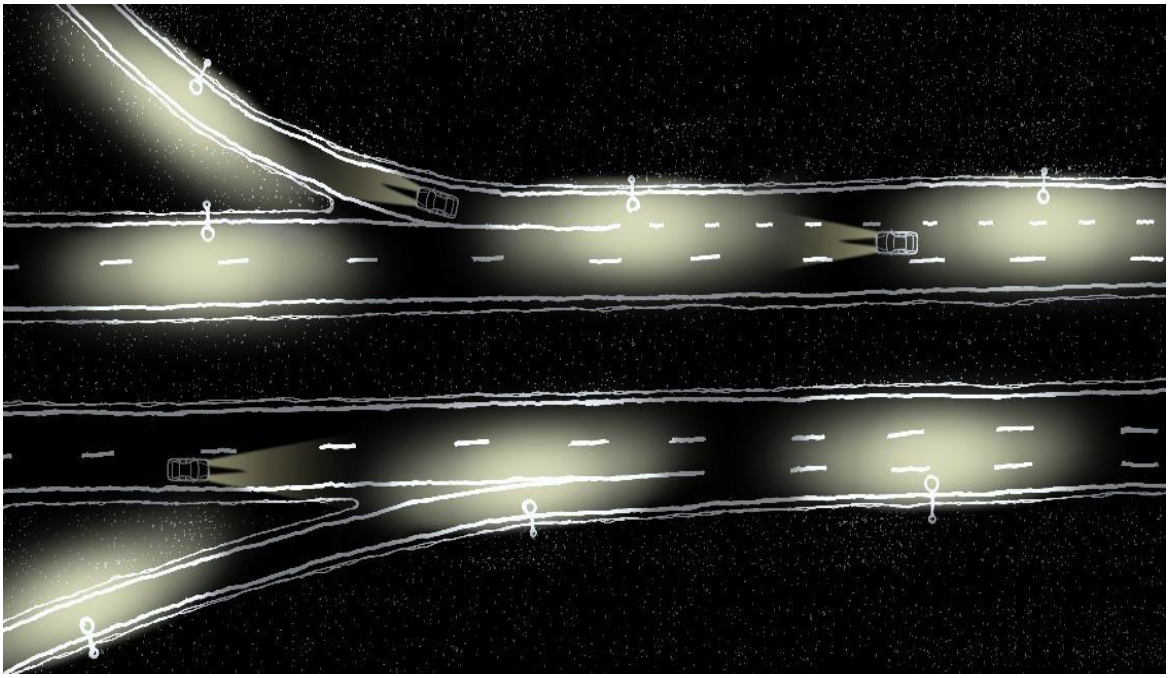
تصنيف الشارع	متوسط الإنارة لـ R١ (خرسانة) (fc)	متوسط الإنارة لـ R٣ (أسفلت) (fc)	نسبة الانتظام (متوسط:دقيقة)
طريق سريع	٠,٤	٠,٦	٤
شرياني	٠,٦	٠,٨	٤
تجميعي	٠,٤	٠,٦	٤
محلي	٠,٣	٠,٤	٦

أفضل الممارسات

- ارتفاع التركيب: عادة من ٨ إلى ١٢ مترًا.
- توزيع الإنارة: ابدأ بالتوزيع من النوع الثاني أو الثالث من دون أي إنارة علوية (U0). بالنسبة للمحولات الضيقة، قد يكون أداء التوزيع من النوع الثاني أفضل.
- التباعد: ابدأ بمسافة تباعد ٥:١ إلى نسبة ارتفاع التركيب. قم بالتعديل وفقًا لذلك لتلبية مواصفات الإنارة ومشكلات التصميم الحرجة الأخرى.
- عادةً ما يتم تثبيت عمودين إلى أربعة أعمدة إنارة على طول أطراف المداخل/المخارج المتقاطعة.

اعتبارات خاصة

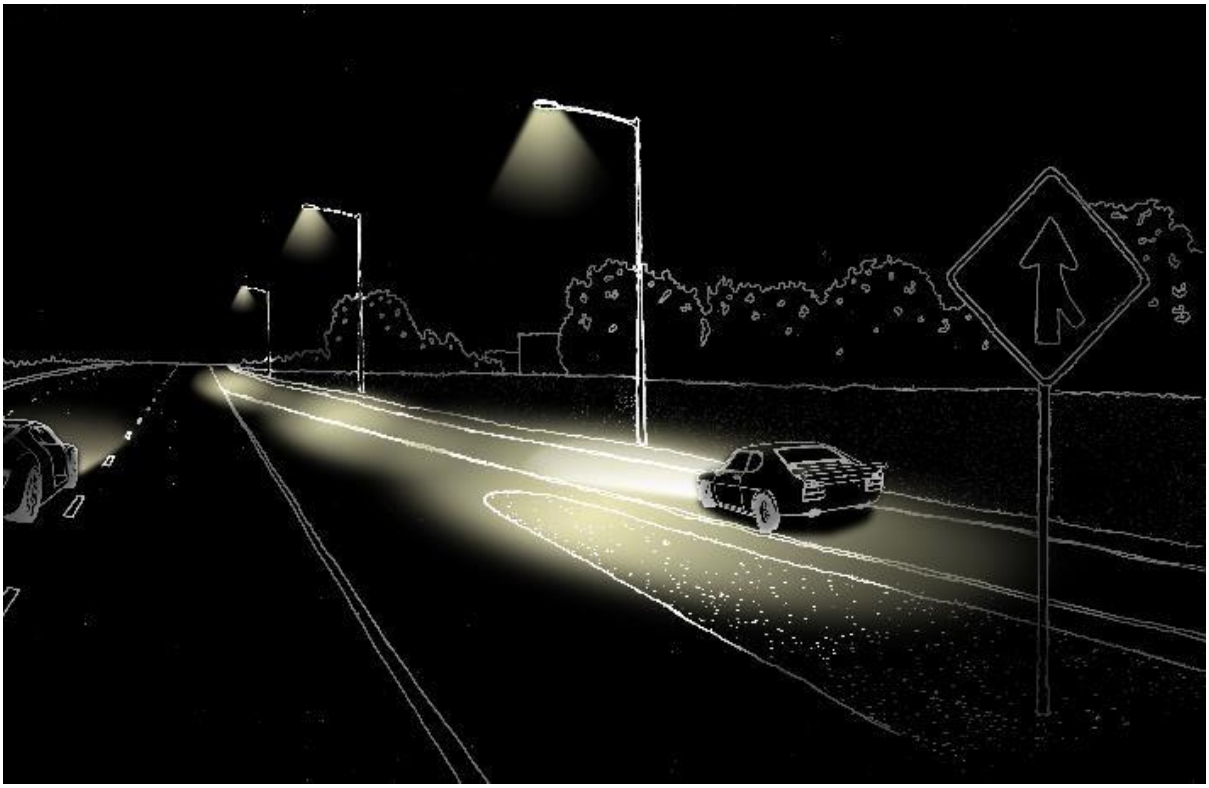
- توفر أعمدة الإنارة الموجودة بالقرب من الأحياء السكنية إمكانات أكبر لتعدي الضوء. قد يلزم توفر إنارة خلفية منخفضة (B0 أو B1) ومعدلات وهج منخفضة (G1) لتقليل تعدي الضوء.
- من المرجح أن يستخدم سائقو المركبات الطول الكامل لمسار الاندماج/التباعد إذا كانت المسار مضاءة. يميل سائقو المركبات إلى الاندماج على الفور مع المرور عندما لا تكون المسار مضاءة.



الشكل (٥–٣٤) مسقط أفقي لإنارة المحولات الجزئية (CDOT, 2020).



الشكل (٥–٣٥) مسقط متماثل القياس لمخرج لإنارة المحولات الجزئية (CDOT, 2020).



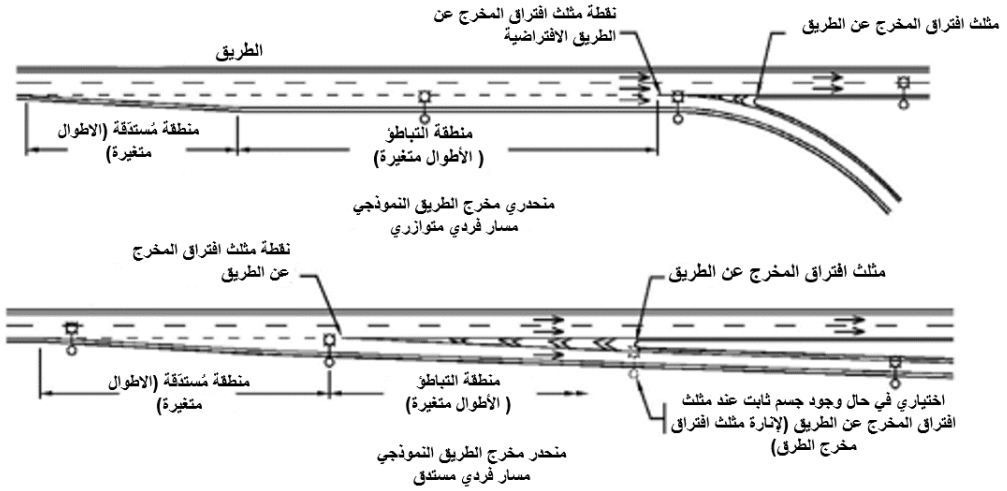
الشكل (٥–٣٦) مسقط متماثل القياس لمدخل لإنارة المحولات الجزئية (CDOT, 2020).

التخطيط

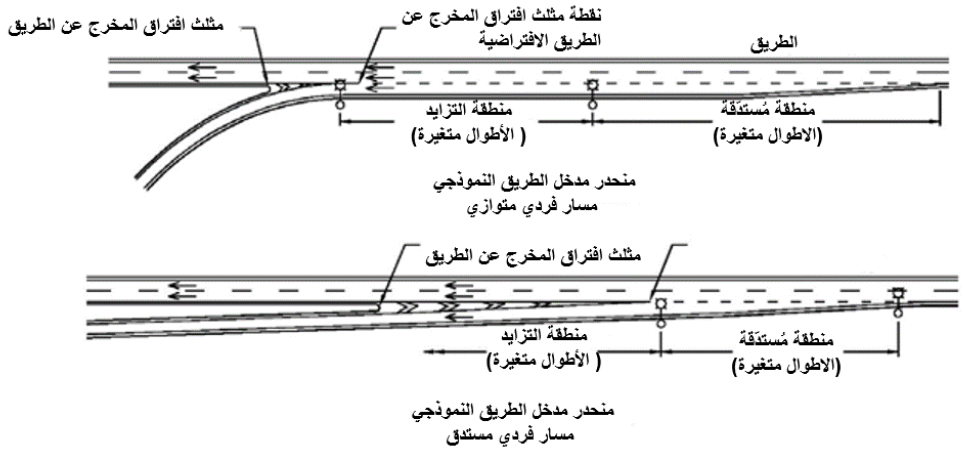
يجب أن يلتزم تصميم إنارة المحولات وتخطيط عمود الإنارة، كما هو مطلوب بموجب الضمانات، بالمبادئ التالية:

- يجب تصميم الطريق الرئيس على النحو المطلوب للطرق النموذجية.
- يجب تصميم تقاطعات المداخل/المخارج ومحولات الطرق بالشكل المطلوب للتقاطعات.
- يجب تصميم مسارات تسارع وتباطؤ المداخل/المخارج التي تتطلب إنارة كاملة على النحو المطلوب للطرق النموذجية.

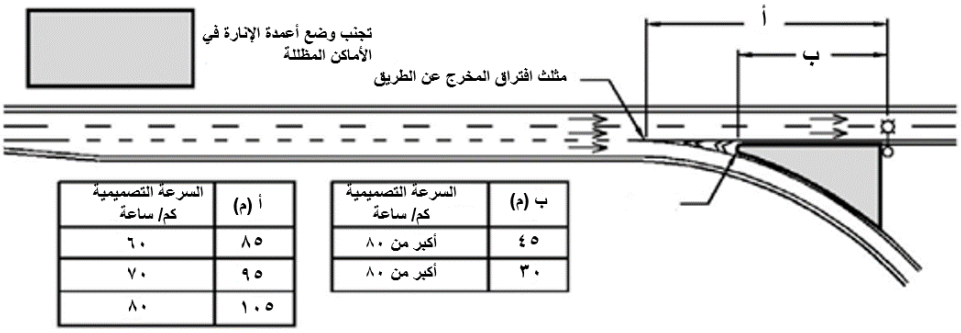
يجب تصميم مسارات تسارع وتباطؤ المداخل/المخارج التي تتطلب إنارة جزئية على النحو الموضح في الشكل (٥-٣٧) والشكل (٥-٣٨) والشكل (٥-٣٩) الواردة أدناه.



الشكل (٥–٣٧) الإنارة الجزئية النموذجية لمخرج الطريق (DGFSL-Transport Association of Canada)



الشكل (٥–٣٨) الإنارة الجزئية النموذجية لمدخل الطريق (DGFSL-Transport Association of Canada)



ب (م)	السرعة التصميمية كم/ ساعة
٤٥	أكبر من ٨٠
٣٠	أكبر من ٨٠

أ (م)	السرعة التصميمية كم/ ساعة
٨٥	٦٠
٩٥	٧٠
١٠٥	٨٠

الشكل (٥–٣٩) موقع العمود النموذجي في منطقة مثلث افتراق المخرج عن الطريق (DGFSL-Transport Association of Canada)

٥-٥ تصميم إنارة الجسور:

تعد جميع مشاريع الجسور الرئيسة مشاريع خاصة، وعلى هذا النحو، لها متطلبات محددة للمشروع خاصة بالجسور. ستتطلب مشاريع الجسور الرئيسة بحثًا خاصًا بالمشروع لتحديد أفضل حل لتصميم نظام الإنارة. قبل تصميم نظام إنارة رئيس للجسور، يجب على مصممي نظام الإنارة مراجعة المشروع بدقة مع كبير مهندسي إنارة الشوارع في الجهة المُختصة من أجل الحصول على جميع الموافقات اللازمة للمتابعة.

يتم التعامل مع مشاريع الجسور الصغيرة، التي تشمل الطرق على طول الجزء العلوي من الجسور السفلية/العلوية، بوجه عام بنفس طريقة التعامل مع الطريق الذي تشكل جزءًا منه. وهي على هذا النحو لا تتطلب اهتمامًا خاصا للإنارة.

٥-٥-١ المُبررات:

إنارة الطريق على الجسور غير مطلوبة ما لم يكن ذلك مضمونًا كجزء من الإنارة العادية للطريق.

إذا كان الجسر لا يفي بالمتطلبات العامة لإنارة الطريق، فيمكن النظر في إنارة الطريق، وفقًا لتقدير كبير مهندسي إنارة الشوارع في الجهة المُختصة، على الجسور ومداخل/مخارج الاقتراب الخاصة بها حيث يوجد واحد أو أكثر من المواقف التالية:

- توجد منحنيات عمودية ذات قاع أو ذات قمة حيث لا يمكن إنارة الطريق بواسطة المصابيح الأمامية للمركبة لمسافة واحدة على الأقل لموقع التوقف الآمن (SSSD).
- يكون عرض كتف الطريق أقل من ٢,٥ متر.
- يُقدر طول الجسور بـ ٥٠٠ م أو أكثر.
- توجد أرصفة للمشاة ويستخدم المشاة الجسر بانتظام. إذا كان للجسر استخدام متوسط إلى مرتفع للمشاة، وكانت أرصفة المشاة مفصولة عن طريق السير بحاجز مادي، فيجب مراعاة إنارة الممر بدلًا من إنارة الطريق المستمرة، ما لم يكن هناك ما يبرر إنارة الطريق.

قد يكون من المرغوب فيه توفير إنارة ذات مصدر ثابت على الجسور الطويلة في المناطق الحضرية والضواحي على الرغم من عدم إنارة المداخل. على الجسور التي لا تحتوي على كتف كامل، تعزز الإنارة كلًا من أمان الجسور وفائدتها. عندما يتم تزويد الجسور بأرصفة لتحركات المشاة، فقد تكون الإنارة مبررة لسلامة المشاة والشرطة.

هناك تأثيرات سلبية محتملة لتركيب أعمدة الإنارة على هياكل الجسور. أعمدة الإنارة التي يتم توفيرها بشكل روتيني من قبل الشركات المصنعة مصممة للتركيب على أسس ثابتة ومثبتة على الأرض. قد يؤدي التركيب على الهياكل غير الثابتة المعرضة للانحراف والاهتزاز، مثل امتدادات الجسور، إلى حركة غير مقبولة أو اهتزاز العمود، ما قد يؤدي إلى فشل هيكلي في العمود أو تلف تركيبات الإنارة.

يمكن التخفيف من الآثار السلبية للحركة الهيكلية على أعمدة الإنارة من خلال الاختيار الدقيق لموقع العمود (تحديد موقع الأعمدة المجاورة للأرصفة والدعامات وتجنب التركيبات متوسطة المدى)، والقيود المفروضة على ارتفاعات العمود، وتركيب أجهزة تخميد الاهتزازات، والتعديلات المصنعة إلى مادة عمود الإنارة وخصائص الأبعاد لتوفير عمود مناسب للسعة والتردد المتوقعين.

٥-٥-٢ طريقة التصميم:

لم يتم توفير مواصفات تصميم خاصة للجسور على وجه التحديد. يجب أن تفي إنارة الجسر بمواصفات تصميم الإنارة الموصى بها لتصنيف الطريق الذي يقع فيه الجسر. ارجع إلى الجزء الفرعي (٥-١-٢) مواصفات تصميم إنارة الطريق.

إذا لم يكن هناك ما يبرر الإنارة على طول الجسر، ولكن من المتوقع أو المتصور أن تكون الإنارة مطلوبة في المستقبل بسبب التحسينات المستقبلية للطريق أو إعادة التصنيف المستقبلية للطريق أو استخدام الأرض، فمن المستحسن أن يتم النظر في تركيب قواعد القناة والأعمدة على هيكل الجسر لاستيعاب تركيب نظام الإنارة في المستقبل. يجب أن يناقش مصممو الإنارة متطلبات تركيب قواعد الأعمدة والقنوات على الجسر مع كبير مهندسي إنارة الشوارع في الجهة المُختصة للحصول على جميع الموافقات اللازمة للمتابعة.

٥-٥-٣ التخطيط:

عندما تكون إنارة الطريق مطلوبة على الجسر، يجب على مصممي نظام الإنارة:

- تحديد موقع أعمدة الإنارة على جانب هيكل الجسر أو الحاجز أو السطح.
- القيام بتوجيه ثقوب يدوية في العمود للسماح بسهولة الصيانة من سطح الجسر.
- حيثما كان ذلك ممكنًا، تجنب استخدام صناديق التوصيل في الجسور عن طريق عمل توصيلات الأسلاك في فتحات العمود اليدوية.

تتمثل الطريقة المفضلة للإشارة إلى مخاطر ركيزة الجسر في الإنارة الكاشفة. ومع ذلك، قد لا تكون الإنارة الكاشفة عملية لبعض هياكل الجسور أو الجسور الصغيرة. إذا لم تكن الإنارة الكاشفة عملية، فقد تكون هناك حاجة لإنارة علامة الخطر عند قاعدة الرصف.

يجب أن يفي نوع المصباح الكاشف ومستويات الإنارة بموافقة كبير مهندسي إنارة الشوارع في الجهة المُختصة للحصول على جميع الموافقات اللازمة للمتابعة. حيثما كان ذلك ممكنًا ولسهولة الصيانة، يجب على مصممي الإنارة تركيب المصابيح الكاشفة على أداة تعليق متأرجحة خاصة وتحديد موقعها بالقرب من مستوى السطح

يجب وضع مصابيح تحديد الخطر بالقرب من قاعدة الرصف لتوفير تحذير مناسب للهيكل.

يجب التحكم في المصابيح الكاشفة أو علامات الخطر من خلال خلية ضوئية للتشغيل الليلي فقط.

يجب حماية المصابيح الكاشفة لتقليل تعدي الضوء أو الوهج في المناطق المجاورة، بما في ذلك الحد من الوهج المعيق في اتجاه المركب المائي المتنقل.

٥-٦ تصميم إنارة الممرات السفلية والعلوية:

عندما يمر طريق تحت محول طرق، يطلق عليه ممر سفلي؛ عندما يمر طريق فوق المحول، يطلق عليه ممر علوي. عادة ما يكون طول الممرات السفلية أقل من ٢٠ مترًا في اتجاه السير على الطريق، بينما قد يبلغ طول الممرات العلوية ٣٠ مترًا أو أكثر، في اتجاه حركة المحول. الممرات السفلية والممرات العلوية عبارة عن منشآت يكون طولها، في اتجاه الحركة، أقصر من عرض المنشأة. أي منشأة تكون طوله أكبر من العرض يعتبر نفقًا.

ينطبق هذا القسم والمصطلحات المستخدمة فقط على الممرات السفلية (الطرق أسفل الهيكل الإنشائي).

٥-٦-١ المُبررات:

عادةً ما تكون الإنارة مطلوبة للممرات السفلية حيث يوجد طريق مجاور أو تقاطع أو إنارة محول وحيث يوجد واحد أو أكثر من الحالات التالية:

- تمتد الهياكل الإنشائية لأكثر من ٢٠ مترًا فوق الطريق.
- حيث توجد أرصفة للمشاة ومسارات للدراجات تحت الهيكل الإنشائي.

عندما تكون الإنارة مطلوبة، يجب أن تفي مواصفات تصميم نظام الإنارة بالمواصفات المطلوبة على ممرات المدخل. الإنارة النهارية غير مطلوبة أبدًا للممرات السفلية.

تضيء الممرات السفلية بوجه عام بوحدة إنارة مثبتة على الحائط بقدرة ٦٠ وات - ٩٠ وات (City LED) معتمدة مسبقًا.

٥-٦-٢ طريقة التصميم:

حيثما أمكن، يتم توفير الإنارة داخل الممرات السفلية والممرات العلوية من خلال وضع إستراتيجي لأعمدة إنارة الطرق على جانبي الهيكل الإنشائي. يمكن توفير إنارة كافية من خلال تداخل انتشار شعاع الإنارة بشرط ألا يحدث التظليل إما من أن تكون الأعمدة عالية جدًا، أو أن الهيكل الإنشائي منخفض جدًا.

يجب وضع أعمدة إنارة الطريق على طول الطريق أسفل الهيكل الإنشائي على ارتفاع عمود واحد على الأقل بعيدًا عن الهيكل الإنشائي لتوزيع الإنارة جيدًا تحت الهيكل الإنشائي والحد من الوهج المتداخل على الطريق على طول الجزء العلوي من الهيكل الإنشائي.

إذا لم تتمكن أعمدة إنارة الطرق المجاورة من توفير الإنارة المناسبة، فقد تكون هناك حاجة إلى وحدات إنارة مثبتة على الحائط. راجع الشكل (٥-٤١).

لا تتطلب الممرات السفلية إنارة ليلية إذا لم يكن الطريق المجاور مضاءً.

يجب أن تُضاء الممرات السفلية على الطرق المضاءة بنفس إنارة الطريق.

لا تتطلب الممرات السفلية التي يقل طولها عن ٢٤ مترًا، إنارة إضافية للتكيف مع النهار.

قد تتطلب الممرات السفلية التي يتراوح طولها بين ٢٤ مترًا و١٢٤ مترًا إنارة إضافية للتكيف مع النهار.

معايير الإنارة

سيتم اعتبار مستويات الإنارة مستوفية للمعايير إذا كانت القيم المحسوبة في حدود عشرة بالمائة (١٠٪) من المواصفات أو لا تتجاوز المواصفات بأكثر من ضعفين (٢x).

الجدول (٥–٩) مستويات تصنيف الشارع (LDG-CDOT).

تصنيف الشارع	نطاق الإنارة (شمعة/متر٢)	متوسط الانتظام (متوسط:دقيقة)	الحد الأقصى للانتظام (الحد الأقصى:دقيقة)	الحد الأقصى لنسبة الإنارة الحاجبة (L_{av}/L_{max})
طريق سريع فئة أ	٠,٦	٤	٦	٠,٣
طريق سريع فئة ب	٠,٤	٤	٦	٠,٣

أفضل الممارسات

- يجب مراعاة بصريات الإنارة أو الواقيات بعناية لتجنب الوهج لسائقي المركبات.
- كلما كان ذلك ممكنًا، يجب وضع المصابيح فوق كتف الطريق على الحافة الخارجية للطريق لتقليل التأثيرات المرورية، بسبب إغلاق المسار، عند صيانة وحدة الإنارة.
- يجب تثبيت عناصر التحكم بحيث يتم تشغيل وإطفاء جميع أضواء الممر السفلي في نفس الوقت.

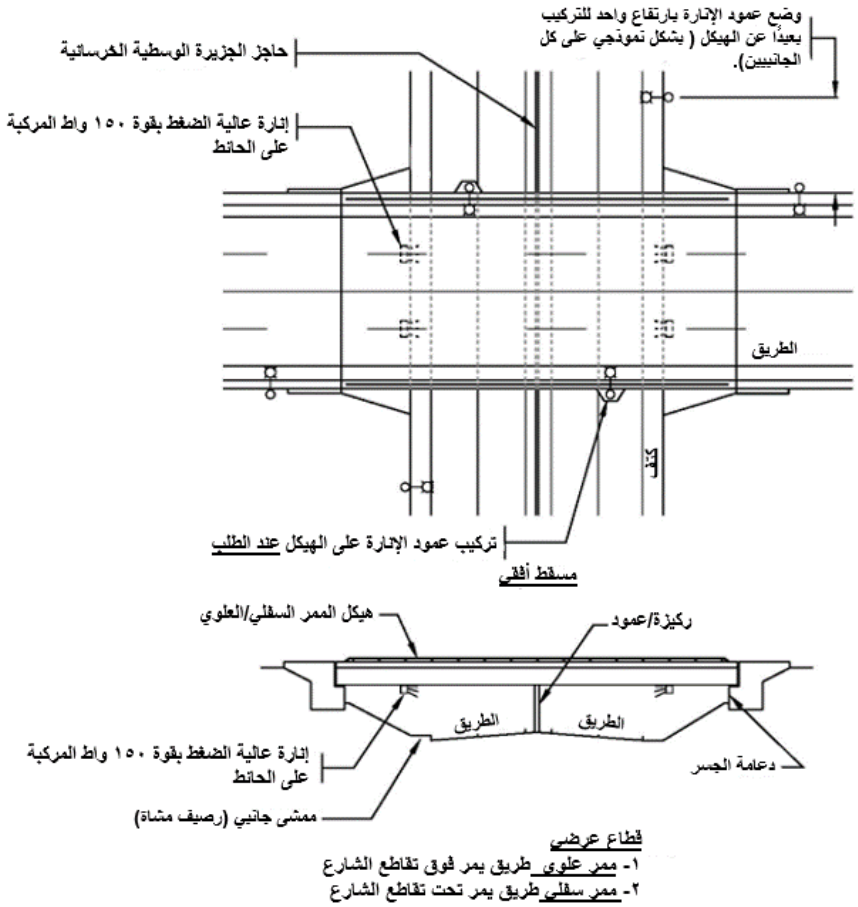
اعتبارات خاصة

- لا تتطلب معظم الممرات السفلية الإنارة إذا كانت مواصفات إنارة الطريق متباعدة بشكل مناسب وتضيء الرصف أسفل الممر السفلي.

- بالنسبة للممرات السفلية الأقصر، قد يكون من الممكن تحديد موقع وحدات إنارة الطريق بحيث يضيء إنارة كافية في الممر السفلي من دون الجسر الذي يحجب الطريق.
- بالنسبة للممرات السفلية الأطول، سيكون من الضروري تركيب وحدات إنارة مثبتة على الحائط أو السقف.
- استخدم برنامج حساب الإنارة لتأكيد ما إذا كانت مصابيح الشوارع المجاورة توفر إنارة كافية للممر السفلي أو إذا كانت هناك حاجة إلى مصابيح إضافية للممر السفلي.

- عندما تتجاوز نسبة الطول إلى الارتفاع لممر سفلي ما يقرب من ٦:١، يجب تقييمها للتعرف على مدى الحاجة إلى إنارة إضافية لضوء النهار.

٥-٦-٣ التخطيط:



الشكل (٥–٤٠) إنارة الممرات السفلية النموذجية (DGFSL-Transport Association of Canada)

٥-٧ تصميم إنارة الأنفاق:

يتمثل الغرض من توفير إنارة الطرق في الأنفاق في ضمان رؤية ليلية. وعلى الرغم من ذلك، فإن الغرض الأساسي من إنارة النفق يتمثل في توفير رصف داخلي مناسب وإنارة الجدار لمواجهة آثار الدخول إلى منطقة مظلمة في أثناء النهار.

أنفاق المركبات عبارة عن منشآت يكون طولها، في اتجاه السير، أطول من عرض الهيكل. يعد أي هيكل يكون عرضه أكبر من طوله ممرًا سفليًا.

تعد جميع مشاريع أنفاق المركبات مشاريع خاصة، وبالتالي تتطلب بحثًا خاصًا بالمشروع لتحديد أفضل حل لتصميم نظام الإنارة. قبل تصميم نظام إنارة النفق، يجب على مصممي نظام الإنارة مراجعة المشروع بدقة مع كبير مهندسي إنارة الشوارع في الجهة المُختصة من أجل الحصول على جميع الموافقات اللازمة للمتابعة.

تصميم نظام إنارة النفق عبارة عن مجال متخصص للغاية في تصميم الإنارة ويجب أن يتم تنفيذه بواسطة مصممين أكفاء باستخدام برمجيّات مصممة بصورة خاصة لتوفير حسابات التصميم. لا يكفي "تكييف" برمجيّات تصميم نظام الإنارة الأخرى لتنفيذ تصميم نظام الإنارة حيث لن يتم النظر في العديد من جوانب التصميم ولن يكون التصميم النهائي دقيقًا. لضمان تنفيذ التصميم بصورة صحيحة، يقدم القسم التالي منهجية التصميم المطلوبة لإنتاج تصميم متوافق.

يتمثل الهدف من إنارة الأنفاق في -

- السماح للمرور بالدخول والمرور والخروج بأمان من النفق
- للانتقال من مدخل إلى مخرج من دون إعاقة حركة السير
- التخلص من القلق لمستخدمي النفق

لضمان استيفاء هذه النقاط، من الضروري أن يكون توفير الإنارة داخل النفق مناسبًا لضمان قدرة السائقين والمشاة على التكيف بسرعة مع الإنارة داخل النفق، وتحديد أي عوائق محتملة، والسماح بالتدفق الحر للمرور دون أهمية تقليل السرعة. يجب استيفاء هذه النقاط حيث تكون الإنارة مطلوبة، حيث ستكون الإنارة مطلوبة طوال اليوم أو في اثناء ساعات الظلام فقط.

يجب أن تراعي جميع تصميمات إنارة الأنفاق الظروف المحيطة لظروف النهار والليل. في أثناء ظروف النهار، من المهم أن يكون مستخدم النفق قادرًا على رؤية النفق لمسافة معينة للتأكد من أنه يمكنه رؤية المخاطر غير المتوقعة، والتفاعل واتخاذ الإجراءات المناسبة لتجنب وقوع أي مشكلات. يجب أن يكون مستوى الإنارة داخل مدخل النفق عالي المستوى بصورة كافية للسماح بذلك في أثناء النهار لضمان عدم وجود تأثير "الثقب الأسود".

٥-٧-١ المُبررات:

بالنسبة لأنفاق المركبات، تجدر الإشارة إلى أنه قد يُشار إلى عدم الحاجة إلى إنارة في بعض الأنفاق، وفقاً لبعض المنهجيات، خاصة الأنفاق القصيرة ذات الانعكاس الجيد للجدار أو اختراق ضوء النهار الجيد. وتجدر الإشارة أيضًا إلى أن النفق الذي لا يتطلب إنارة نهارية قد يتطلب إنارة ليلية إذا كان الطريق المجاور له ما يبرر الحاجة إلى وجود لإنارة.

٥-٧-٢ طريقة التصميم:

تختلف مواصفات تصميم نظام الإنارة وطرق التصميم وفقًا لحجم النفق وطوله وموقعه الجغرافي يجب أن يتوافق تصميم أنظمة إنارة الأنفاق مع مواصفات ومتطلبات الممارسة القياسية الوطنية الأمريكية لإنارة الأنفاق، (IES RP-22). يجب على مصممي نظام الإنارة تحديد مواصفات تصميم نظام الإنارة واختيار النهج الأنسب لإنارة النفق وإجراء الحسابات التصميمة وفقاً للمواصفات المذكورة. على وجه الخصوص، ينبغي النظر في العناصر التالية:

بالنسبة للأنفاق الرئيسة، يجب تحديد قيم إنارة الحد الأدنى لكل بوابة نفق باستخدام طريقة (LSEQ) (الإنارة الحاجبة المكافئة).

بالنسبة للأنفاق الصغيرة، قد تحدد قيم إنارة الحد الأدنى باستخدام الجداول القياسية بما في ذلك عوامل الضبط، ومع ذلك، يمكن أيضًا استخدام طريقة (LSEQ) لتوفير المزيد من النتائج محددة المواقع.

يجب اعتبار مواصفات إنارة الجدار بنفس أهمية إنارة الرصف.

يجب استيفاء مواصفات الإنارة الحاجبة لجميع تصميمات إنارة الأنفاق

يجب مراعاة جميع تطبيقات تصميم الإنارة، بما في ذلك أنظمة الإنارة المتناظرة والخطية وأنظمة الإنارة غير المتكافئة أو ذات الشعاع المعاكس.

يجب مراعاة التحليل الاقتصادي لنظام الإنارة في جميع التصميمات، ويجب إجراء تحليل تكلفة دورة الحياة لمدة ٢٥ عامًا لجميع طرق التصميم المقترحة والتنافسية.

بالنسبة لمشاريع الأنفاق الجديدة، يجب تقديم مبادئ تصميم إنارة الأنفاق ومناقشتها مع المصممين الإنشائيين والمعماريين للنفق. يمكن أن تؤثر السمات المعمارية لنُهُج الأنفاق والبوابات، ومواد جدار النفق والسقف شديدة الانعكاس، بشكل كبير على كمية الإنارة المطلوبة في النفق، وبالتالي التكلفة الرأسمالية والتكلفة التشغيلية المستمرة.

تعد كفاءة الطاقة عاملًا محددًا رئيسا في تصميم إنارة الأنفاق نظرًا لكمية المصابيح الكبيرة المطلوبة لمشروع النفق. من أجل تحقيق أفضل كفاءة في استخدام الطاقة، ستكون هناك حاجة إلى أدوات تحكم في الإنارة متعددة المستويات لجميع مشاريع الأنفاق. يجب أن تكون مستويات الإنارة على أعلى مستوى في ضوء الشمس الساطع وعند أدنى مستوى في الظلام. عادة، يجب أن تحتوي الأنفاق الرئيسة على مستويات إنارة لمدة ثلاثة أيام على الأقل ومستوى إنارة ليلي منفصل.

الإنارة مطلوبة لمنطقة المدخل الخارجي ومنطقة الخروج لجميع الأنفاق التي تتطلب إنارة ليلية.

يستمر البحث والتطوير لمواصفات تصميم إنارة الأنفاق الجديدة وطرق التصميم بشكل مستمر من جانب (IES) بالإضافة إلى مجموعات أبحاث هندسة الإنارة الأخرى من أوروبا، مثل اللجنة الدولية للإنارة. سيتم النظر في جميع طرق ومواصفات التصميم الجديدة، حتى لو لم يتم اعتمادها رسميًا من جانب (IES)، لمشاريع الأنفاق، شريطة أن تُظهر أنه يتم الحفاظ على المبادئ الهندسية المناسبة وأنه لا يتم المساس بالسلامة.

يُقصد بمصطلح "نفق" طريق مغلق لحركة مرور المركبات مع وصول محدود للمركبة إلى البوابات، بغض النظر عن نوع الهيكل الإنشائي أو طريقة الإنشاء، والتي تتطلب، بناءً على تحديد المالك، اعتبارات تصميم خاصة قد تشمل الإنارة والتهوية، وأنظمة الحماية من الحرائق، والقدرة على الخروج في حالات الطوارئ.

تؤدي هياكل الأنفاق الإنشائية التي يزيد طولها عن ٢٥ مترًا إلى التقليل من قدرة سائقي المركبات على التكيف مع مستويات الإنارة المنخفضة في أثناء النهار، داخل الهيكل الإنشائي. لهذا السبب، يجب مراعاة الإنارة النهارية والليلية لأي نفق يزيد طوله عن ٢٤ مترًا. تعد الإنارة النهارية والليلية مطلوبة لأي نفق يزيد طوله عن ١٢٤ مترًا.

كافة المعلومات اللازمة حول كيفية تصميم نظام الإنارة للأنفاق التي يزيد طولها عن ٢٤ متراً متوفرة في الأجزاء الفرعية التالية، وفقاً لمعايير (ANSI/IES, 2018).

يتم تأكيد نوع ترقية نظام إنارة الأنفاق من قِبل مدير المشروع المعين من قبل الجهة المُختصة. ترقيات نظام الإنارة الحالي:

- لا تحتاج الترقيات البسيطة إلى اتباع هذه الإرشادات.
- قد لا تحتاج الترقيات الرئيسة إلى اتباع هذه الإرشادات.
- يجب أن يتبع استبدال نظام الإنارة الحالي هذه الإرشادات.

قد تبرر تخفيضات إنارة الأنفاق ترقية الإنارة.

متطلبات التصميم الابتدائية

قبل الشروع في تصميم الإنارة أو مواصفات تصميم الإنارة لنفق الطريق، يجب وضع المعايير التالية:

التفاصيل الإنشائية في النفق.

- التصميم/حد السرعة لمدخل الطريق.
- مسافة التوقف (م).
- تصنيف النفق بناءً على:
  - معدل تدفق المرور
  - خليط المرور
- إنارة منطقة الدخول (L20) كانديلا/م^{2}.
- قيمة معامل (K) بناءً على فئة النفق وحد السرعة.
- منطقة إنارة الحد الأدنى بناءً على (L20) x (K) كانديلا/م٢.
- طول منطقة الحد الأدنى الكلية = مسافة التوقف (م)
- إنارة المنطقة الداخلية بناءً على فئة النفق وحد السرعة كانديلا/م^{2}.
- إنارة منطقة الخروج = ٥ أضعاف الإنارة الداخلية كانديلا/م^{2}.
- طول منطقة الخروج (م).
- فئة سطح الطريق (R1, C2)

متطلبات الأداء

عند حساب تصميم إنارة النفق، يجب تقييم المعلمات التالية للتأكد من مطابقتها.

- متوافقة مع منحنى تقليل المدخل
- الانتظامية العامة للطريق
- الانتظامية الطولية للطريق.
- إنارة الجدار إلى ارتفاع ٢م، يعتمد على فئة النفق.
- TI أقل من ١٥٪ لكل الحالات
- تردد الوميض الخارجي ٢,٥ هرتز إلى ١٥ هرتز إذا كان زمن الانتقال أكبر من ٢٠ ثانية

المعايير

الأنفاق لها مواصفات إنارة في النهار والليل؛ يوصف النهج التصميمي المطبق لتحديد إنارة الرصف المناسبة كما هو موضح أدناه.

تشمل العوامل التي تؤثر على مواصفات تصميم نظام الإنارة ما يلي:

- اتجاه حركة مرور نفق ثنائي الاتجاه (غير مقسم) أو مقسم. تأكد من ذلك من خلال مدير مشاريع الجهة المُختصة المعين لمعرفة ما إذا كان تصميم نظام الإنارة ثنائي الاتجاه ضروريًا لإغلاق تجويف صيانة الأنفاق.
- تختلف مسافة رؤية التوقف (AASHTO) باختلاف السرعة ودرجة الطريق.
- تعتمد معايير إنارة المنطقة الدنيا على:
  - بوابة النفق للتوجيه الشمسي والنظام الهندسي المحيط.
  - طول النفق وحجم المرور وانعكاس الجدار واختراق ضوء النهار وقابلية رؤية البوابة.
- يجب ألا تزيد النسبة بين متوسط إنارة الرصف والجدار عن ٢,٥:١.

يجب اختبار وحدة الإنارة وتلبية المتطلبات التالية:

الجدول (٥–١٠) متطلبات إنارة الأنفاق (LDG-CDOT).

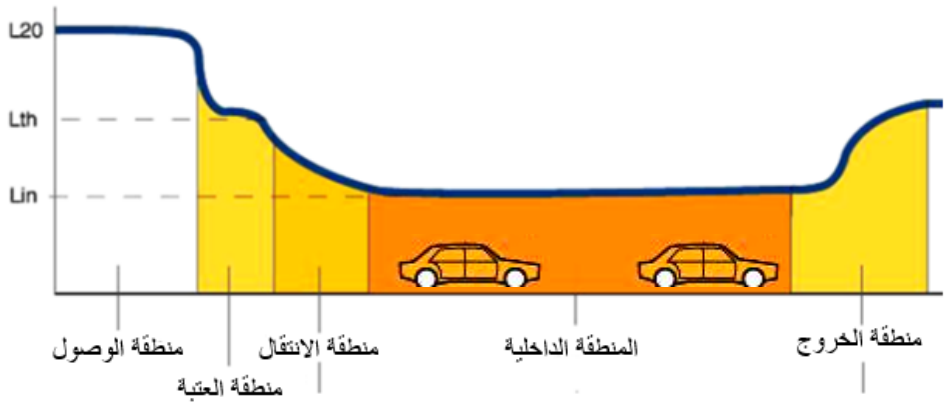
متطلبات إنارة الأنفاق	
درجة حرارة اللون المرتبطة (CCT)	٤٠٠٠ كلفن داخل النفق
اختبار رش الملح وفقًا لـ ASTM B١١٧	١,٠٠٠ ساعة، كحد أدنى
معدل الاهتزاز وفقًا لـ ANSI C١٣٦,٣١	٣G
معدل IP وفقًا لـ IEC ٦٠٥٩٨	IP٦٦
درجة حرارة التشغيل المحيطة	-٤٠ درجة مئوية إلى +٤٠ درجة مئوية
اختبار قياس الضوء	IES LM-٧٩ و IES LM-٨٠

يمكن الرجوع إلى (NFPA ٥٠٢) للتعرف على اعتبارات الإنارة في حالات الطوارئ. نظرًا إلى أنه يجب اعتماد (NFPA) من قِبل المملكة العربية السعودية، يكون مدير المشروع المعين من قبل الجهة المُختصة مسؤولًا عن تحديد التدابير الواردة في (NFPA ٥٠٢) التي سيتم تطبيقها على النفق.

أفضل الممارسات

كما ذُكر سابقًا، فإن الهدف من إنارة النفق الجيدة يسمح للمستخدمين بالدخول والعبور والخروج من الهيكل الإنشائي بأمان وراحة، وبالتالي فإن مهمة القيادة تبدو كما لو كانت على طريق الاقتراب المفتوح. لأسباب اقتصادية لكل من مواد البنية التحتية وتكاليف الطاقة اللاحقة، ليس من العملي الحفاظ على المستويات العالية المطلوبة من إنارة المدخل عبر الأنفاق الطويلة، لذلك يتم تطبيق خفض تدريجي للإنارة مما يتيح رد فعل أعين السائقين للتعامل مع الانتقال من مستويات ضوء النهار إلى الأنفاق، المستويات الداخلية المنخفضة.

تختلف إرشادات معايير إنارة الأنفاق من دول مختلفة إلى حد ما، ولكنها تشير عمومًا إلى أن كمية الإنارة المطلوبة داخل النفق تعتمد على مستوى الإنارة المحيطة في نهج النفق وداخل النفق الذي يمكن فيه التكيف البصري للسائق. لتحقيق ذلك، يتم تقسيم إنارة النفق إلى "مناطق" محددة كما هو موضح في الشكل (٥-٤١) والمبين أدناه



الشكل (٥–٤١) أداء مخطط إنارة النفق الطويل.

من أجل تجنب مواجهة تأثير الثقب الأسود عند الاقتراب من بوابة النفق ولمساعدة السائقين على التكيف مع بيئة الإنارة في النفق، هناك ست مناطق إنارة موزعة في جميع أنحاء النفق. ستُناقش في هذا الجزء الفرعي خصائص كل منطقة ونوع معين من مشاكل الرؤية.

منطقة الوصول:

تُعدّ منطقة الوصول التي يتم تشكيلها بواسطة طريق الاقتراب نفسه خارج النفق حيث يجب أن يكون السائقون المقتربون قادرين على الرؤية بوضوح في النفق لاستشعار أي عوائق قد تكون هناك وتتفاعل بشكل آمن وفقًا لذلك أثناء عدم مواجهتهم باللون الأسود- حفرة عند الانتقال بسرعة التصميم لهذا الطريق.

منطقة العتبة:

هذه هي المنطقة الأولى داخل النفق الفعلي والتي تمتد لنفس طول مسافة رؤية التوقف للتصميم أو حد السرعة لطريق الاقتراب. يتم اشتقاق مستوى النصوع المستهدف لهذه المنطقة عند استخدام طريقة (L20) من قيمة نصوع البوابة (L20) التي تم تحليلها إلى عوامل لفئة النفق المحددة. يتم الحفاظ على هذا المستوى عند ١٠٠٪ للنصف الأول من منطقة العتبة حيث يتم تقليله إلى ٤٠٪ بنهاية المنطقة.

منطقة الانتقال:

بعد منطقة العتبة، تبدأ منطقة الانتقال التي تستمر في تقليل مستويات الإنارة حتى يتم الوصول إلى مستوى المنطقة الداخلية المحددة في النهار. في جميع أنحاء منطقة الانتقال، تنخفض مستويات الإنارة تدريجياً وباستمرار بمعدل لا يتجاوز نسبة ٣: ١ لتمكين العين البشرية من استيعاب مستويات الإنارة المنخفضة. من منظور عملي، يمكن تقسيم المنطقة الانتقالية إلى منطقة انتقالية ١ ، ٢ وما إلى ذلك. ويعتمد الطول الإجمالي لمنطقة الانتقال على السرعة / الوقت.

المنطقة الداخلية:

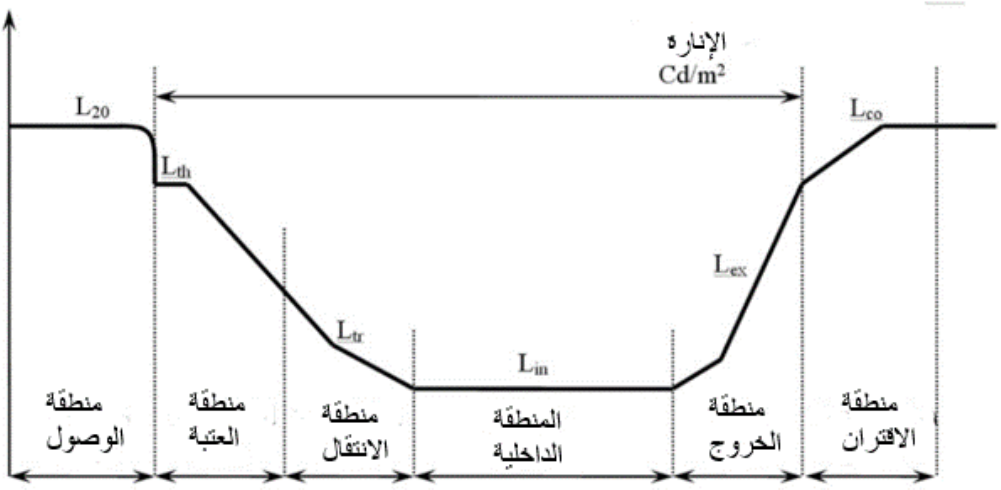
تمتد المنطقة الداخلية خلال اليوم من نهاية منطقة الانتقال الإجمالية إلى بداية منطقة الخروج عند استخدامها. ستعتمد مستويات الإنارة المطلوبة داخل المنطقة الداخلية على اعتبارات خصائص استخدام النفق. لاحظ أن المنطقة الداخلية تمتد على طول النفق بالكامل أثناء الليل.

منطقة الخروج:

المنطقة النهائية داخل النفق هي منطقة الخروج التي تمتد عادةً للأمتار المساوية للسرعة بالكيلو متر في الساعة بمستوى إنارة يبلغ ٥ أضعاف المنطقة الداخلية. تتكيف العين بسرعة أكبر مع زيادة مستويات الإنارة مع إنارة الخروج التي تساعد على الرؤية الخلفية عند مغادرة النفق بالإضافة إلى منع المركبات الصغيرة من الاختباء خلف الشاحنات داخل النفق مقابل بوابة الخروج الساطعة أثناء النهار.

منطقة الاقتران:

تمتد هذه المنطقة إلى الخارج من منطقة الخروج. يوفر إنارة الطريق لربط النفق بالطريق المفتوح ليلاً. تكمن المشكلة في أنه عندما يغادر السائقون النفق ليلاً، فقد يواجهون تأثير ثقب أسود آخر عند دخولهم هذه المنطقة دون تثبيت أي نظام إنارة للطريق وتشغيله. يتم تمثيل الإنارة بواسطة (Lco).



الشكل (٥–٤٢) مناطق النفق معرفة لأسباب تصميم الإنارة.

التحكم الكامل:

ستخضع الإنارة داخل مناطق العتبة والانتقال والخروج أيضًا للتبديل متعدد المراحل و / أو التعتيم المستمر للحفاظ على الارتباط الصحيح بين إنارة مدخل المدخل ومستويات الإنارة داخل النفق. سيكون للمنطقة الداخلية بشكل عام مرحلتان نشطتان، واحدة ليلا والأخرى للنهار الأساسي.

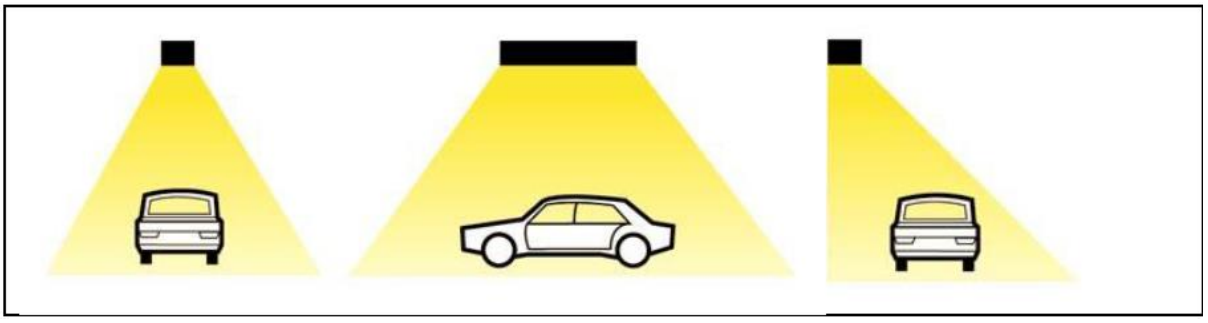
بالنسبة للأنفاق الأطول، يتم عادةً تشغيل نسبة مئوية من الإنارة الداخلية بواسطة مصدر طاقة غير متقطع (UPS) مما يسمح لبعض الإنارة بأن تظل نشطة في حالة انقطاع التيار الكهربائي عن مصدر الطاقة العادي. هذا يسمح للخروج الآمن للمرور داخل النفق ولكن ليس للاستخدام العادي المستمر للمسار.

في جوهرها، يفترض ما سبق سيناريو مثالي "لنفق طويل" حيث "تناسب" جميع الجوانب الفريدة للهيكل التوصيات المستخدمة. يمكن أن يكون الحال أنه خلال النهار يمكن أن ينتهي النفق الفعلي قبل الوصول إلى أي مستويات داخلية، فقط عند متطلبات الإنارة المنخفضة قبل وبعد مستويات تعزيز الذروة يتم تطوير القسم الداخلي.

عندما لا يتناسب النفق مع التوصيات أو يكون نفقًا أطول أو أقصر بصريًا، فستكون هناك حاجة إلى حكم هندسي احترافي لضمان تصميم وتركيب مخطط إنارة يلبي تمامًا هدف إنارة النفق، وبالتالي تمكين السائقين من إجراء الرؤية المرئية. المهمة بأمان بالإضافة إلى توفير حل اقتصادي من حيث استخدام الطاقة وانبعاثات الكربون.

أنماط إنارة النفق

إنارة خطية



الشكل (٥–٤٣) أنماط إنارة النفق (CIE 88:2004).

تتكون الإنارة الخطية من وحدات إنارة موجهة لمصابيحها بالتوازي مع محور الطريق مع توزيع الإنارة المتعامد مع محور الطريق، ويتم تثبيتها إما في صفوف على طول سقف النفق أو داخل منطقة الكورنيش عند اعتماد توزيع غير متماثل عبر مسار المركبات.

يلائم هذا النمط من الإنارة معظم أنواع المصابيح، وقد استخدم تاريخيًا لمصابيح الفلورسنت (الآن LED) التي تشكل المستويات الأساسية لوقت النهار والليل داخل النفق. التوجيه البصري وراحة السائق مرتفعان مع المخططات التي تتجاوز متطلبات التوحيد.

مصدر النقطة، متماثل

كان لمصباح المصدر النقطي في السابق مصباح (HID) واحد داخل بصري ثلاثي الأبعاد (وحدات LED الآن) مخصص لأنفاق الطرق. تاريخياً نمط شائع للإنارة لأنفاق الطرق وإن كان يوفر راحة بصرية أقل للسائق بسبب المسافات الطويلة.

مصدر النقطة، العارضة المعاكسة

يتم التوزيع الرئيس من وحدة الإنارة ذات الحزمة المضادة عبر نظام بصري غير متماثل يتم التحكم فيه بإحكام تجاه السائقين القادمين، وهذا يخلق تباينًا أكبر بين الأشياء وخلفية الطريق أكثر من التوزيع المتماثل. تُعدّ مصابيح الشعاع المضاد هي الأكثر كفاءة في توفير إنارة دفع عالية مطلوبة ضمن عتبة النفق ومناطق الانتقال اللاحقة مع تثبيت الحد الأدنى من العدد.

نظرًا لكون أداء الإنارة متحيزًا تجاه المرور القادمة، فإن إنارة الحزمة المضادة ليست مناسبة للأنفاق ثنائية الاتجاه أو حيث يتم تصور التدفق المعاكس.

اعتبارات خاصة

تعد صيانة الإنارة صعبة بشكل خاص في الأنفاق. استشر مدير المشروع المعين وقسم صيانة الأنفاق والعمليات لتحديد مكان تركيب الأجهزة الجديدة في النفق لتسهيل أعمال الصيانة في المستقبل.

- يجب أن تتضمن وثائق التصميم الأولي للنفق تقييمًا للظروف الحالية لعناصر النفق المرتبطة بأنظمة الأنفاق (وحدات الإنارة، القناة، الأسلاك الكهربائية، نظام التحكم في الإنارة، إلخ).
- يجب إجراء قياسات النفق في الموقع وفقًا للقياس الضوئي لمواصفات (IES LM-٧١-١٤) لتركيبات إنارة الأنفاق.
- يجب الرجوع إلى صيانة الأنفاق وتشغيلها بشأن:
  - جدول تنظيف النفق،
  - وتكاليف منافع نظام الإنارة الحالي،
  - والرغبات في إضافة الأصول إلى المخزون.
- تجنب الوميض وتردد الإنارة بين نطاق من ٤ هرتز إلى ١١ هرتز لكل تحليل تردد بناءً على تباعد وحدات الإنارة وسرعة التصميم.
- يجب حساب مستويات إنارة رصف الأنفاق والجدران باستخدام (AGi٣٢) أو برنامج حساب الإنارة المكافئ.
- راجع دليل اللجنة الدولية للإنارة (CIE) لإنارة أنفاق الطرق والممرات السفلية، الإصدار الثاني للاطلاع على معلومات إضافية حول أنظمة إنارة الأنفاق.

قم بالتنسيق مع مدير المشروع المعين من قِبل الجهة المُختصة بشأن متطلبات مواصفات الأسماء الثلاثة الخاصة بـ كود الطرق السعودي قبل البدء في تصميم نظام الإنارة.

٣-٧-٥ تصنيف الأنفاق وجداول التصميم المرتبطة بها:

متطلبات التصميم والأداء

تم تحديد أساسيات إنارة نفق الطريق بواسطة (CIE 88: 2004) والتي تُعدّ بشكل عام أساسًا للمواصفات الرسمية لإنارة الأنفاق في معظم البلدان. تُعدّ التوصيات التالية ممارسة جيدة مثبتة في أوروبا. تهدف الجداول المقدمة هنا إلى توضيح المعيار المتضمن ويجب استخدامها فقط في عملية التصميم الفعلية بالاقتران مع المعايير المعمول بها والإشارة إليها حيث نشأت، مثل (CR 14380: 2003 و CIE 88: 2004)

الجدول (٥–١١) تحديد شدة المرور (CIE 88:2004).

ترتيب المرور	ساعة الذروة مركبة لكل ساعة لكل مسار	وصف شدة المرور
اتجاه واحد	أكبر من ١٥٠٠	مرتفع
اتجاهين	أكبر من ٤٠٠	
اتجاه واحد	١٥٠٠-٥٠٠	متوسط
اتجاهين	٤٠٠-١٠٠	
اتجاه واحد	أصغر من ٥٠٠	منخفض
اتجاهين	أصغر من ١٠٠	
إذا كانت القيمة الفعلية غير معروفة، فيمكن اشتقاق المرور في ساعة الذروة على أساس متوسط حركة المرور اليومية (ADT - المركبات في اليوم) تقدر المرور في ساعات الذروة في المناطق الريفية بنسبة ١٠٪ منADT ؛ في المناطق الحضرية ١٢٪ من ADT على الطرق غير المقسمة، يمكن حساب عدد مركبة/ساعه/مسار بقسمة قيمة ساعة الذروة على إجمالي عدد المسارات. إذا كان التوزيع الاتجاهي الفعلي غير معروف على طرق الطرق المزدوجة، فيمكن افتراض أن الاتجاه الأسوأ يحمل ثلثي (⅔) تدفق المرور؛ ثم يتم قسمة التدفق الأعلى على عدد مسارات هذا الطريق.		

الجدول (٥–١٢) تحديد فئة النفق (CIE 88:2004).

شدة المرور	نوع المرور	فئة النفق
مرتفع	مختلط	٤
	مركبات آلية فقط	٣
متوسط	مختلط	
	مركبات آلية فقط	٢
منخفض	مختلط	
	مركبات آلية فقط	١

الجدول (٥–١٣) تحديد (K) لحد السرعة وفئات إنارة النفق (CIE 88:2004).

الفئة	حد السرعة		
	كم/الساعة	كم/الساعة	كم/الساعة
	أصغر من أو يساوي ٦٠	٨٠-١٠٠	أكبر من ١٢٠
٤	٠,٠٥	٠,٠٦	٠,١٠
٣	٠,٠٤	٠,٠٥	٠,٠٧
٢	٠,٠٣	٠,٠٤	٠,٠٥
١	-	-	-

الجدول (٥–١٤) إنارة داخلية (cd/m^2) (CIE 88:2004).

الفئة	حد السرعة		
	كم/الساعة	كم/الساعة	كم/الساعة
	أصغر من أو يساوي ٦٠	٨٠-١٠٠	أكبر من ١٢٠
٤	٣	٦	١٠
٣	٢	٤	٦
٢	١,٥	٣	٤
١	-	٠,٥	١,٥

الجدول (٥–١٥) إنارة الجدار (CIE 88:2004).

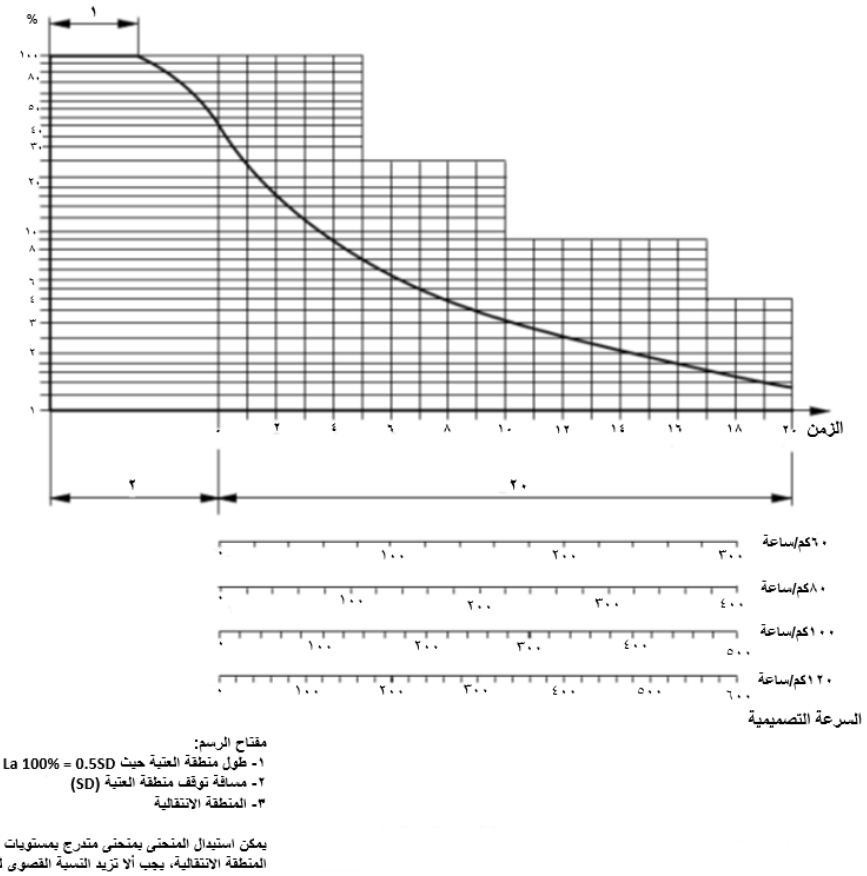
الفئة	نسبة للطريق المجاور
٤	١٠٠٪
٣	٦٠٪
٢	
١	توجيه أكبر من ٢٥٪

الجدول (٥–١٦) انتظامية إنارة سطح الطرق (المناطق المستمرة) (CIE 88:2004)

الفئة	الانتظامية	
	U_O	U_L
٤	٠,٤	٠,٧
٣	٠,٤	٠,٦
٢	٠,٤	٠,٦
١	-	-

متطلبات الأداء لمنطقة الدخول

(CIE) منحنى تقليل الإنارة لمدخل النفق

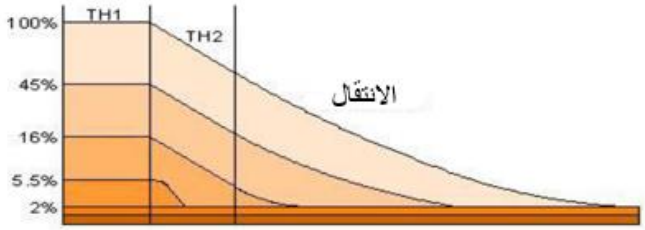


مفتاح الرسم:
١- طول منطقة العتبة حيث La 100% = 0.5SD
٢- مسافة توقف منطقة العتبة (SD)
٣- المنطقة الانتقالية

يمكن استبدال المنحنى بمنحنى متدرج بمستويات لا تقع تحت المنحنى المستمر. وفي هذه الحالة، داخل المنطقة الانتقالية، يجب ألا تزيد النسبة القصوى للانتقال من مستوى إلى آخر عن ١:٣

الشكل (٥–٤٤) منحنى تقليل الإنارة (CIE 88:2004).

نتائج التصميم النموذجية لخطة إنارة مدخل النفق المكونة من ٦ مراحل تُظهر النتائج ذات الصلة لكل مرحلة ولكل منطقة من النفق بما يتوافق مع منحنى تخفيض CIE مع تراكم جميع المراحل.



الشكل (٥–٤٥) (CIE) منحنى التقليل.

الجدول (٥–١٧) قيم الإنارة/المراحل/المنطقة (CIE 88:2004).

% L_{th}	المرحلة	مناطق مدخل النفق			
		$Th_{(1)}$	$Th_{(2)}$	$Th_{(1)}$	$Th_{(2)}$
١٠٠	٦	١٨٤	٧٣	٢٥	١١
٤٥	٥	٧٣	٢٥	١١	٤
١٦	٤	٢٥	١١	٤	٤
٥,٥	٣	١١	٤	٤	٤
	٢	وقت النهار عند ٤ كانديلا/م^{٢}			
	١	في الليل عند ٢ كانديلا.م^{٢}			

التقييم الأولي لجميع تصميمات إنارة الأنفاق والمعايير الأكثر أهمية، هو قيمة الإنارة النهارية لبوابة المدخل كما سيختبرها السائقون الذين يدخلون نفق طريق خلال النهار. تعتمد مستويات الإنارة المطلوبة داخل منطقة عتبة النفق وبالتالي تتبع مناطق الانتقال بشكل مباشر على إنارة البوابة وترتبط بها.

يتم إجراء تقييم إنارة البوابة طريقة (L20) بشكل أفضل من خلال استخدام مقياس إنارة البوابة (L20) المخصص الذي يحتوي على مجال رؤية ٢٠٠ المطلوب ويتم قياسه من مسافة رؤية التوقف (SSD) خلال أشهر منتصف الصيف وبالتالي تسجيل الحد الأقصى لإنارة البوابة الموجودة في الهيكل.

ومع ذلك، من وجهة نظر عملية، ليس من الممكن دائمًا إجراء مثل هذه القياسات في الموقع بسبب قضايا مختلفة، حيث يمكن إجراء مثل هذا التقييم من خلال الإجراء التالي. هذا تقدير تقريبي ويجب تأكيده بالقياسات الفعلية كلما أمكن ذلك.

هناك طرق أخرى لتقييم إنارة البوابة مثل (LSEQ) الذي يأخذ في الاعتبار أيضًا الجو بين السائق والبوابة بالإضافة إلى عامل الزجاج الأمامي للمركبة؛ ومع ذلك ، فإن طريقة (L20) هي طريقة مستخدمة ومقبولة على نطاق واسع.

٥-٧-٤ تجنب الوميض:

ينتج تأثير الوميض عن اختلاف الإنارة على دورة واحدة بسبب المصابيح نفسها والانعكاس عن السطح اللامع للمركبات. ترتبط هذه الدورة بالتباعد بين الإنارة وسرعة المرور. وفقًا لاقتراحات (CIE) ، يتم تجنب تردد الوميض عند ٢,٥ ~ ١٥ هرتز. يوضح الجدول (٥-١٧) التباعد الممنوع عبر سرعة المرور.

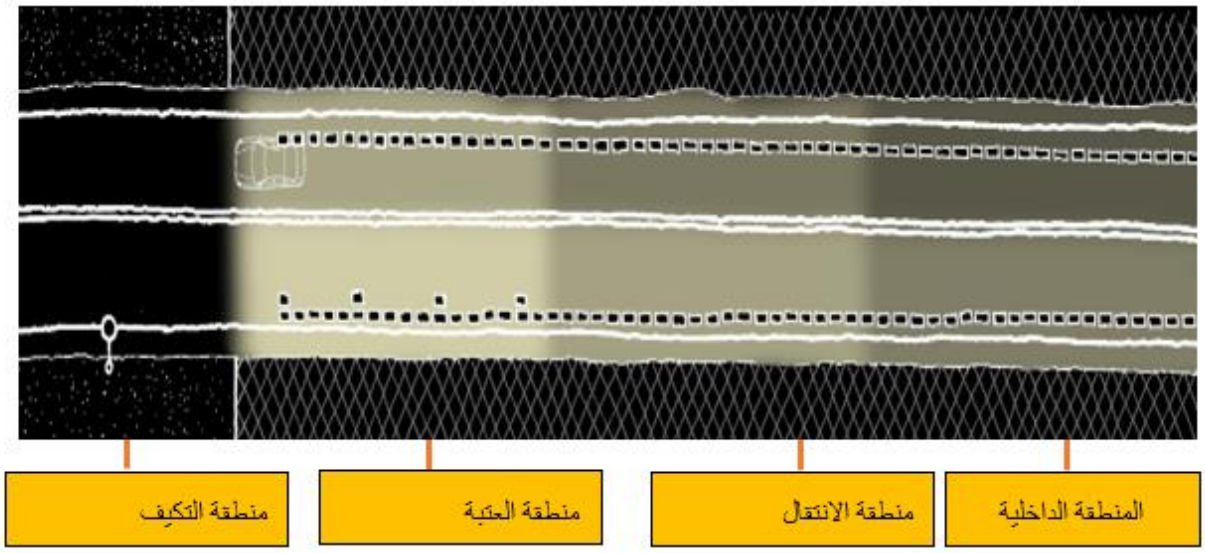
ومع ذلك، إذا كان طول النفق أقل من ١٠٠٠ متر، فيمكن تعديل الحد الأعلى لدورة الوميض من تردد أقل يبلغ ٢,٥ هرتز إلى تردد أعلى يصل إلى ٥,٨ إلى ٣,٢ هرتز لطول النفق عند ١٢٥ إلى ٥٠٠ م على التوالي. بالإضافة إلى ذلك، إذا كان طول الإنارة للسطوع

أطول من طول المنطقة المظلمة بين إضاءتين، فإن تأثير الوميض يمكن أن يكون ضئيلًا. يمكن تطبيق هذه الميزة على تركيبات الإنارة الفلورية المستخدمة كمصابيح في المنطقة الداخلية.

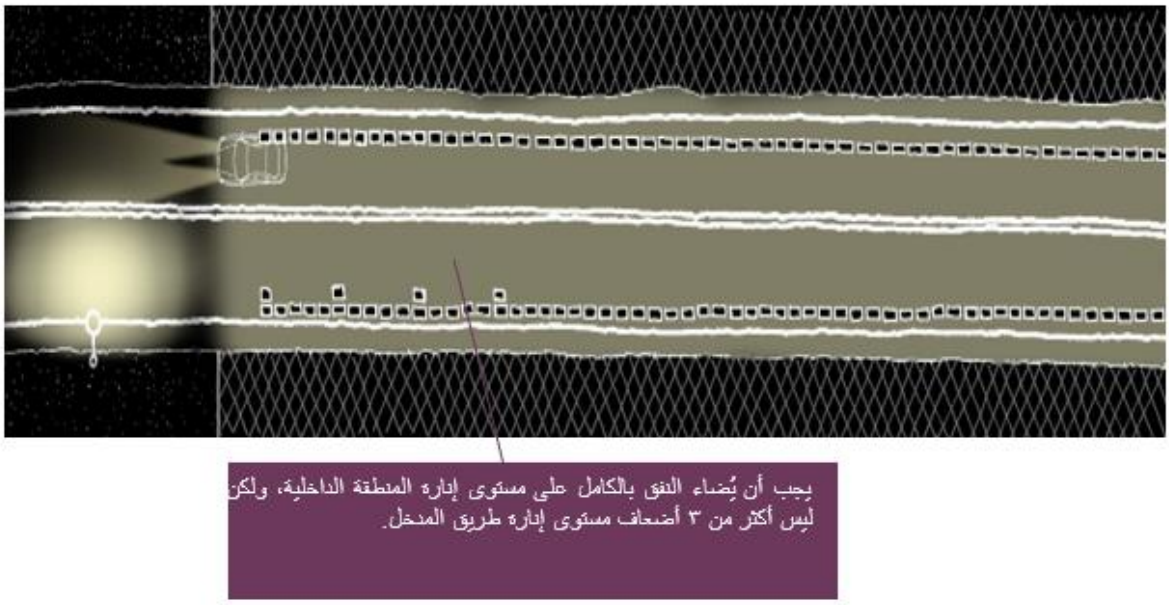
الجدول (٥–١٨) إنارة المنطقة الداخلية المُوصى بها (cd/m2)(CIE 88:2004).

سرعة المرور (كم/الساعة)	٤٠	٥٠	٦٠	٨٠	١٠٠	١٢٠
التباعد المُتجنب	٤,٤-٠,٧	٥,٦-٠,٩	٦,٧-١,١	٨,٩-١,٥	١١,١-١,٩	١٢,٢-٢,٠

٥-٧-٥ التخطيط:



الشكل (٥–٤٦) النفق النهاري (CDOT, 2020).



الشكل (٥–٤٧) النفق الليلي (CDOT, 2020)



الشكل (٥–٤٨) مسقط متماثل القياس لنفق نهاري (CDOT, 2020).

٥-٨ تصميم إنارة الشوارع في السماء المظلمة:

يشير التصميم الصديق للسماء المظلمة إلى استخدام تركيبات الإنارة والتصميمات التي تقلل من تلوث الضوء وتحافظ على الظلام الطبيعي لسماء الليل. هذا مهم لأن الإنارة الاصطناعية المفرطة يمكن أن تعطل الدورات الطبيعية للنباتات والحيوانات، ويمكن أن تؤثر أيضًا على صحة الإنسان ورفاهيته. كما يمكن أن يزيد من صعوبة مراقبة النجوم والأجرام السماوية الأخرى.

تصميم صديق للسماء المظلمة هو مفهوم يهدف إلى تقليل التلوث الضوئي الناتج عن الاستخدام المفرط وغير الضروري للإنارة الاصطناعية في الليل. إنه ينطوي على تصميم وتنفيذ أنظمة الإنارة التي تقلل كمية الضوء المنبعث للسماء، وبدلاً من ذلك يوجه الضوء نحو الأسفل إلى حيث هو مطلوب.

في تصميم الطرق، يمكن تنفيذ تصميم صديق للسماء المظلمة باستخدام تركيبات الإنارة المحمية والموجهة نحو الأسفل. يمكن تحقيق ذلك من خلال استخدام التركيبات المصممة لإنارة الطريق فقط وعدم تسريب الضوء في المناطق المحيطة. بالإضافة إلى ذلك، قد يكون من الممكن استخدام أجهزة استشعار أو مؤقتات للتحكم في كمية الإنارة المستخدمة على الطرق، مما يقلل من كمية الضوء أثناء فترات انخفاض المرور.

عندما يتعلق الأمر بتصميم الطريق، هناك عدة طرق يمكن من خلالها تنفيذ تصميم صديق للسماء المظلمة. تشمل بعض الأساليب الممكنة ما يلي:

- اختيار تركيبات الإنارة المصممة لتوجيه الضوء للأسفل بدلاً من تشتيته في كل الاتجاهات. يمكن تحقيق ذلك من خلال استخدام التركيبات مع التدريع أو العدسات أو الفتحات.
- استخدام المصابيح ذات القوة الكهربائية المنخفضة أو المدار الأرضي المنخفض القابلة للتعتيم، بحيث يمكن ضبط كمية الضوء اعتمادًا على وقت الليل وظروف المرور.
- التقليل من استخدام الإنارة تمامًا في المناطق التي لا تكون ضرورية فيها لأسباب تتعلق بالسلامة. على سبيل المثال، يمكن إطفاء الإنارة أو تعتيمها أثناء فترات المرور المنخفضة أو في المناطق غير المستخدمة بكثرة.
- دمج سمات المسطحات الخضراء، مثل الأشجار والشجيرات، للمساعدة في منع الضوء من الانسكاب إلى المناطق المجاورة.
- استخدام عناصر التحكم في الإنارة الذكية التي يمكنها ضبط سطوع وتوقيت الأضواء بناءً على ظروف الطقس وأنماط حركة وعوامل أخرى.
- في بعض الحالات، يشكل استخدام عاكسات الطريق بدلاً من أعمدة الإنارة، حيثما أمكن ذلك بأمان، نهجًا صحيحًا. تضيء عاكسات الطريق بمصابيح المركبة الأمامية. سيستخدم "الضوء الموجود بالفعل". وصلة.
- استخدام مصابيح منخفضة الوهج توجه الضوء فقط عند الحاجة إليه.

من خلال تنفيذ هذه الاستراتيجيات، يمكن لمصممي الطرق المساعدة في تقليل التلوث الضوئي والحفاظ على الظلام الطبيعي لسماء الليل. يمكن أن يفيد هذا كلاً من البيئة والأشخاص الذين يعيشون في المنطقة أو يزورونها.

٥-٨-١ تأثير إنارة الطرق على الحياة الفطرية:

يمكن أن يكون لإنارة الطرق تأثير كبير على الحياة البرية، وخاصة الحيوانات الليلية، وهي الأكثر عرضة لتأثيرات التلوث الضوئي. يمكن أن يؤدي التلوث الضوئي إلى تعطيل الدورات الطبيعية للحياة البرية، مما يؤثر على سلوكها وأنماط هجرتها وتكاثرها. يمكن للإنارة الاصطناعية أن تعطل السلوك الطبيعي للطيور، مما يجعلها تهاجر في الاتجاه الخاطئ أو في وقت غير مناسب من العام. يمكن أن يتسبب أيضًا في حدوث ارتباك للحيوانات الليلية مثل الخفافيش، وقد يصاب بالارتباك بسبب الأضواء الاصطناعية. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تتداخل الإنارة الاصطناعية مع تكاثر بعض الأنواع، حيث يمكن أن تعطل سلوك التزاوج وتؤدي إلى انخفاض أعدادها.

يمكن أن يكون للتلوث الضوئي أيضًا تأثيرات غير مباشرة على الحياة البرية، عن طريق تغيير السلسلة الغذائية وموائل الحيوانات. على سبيل المثال، يمكن أن تجذب الإنارة الاصطناعية الحشرات، والتي بدورها يمكن أن تجذب الحيوانات المفترسة مثل الخفافيش والطيور، مما يؤدي إلى اختلال التوازن في النظام البيئي. يمكن للضوء المفرط أيضًا أن يقلل من توافر المناطق المظلمة، مما يقلل من موطن الحيوانات الليلية.

٥-٨-٢ تأثير إنارة الطرق على البشر:

يمكن أن يكون لإنارة الطرق أيضًا تأثيرات إيجابية وسلبية على البشر. على الجانب الإيجابي، يمكن لإنارة الطرق تحسين السلامة من خلال توفير الرؤية للسائقين والمشاة، وتقليل مخاطر الحوادث، وزيادة الشعور بالأمان لمستخدمي الطريق. يمكن للإنارة أيضًا تحسين جماليات الطرق والمناطق المحيطة بها، مما يجعلها أكثر جاذبية وجاذبية.

ومع ذلك، يمكن أن يكون لإنارة الطرق أيضًا تأثيرات سلبية على البشر، لا سيما فيما يتعلق بالصحة والرفاهية. يمكن أن يؤدي التعرض للضوء الصناعي ليلاً إلى تعطيل إيقاعات الساعة البيولوجية الطبيعية لجسم الإنسان، مما يؤثر على أنماط النوم والصحة العامة.

أظهرت الأبحاث أن التعرض للضوء الصناعي ليلاً يمكن أن يزيد من مخاطر اضطرابات النوم والاكتئاب ومشاكل صحية أخرى.

يمكن أن يؤثر التلوث الضوئي الناتج عن إنارة الطرق أيضًا على صحة الإنسان ورفاهه من خلال التأثير على البيئة الطبيعية. على سبيل المثال، يمكن للإنارة المفرطة أن تعطل الدورات الطبيعية للحياة البرية، مما يؤدي إلى اختلالات في النظام البيئي. يمكن أن يكون لهذا آثار غير مباشرة على صحة الإنسان، مثل انخفاض الوصول إلى أنواع معينة من الطعام أو زيادة خطر الإصابة بالأمراض.

٥-٨-٣ مواصفات إنارة الطرق وأفضل الممارسات:

فيما يلي بعض مواصفات إنارة الطرق التي يجب مراعاتها لتأثيرات السماء المظلمة:

درجة حرارة اللون: درجة حرارة لون الضوء يمكن أن يكون لها تأثير على كل من البشر والحياة البرية. تتمتع الأضواء ذات درجة حرارة اللون المنخفضة، مثل ٢٧٠٠ كلفن، بدرجات أكثر دفئًا وصفراء أقل إزعاجًا للحياة البرية والبشر من الأضواء ذات درجة حرارة اللون المرتفعة، مثل ٥٠٠٠ كلفن أو أعلى.

الحماية: يمكن حماية تركيبات الإنارة لتوجيه الضوء فقط عند الحاجة إليه، مما يقلل من كمية التلوث الضوئي ويقلل من التأثير على الحياة البرية.

مستشعرات الحركة: يمكن تجهيز تركيبات الإنارة بأجهزة استشعار الحركة التي لا تنشط إلا عند وجود المركبات أو المشاة، مما يقلل من الوقت الذي تضاء فيه الإنارة ويقلل من التأثير على الحياة البرية.

التعتيم: يمكن تجهيز تركيبات الإنارة بقدرات تعتيم تسمح بتعتيمها في الأوقات التي تكون فيها المرور أقل، مثل في وقت متأخر من الليل أو في الصباح الباكر.

الإنارة الموجهة: يمكن أن يقلل استخدام الإنارة الموجهة من كمية التلوث الضوئي ويقلل من التأثير على الحياة البرية من خلال توجيه الضوء حيث تكون هناك حاجة إليه وبعيدًا عن المناطق التي لا تكون كذلك.

أعمدة الإنارة والارتفاع: يمكن تصميم أعمدة الإنارة لتقليل انسكاب الضوء وزيادة الإنارة في الهدف المقصود. يمكن أيضًا ضبط ارتفاع الأعمدة لتقليل التأثير على الحياة البرية وتقليل كمية الضوء التي تصل إلى السماء.

٥-٨-٤ أنواع الإنارة:

معظم الناس على دراية بالمصابيح الفلورية المتوهجة أو المدمجة للإنارة الداخلية، لكن الإنارة الخارجية عادة ما تستخدم مصادر إنارة صناعية مختلفة. تشمل مصادر الضوء الشائعة الصوديوم منخفض الضغط ("LPS")، والصوديوم عالي الضغط ("HPS")، والهاليد المعدني، ومؤخراً، الصمامات الثنائية الباعثة للضوء ("LED").

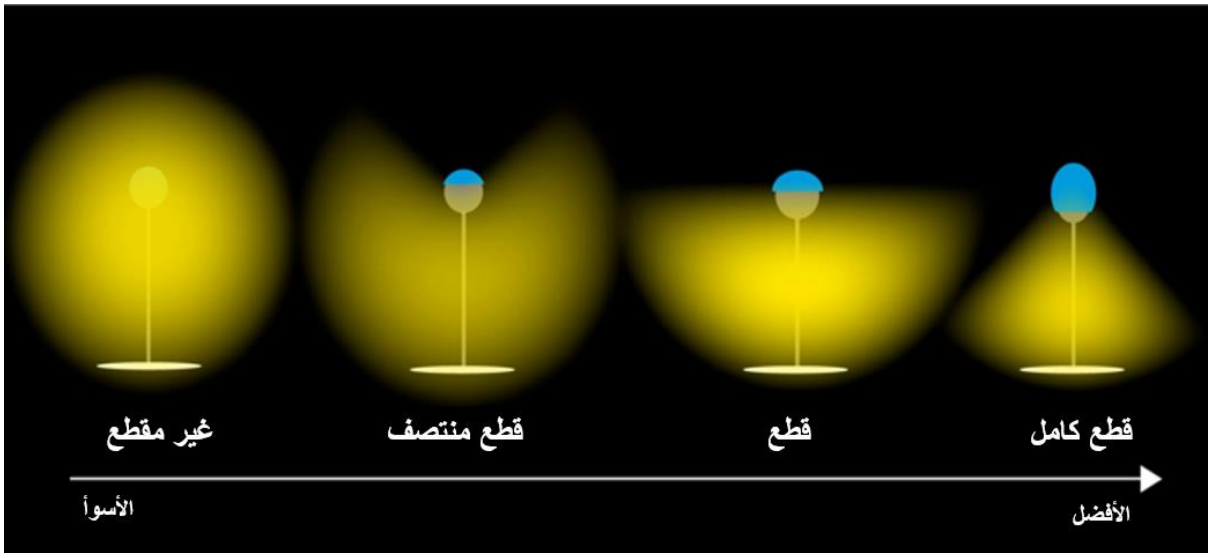
(LPS) هي تقنية قديمة لم يعد يتم تصنيعها. كان مفضلًا للاستخدام حول المراصد وبعض المناطق الحساسة بيئيًا. تحاكي مصابيح (LED) الكهرمانية ضيقة النطاق اللون.

يستخدم (HPS) بشكل شائع لإنارة الشوارع في العديد من المدن. على الرغم من أنه لا يزال ينبعث منه ضوء برتقالي اللون، إلا أن لونه "حقيقي للحياة" أكثر من لون (LPS).

في المناطق التي يلزم فيها استخدام الضوء الأبيض، هناك خياران شائعان هما الهاليد المعدني ومصابيح (LED). تتمثل إحدى مزايا إضاءة (LED) في إمكانية تعتيمها. وبالتالي، بدلاً من إنارة شارع أو مواقف سيارات دائمًا عند السطوع الكامل، يمكن إيقاف أو إيقاف تشغيل مصابيح (LED) عندما لا تكون هناك حاجة إليها ثم إعادتها إلى السطوع الكامل حسب الضرورة. تعمل هذه الميزة على توفير الطاقة وتقليل التلوث الضوئي أثناء الليل.

نظرًا لعمرها الطويل وكفاءتها في استخدام الطاقة، أصبحت مصابيح (LED) منتشرة على نطاق واسع، لتحل محل الإنارة الحالية في العديد من المدن. ومع ذلك، هناك قضايا مهمة يجب مراعاتها عند إجراء مثل هذا التحويل.

باختصار، تُعدّ أداة القطع الكامل للضوء هي الأفضل للحفاظ على سماء الليل الطبيعية لأنها تمنع انبعاث الضوء على المستوى الأفقي أو فوقه. ومع ذلك، تشكل تركيبات القطع أيضًا خيارات عادلة لتقليل تلوث الضوء الخارجي لأنها تمنع انبعاث الإنارة القاسية عبر المستوى الأفقي، مما يساعد أيضًا في الحفاظ على سماء الليل.



الشكل (٥–٤٩) أنواع تركيبات الإنارة المقطوعة.

"تعمل التركيبات المظلمة الصديقة للسماء على توزيع الضوء لأسفل حيث يكون مطلوبًا وليس لأعلى أو للخارج". في (LED Lighting Supply)، أكثر تركيبات (DSC) شيوعًا:

١- حزم الحائط: حزم الحائط المقطوعة بالكامل، حسب التصميم، تحد من تلوث الضوء الصاعد والأفقي.
٢- صندوق الأحذية (إنارة مواقف المركبات): حسب التصميم، تشير هذه الإنارات فقط إلى الأسفل (أو يجب أن تشير إلى الأسفل فقط).
٣- إنارات الشوارع: حسب التصميم، تشير هذه الإنارات إلى الأسفل فقط (أو يجب أن تشير فقط إلى الأسفل).
٤- الشمعدانات: حسب التصميم، تشير هذه الإنارات فقط إلى الأسفل بدون تلوث ضوئي صاعد أو أفقي

يجب تقليل تلوث الضوضاء بكل الوسائل عن طريق إنارة المناطق التي تحتاج إليها فقط. يعني الحد من هدر الضوء تشغيل الأضواء عند الحاجة فقط، أو تكوينها بمؤقت أو جهاز استشعار للمساعدة في تقليل مقدار هدر الضوء.

يجب اختيار تركيبات الإنارة الخارجية الحديثة المحمية دائمًا بحيث يشير الضوء إلى الأسفل. تركيب إنارة تحافظ على السماء مظلمة عن طريق حماية مصدر الضوء من الأعلى والجوانب. يتم توجيه الضوء لأسفل بدلاً من أعلى وعبر الجانبين. هذا يزيل الوهج الزائد يخفي النجوم في السماء. التقليل من الوهج وتقليل التلوث الضوئي وتسهيل الرؤية الليلية.

٥-٩ أنظمة التحكم في الإنارة

تعد تقنية وحدات الإنارة ذات الصمام الثنائي الباعث للضوء (LED) جديدة نسبيًا، وبالتالي فهي تتطور وتتحسن باستمرار. كانت تكلفة استخدام (LED) مصدر قلق كبير ولكن مع تحسن التقنية، زادت التكلفة أيضًا. من المفترض أن تقدم وحدات إنارة (LED):

- متوسط العمر المتوقع مقارنة بمصادر الإنارة القديمة.
- فعالية أكبر (لومن لكل وات) مقارنة بمصادر الإنارة القديمة.
- جودة إنارة أفضل مع خيارات أكثر ارتباطًا لدرجة حرارة اللون (CCT).
- التحكم في مستوى اللومن مع أنظمة التعتيم.

تتضمن الإنارة التكيفية مستويات إنارة مختلفة لتناسب مستويات النشاط خلال فترات الذروة. يمكن أن يؤدي هذا إلى توفير الطاقة وتقليل تكاليف التشغيل. تتمتع أنظمة التحكم في الإنارة المتصلة بالشبكة بالقدرة على مراقبة البيئات المتغيرة والتحكم فيها والتفاعل معها. في الأنفاق، تتضمن الإنارة التكيفية مستويات إنارة متفاوتة لتناسب أداء وحدات الإنارة في الوقت الحقيقي، وحجم المرور، ومعلومات سرعة المركبة.

يجب مراعاة معلمات المشروع التالية لتحديد أحكام متطلبات نظام التحكم في الإنارة وإدارتها (LCMS).

- الأنفاق/الممرات السفلية ذات الإنارة الليلية فقط (معدلة أو تم إنشاؤها حديثًا) تحتوي على إنارة للطريق على الجانبين.

- يجب تزويد الأنفاق ذات الطول الكافي التي تتطلب كلًا من الإنارة الليلية والنهارية مع تركيبات (LED)، بنظام (LCMS) مناسب أثناء النهار/الليل مع تعتيم كامل وبرمجة من أجل تسهيل الانتقال السلس والبطيء تمامًا بين جميع المواقع/العتبات النهارية وتحولات المستوى من النهار إلى الليل "حسب الاقتضاء.
- إنارة مواقف المركبات خارج الشوارع عندما تكون جزءًا من مخطط مشترك كجزء من مشروع إنارة الطريق والذي يندرج تحت المواصفات المذكورة أعلاه.
- مشاريع إنارة الطرق/مواقف المركبات بالطاقة الشمسية.

يجب مراعاة نظام (LCMS) للتحكم في الإنارة/التشغيل حيث يجب أن يكون نظامًا مترابطًا بالكامل داخل منطقة المشروع بناءً على نظام (LCMS) سلكي أو لاسلكي يلبي تمامًا المتطلبات الفنية لهذا القسم ويقترح أنه يلبي احتياجات وموقع المشروع المحدد على النحو الأفضل:

١- الأنظمة السلكية

أ- يجب أن يستخدم النظام اتصالات خط الطاقة ويكون مناسبًا للتوزيع ثلاثي المراحل و/أو أحادي المرحلة وفقًا للبنية التحتية للمشروع.

ب- يجب أن يكون النظام مزودًا بنظام ترشيح مناسب، ما يمنع أي إشارات تداخل معطلة يتم إرجاعها من خلال الإمداد ويُقترح لمعالجة ظروف إمداد الموقع الفعلية.

ج- متوافق مع (EN٥٠٠٠٦٥-١ وEN٦٠٩٥٠ وCE) أو المواصفات الدولية المماثلة.

د- يجب أن تكون وحدات النظام الرئيسة موجودة داخل خزانات التحكم في الإنارة (LCCs) ويجب أن ترتبط/تتصل بجميع الوحدات الرئيسة الأخرى ووحدات واجهة وحدات الإنارة عبر خطوط الطاقة الحالية باستخدام طريقة اتصال خط الطاقة الكهربائية.

ه- يجب أن يتم تجهيز كل وحدة إنارة بواجهة توصيل متصلة بجهاز إرسال/مستقبل متصل بأسلاك صلبة من خلال وصلة سلكية صلبة إلى كتلة طرف التثبيت. يجب أن تكون واجهة التحكم ووحدة الإنارة متصلتين بعضهما ببعض عبر كابل خماسي النواة؛ طور، محايد، أرضي، تحكم + وتحكم -.

و- لا يمكن وضع الأجهزة داخل هياكل وحدة الإنارة، ولكن يجب وضعها في مواقع يتم الاتفاق عليها من قِبل الإدارة للمشروع، إما على مستوى عالٍ على العمود أو بالقرب من الفتحة في حاوية (IP٦٥).

ز- يجب أن يكون النظام قادرًا على التعامل مع الاتصال والحفاظ عليه عند تعطل واحد أو أكثر من مكونات النظام الرئيسة من خلال إظهار القدرة على أداء مسافة الإشارة على القيود المحددة للمشروع

ح- يجب تزويد مشروع (LCMS) بنقطة واحدة من محطة بيانات/واجهة/اتصال لأي احتياجات متعلقة بإعادة برمجة لمنطقة مشروع (LCMS) ليتم تحقيقها من نقطة واجهة واحدة.

ط- يجب أن يكون النظام قادرًا على العمل في حالة مبرمجة مسبقًا بشكل مستقل للمشروع، كما يجب أن تكون البيانات قابلة للتوصيل عبر واجهة (MODBus وRS٢٣٢) للاتصال بموقع (CMS) مركزي عبر شبكة (GSM/GPRS/TCP-IP)، باستخدام (TCP/IP) عبر محول الألياف البصرية أو غيرها من الوسائل والبروتوكولات المعتمدة لموقع مركزي للإدارة في المستقبل.

٢- الأنظمة اللاسلكية

أ. نظام لاسلكي؛ نظام (Wi-Fi أو RF)، مع إمكانية (MESH) أو (STAR) واختباره بالكامل ومتوافق مع نظام الإنارة المقترح.

ب. (٩٠٠/١٨٠٠ GSM)، أو (3G، أو4G، أو5G، أوGPRS، أوSMS، أوZigBee) وغيرها، أو أي نظام آخر معتمد متفق عليه مع الدائرة.

ج. جميع الاتصالات اللاسلكية المطابقة لمعيار (IEEE ٨٠٢,١٥,٤a) أو أي تردد آخر معتمد متفق عليه مع الإدارة

د. يجب أن يكون النظام متوافقًا مع جميع المواصفات/المتطلبات السعودية ويتم اقتراحه وفقًا لجميع الموافقات القانونية.

ه. يتألف النظام من وحدات/عقد مكونات النظام الرئيسة ووحدات الإرسال/الاستقبال القابلة للتوجيه، مع إمكانية "القفزة"، المتجاورة أو المتصلة محليًا بوحدات الإنارة لتلائم متطلبات النظام المقترحة والتوصيل النهائي بوحدة الإنارة من خلال اتصال سلكي صلب إلى الكتلة الطرفية للتركيبة.

و. يجب تجهيز جميع وحدات الإنارة في المصنع بمآخذ وعقد من الرابطة الوطنية لمصنعي الأجهزة الكهربائية. يجب تركيب جميع البوابات على أعمدة الإنارة، من دون التسبب في تلف طلاء العمود أو التسبب في تآكل جلفاني. عندما يتم تحديث وحدات الإنارة الحالية لتشمل (LCMS)، حيثما كان ذلك ممكنًا ودون إبطال الضمان أو التأثير على تصنيف (IP)، يجب تركيب العقدة على هيكل وحدة الإنارة. إذا لم يكن ذلك ممكنًا، يجب تركيب العقدة على العمود أو كتيفة العمود. في حالة استمرار وجود وحدة الإنارة في فترة الضمان، يجب الاتصال بالشركة المصنعة، قبل تنفيذ أي عمل، للتأكد من أن الضمان لن يتأثر سلبًا.

ز. يجب أن يكون النظام قادرًا على التعامل مع الاتصال والحفاظ عليه عند تعطل واحد أو أكثر من مكونات النظام الرئيسة من خلال إظهار القدرة على أداء مسافة الإشارة على القيود المحددة للمشروع.

ح. يجب تزويد مشروع (LCMS) بنقطة واحدة من محطة بيانات/واجهة/اتصال لأي احتياجات إعادة برمجة لمنطقة مشروع (LCMS) ليتم تحقيقها من نقطة واجهة واحدة. يجب أن يكون النظام قادرًا على العمل في حالة مبرمجة مسبقًا على نحو مستقل للمشروع وأيضًا يجب أن تكون البيانات قادرة على التفاعل للاتصال بموقع (CMS) مركزي عبر شبكة (GSM/TCP-IP)، مع (TCP/IP) عبر محول ألياف ضوئية أو وسائل وبروتوكولات أخرى معتمدة إلى موقع مركزي للإدارة في المستقبل.

٣- المتطلبات الفنية العامة الإلزامية للمشروع:

أ- يجب أن يكون تصميم النظام المقترح متوافقًا تمامًا مع جميع وحدات الإنارة والمشغلات المقترحة للمشروع من خلال وصلة نهائية صلبة إلى كتلة طرف التركيبة ويجب أن تتوافق جميع مكونات النظام مع بروتوكولات الاتصال المفتوحة.

ب- يجب أن يؤخذ التناسب مع أحجام وحدات الإنارة (الوات) في الاعتبار حسب متطلبات المشروع المحددة.

ج- يجب أن يتم التحكم في أي علامة تجارية من وحدات الإنارة من النظام لضمان إمكانية اختيار وحدات الإنارة بشكل مفتوح لأفضل منتجات السوق الحالية المتاحة للمشروع ولأي مراجعات وإضافات مستقبلية لمنطقة المشروع.

د- يجب أن يمنع النظام التشغيل النهاري لأضواء الطريق/مواقف المركبات (LED) ما لم يكن مطلوبًا فقط حدوث تجاوز يدوي محدد للبرمجة الآلية من قِبل الإدارة.

ه- عادة ما تكون عملية التعتيم المبرمجة فقط لمجموعات وحدات الإنارة المحددة لكل طول طريق من التقاطع المحدد إلى التقاطع المحدد.

و- يجب أن يسمح التعتيم المبرمج بتعتيم التقاطعات بشكل مستقل عن الطرق الموجودة على قطاع التعتيم في كلا الجانبين.

ز- يجب أن تعمل كل وحدة نظام ووحدة في صورة مكرر (مرحلات).

ح- يجب أن تكون جميع مكونات النظام قادرة على العمل في نطاق جهد الدخل الاسمي المقنن: ٢٣٠ فولت + ١٠ % / - ٦ % عند ٦٠ هرتز.

ط- يجب أن يوفر الحل عملية نسخ احتياطي كاملة؛ في حالة الاتصال أو انقطاع التيار الكهربائي عن النظام، يجب أن تكون المنطقة التي يتم التحكم فيها قادرة على العمل تلقائيًا وفقًا لملفات تعريف البرمجة المحددة

ي- يجب تشفير واجهة/برمجيات النظام بكلمة مرور، وأن تكون قادرة على برمجة نظام المشروع وتلبية إعدادات البرمجة المنقحة للمستقبل إذا لزم الأمر.

ك- واجهة/بروتوكول النظام لتكون قادرة على الارتباط بأي نظام مركزي خارجي/غرفة تحكم في المستقبل عند الاقتضاء.

ل- قدرة التعتيم التناظرية ١٠-٠ فولت كحد أدنى (تعتيم PWM اختياري ١٠٠-٠٪ وإمكانية واجهة DALI حسب الحاجة).

م- مقاطع إنارة قياسية وقابلة للتخصيص على مدار ٢٤ ساعة لأوقات الذروة/خارج أوقات الذروة لنوع/موقع المشروع المحدد. مستويات إنارة قابلة للتكوين بزيادات تدريجية قدرها ١٠٪. يجب أن تكون مقاطع التعتيم الفردية قابلة للتغيير إلى خطط أسبوعية إذا لزم الأمر، بدلًا من مجرد خطط متطابقة مدتها ٢٤ ساعة وفقًا للبرمجة الأولية.

ن- يجب تمكين الانتقالات البطيئة (٣٠ ثانية) بين مستويات التعتيم المحددة مسبقًا.

س- تعديل إدخال الخلية الضوئية أو الساعة الفلكية إلى البرمجة محددة الوقت لعمليات التشغيل في الغسق/الفجر.

ع- الإبلاغ عن الخطأ - نظرة عامة شاملة وفورية حول مشكلات البنية التحتية مثل انقطاع التيار الكهربائي في الدائرة وفشل وحدة LED الفردية/المشغل/التركيبات.

ف- يجب أن تكون عتبات الإنذار قابلة للبرمجة من البرنامج المركزي.

ص- تقارير الطاقة - نظرة عامة يومية تفصيلية حول الطاقة المستهلكة، والجهد، والتيار، وpf، والساعات التراكمية للتشغيل (عند مستوى التعتيم) إلخ.

ق- القدرة على تصدير/استيراد البيانات للمستقبل في تحليل عميق أو دمجها في أي أنظمة إدارة/مراقبة أصول/مخزون تشغلها الإدارة.

ر- توفير النسخ الاحتياطي للبيانات.

ش- توفير UPS/بطاريات داخل مكونات النظام.

ت- مكونات درجة حرارة التشغيل (أوقات الليل): + ٥٠ درجة مئوية.

ث- تخزين المكونات (عدم التشغيل في أثناء النهار) + ٨٥ درجة مئوية.

٤- متطلبات المشروع الاختيارية

إذا كانت هذه الإمكانات/الأجهزة/المتطلبات المذكورة أعلاه غير مناسبة لتصميمات (LCMS) لمشاريع معينة وفقط إذا تم اقتراحها على وجه التحديد لمشاريع معينة قد يكون لها سمات فريدة أو خاصة مثل:

أ- مستشعرات الحركة/الأشعة تحت الحمراء.

ب- مستشعرات مراقبة المرور/المشاة.
ج- مستشعرات قياس الإنارة والإضاءة.
د- البرمجة لتشغيل التعتيم الفردي لوحدات الإنارة المتجاورة على نفس الطريق (أي يتم إجراء التعتيم على كل تركيبة بشكل مستقل وليس في مجموعات).
ه- واجهة تطبيق الأجهزة المحمولة التي تعمل بنظام (iOS/Android/Windows) لأعمال الصيانة في الموقع.

٥- المكونات أو الإمكانات المحظورة
أ- مستشعرات ضوء الخلية الكهروضوئية الفردية.
ب- أي عملية برمجة "وامضة" أو منقطعة الإنارة.
ج- أي تبديل لوحدة بديلة لترتيبات إنارة الطريق/مواقف المركبات.
د- القدرة على مراقبة المكونات الداخلية المنفصلة داخل وحدات الإنارة.
ه- واجهة المستخدم العامة للتحكم في الإنارة.
و- أي مأخذ عقدة خاص يحظر استخدام أي علامة تجارية من وحدات الإنارة.
ز- أي واجهة إنارة أو مكونات (LCMS) داخلية يمكن أن تؤثر على الأداء الحراري لوحدات إنارة (LED) و/أو تبطل ضمان وحدة الإنارة و/أو تتطلب اختبارًا جديدًا لوحدة الإنارة.

المتطلبات الفنية لنظام الإدارة المركزي (CMS)

تعد متطلبات هذا البند فقط بمثابة مساعدة للمواصفات العامة لأي مناقصة خاصة بمشروع إدارة تغطي التوفير المطلوب لنظام إدارة مركزي رئيس (CMS). سيكون هذا لغرفة تحكم/مركز معدات مركزية لربط جميع تركيبات (LMS) المحلية الحالية، وجميع اتصالات (LMS) المستقبلية، بالإضافة إلى العمل كواجهة رئيسة في المستقبل للربط البيني بإدارة أصول القسم، و"المدينة الذكية"، و (SCADA) و/أو غيرها من أنظمة الإدارة المركزية على النحو المحدد للمشروع. ستكون مواصفات خاصة كاملة وتفصيلية خاصة بالمشروع مطلوبة لأي مناقصة لـ (CMS). إذا كان (CMS) سيغطي كلًا من إنارة الطريق/مواقف المركبات وإنارة (LMS) العامة، للحصول على تفاصيل عن هذه الأنظمة. يجب أن تغطي المواصفات الخاصة بمناقصة المشروع متطلبات المواصفات التفصيلية التي تم تلخيصها أدناه:

- يجب أن يتمتع مورد (CMS) الرئيس بخبرة تقدر بعشر (١٠) سنوات على الأقل في أنظمة إدارة الإنارة العامة ويجب أن يكون لديه ما لا يقل عن خمس (٥) تركيبات مماثلة دوليًا ويجب أن يكون قادرًا على توفير اثنتين (٢) على الأقل من التركيبات المماثلة ذات الصلة في المملكة العربية السعودية، الإمارات العربية المتحدة أو دول مجلس التعاون الخليجي، أو منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا.
- يجب أن يكون النظام الرئيس المقترح متوافقًا بصورة كاملة مع جميع تركيبات (LMS) المحلية السلكية أو اللاسلكية الموجودة في منطقة تغطية منطقة المشروع، وأن يكون قادرًا على الحفاظ على قابلية توجيه وحدة الإنارة. يجب أن يُظهر القدرة والمرونة لاحتياجات توسعة القسم المستقبلية، والتوافق مع أنظمة (LMS) المركبة ومع جميع وحدات الإنارة والمشغلات المتصلة بأنظمة (LMS) وفقًا لذلك.
- دليل مواصفات المشغل/وحدة الإنارة اليدوية.
- يجب أن يتمتع (CMS) بالقدرة على تشغيل/مراقبة ما يصل إلى ٣ ملايين وحدة إنارة قابلة للتوجيه من خلال الربط المرحلي لنظام LMS/المناطق الحالية والجديدة.
- توفير واجهة/قدرة نظام (RGB/RGBW DMX) من خلال إمكانية التحكم المباشر (DMX) أو قدرة الواجهة على فصل أنظمة التحكم (DMX) عن موردي الجهة الخارجية.
- وفقًا للقيود السعودية على جميع أنظمة القسم، لا يمكن تشغيل واجهة/برنامج (LMS CMS) الرئيس عبر برنامج الخادم المستند إلى السحابة؛ يجب أن يكون برنامج النظام الرئيس والخادم قابلين للاحتفاظ بهما وصيانتهما داخل مشاريع التطوير المملوكة للإدارة ومعدات الخادم على النحو المتفق عليه مع الإدارة كجزء من المشروع.
- يجب أن يتم الاتفاق على موقع غرفة تحكم النظام الرئيس مع الإدارة في وقت تقديم المناقصة للمشروع يجب أن يتضمن اقتراح النظام جميع متطلبات تدريب العملاء واحتياجات صيانة البرمجيّات على النحو المتفق عليه مع الإدارة.
- يجب أن يعتمد النظام الرئيس على الحاسوب وأن يسمح بالتحكم عن بعد ومراقبة شبكة إنارة الطرق من خلال واجهة مستخدم قابلة للتخصيص على النحو المتفق عليه مع الإدارة.
- يجب تصميم النظام باستخدام خريطة رسومية توضح موقع التركيبات/الأعمدة وجميع عناصر الشبكة وعرض جميع المعلومات الميدانية والتكوين.
- من المستوى المركزي، يجب أن يكون المشغل قادرًا على تنفيذ تجاوز الأوامر يدويًا لوحدات إنارة فردية ومجموعات وحدات الإنارة والمناطق المحددة مسبقًا والمجموعات الأخرى التي يحددها المستخدم ويجب أن تكون قابلة للتخصيص وفقًا للمتطلبات الخاصة.
- يجب أن يسمح النظام بواجهة ثنائية اللغة لكل مستخدم: اللغة الإنجليزية والعربية وتمكين امتيازات المستخدم المختلفة، وفقًا للحقوق المخصصة.

- يجب أن تكون التقارير متاحة عن حالة وحدات الإنارة، وحالة النظام، ومعدل استهلاك الطاقة اليومي/الأسبوعي/الشهري على النحو المطلوب من قِبل الإدارة.
- يجب أن يكون نظام (CMS) قادرًا على التحذير المسبق لنهاية العمر الإنتاجي لوحدات إنارة (LED) إلى معلمات محددة ومتفق عليها.
- يجب أن يكون النظام قادرًا على التفاعل بشكل كامل مع نظام إدارة الأصول التابع للإدارة ويجب طلب تفاصيل المتطلبات التشغيلية لقسم إدارة الأصول من الإدارة في وقت تقديم المناقصة.
- يجب أن يشتمل النظام على تقنية (API) وأن يكون قادرًا على أداء نظام (WebServices) ويجب أن يكون قادرًا على التفاعل بشكل كامل مع نظام (SCADA) (إذا لزم الأمر) ووفقًا للمتطلبات التشغيلية له.
- يجب طلب التفاصيل/المواصفات الفنية للتواصل من الإدارة وقت تقديم المناقصة.
- يجب أن تكون جميع مكونات/بروتوكولات النظام اللاسلكية متوافقة مع جميع مواصفات/متطلبات المملكة العربية السعودية ويتم اقتراحها مرفقة بجميع الموافقات القانونية.
- يجب أن يكون النظام قادرًا على التفاعل بشكل كامل مع أي من متطلبات البنية التحتية للمدينة الذكية التابعة للإدارة أو إستراتيجية/سياسة المدينة الذكية وأن يكون قادرًا تمامًا على الارتباط بالاحتياجات المستقبلية للإدارة. يجب طلب التفاصيل من الإدارة في وقت تقديم المناقصة.
- الإبلاغ عن الخطأ - نظرة عامة شاملة وفورية حول مشكلات البنية التحتية مثل انقطاع التيار الكهربائي في الدائرة وفشل المصباح /المشغل/التركيبات الفردية.
- يجب أن تكون عتبات الإنذار قابلة للبرمجة من البرنامج المركزي.
- تقارير الطاقة - نظرة عامة يومية تفصيلية حول الطاقة المستهلكة، والجهد، والتيار، وpf، والساعات التراكمية للتشغيل عند مستوى التعتيم إلخ.
- توفير النسخ الاحتياطي للبيانات.
- يجب تصنيف أي (UPS)/بطاريات داخل مكونات النظام للعمل لمدة ٦ سنوات على الأقل من دون الحاجة إلى الاستبدال.

يجب توفير تفاصيل (LMS/CMS) الكاملة للمشروع ذي الصلة بناءً على المتطلبات المذكورة أعلاه بما في ذلك جميع البيانات الفنية وبيانات الأداء الخاصة بالشركة المصنعة للنظام المقترح. حيث تم بالفعل تركيب (CMS)، أظهر (LMS) إمكانية التشغيل البيني.

٥-١٠ اعتبارات إمداد الطاقة

يجب أن تتطلب تركيبات إنارة الطرق شكلًا من أشكال الإمداد بالكهرباء من خلال الأسلاك الكهربائية الموجودة تحت الأرض أو فوقها. يجب أن يكون تصميم النظام الكامل أمرًا حاسمًا للتشغيل الفعال والكفء لوحدات الإنارة. تعد الرابطة الوطنية للحماية من الحرائق (NFPA ٧٠) جزءًا من المواصفات المقبولة التي تغطي المكونات اللازمة لتصميم نظام كهربائي آمن وتأسيسه. من الضروري أن تحدد الجهة المسؤولة عن التصميم الحد الأدنى من المواصفات للمكونات المستخدمة لهذه الأنظمة الكهربائية.

تعتمد المواصفات الكهربائية المطلوبة على الكود المعتمد من قبل سلطة التصميم وهي متنوعة للغاية ولا يمكن تغطيتها في هذا المستند. بعض العناصر التي يجب أن تكون تفصيلية أو محددة في أي ثانية من الخطط أو المواصفات مذكورة أدناه.

حالات الفصل

يجب تحديد حاملات المصهرات المصنفة للانفصال في أي وقت يتم فيه استخدام أجهزة أعمدة انفصالية. يجب إجراء تسارع للمصهرات الانفصالية وفقًا لتوصيات الشركة المصنعة. تم استخدام عدة أنواع من أجهزة التوصيل السلكية من مختلف الشركات المصنعة المناسبة لهذا الغرض لبعض الوقت مع تحقيق قدر كبير من النجاح.

ينبغي ألا يتم توصيل أعمدة الفصل بالأسلاك من الأعلى، ما لم يتم تصميم بعض الوسائل الملائمة للفصل الكهربائي.

التأريض

يجب تأريض المعدات وفقًا للكود الوطني للكهرباء في المملكة العربية السعودية و(SASO) و(NFPA) و/أو سلطة التعيين، بما في ذلك تركيب موصل تأريض للمعدات. إن قضبان التأريض باعتبارها مسار العودة الوحيد ليست كافية. يجب توصيل جميع الأجزاء المعدنية للنظام الكهربائي بموصل التأريض بما في ذلك أغطية الصندوق الأرضي المعدني، والقناة المعدنية المكشوفة، والأعمدة المعدنية، وخزانات المعدات المعدنية، والقضبان الأرضية التكميلية في أسس العمود (وغيرها من المواقع).

انخفاض الجهد الكهربائي

يحدث انخفاض الجهد الكهربائي عندما يتم تقليل الطاقة الموردة لمصدر الجهد حيث يتحرك التيار الكهربائي عبر العناصر السلبية في الدائرة الكهربائية. يمكن الحصول على تخفيضات في انخفاض الجهد الكهربائي عن طريق زيادة حجم الموصلات التي تغذي معدات الإنارة، أو الحد من كمية الأضواء المتصلة بدائرة معينة أو تقليلها، أو استخدام نظام طاقة ثلاثي الطور. يجب ألا يتجاوز الحد الأقصى لانخفاض الجهد الكهربائي خمسة بالمائة من المصدر الكهربائي إلى أبعد عمود إنارة. قد تكون وحدات الإنارة ذات التقنية الحديثة مثل مصابيح (LED) أقل حساسية للتغيرات في الجهد الكهربائي من مصابيح (HID) القديمة أو أنظمة كابح التيار. يحتاج المهندس إلى أن يكون على دراية بالمعدات المحددة وأن يفهم معلمات التشغيل الخاصة بها.

التحكم في نظام الإنارة

يتمثل الغرض من التحكم في نظام الإنارة في ضمان عمل النظام في أثناء ساعات انخفاض الرؤية. يمكن أن يكون هذا بسيطًا مثل ساعة النظام أو الخلية الكهروضوئية أو معقدًا مثل نظام التحكم التكيفي مع المراقبة عن بُعد.

تتمتع الأنظمة الأقل تعقيدًا بميزة التكلفة الأولية المنخفضة وحالة الصيانة. تعد هذه الأنظمة أقل قابلية للتكيف مع الظروف المختلفة وعادة ما يكون لها استخدام أعلى للطاقة. عادةً ما تكون الأنظمة التكيفية أو القابلة للبرمجة أكثر تكلفة للتركيب الأولي ولكن يمكن للمستخدمين تحقيق عائد من هذا الاستثمار من خلال انخفاض تكاليف الطاقة وعمليات الصيانة الأكثر كفاءة. يمكن أن تختلف تكوينات النظام لتقنيات التحكم التكيفي من الشبكات اللاسلكية أو الطوبولوجيا النجمية أو ناقل الطاقة أو الأنظمة المستندة إلى الخلية. يجب النظر بعناية في مزايا وعيوب كل نوع يتم النظر في استخدامه.

الحماية من خطأ التأريض والتيار الزائد

تتطلب معظم الأكواد حماية مضمنة في النظام الكهربائي. قد تشتمل دوائر الإنارة على حماية من خطأ التأريض من أجل سلامة الحياة؛ وتتطلب المرافق حماية من التيار الزائد (على شكل قواطع دوائر أو مصهرات) عند نقطة الخدمة أو بالقرب منها. في حالة حدوث عطل أثناء عمليات الصيانة أو بسبب حادث مركبة، يجب أن تكون هذه المكونات حساسة بصورة كافية لإغلاق النظام بسرعة. كما يجب أن تكون قوية بصورة كافية للتعامل مع الارتفاعات اللحظية والاستمرار في العمل. يعد التصميم الصحيح لمكونات الأمان هذه (أي تغيير حجم قواطع الدائرة، وحجم السلك، وما إلى ذلك) ضروريًا للتشغيل الآمن لنظام الإنارة.

بالإضافة إلى حماية الدائرة الفرعية، تعد مكونات الحالة الصلبة عرضة بشكل خاص لارتفاع الجهد الكهربائي الزائد والارتفاعات المفاجئة. يجب مراعاة استخدام أجهزة مناسبة لكبح الارتفاع المفاجئ في الجهد الكهربائي لهذه المكونات بناءً على التركيبات الكهربائية والإمداد.

٦ـ مواصفات المواد لمنافع إنارة الطرق والشوارع

يتناول هذا القسم اختيار المعدات عند تنفيذ تصميمات الإنارة.

يجب أن تأخذ تصميمات الإنارة في الاعتبار الصيانة المستقبلية للتركيبات، خاصة فيما يتعلق بالمعدات المقترحة.

يجب على المصمم أن يأخذ في الاعتبار حقيقة أنه مطالب بتخزين معدات بديلة لجميع أنواع المعدات التي تندرج ضمن أغراض التشغيل والصيانة. حيثما أمكن، يجب على المصمم، توحيد المواد والمعدات من قائمة المواد المعتمدة. يجب تقييم الموافقة من الإدارة المسؤولة عن إنارة الشوارع داخل إدارة شؤون الأصول وتشغيل الطرق وصيانتها لجميع المواد والأجهزة والمعدات المقترحة.

لاحظ أن الامتثال لتوحيد المعدات لا يعني بالضرورة الامتثال الكامل للمتطلبات. للامتثال الكامل، يجب أن تكون المعدات متوافقة مع المواصفات الإنشائية ذات الصلة في أي حالات معينة ومعتمدة من قِبل الجهة المختصة.

٦ـ١ وحدات الإنارة:

يجب أن تكون المعدات المقترحة، بما في ذلك اختيار وحدات الإنارة المستخدمة في حسابات أداء الإنارة، مقبولة ومعتمدة من قِبل الجهة المختصة.

الصوديوم عالي الضغط

باستثناء إنارة (LED)، على النحو المحدد في هذا الجزء، يجب على المصممين اعتماد الصوديوم عالي الضغط (HPS) كمصدر للضوء لتصميمات إنارة الطرق التي سيتم اعتمادها من قِبل الجهة المختصة. لا يتم قبول البدائل إلا بموافقة خطية مسبقة من قِبل الجهة المختصة.

الجدول (٦–١) عمود ووحدة إنارة ومصباح وإمالة نموذجية لأنواع الطرق المختلفة (CDOT, 2020).

ارتفاع عمود إنارة الشوارع	نوع المصباح وتصنيفه	الحد الأدنى لوحدات لومن للمصباح	إمالة وحدات الإنارة (درجات)	تصنيفات الإنارة
٥ م أو ٦ م	٧٠ وات HPS	٦,٥٠٠	٠ أو ٥	E & F
	LED	ما يعادل ٧٠ وات HPS		
٨ م	١٠٠ وات HPS	١٠,٠٠٠	٠ أو ٥	D & E
	١٥٠ وات HPS	١٧,٢٠٠		
	LED	ما يعادل ١٠٠ وات/١٥٠ وات HPS		
١٠ م	١٥٠ وات HPS	١٧,٢٠٠	٠ أو ٥	C, D, E
	٢٥٠ وات HPS	٣٣,٠٠٠		
	LED	ما يعادل ١٥٠ وات/٢٥٠ وات HPS		
١٢ م أو ١٤ م	٢٥٠ وات HPS	٣٣,٠٠٠	٠ أو ٥	B & C
	٤٠٠ وات HPS	٥٦,٥٠٠		

ارتفاع عمود إنارة الشوارع	نوع المصباح وتصنيفه	الحد الأدنى لوحدات لومن للمصباح	إمالة وحدات الإنارة (درجات)	تصنيفات الإنارة
	LED	ما يعادل ٢٥٠ وات/٤٠٠ وات HPS		
١٦ م	٤٠٠ وات HPS	٥٦,٥٠٠	٠ أو ٥	أ
	٦٠٠ وات HPS	٩٠,٠٠٠		

الصمام الثنائي الباعث للضوء (LED)

أصبح استخدام مصابيح (LED) في إنارة الطريق أكثر انتشارًا وسيصبح مصدر الإنارة المفضل لجميع تصنيفات الطرق مع تقدم التقنية.

يجب تصميم مصابيح (LED) لتعمل بشكل مستمر للحصول على أداء العمر المفيد المطلوب وفي درجات الحرارة والرطوبة المحيطة ومواصفات الجودة المحددة على النحو المحدد في هذا المجلد، مع إيلاء اهتمام خاص بتأثيرات التعرض المباشر للشمس أثناء النهار، ومقاومة التآكل والتحمل ضد العواصف الرملية العرضية والطقس المغبر في تصميم هيكل وحدة الإنارة ومكوناته.

يجب أن تكون وحدات إنارة (LED) وفقًا لمواصفات إنارة الشوارع – (LED) ويجب أن تكون من قائمة التأهيل المسبق لمصابيح (LED).

يجب على المصمم التشاور قبل اعتماد حلول غير (LED) لأي تطبيق إنارة آخر.

يجب أن يكون ملف القياس الضوئي المستخدم لحساب إنارة الشوارع مصممًا لظروف البيئة السعودية.

يجب توفير أنظمة التحكم في الإنارة/أنظمة إدارة الإنارة (LMS)، باستخدام كل من البروتوكولات التناظرية (من ١ إلى ١٠ فولت) وبروتوكولات واجهة الإنارة الرقمية القابلة للعنونة (DALI) بما في ذلك (WiMAC) أو نظام تشغيل مشابه معتمد. يجب أن يكون نظام التشغيل أيضًا قادرًا على التهيئة لتكوينات تعتيم أحادية ومتعددة المراحل وقائمة بذاتها عندما لا يكون متصلًا بنظام (CMS).

يجب أن يكون لوحدات الإنارة (LED) شهادة صالحة بموجب مخطط الشهادات السعودي للإنارة الخارجية (LED).

يجب أن يتضمن ملف تعريف الشركة المصنعة ملفًا لمرافق التصنيع مع شهادات (ISO ٩٠٠١) الصالحة لمرافق التصنيع.

يجب تقديم ما يلي بالإضافة إلى جميع متطلبات هذا المجلد (جميع البيانات في وحدات SI):

- بيانات اختبار قياس الضوء.
- مواصفات مصباح مصدر الضوء الكامل.
- تقارير موثوقية رقاقة (LED).

يجب توفير بيانات اختبار القياس الضوئي بتنسيق قياسي (IES أو EULUMDAT)، وبيانات مواصفات مصدر الضوء الكامل/المصباح وتقارير موثوقية رقاقة (LED) إلى (JEDEC JESD٢٢/JESD٥١) أو معيار دولي مماثل (اختبارات عند +٨٥ درجة مئوية).

يجب أن يكون الحد الأدنى لفعالية الإنارة وما يرتبط بها من الحد الأدنى لتصنيف اللون (CRI - مؤشر تجسيد اللون) وفقًا للجدول (٦-٢).

الجدول (٦–٢) (CDOT, 2020).

نوع التركيبة	الحد الأدنى لفعالية الإنارة	الحد الأدنى لتصنيف CRI
فشل إنارة الطرق	١٢٥ لومن/واط	٧٠

يجب تقديم تقارير اختبار (IES LM-٧٩-٠٨) أو مواصفات (IEC)/مواصفات دولية قابلة للمقارنة لإثبات كفاءة الإنارة و(CRI)، بالإضافة إلى التقارير الفعلية.

تقع (CCT) للإنارة ضمن الحدود المقبولة كما هو موضح في الجدول الوارد أدناه فيما يتعلق بـ (CCT) الاسمي.

الجدول (٦–٣) (CDOT, 2020).

CCT الاسمي (ANSI C٧٨,٣٧٧A)	
CCT الاسمي	نطاق CCT (التركيبة الفعلية المسموح بها**)
٢٧٠٠K	٢٧٢٥K ±٨٣
٣٠٠٠K	٣٠٤٥K ± ١٠٠
٤٠٠٠K	٣٩٨٥K ± ١٥٤

عندما يكون المشروع إما امتدادًا لمراحل (LED) الحالية، أو طرق متصلة بالطرق المجاورة الأخرى مثبتة بإنارة (LED) للطرق، أو بدائل لوحدات إنارة موجودة جزئيًا، يجب على الاستشاري التحقيق في (CCT) الاسمي لهذه التركيبات المتجاورة واقتراح حل مع مطابقة (CCT) للاتساق البصري.

يجب أن تكون التركيبة "صالحة للخدمة": يجب أن تكون المشغلات ووحدات (LED)/اللوحات/المحرك قابلة للإزالة في الموقع/قابلة للاستبدال من دون أي خطر محتمل للحفاظ على القياس الضوئي لوحدة الإنارة ودون الحاجة إلى فك التركيبات من أجل متطلبات التحديث/الصيانة المستقبلية إذا لزم الأمر.

يجب أن يتم تزويد وحدة الإنارة بعواكس ضوئية و/أو ناشرات و/أو عاكسات مصممة لتناسب تمامًا التطبيق المحدد الذي تم تصميمها من أجله.

يجب تصميم وحدات إنارة (LED) لتعمل بشكل مستمر في درجات الحرارة والرطوبة المحيطة المحددة مع إيلاء اهتمام خاص لتأثيرات التعرض المباشر للشمس أثناء النهار والعواصف الرملية والغبار العرضية في تصميم هيكل وحدة الإنارة. يجب أن يكون تصميم وحدة الإنارة مناسبًا ليكون هناك مسار حراري مباشر من تقاطعات (LED) إلى الغلاف الجوي وبالتالي توفير تأثير النقل الحراري طوال عمر وحدة الإنارة. يجب أن يكون الحل الحراري مملوكًا ومصممًا من قبل الشركة المصنعة للإنارة لتمكين وحدات الإنارة من العمل بكفاءة في الظروف المناخية السعودية. تزود وحدة الإنارة بترتيب تهوية واضح يسمح بتشتيت الحرارة في الغلاف الجوي.

يجب تصميم وحدة الإنارة لمنع تجمع المخلفات والغبار/الرمل بوسائل مجربة ومعلنة. يجب أن يكون التصميم بحيث تكون عدسات الإنارة مقاومة للكهرباء الساكنة لضمان الحد الأدنى من تراكم الغبار/الرمال.

يجب أن يكون نطاق تشغيل وحدة الإنارة (مع مراعاة مكونات LED، والمشغل، وما إلى ذلك) بحد أدنى +٥٠ درجة مئوية لدرجة حرارة الهواء المحيط (Ta) مع أداء خرج لومن مثبت مقبول عند ٥٠+Ta درجة مئوية. يشير نطاق التشغيل الأقصى إلى Ta وفقًا لـ (١-٦٠٥٩٨ IEC/ISO أو ١٥٩٨ UL).

تزود وحدات الإنارة بمشابك قابلة للضبط من سبيكة ألومنيوم مصبوبة ذات ضغط متين للخدمة الشاقة (أو مادة مكافئة مثبتة) لتناسب أي زاوية توصيل مقترحة للعمود/ذراع العمود بين المدخل السفلي لوصلة ذراع المدخل الجانبي. لن يتم قبول براغي التثبيت التي يتم إحكام ربطها مباشرة على ذراع الكتيفة.

يجب أن يتم تصنيف معدات التحكم في الإنارة ومكونات الوحدة البصرية (LED) خارجيًا بالكامل إلى الحد الأدنى من تصنيف IP (حماية الدخول) وتصنيف IK (الحماية من التصادم/القوة الميكانيكية)، ولديها وسائل مثبتة لإبطال تراكم التكثيف الداخلي لتطبيقها وقادرة على العمل في الرطوبة النسبية العالية.

يجب أن تفي مشغلات LED داخل التركيبات بمتطلبات المشروع الإضافية التالية:

- يجب أن يكون المشغل ١-١٠ فولت كحد أدنى قابل للتعتيم/قابل للتوجيه و/أو ١-١٠ فولت +DALI مسموح به ويجب أن يكون قابلًا للاتصال بـ LCMS/CMS.
- يمكن للمشغل الحصول على بعض وسائل الحماية من الحرارة الزائدة المدمجة في شكل التعتيم التلقائي أو التدرج/الضغط على المشغل. ولكن لا يمكن أن تكون هذه الوظيفة موجودة إلا إذا تم تنشيط الأجهزة بعد أن تتجاوز درجة حرارة العلبة تلك التي تحدث في حدود التشغيل القصوى المطلوبة العادية لوحدة الإنارة: أي مع ٥٠ Ta درجة مئوية (خارج درجة حرارة الهواء المحيط إلى وحدة الإنارة). يجب أن تكون تيارات المشغل بحد أقصى ٧٥٠ مللي أمبير. درجة حرارة العلبة (Tc) + ٨٠ درجة مئوية بحد أدنى ٩٥٪ رطوبة نسبية (RH). تحتاج وحدات الإنارة المزودة بمشغلات مفتوحة إلى إثبات درجة

حرارة محيط الإنارة عند ٥٠ درجة مئوية كحد أقصى بما يتوافق مع هذا المطلب.
- الجهد الاسمي المقدر للإدخال: ٢٣٠ فولت + ١٠٪ / - ٦ % عند ٦٠ هرتز
- يجب أن يكون للمشغلات معامل قدرة (PF) قدره ٠,٩٠ ≤ L.
- يجب أن يكون المشغل معتمدًا من (UL) و/أو (IEC).
- يجب أن تكون المشغلات متوافقة مع قيود المواد الخطرة (RoHS)
- يجب أن يكون للمشغلات إجمالي تشوه متناسق لوحدة الإنارة الفردية (THD) لما يلي: ≥ ٢٠ % وفقًا لمعيار (ANSI C٨٢,٧٧) أو معيار دولي مماثل.

إظهار العمر الإنتاجي لوحدة الإنارة الذي يصل إلى ٥٠,٠٠٠ ساعة بناءً على الحد الأدنى لـ (B٢٠-L٧٠) المبسطة عند درجة الحرارة المحيطة (Tq) البالغة ٣٥ درجة مئوية (بالنظر إلى متوسط درجة الحرارة الليلية السنوية المسجلة في المملكة العربية السعودية بالإضافة إلى سماحية السلامة).

اختبر تركيبات/وحدة الإنارة بالكامل وفقًا لمعيار (ANSI C١٣٦,٣١) أو معيار دولي مماثل. يتم تحديد تفاصيل طريقة الاختبار من قِبل المورد اعتمادًا على التعرض المحتمل للاهتزاز.

٦-٢ الأعمدة

يجب أن يتم وضع أعمدة الإنارة بعناية وبشكل إستراتيجي على طول الطريق من قِبل الخبراء، وبالتالي يجب أن تكون مهمة للغاية فيما يتعلق بتصميم الإنارة العام. إلى جانب توفير نظام الإنارة الذي يوفر المستويات المطلوبة من الإنارة، من المهم توفير هياكل دعم الإنارة المصممة بصورة صحيحة والموجودة بعناية لتقليل الآثار الضارة على الجمهور المتنقل.

يجب تطبيق الإرشادات الواردة أدناه لتبسيط عملية وضع العمود لمصمم نظام الإنارة. تتناول هذه الإرشادات بعض المواقف الأكثر شيوعًا التي تمت مواجهتها أثناء تصميم نظام إنارة الطريق.

يجب تصميم وتركيب الدعامات الهيكلية لوحدات الإنارة بحيث لا تشتت انتباه أي سائق مركبة أو تتداخل مع رؤيته للطريق وسمات الطريق المهمة الأخرى. يجب وضع الدعامات بحيث لا تعرقل أو تقيد عرض اللافتات وكاميرات المرور وغيرها من أجهزة التحكم في مراقبة المرور.

تطبق قيود ارتفاع معينة من سلطات الطيران في الهيئة العامة للطيران المدني على وجه الخصوص عندما تكون الأعمدة مجاورة للمطارات وقريبة من مناطق الهبوط.

قد يكون تحديد موقع الدعامات الإنشائية لوحدات الإنارة داخل منطقة متوسطة مناسبًا وأكثر ملاءمة في العديد من الحالات. يمكن أيضًا وضع الأعمدة على حواجز متوسطة عندما تكون موجودة. يجب استخدام الأعمدة الانفصالية إذا كانت الأعمدة موجودة في منطقة واضحة ما لم تكن محمية من خلال حاجز أو موضوعة على حواجز متوسطة. يوفر تحديد موقع الأعمدة في المتوسطات العديد من مزايا الإنارة والمزايا الاقتصادية التي لا يمكن التغاضي عنها. بعض المزايا والعيوب مذكورة أدناه:

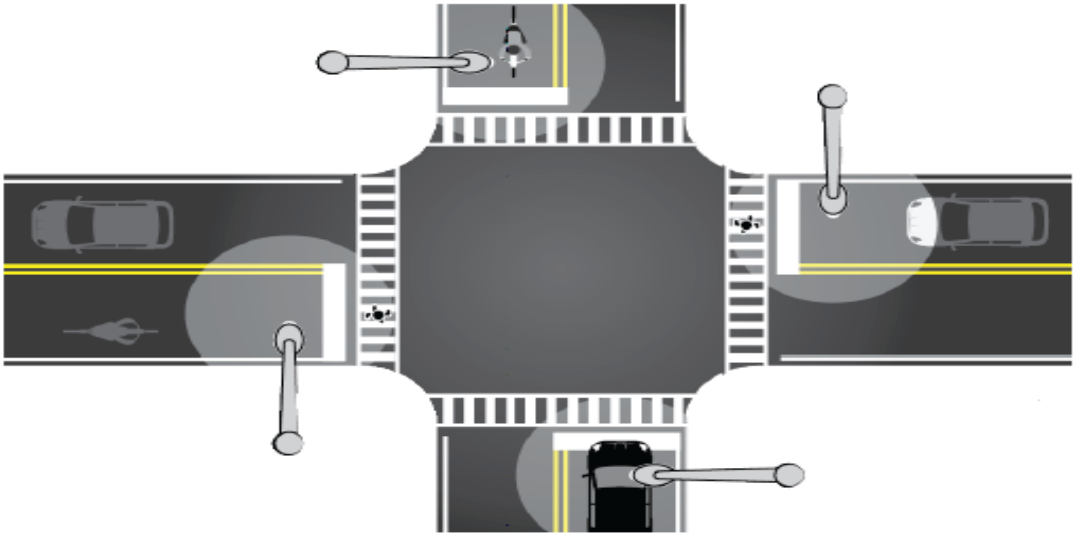
- المزايا:
  - يجب أن يكون عدد أعمدة الإنارة حوالي نصف العدد المطلوب لإنارة كتفي الطريق.
  - يتم تقليل كمية الأسلاك المطلوبة.
  - يجب استخدام الإنارة الضائعة على الكتف الخارجي بدلًا من ذلك على الطريق المقابل.
  - يجب تخفيض تكاليف الإنشاء والصيانة.
  - يجب تحسين الرؤية على المسارات عالية السرعة.

- العيوب:
  - يجب مراعاة الحذر الإضافي والنظر في وضع العمود في الجزر الوسطية نظرًا لارتفاع احتمالية حدوث تصادمات مع المركبات.
  - يجب إغلاق المسارات الداخلية لصيانة وحدات الإنارة. غالبًا ما يكون إغلاق المسارات أمرًا مكلفًا ويصعب جدولته.
  - قد يحدث تثبيت عمود على حاجز، أو مشكلات في الأساس أو الحاجز الخرساني، مثل التشقق أو التشظي، ما يؤدي إلى ضرورة إزالة العمود. اعتمادًا على المشكلة، قد يكون من الصعب تثبيت عمود جديد على الحاجز.
  - يجب ألا يكون لبعض قواعد الأعمدة المستخدمة في الحواجز نفس فتحة الوصول للصيانة مثل تلك المستخدمة خارج الحواجز.
  - يتم توفير الحد الأدنى من الإنارة على طول الجزء الخارجي من الطريق للمشاة.

لإنارة التقاطع، يجب إنارة نقاط القرار الرئيسة ونقاط التعارض كما هو موضح في الشكل (٦-١) أدناه.

تعد الرؤية المتزايدة عند التقاطعات في الليل أمرًا مهمًا نظرًا لأن طرق السير المختلفة تتقاطع في هذه المواقع. يجب أن تفكر الجهات في توفير الإنارة للتقاطعات بناءً على عوامل مثل سجل الحوادث في الليل، وحجم المرور، وحجم المستخدمين غير المزودين بالتشغيل الآلي، ووجود ممرات المشاة والجزر الوسطية المرتفعة، ووجود محطات النقل العام ووحدات الركوب.

يتم إجراء معظم تركيبات الإنارة الجديدة بسمات فصل أو حماية أو موضوعة بعيدًا بصورة كافية عن الطريق لتقليل احتمالية و/أو شدة حوادث اصطدام الأجسام الثابتة. توفر تقنية الإنارة الحديثة تحكمًا دقيقًا مع الحد الأدنى من الضوء المفرط الذي يؤثر على السماء في أوقات الليل أو ينتقل إلى الخصائص المجاورة. يمكن للجهات المشاركة بشكل منصف مع المجتمعات المحرومة لتحديد أين وكيف يمكن للإنارة الجديدة والمحسّنة أن تفيد المجتمع بدرجة أكبر من خلال النظر في أولوياتها، بما في ذلك القضاء على تفاوتات الاصطدام، والاتصال بخدمات الحي الأساسية، وتحسين طرق النقل النشطة، وتعزيز السلامة الشخصية.



الشكل (٦–١) إنارة التقاطعات الذكية (FHWA, 2012).



الشكل (٦–٢) إنارة التقاطعات (FHWA, 2012).

تعد معابر المشاة جزءًا من التقاطع. "يجب على مصمم نظام الإنارة مراعاة التباين الإيجابي للمشاة. يجب أن توفر الأعمدة الموضوعة قبل ممر المشاة هذا التباين الإيجابي كما هو موضح في الشكل أعلاه. تتمثل ميزة توفير التباين الإيجابي (إنارة جانب المدخل للمشاة في ممر المشاة) في أن المصابيح الأمامية للمركبة تساعد على زيادة هذا التباين وتحسين رؤية المشاة في ممر المشاة.

يمكن أيضًا استخدام حسابات الإنارة العمودية في مناطق المشاة (Conair) وفي المناطق ذات الاستخدام العالي للمشاة، ما يزيد من إمكانية استشعار المشاة. تتم هذه الحسابات على طول الخط المركزي لممر المشاة على ارتفاع ٥ قدم مع توجيه نقطة الحساب الرأسية نحو المركبة التي تقترب. بوجه عام، تنصح بعض دلائل الإنارة بمستويات الإنارة العمودية في ممر المشاة لتكون مساوية لمتوسط الإنارة الأفقية التي يتم توفيرها داخل التقاطع.

٦-٣ إنارة الطرق باستخدام الطاقة الشمسية:

يتم توليد الطاقة الكهربائية باستخدام الطاقة الشمسية عن طريق تحويل الطاقة الضوئية لأشعة الشمس إلى طاقة كهربائية باستخدام الألواح الشمسية (PV PANELS) وملحقاتها لاستخدامها في إنارة الطرق بواسطة الأنظمة المستخدمة في هذا المجال ومنها:

١- نظام إنارة منفصل بالطاقة الشمسية (نظام تقليدي) (وحدة اضاءة + لوحة شمسية + بطارية + جهاز تحكم).
٢- نظام الإنارة الشمسية المزدوجة (وحدة إضاءة متكاملة مع لوحة شمسية + بطارية مزودة بجهاز تحكم).
٣- نظام إنارة بالطاقة الشمسية في وحدة واحدة (وحدة إنارة مع لوح شمسي مع بطارية بجهاز تحكم).
٤- نظام الإنارة باستخدام الألواح الشمسية العمودية المتكاملة مع الأعمدة.
٥- نظام إنارة بالطاقة الشمسية باستخدام محطة فرعية تعمل بالطاقة الشمسية لتوليد الطاقة الكهربائية.

الألواح الشمسية (الوحدات الكهروضوئية) هي المصدر الرئيس للطاقة في النظام، وتتمثل وظيفتها الرئيسة في امتصاص وتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية مخزنة في البطاريات المتصلة بالنظام، ويتم تفريغ الطاقة المخزنة في المساء لتشغيل الإنارة الوحدات، الخصائص والمواصفات العامة لنظام الطاقة الشمسية هي كما يلي:

١- تشغيل وحدات الإنارة دون انقطاع لمدة ثلاثة أيام حكم ذاتي.
٢- قم بتشغيل الإنارة بكامل طاقتها بنسبة ١٠٠٪ لمدة ٦ ساعات وخفضها إلى ٧٠٪ لمدة ٦ ساعات أخرى.
٣- لا تزيد نسبة الطاقة الكهربائية المستهلكة إلى إجمالي الطاقة الكهربائية للبطارية بعد انتهاء دورة تفريغ واحدة عن ٤٠٪.
٤- مدة الضمان خمس سنوات تبدأ من الاستلام الأولي للمشروع لجميع أجزاء النظام.

٥- فترة ضمان أخرى مدتها خمس سنوات لتوريد قطع غيار النظام بموجب خطاب معتمد من قبل المقاول بهذا الخصوص خاصة مع عرض التكاليف التقديرية لتوريد وتركيب قطع الغيار المتوقع استبدالها خلال تلك السنوات.
٦- الالتزام بالمواصفات الدولية التالية:
- (IEC60598-2-3)
- (EN13201)
- (CIE140)
- (CIE115-2010)

٧- حصول المصنع المورّد على شهادة الجودة (ISO 14001 - 9001 IS0).
٨- يجب أن تكون الكابلات والموصلات بدرجة حماية (IP67).

٦-٣-١ وحدات الإنارة:

تم تصميم وحدات الإنارة الإلكترونية (LED) (الصمام الثنائي الباعث للضوء) بطريقة مناسبة بحيث تتبدد حرارة الوحدة بشكل جيد وتتناسب مع الظروف المناخية في المملكة العربية السعودية وتستوفي الشروط التالية:

١- قدرة الوحدة لا تزيد عن (١٢٠) وات.
٢- كفاءة الإنارة لا تقل عن (١٤٠) وات.
٣- معامل الحماية (IP66).
٤- القدرة على تحمل الغبار والظروف البيئية والحصول على شهادة تآكل ٢٥٠٠ ساعة (C5-M).
٥- حاصل على شهادة (CB).
٦- مطابقة للمواصفات (SASO2927: 2019) (AC AUMINAIRE).
٧- اجتياز اختبار الخصائص البصرية (LM79).
٨- اجتياز اختبار الخصائص البصرية الحرارية (LM82).
٩- تحمل درجة الحرارة (٣٠- +٥٥).
١٠- حصلت شرائح (LED) على شهادة اختبار الكفاءة (LM80- TM21).
١١- تشغيل معدل ١٠٠,٠٠٠ ساعة.
١٢- اختبار مقاومة الرياح المعتمد (CxS).
١٣- شهادة اختبار الاهتزاز (اهتزاز ثلاثي المحاور).
١٤- اختبار المقاومة الميكانيكية للزجاج المعتمد (IK9).
١٥- شهادة اختبار تجزئة.
١٦- شهادة اختبار الاستدامة (٥٠ + ١٠) درجة مئوية (ISTMT عند ٥٠ + ١٠).
١٧- شهادة اختبار الحرارة عند ٥٥ درجة مئوية.
١٨- درجة حرارة اللون ٣٠٠ إلى ٦٠٠٠ كلفن.
١٩- مؤشر وضوح اللون (عرض) أكبر من أو يساوي ٧٠٪ (CRI 70٪).
٢٠- اجتياز اختبار تأثير التدفق الكهرومغناطيسي 21 .(EMC)- اجتياز اختبار عامل التشوه الذي يجب أن يكون أقل من ١٠٪ (THD> 10٪).
٢١- اجتياز اختبار التصوير البيولوجي (معفى، RG 0).
٢٢- خمس (٥) سنوات ضمان.
٢٣- يجب أن تؤخذ جميع الاختبارات السابقة في مختبرات محايدة تم الحصول عليها (ISO 17025).

٦-٣-٢ الألواح الشمسية:

تتكون الألواح الشمسية من خلايا (الوحدات الكهروضوئية)، والخلية عبارة عن نواة واحدة من بلورة السيليكون (أحادي السيليكون). يجب أن تتحقق الخصائص التالية كحد أدنى:

١- قدرة الألواح الشمسية لا تزيد عن.(340 Wp)
٢- جهد اللوح الشمسي من ٣٣ الى ٣٧ فولت او حسب المتطلبات التي تناسب النظام.
٣- قم بتوفير ميزة إمالة اللوحة لتحقيق أقصى استفادة من اللوحة الشمسية.
٤- كفاءة الألواح الشمسية لا تقل عن ١٩٪.

٥- كفاءة الخلايا الشمسية لا تقل عن ٢٢,٥٪.
٦- تحمل درجة الحرارة (٤٠- إلى + ٨٥).
٧- مضاد للخدش.
٨- العمر المتوقع لمدة ٢٥ سنة في ظل الظروف المناخية للمملكة.
٩- ١٠٠٪ مقاومة للأشعة فوق البنفسجية.

٦-٣-٣ البطاريات:

أن تكون البطارية من نوع (حمض الرصاص) أو من نوع الليثيوم وفقاً لمكونات النظام الشمسي التقليدي ولضمان عدد دورات الشحن والتفريغ وفقاً لمتطلبات ضمان الوزارة بدرجة حماية (IP67)، في حالة استخدام نظام الإنارة المتكامل، يمكن استخدام بطارية ليثيوم.

يجب أن تتوافق البطارية مع المعايير (IEC 62133، UN / DOT 38.3) أو المعايير الدولية المماثلة.

يمكن وضع البطارية على العمود وعمل الحماية اللازمة لها حسب مجموعة التصاميم والعوامل التي تحقق نظام تهوية أفضل حسب الموقع الجغرافي للمشروع.

عمر البطارية لا يقل عن خمس (٥) سنوات.

يجب أن يكون هناك أكثر من ٧٥٠ دورة شحن وتفريغ سنويًا مع عمق تفريغ (DOD) لا يزيد عن ٤٠٪.

تستطيع البطارية تفريغ ما يقرب من ٤٠٪ من سعتها دون إتلاف أي من مكوناتها حتى لا تتأثر ذاكرة النظام.

نطاق جهد البطارية (١٢-٢٤) فولت.

يجب أن تتحمل البطارية درجة حرارة تصل إلى ٥٥ درجة مئوية.

تحفظ البطارية في صندوق من الحديد المجلفن بدرجة حماية.(IP68)

خمس (٥) سنوات ضمان على البطارية من جيل (حمض الرصاص) وخمس (٥) سنوات لبطارية الليثيوم.

يجب أن تفي سعة البطارية وتفي بمتطلبات نظام الإنارة المحددة في التصميمات دون انقطاع خلال ثلاثة أيام من الحكم الذاتي.

يجب اختبار البطاريات في معمل محايد حاصل على شهادة (ISO 17025) وشهادة.(CE)

يجب أن يكون نظام البطارية متوافقًا مع (IEC) لضمان أداء النظام وموثوقيته.

٦-٣-٤ جهاز التحكم في الشحن:

تتكون وحدة التحكم بالشحن خارج الشبكة من جزأين متصلين، وحدة التحكم بالشحن (MPPT) والمنظم الحالي على اللوحة، وتتمثل وظيفتها كشاحن بطارية متقدم لنظام الإنارة الشمسية خارج الشبكة، وتتميز بذكاء و أنظمة التتبع الرائدة التي تزيد من كمية الطاقة الشمسية وتوفر التحكم في الحمل لمنع التفريغ المفرط للبطارية، وخصائص ومواصفات وحدة التحكم هي كما يلي:

١- يجب أن يكون من النوع المجهز بنظام تتبع يحتوي على أعلى قيمة للطاقة ويستخلص أكبر قدر من ضوء الشمس.(MPPT)
٢- أن تكون قادرة على سحب أعلى جهد (٥٥ فولت) من الألواح الشمسية.
٣- يجب أن تكون كفاءة مسار الطاقة الاستاتيكية والديناميكية أعلى من ٩٩٪.
٤- يجب أن تكون كفاءة التحكم في الشحن أعلى من ٩٧٪.
٥- التيار يتراوح بين ١٠ - ٢٠ أمبير.
٦- يتراوح الجهد بين ١٢ إلى ٤٨ فولت.
٧- يجب أن تحتوي على خمس درجات من التعتيم.
٨- يتم تزويده بأسلاك ذات موصلات مناسبة.
٩- يجب أن يكون عامل الحماية.(IP65)
١٠- يجب أن يكون جهاز الشحن قادرًا على تحمل حتى ٦٠ درجة مئوية.
١١- يجب أن تدعم وحدة التحكم بالشحن البطاريات الحمضية (الرصاص) وبطاريات الليثيوم.
١٢- يجب أن يكون جهاز التحكم بالشحن مدعوماً بجهاز استشعار درجة الحرارة وتكون الكفاءة من (٢٥ - ٢٠ ملي فولت / مئوية) ويجب تقديم شهادة الاختبار اللازمة لذلك.

١٣- يجب أن تسمح وحدة التحكم لميزة الشحن بالاسترداد الذاتي للنظام من السبات دون تدخل يدوي، ويجب أن تكون مجهزة للعمل في أوضاع عمل متعددة وتقديم دليل على ذلك.
١٤- يجب أن تمكن وحدة التحكم في الشحن المستخدمين من تشغيل النظام عبر الحاسوب الشخصي لتحديث إعداد البرنامج بعد التثبيت ولتكون قابلة للترقية لأنظمة التحكم عن بعد والمراقبة المستقبلية.
١٥- يجب أن يكون قادرًا على الاتصال بخادم عبر (LORA) أو نظام مكافئ له ومجهز بـ (RS485 DATA CABLE) لمراقبة حالة النظام والألواح الشمسية والبطاريات ودرجة الحرارة والحرارة والأحمال.
١٦- يجب أن يكون مزودًا بمصابيح مؤشر لحالة تشغيل النظام.
١٧- جهاز التحكم بالشحن مغطى بالبولي يوريثين، مما يساعد في المناخ الحار.
١٨- يجب تزويدها بحماية كهربائية كاملة لما يلي:

- عكس القطبية.
- تحميل زائد.
- دائرة مقصورة.
- الجهد المنخفض والعالي.
- اعكس التيار من البطارية إلى الألواح الشمسية.
- درجة حرارة عالية.
- تيار عالي.
- الشحن العميق وتفريغ البطارية.

١٩- يجب أن يتوافق مراقب الشحن مع المواصفات والمعايير وأن يقدم شهادة (C E / U L ISO (IEC 17025) (صادرة عن طرف ثالث مؤهل) وفقًا لما يلي:

- (EN61000-6-2: 2007)
- (EN62109-1: 2010)
- (EN61000-6-3: 2007)
- (EN55015: 2013)
- (EN61547: 2009)
- (EN61000-3-2: 2014)
- (EN61000-3-3: 2013)

٦-٣-٥ الأعمدة:

قد يتم فصل أو دمج الألواح الشمسية مع وحدة الطاقة الشمسية أو عمود الإنارة حسب التصميمات المعتمدة.

يتم تصنيع الألواح الشمسية طبقاً للمواصفات الدولية أو الأوروبية المثبتة باختبارات فنية في معامل محايدة حاصلة على (ISO 17025).

يجب تجهيز أعمدة الإنارة لحمل وحدات الإنارة العاملة على نظام الطاقة الشمسية والأقواس، ويجب أن تتكون متطلبات نظام الطاقة الشمسية من الألواح الشمسية وأجهزة التحكم والبطاريات وصندوق البطاريات وجميع المواد اللازمة لها. يمكن تجهيز الأعمدة بألواح شمسية مدمجة في جسم العمود إذا لزم الأمر.

يجب أن تكون الأعمدة بالارتفاع المحدد وذات شكل مضلع أو دائري من النوع المستدق والمستدق.

سمك جدار العمود (٥) مم كحد أدنى للجزء السفلي.

تصنع من صفائح صلب ملحومة كهربائياً مقاومة للقطع (٣٧) كيلو جرام لكل مليمتر مربع وبحد أدنى لمقاومة الخضوع (٢٤) كيلو جرام لكل مليمتر مربع.

يجب أن تتكون الأعمدة التي يبلغ ارتفاعها (١٢) مترًا من قطعة واحدة، ويمكن أن تتكون الأعمدة التي يزيد ارتفاعها عن (١٢) مترًا من قطعة واحدة بحيث يكون طول القطعة الأساسية (١٢) مترًا كحد أدنى. أما بالنسبة للأعمدة المكونة من عدة أقسام، فيجب أن تكون من نوع الوصلة المنزلقة مع تداخل لضمان المحاذاة الرأسية الصحيحة للعمود بأكمله بعد التجميع.

تصمم رؤوس الأعمدة لتركيب دعامات وأذرع مفردة أو مزدوجة حسب الضرورة لحمل العدد المحدد من وحدات الإنارة، كما يجب تصميم ترتيب الحامل بحيث لا يكون عرضة للانهيار. بسبب التذبذب الناجم عن الرياح، يجب ألا تتمكن الرياح من تدوير القوس من الاتجاه المطلوب.

يجب على المقاول أن يحسب سمك القطاع العرضي للصفائح الحديدية التي يتكون منها العمود وغيرها، بحيث تكون الأعمدة بعد تركيبها وتجهيزها بالكامل قادرة على تحمل عاصفة بسرعة مائة وستين (١٦٠ كم / ساعة) التي تدور في الاتجاه الأكثر مقاومة على ارتفاع عشرة (١٠ أمتار فوق مستوى سطح الأرض) مع مراعاة أقصى مقاومة ناتجة عن وحدتي إنارة كحد أدنى بالإضافة إلى أي دعامات من نوع خاص لكل نوع من الأعمدة، ويجب توفير الدعم المناسب عند الضرورة لزيادة قوة العمود.

يجب ألا يتجاوز إجهاد الحديد، بأي حال من الأحوال، نصف حد المرونة، مع الأخذ في الاعتبار الضغط الديناميكي بسبب الاهتزازات.

يتم لحام لوح التثبيت الحديدي ذي الحواف ذي السماكة الكافية بالجزء السفلي من العمود كما هو موضح في الرسومات، ويجب أن يكون للوحة عدد من الفتحات للأعمدة يساوي عدد المسامير اللولبية المطلوبة للتثبيت بفتحة خلوص لا تقل عن (١٥٠) ملم في القطر.

يجب تزويد الأعمدة بباب دخول واحد مقاوم للعوامل الجوية مثبت في قاعدة العمود. يجب أن يكون الباب مستويًا بآلية احتجاز وقفل بمفتاح سداسي قابل للإزالة؛ يجب أن يدعم العمود بشكل كافٍ عند فتحات الباب، ويجب أن يتناسب مع كل باب من الداخل مع لوحة قاعدة غير ماصة للرطوبة بحجم مناسب لتركيب المعدات المناسبة. يتم تأمين الصفائح القاعدية إلى داخل العمود بواسطة دعامات مصنوعة خصيصًا لهذا الغرض.) يتم لحام وتد التأريض المصنوع من الحديد المقاوم للصدأ داخل العمود بالقرب من الباب بالكامل مع غسالات وصواميل مصنوعة من الحديد المقاوم للصدأ.

٤-٦ أجهزة التحكم

أجهزة التحكم تعني المكونات المطلوبة للتحكم في التشغيل الكهربائي للمصباح (المصابيح). قد تشتمل أجهزة التحكم أيضًا على وسائل لتحويل جهد الإمداد، وتصحيح عامل القدرة، وتوفر، إما بمفردها أو بالاشتراك مع جهاز بدء، الشروط اللازمة لبدء تشغيل المصباح (المصابيح).

يجب أن تكون جميع مكونات أجهزة التحكم مناسبة للتشغيل إما على ٤٠٠ فولت (طور إلى طور) أو ٢٣٠ فولت (طور إلى محايد) ٦٠ هرتز حسب الاقتضاء ومتوافقة مع متطلبات المملكة العربية السعودية.

يجب أن تكون أجهزة التحكم هادئة أثناء التشغيل ومناسبة من كل جانب للتركيب في قاعدة العمود. يتم تركيب أجهزة التحكم على لوحة القاعدة. يجب أن يكون كابح التيار والمكثف/المكثفات والمُشعل محكمة الغلق بشكل مناسب للحماية من دخول الرطوبة والحشرات.

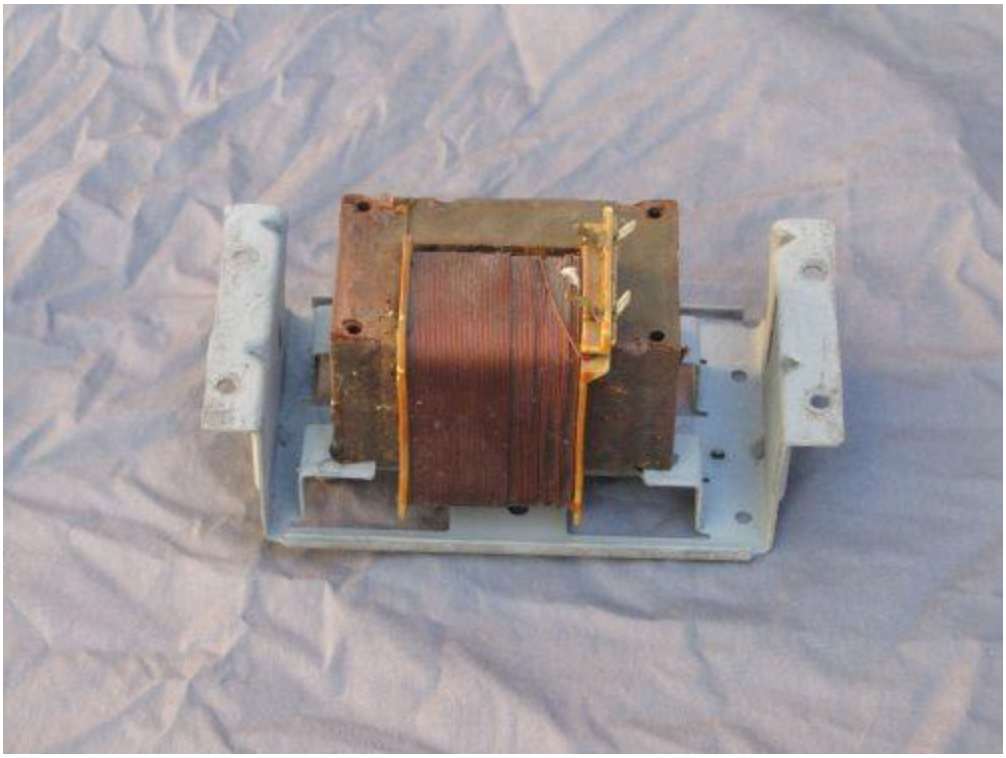
بالنسبة لوحدات الإنارة المثبتة على أعمدة الطريق، يجب أن تكون الأبعاد والشكل مناسبين للتركيب على علبة الأجهزة.

يجب أن تكون أجهزة التحكم من نوع المكون الإضافي للتشغيل عند ٢٢٠ فولت و٦٠ هرتز، مع تعويض عامل القدرة إلى تسعة أعشار (٠,٩) على الأقل. يجب أن يكون كابح التيار من النوع الذي يتم تكييفه بصورة خاصة لنوع معين من المصابيح المختارة. يجب أن يكون المصباح قادرًا على البدء بما لا يقل عن عشرة بالمائة (±١٠٪) تقريبًا من قيمة الجهد الكهربائي، ويستمر في التشغيل العادي مع انخفاضات تصل إلى عشرين بالمائة (٢٠٪) لمدة أربع (٤) ثوانٍ.

يجب أن يضمن التعويض المقدم عدم وجود زيادة كبيرة في تيار التشغيل أثناء البدء. يجب ألا تزيد خسائر أجهزة التحكم عن عشرة بالمائة (١٠٪) من القدرة الكهربائية الاسمية للمصباح. فيجب أن يتوفر جهاز لمنع تداخل ذبذبات الراديو والتليفزيون. يجهز كابح التيار بعناصر توفير الطاقة التي من شأنها أن تضمن توفير ما لا يقل عن ثلاثين بالمائة (٣٠٪) من قدرة المصباح. ويقبل أيضًا بكوابح التيار الإلكترونية في حال تقديمها واعتمادها مع وحدات الإنارة.

مع ظهور مصابيح التفريغ عالي الكثافة (HID) (بخار الزئبق والهاليد المعدني النسبي، وبخار الصوديوم عالي الضغط) كانت هذه أكثر كفاءة، ولكنها تتطلب مكونات أخرى في وحدة الإنارة أو بالقرب منها للعمل. تكمن المشكلة في أنها تظهر على أن بها عطل مباشر عند تشغيلها مباشرة من الجهد الكهربائي الرئيس، لذلك هناك حاجة إلى جهاز للحد من هذا التيار وتقليل الجهد الكهربائي. في الأصل كان هذا مجرد كابح تيار، ولكن مع مصابيح التفريغ عالي الكثافة (HID) الأحدث التي تتطلب أيضًا وحدات إشعال، يتم استخدام مصطلح "أجهزة التحكم" أحيانًا.

يعد أبسط كابح تيار هو كابح تيار خنق بسلكين، وهو عبارة عن لفائف من الأسلاك الدقيقة ملفوفة حول قلب حديدي عدة مرات. هذا يحد من التيار ويقلل من الجهد الكهربائي بنسبة كبيرة وثابتة. أما كوابح التيار الأكثر تعقيدًا فهي ٤ أو أكثر من أنواع المحولات الذاتية السلكية. إنها أكثر مرونة في جهد الدخل مقابل جهد الخرج وغالبًا ما يكون لها صنابير متعددة لمعدلات جهد إدخال مختلفة. عند تصميم تركيبة المصباح بالإضافة إلى كابح التيار، هناك مفاضلة مقابل جهد القوس الأمثل للمصباح مقابل الجهد الكهربائي الذي يمكن الحصول عليه من التيار الكهربائي مع كابح تيار خانق بسيط. تم تصميم مصابيح بخار الزئبق في المملكة المتحدة بشبكة كهربائية ٢٤٠ فولت. مع جهد قوسي يبلغ حوالي ١٠٠ فولت، فإنها تتطلب محولًا ذاتيًا في الولايات المتحدة بجهد ١٢٠ فولت، على الرغم من أن العديد من مصابيح الشوارع القديمة تستخدم الاختناقات بإمداد ٢٤٠ فولت. فيما يلي كابح تيار زئبقي خانق بقدرة ٢٤٠ فولت من مصابيح الشوارع في فترة ستينيات القرن العشرين.

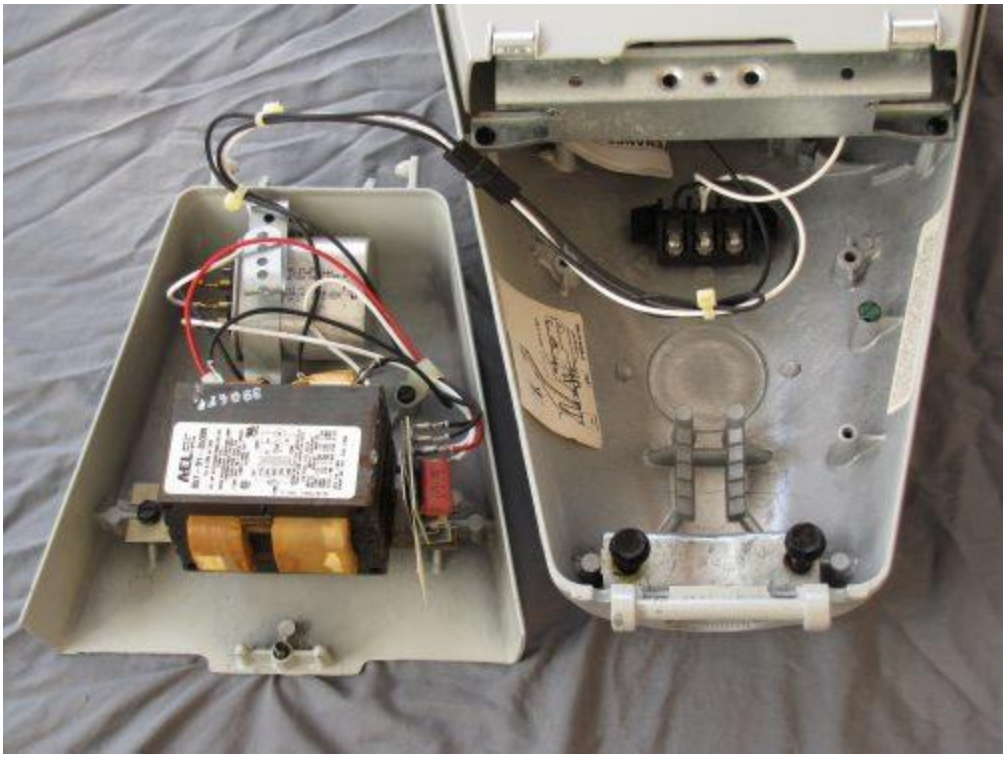


الشكل (٦–٣) كابح تيار من النوع الخانق فقط (CDOT, 2020).

تم تصميم مصابيح الصوديوم عالية الضغط في الولايات المتحدة، ويمكن للمصابيح الأصغر (١٥٠ وات أو أقل) استخدام كوابح تيار خانقة بجهد قوسي يبلغ ٥٥. سيكون ذلك غير فعال في أوروبا، حيث لا يتوفر جهد ١٢٠ فولت، لذا فقد صمموا مصابيح الصوديوم الخاصة بهم بجهد ١٠٠ فولت (ولحسن الحظ أطلقوا عليها اسم مصابيح "SON" واستخدموا مظاريف زجاجية أصغر وأعلى قوة). تم تصميم مصابيح الصوديوم الأكبر حجمًا لاستخدام كوابح التيار ذات المحول الذاتي فقط للحصول على جهد القوس الأكثر كفاءة لكل مصباح بغض النظر عن جهد التيار الكهربائي ولا تمثل التكلفة الإضافية لكابح التيار ذي المحول الذاتي مشكلة.

على الرغم من وجود مقاومة قليلة عندما يكون المصباح ساخنًا، تكون هناك مقاومة كبيرة عندما يكون الجو باردًا. تُستخدم مصابيح الزئبق ومصابيح الهاليد المعدنية الأقدم قطبًا كهربيًا لبدء التشغيل؛ عندما تبدأ المصابيح، يتشكل القوس بين قطبين كهربائيين قريبين جدًا بعضهما من بعض، وفي النهاية يسخن الطرف بدرجة كافية لتشكيل القوس من طرف إلى آخر. تستخدم المصابيح الأحدث عدة آلاف من الفولتية لتهيئة القوس المتولد عن المشعل.

هذه هي أجهزة (American Electric) طراز ٣١٥ (cobrahead.) يوجد كابح التيار في أسفل اليسار، والمشعل عبارة عن لوحة الدائرة في أسفل اليمين. يوجد في الأعلى مكثف لتصحيح عامل القدرة. يعد هذا أمرًا مهمًا للمنافع والشركات (حيث تتم محاسبة المنافع عليه إذا لم يتم تصحيحه) ولكنه ليس ضروريًا تمامًا لتشغيل المصباح ويتم التخلص منه في التركيبات غير المكلفة للاستخدام المنزلي. تستخدم كوابح التيار الحديثة تبديل إمدادات الطاقة بدلًا من المغناطيسات الثقيلة لإنتاج التيار والجهد المطلوبين. هذه الآن قياسية لمصابيح الفلورسنت، ولكن لم يتم اعتمادها أبدًا لاستخدام (HID) في الولايات المتحدة باستثناء تركيبات هاليد المعدنية الخزفية الداخلية.



الشكل (٦–٤) أجهزة تحكم (American Electric HPS (CDOT, 2020))

أصبح استخدام مصابيح (LED) في إنارة الطريق أكثر انتشارًا وسيصبح مصدر الإنارة المفضل لجميع تصنيفات الطرق مع تقدم التقنية. يجب توفير أنظمة التحكم في الإنارة/أنظمة إدارة الإنارة (LMS)، باستخدام كل من البروتوكولات التناظرية (١-١٠ فولت) وبروتوكولات واجهة الإنارة الرقمية القابلة للعنونة (DALI) بما في ذلك (WiMAC) أو نظام تشغيل مشابه معتمد. يجب أن يكون نظام التشغيل قادرًا أيضًا. يجب أن يكون نظام التشغيل أيضًا قادرًا على التهيئة لتكوينات تعتيم أحادية ومتعددة المراحل وقائمة بذاتها عندما لا يكون متصلًا بنظام (CMS).

٦-٥ مواد إنارة الأنفاق:

أنفاق الطرق بطبيعتها عبارة عن بيئات قاسية ناتجة عن عوامل مثل انبعاثات المركبات، وتمليح الطرق في أشهر الشتاء، والمعادن التي تتسرب عبر الهيكل، وكل ذلك في جو رطب محتمل. على هذا النحو، يجب توخي الحذر عند اختيار المعدات التي يمكنها تحمل هذه البيئة غير المتعاطفة بعمر خدمة معقول يبلغ حوالي ٢٥ عامًا مع الحد الأدنى من الصيانة.

٦-٥-١ الإنارة:

يجب إيلاء اهتمام خاص للحاجة إلى فصل المعادن غير المتشابهة بين جسم الإنارة ونظام الدعم. سبائك الألومنيوم هي المادة الأكثر شيوعًا المستخدمة من قبل الشركات المصنعة للمصابيح والتي عندما تكون على اتصال مباشر مع نظام دعم الحديد يكون مصدرًا خاصًا للتآكل ومشكلة صيانة مترتبة على ذلك.

تم إجراء الكثير من الأبحاث من قبل الشركات المصنعة في هذا المجال فيما يتعلق بتمرير سطح المعدن الأساسي والتشطيبات المتينة للسبائك ووسائل الدعم.

يجب تصميم مصابيح النفق لتحمل بيئة النفق والتأثيرات المسببة للتآكل من تأثير التحليل الكهربائي بين المواد المختلفة والتي يمكن أن تسرع من فشل الإنارة وتعليق المصابيح.

يجب إنشاء حاويات الإنارة لتوفير غلاف مقاوم للغبار ونفث الماء مع الحد الأدنى من الحماية من الدخول إلى (IP65) الفعال طوال عمر التصميم ويجب أن يكون لها أسطح خارجية ملساء من جميع الجوانب لمنع تراكم الأوساخ والسماح بالتنظيف السهل.

يجب تثبيت حشيات الختم لأي أغطية طرفية أو أغطية أمامية زجاجية لمنع إزاحتها عن غير قصد ولضمان محاذاة أسطح التزاوج بشكل صحيح للحفاظ على سلامة المصباح طوال فترة الخدمة.

مهم بشكل خاص لمصابيح الأنفاق(LED) ، يجب ألا تتجاوز درجة الحرارة الداخلية القصوى للمصباح توصيات الشركة المصنعة لمنع الأعطال المبكرة أو انخفاض الأداء.

وتجدر الإشارة إلى أن إهلاك ناتج (LED) يحدث على مدى فترة زمنية طويلة جدًا ويمكن قياسه بالسنوات. يتمثل تأثير هذا الاستهلاك في أنه على الرغم من أن مصباح (LED) يبدو مضاءً ويعمل، إلا أن مستويات الإنارة الناتجة عن الطريق قد تصبح أقل بكثير من متطلبات التصميم الأصلية، حيث يجب إجراء قياسات الطريق عند الاقتراب من نهاية العمر الإنتاجي.

يتم تحقيق وفورات الطاقة الأكثر أهمية إلى حد بعيد من خلال استخدام تقنية (LED)، حيث يجب أن تكون جميع مصابيح أنفاق الطرق لجميع مناطق الأنفاق من هذه التقنية. تعد تقنية (LED) جديدة نسبيًا في السوق مع معدل تطوير يتجاوز بكثير تطورات المصباح السابقة. ومع ذلك، نظرًا لمعدل التطور السريع من قبل العديد من الشركات المصنعة، يجب مراعاة المنتجات من الشركات المصنعة المعروفة فقط عند تقديم الضمانات والدعم المستمر.

لتحقيق أقصى قدر من الفعالية للنظام ككل، يجب أن تتكون أحدث أنظمة (LED) من محركات إنارة قابلة للبرمجة وقابلة للتعتيم عبر التحكم (DALI 1-10V). يجب أن يكون المحرك لكل مصباح (LED) محركًا إلكترونيًا عالي الكفاءة يجب أن يكون خافتًا للضوء باستمرار لتحقيق أداء الإخراج المتغير المطلوب.

٦-٥-٢ أنظمة التعليق:

يجب أن تكون أنظمة تعليق إنارة الأنفاق من مواد مقاومة للتآكل ومناسبة لتحقيق العمر التصميمي المطلوب ويجب أن تدعم جميع وحدات الإنارة وصواني الكابلات المرتبطة بها، والجذوع والقنوات لأسلاك النظام.

يجب تركيب وحدات الإنارة على نظام التعليق وفقًا لتوصيات الشركة المصنعة. يجب اتخاذ تدابير لضمان أن الطريقة المستخدمة لربط المصباح بنظام التعليق لا تضر بسلامة الإنهاء مما قد يؤدي إلى تلامس معادن غير متشابهة والتآكل الإلكتروني الناتج.

٦-٥-٣ نظام التحكم:

إن التحكم الأقرب في أن نظام إنارة الأنفاق لديه إمكانية التحكم بشكل أكبر في المخطط بشكل عام ويساهم في كفاءة الطاقة الإجمالية، مثل نظام التحكم الذكي والمراقبة (CMS) يوصى به باعتباره أحدث ما توصلت إليه التقنية.

سيتألف نظام التحكم من واجهة مستخدم تعتمد على الحاسوب (UI) حيث يتم توصيل وحدات مقياس الضوء في البوابة كأوامر إدخال من كل بوابة. يمكن برمجة واجهة المستخدم مسبقًا لتحقيق أداء الإنارة كما هو مُصمم لجميع مناطق الأنفاق والمراحل اللاحقة.

وتتمثل فائدة وحدات إنارة (LED و CMS) المدمجة في أن وحدات الإنارة المركبة يمكن أن تكون تحكمًا في التشغيل متعدد المراحل، مما يقلل من عدد المصابيح المثبتة. تتمتع واجهة المستخدم أيضًا بالقدرة على المراقبة الكاملة لنظام الإنارة لتنبيه أصحاب أي أعطال في الإنارة داخل النفق. إذا لزم الأمر، يمكن أيضًا ربط واجهة المستخدم بنظام (SCADA) (التحكم الإشرافي واكتساب البيانات) إذا لزم الأمر.

يمكن لمصنعي إضاءة الأنفاق (LED) المخصصة توفير كل من مصابيح (LED) ونظام (CMS) المتكامل الذي يخفف من مشكلات التوافق المحتملة.

في حالة الأنفاق الحضرية مثل تلك التي يكون فيها العديد من الأنفاق قصيرة الطول ولكن بصريًا تُعدّ طويلة نظرًا لحقيقة أن المخرج لا يمكن رؤيته من (SSD). لذلك عندما تكون الأنفاق محدودة النطاق، يمكن أن يكون نظام التحكم الأكثر تواضعًا أكثر ملاءمة. ستقتصر الوظيفة على التحكم فقط دون أي تعليقات على حالة النظام، أي عدم وجود مراقبة تلقائية تعتمد بعد ذلك على عمليات التفتيش الدورية اليدوية لضمان سلامة النظام.

يتم تكوين أنظمة مثل وحدة (PLC) الموضحة كمعيار لأنماط تبديل متعددة المراحل ولكن لن يكون التعتيم ممكنًا من الوحدات القياسية.

بدون التعتيم عبر نظام التحكم، فإن الإمكانات الكاملة لمصابيح (LED) لا يمكن أن تفي بتبديل المرحلة المتميز، وسوف تتطلب دوائر منفصلة للمراحل يتم تركيبها في إنارة المرحلة المخصصة مما يؤدي إلى الحاجة إلى المزيد من وحدات إنارة (LED) منخفضة الطاقة. تتمثل ميزة هذا النظام في عدم الحاجة إلى معرفة متخصصة لتثبيت النظام الناتج وصيانته.

ومع ذلك، هناك تطورات جارية لأنظمة مبسطة تعد بالاحتفاظ بالسيطرة الكاملة التي يجب تقييمها عند توفرها.

كبديل لمقياس (مقاييس) البوابة الضوئية، يمكن تركيب مستشعر إضاءة محيطة واحد بالقرب من النفق لتنظيم تنشيط مراحل إنارة النفق.

٦-٥-٤ إنارة التوجيه:

قد تكون الإنارة التوجيهية منخفضة المستوى غير مرتبطة بشكل مباشر بأنظمة "إنارة" الأنفاق، وقد تكون مناسبة لتركيبات معينة حيث قد لا يمكن تحقيق إنارة النفق الكاملة بسبب مشاكل هيكلية أو غيرها، وحيث يمكن لوحدات إنارة توجيه (LED) منخفضة المستوى توفير التوجيه المرئي الأساسي للمستخدمين.

٦-٥-٥ الطوارئ:

في حالة انقطاع التيار الكهربائي، من الضروري توفير الطاقة الأساسية للحفاظ على الحد الأدنى من الإنارة في النفق. يعد هذا ضروريًا لكل من المركبات لتجنب الكبح المفاجئ الذي قد يؤدي إلى تصادمات متعددة وأيضًا للمساعدة في عمل أطقم الطوارئ في حالة وقوع حادث مع ذلك.

يجب دمج إنارة الطوارئ مع لافتات (LED) مثبتة على بعد ١٠٠ - ١٥٠ مترًا قبل البوابة لتنبيه السائقين الذين يقتربون من النفق بأنه يجب عليهم إبطاء سرعتهم. عادة ما يكون مستوى الإضاءة ١٠ - ٢٥٪ من مستوى الإضاءة الداخلية، ويتم توصيلها بطاقة (UPS) مع النسخ الاحتياطي بواسطة مولد الديزل.

٧- أجهزة التحكم والمراقبة

٧-١ عام:

يتمثل الغرض من هذا الباب وفقًا لنطاق كود الطرق السعودي في تقديم إرشادات للمصممين والقائمين على تكامل الأنظمة والمهندسين المدنيين وبائعي أنظمة النقل الذكية لتمكين النشر المتسق لأجهزة التحكم والمراقبة لدعم عمليات ومتطلبات النقل السعودي والسلطات المختلفة والجهة المُختصة. يجب التعامل مع هذا المجلد باعتبارها دليل قياسي بالإشارة إلى الأساليب والقواعد المتبعة أثناء تجهيز معدات التصميم و/أو تركيب الجهاز. المحتوى ملزم ولكن يُسمح بالاستثناءات في حالات محددة إذا تم دعمها وتقديمها بصورة صحيحة وبعد موافقة السلطات الحكومية ذات الصلة. من المتوقع أن يستخدم المصممين مهاراتهم المتخصصة وأن يحققوا الاستفادة منها في تطوير التصميمات ذات الصلة بأجهزة التحكم والمراقبة، مما يضيف إلى قيمة عروضهم بما يتماشى مع المواصفات الدولية. يجب أخذ هذا المجلد في الاعتبار بالاشتراك مع ((MoMRAH, 2014) KSA-801) والدليل الموحد لأجهزة التحكم المروري (GCC (MoC, 2019)) قبل نشر التصميم. على وجه الخصوص، سيتم النظر في (KSA ٨٠١) نظرًا لأن نشر إستراتيجية (ITS) العامة موصوف للمملكة العربية السعودية.

يحدد هذا القسم أيضًا علاقة المشروع ببنية أجهزة التحكم والمراقبة السعودية العامة المطبقة في المملكة العربية السعودية. فهو يحدد علاقة نظام المشروع بالأنظمة الأخرى التي يتفاعل معها، إما فعليًا [بواجهة بيانات] أو تشغيليًا.

يجب أن يتمثل جزء كبير من أجهزة التحكم والمراقبة في أنظمة النقل الذكية (ITS) المطبقة لتحسين المرور في المملكة العربية السعودية. تهدف البنية الخاصة لأنظمة (ITS) إلى تحديد المتطلبات التقنية والوظيفية والعملية والمؤسسية لأنظمة النقل الذكية المخطط لها لنشر أنظمة النقل الذكية في المنطقة السعودية. إنها أداة على المستوى الكلي لدعم تخطيط أنظمة النقل الذكية في المنطقة، وتعمل بمثابة دليل لكيفية توافق المشاريع المختلفة المتعلقة بأنظمة النقل الذكية معًا في خطة شاملة لتحقيق أفضل استخدام لتقنية (ITS) وتقنية المعلومات والاتصالات والعمليات وأصحاب المصلحة والعمليات لتلبية النقل أهداف النقل. يجب أن تكون كل نتيجة تفي بالمتطلبات الوظيفية لأنظمة النقل الذكية قادرة على وصفها بالكامل داخل الهيكل وتشكل حزمة النقل التي تقدم تلك النتيجة.

يتمثل الغرض من هذا الجزء في تحديد أنظمة النقل الذكية (ITS) المتاحة للاستخدام في المملكة العربية السعودية وتمكين المصممين من تحديد ما إذا كان ينبغي دمج أنظمة النقل الذكية في مخططهم. تعتمد التفاصيل الواردة في هذا الجزء على مواصفات النشر الحالية والمستقبلية لأنظمة النقل الذكية، وأيضًا مواصفات (KSA ٨٠١) (MoMRAH, 2014) المستخدم كدليل تقني لبعض المشكلات. يتم توفير إرشادات تفصيلية حول أنظمة النقل الذكية ونشرها في هذا المجلد.

يجب على المصمم أن يستخدم، بقدر ما هو ممكن ومناسب، القواعد الفنية المحلية الحالية والأدلة وأفضل الممارسات التي أثبتت نجاحها (على سبيل المثال، الأدلة التوجيهية الهندسية للهيئة الملكية للجبيل وينبع، ٢٠٢٠).

٧-٢ استخدام الدليل:

تعريف أنظمة النقل الذكية (ITS) كما ذكرنا سابقًا عبارة عن مصطلح عام للتطبيق المتكامل للاتصالات والتحكم والمراقبة وتقنيات معالجة المعلومات في نظام النقل (World Road Association PIARC, 2005). تغطي أنظمة النقل الذكية جميع وسائل النقل وتأخذ في الاعتبار التفاعل الديناميكي لعناصر نظام النقل - المركبة أو البنية التحتية أو السائق أو المستخدم. تتمثل الوظيفة العامة لأنظمة النقل الذكية في تحسين عملية اتخاذ القرار من قِبل مراقبي شبكة النقل، غالبًا في الوقت الحقيقي، وبالتالي تحسين تشغيل نظام النقل بأكمله. يغطي التعريف مجموعة واسعة من التقنيات والأساليب التي يمكن تنفيذها من خلال التطبيقات التكنولوجية المستقلة أو في صورة تعزيزات لإستراتيجيات النقل الأخرى

هذا المستند موجه إلى الأفراد والمؤسسات المشاركة في تصميم أجهزة أنظمة النقل الذكية ونشرها. من المتوقع أن يكون المستخدمون المتوقعون لهذا المجلد من المصممين والقائمين على تكامل الأنظمة والمقاولين وبائعي المعدات.

٧-٣ النطاق:

توفر الوثيقة تفاصيل المواصفات الفنية اللازمة لتصميم معدات أنظمة النقل الذكية وتوريدها ومتطلبات تركيبها. هناك حاجة إلى التوجيه أدناه فيما يتعلق بمعدات (ITS) لعمليات نشر أنظمة النقل الذكية ولمزيد من الرسومات التفصيلية لتصميم المشروع و/أو مخطط المواصفات الذي يجب تحديده لحالة معينة صعبة.

يتم تحديد تقنيات أنظمة النقل الذكية التالية في هذا المستند:

- استشعار المرور ومراقبتها.
- كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة (CCTV).
- نظم معلومات الطقس على الطرق (RWIS).

- أنظمة الاستشعار عن المركبات ذات الارتفاع الزائد (OVDS).
- أنظمة الاستشعار عن الوزن أثناء الحركة (WIM).
- لافتات الرسائل الديناميكية (DMS).
- لافتات الرسائل الديناميكية المحمولة (DMS).
- لافتات التحكم في المسار (LCS).
- أنظمة ضبط المداخل إلى الطرق (RMS).
- شبكات الاتصالات.
- أنظمة الأنفاق.

يقدم القسم الأول من وثيقة الباب شرحًا تفصيليًا للأحكام العامة لدليل تصميم النظام المحدد لأنظمة النقل الذكية، مع الأقسام التالية التي تقدم تفاصيل عن كل نوع من المعدات المذكورة أعلاه. وعندما تتداخل التفاصيل المحددة في أقسام المعدات المحددة مع التفاصيل الموجودة في الباب ذي الصلة في كود الطرق السعودي ٣٠٣ (تصميم مرافق الطرق ومنافعها - مناطق الاستراحة، ومحطات فحص الشاحنات، ومواقف المركبات والمرائب)؛ يجب أن يكون لقسم المعدات المحددة الأسبقية حسب الحالة. ويجب أيضًا الرجوع إلى الأقسام ذات الصلة من ٣٠٩ (مواصفات المواد والاختبارات القياسية) إلى جانب الأجزاء (٥-١، و٥-٢، و٥-٣) من كود الطرق السعودي ٤٠٣ (إنشاء مرافق الطرق).

في حال التعرض لأي إشكال يتعلق بمواصفات معدات أنظمة النقل الذكية، يجب استشارة الجهة المُختصة على الفور قبل المضي قدمًا.

٤-٧ التوثيق

ينبغي أن يكون المصمم مسؤولًا عن مراجعة جميع المواصفات القياسية ذات الصلة بأنظمة النقل الذكية، والأحكام الخاصة المتعلقة بأنظمة النقل الذكية، ووثائق أنظمة النقل الذكية للتأكد من أن تصميم أنظمة النقل الذكية الذي أعده المصمم يتوافق مع جميع المتطلبات والتوقعات المحددة للمشروع.

وفي حال لم يتوافق التصميم أو لم يتوافق بشكل كلي مع أيٍّ من المتطلبات المحددة، ولكنه يحقق المقصود في النهاية، يتعين على المصمم أن يشرح بالتفصيل نطاق عدم الامتثال أو عدم وجوده، ويوضح الإيجابيات والسلبيات إلى جانب التكلفة المقدرة للتصميم المقترح لكي تنظر فيه الإدارة.

ينبغي أن يضمن تصميم أنظمة النقل الذكية أن تكون الأجهزة التي تشترك في شبكات الاتصالات أو التي تقدم الوظائف ذات الصلة متوافقة مع بعضها وأنها لن تتداخل مع تشغيل الأجهزة أو الأنظمة الأخرى.

ينبغي أن يشتمل التصميم على سمات ووظائف تتيح قابلية التشغيل البيني مع عمليات نشر أنظمة النقل الذكية في جميع أنحاء البلد، بما في ذلك معدات البرمجيات والأجهزة الحالية. تتضمن أمثلة الخصائص العامة للتصميم الذي ينبغي أن يدعم قابلية النشر البيني ما يلي: ١) المواصفات والبنية المفتوحة، و٢) الحلول القابلة للتطوير وغير المسجلة الملكية، و٣) التوافق مع نظام البرمجيات.

يجب أن تتضمن جميع المعدات المستخدمة لأجهزة التحكم والمراقبة الموردة وثائق فنية كما هو موضح بشكل عام أدناه للاسترشاد بها ولمزيد من التفاصيل يجب الرجوع إلى الأجزاء: كود الطرق السعودي ٣٠٣ (تصميم مرافق الطرق ومنافعها - مناطق الاستراحة، ومحطات فحص الشاحنات، ومواقف المركبات والمرائب) وكود الطرق السعودي ٤٠٣ (إنشاء مرافق الطرق). وينبغي التعامل مع جميع المعلومات أدناه على أنها ضرورية لتمكين الجهة المُختصة أو أي مستخدم نهائي من التركيب، والفحص الأوَّلي، والتشغيل، والصيانة بطريقة آمنة. وينبغي مراعاة هذه الإرشادات في مرحلة التصميم للحد من المشكلات المتعلقة بالصيانة والتركيب والتشغيل من أجل تنفيذ التصميم بأقل تأثير على المرور. وكقواعد إرشادية عامة لجميع المعدات المستخدمة للتحكم والمراقبة، يجب أن يؤخذ في الاعتبار نشر الأجهزة وتصميمها.

يجب ترتيب الوثائق تحت العناوين العامة والمحتويات الإرشادية التالية (والتي ربما لا تكون على سبيل الحصر) على النحو المناسب للمعدات التي يتم توفيرها ويتم فحصها أثناء مرحلة التصميم:

- تفاصيل الجهاز:
  - البيانات التقنية الأساسية، أرقام الأنواع، والتقييمات، وأكواد المنتج، وما إلى ذلك
  - تفاصيل استخدام الطاقة في حالات الحمل المحددة.
  - الوصف الفني.
  - التحذيرات والقيود.
  - قوائم الرسومات، وقوائم الأجزاء.
  - أكواد تعريف الوحدة.
  - الكتلة والحجم الكلي لكل عنصر نوع مُرقَّم.
  - تفاصيل مادة التغليف.
- أدلة استخدام البرمجيّات:
  - البيانات والأوصاف والتفاصيل.
    - الرسومات - الميكانيكية والإنشائية:

- الترتيبات العامة.
- الرسومات التفصيلية المبدئية.

- الرسومات: الكهربية والإلكترونية:
  - الرسوم التخطيطية للنظام والمخططات البيانية للدوائر والأسلاك.
- تعليمات التركيب:
  - تعليمات شاملة (تتضمن رسومات للتجميع في الموقع) للتركيب والربط الصحيح لجميع أجزاء المعدات، للاحتفاظ بها للأغراض المرجعية.
  - التعليمات المتعلقة بكل عنصر من المعدات يُحتمل أن يتم تركيبه منفصلًا.
- تعليمات الفحص الأوّلي:
  - تفاصيل إعداد العناوين، ومعلمات التشغيل، ونطاقات التحكم والحدود، وما إلى ذلك
  - إجراءات الفحص الأوّلي واختباراته.
- تعليمات التشغيل:
  - إجراءات للتشغيل العادي.
- تعليمات الصيانة:
  - تفاصيل الصيانة الروتينية
  - تعليمات التنظيف
  - مخططات استكشاف الأخطاء وإصلاحها واستشعار الأعطال.
  - بطاقات أو كتيبات معلومات الصيانة.

يجب تقديم رسومات التصميم التفصيلية والحسابات الهيكلية لكل نوع من أنواع الأعمدة، أو القناطر أو الهياكل المستخدمة لتثبيت معدات أنظمة النقل الذكية إلى الجهة المُختصة والسلطات الحكومية للموافقة عليها مثل وزارة الشؤون البلدية والقروية ووزارة الداخلية (ويتعين ذلك أكثر في الأمور المتعلقة بالاتصال والأمن والدوائر التلفزيونية المغلقة).

يجب أن توضح الرسومات مواصفات المواد والتشطيبات لكل عنصر من عناصر المعدات المقترحة للاستخدام. كما ينبغي تحديد جميع أنواع اللحام في رسومات التصميم والإنشاء.

يجب تقديم التصميم المقترح للأساسات لكل نوع من أنواع الأعمدة، أو القناطر، أو الهياكل، بما في ذلك حسابات التصميم والرسومات، إلى الجهة المُختصة والسلطات الحكومية و/أو للممثل المعين من أجل الموافقة عليها.

يجب تقديم الرسومات البيانية التوضيحية للطاقة لكل التركيبات إلى الجهة المُختصة والسلطات الحكومية و/أو الممثل المرشح للموافقة عليها.

يجب تقديم الرسومات التوضيحية التخطيطية للاتصالات السلكية واللاسلكية إلى الجهة المُختصة والسلطات الحكومية للموافقة عليها. يجب أن يتضمن مخطط الاتصالات جميع الانظمة، والانظمة الفرعية، والمكونات بما في ذلك التوصيلات بأجهزة المودم والأجهزة والوصول إلى الاتصالات والشبكة الرئيسة.

يجب النظر في رسومات السجل المبنية على أساس التصميم وتقديمها خلال جميع مراحل المشروع.

يجب ترتيب الوثائق لتجنب التكرار غير الضروري. ويجب إبراز الموضوعات التي يحتمل أن يرجع إليها المستخدم النهائي بشكل متكرر (مثل تعليمات التركيب، والفحص الأوّلي، والتشغيل، والصيانة). وكما هو معروف أن حجم الوثائق والرسومات التي ينبغي أن تُقدم سيتباين بشكل كبير اعتمادًا على مدى تعقيد المعدات التي يتم توفيرها (يتراوح ما بين ملف ذو حلقات دائرية واحد ويصل إلى عدة مجلدات)، ويجب استشارة الجهة المُختصة والهيئات الحكومية للحصول على موافقتها على طريقة عرض الوثائق التي سيتم تقديمها وتصميمها.

يجب أن تفي جميع معدات أنظمة النقل الذكية، كحد أدنى، بجميع المتطلبات المدرجة في هذه المواصفات. وقد تتيح التطورات التكنولوجية المستقبلية توفير معدات أنظمة النقل الذكية التي تتجاوز الحد الأدنى من المتطلبات الواردة في هذه المواصفات.

بالنسبة لمعدات أنظمة النقل الذكي، ينبغي الالتزام بنظام جودة يتوافق مع مواصفات (ISO ٩٠٠١)، وتكون معتمدة -حسب الاقتضاء- لأنشطة تصميم معدات أنظمة النقل الذكي -التي يتم توريدها- وتطويرها وإنتاجها ما لم تتفق الجهة المُختصة والسلطات الحكومية على خلاف ذلك. وينبغي أن يغطي نظام الجودة جميع المواقع التي تتم فيها هذه الأنشطة بلا استثناء.

إلى جانب المتطلبات الموضحة، ينبغي كذلك الالتزام بالمتطلبات التالية:

١- ينبغي أن يتوافق تصميم جميع التركيبات الكهربائية وتركيبها مع متطلبات الشركة السعودية للكهرباء والمواصفات ذات الصلة من (SASO).
٢- يجب أن تورّد جميع معدات أنظمة النقل الذكية بما يتوافق مع مواصفات أنظمة النقل الذكية التي تحددها الجهة المُختصة والسلطات الحكومية.
٣- بالنسبة لأيٍ من معدات تركيب أنظمة النقل الذكي الموجودة في الإنشاءات القائمة، يجب - في مرحلة التصميم- تقديم تحليل للهيكل لضمان عدم ضعف الهيكل بسبب المعدات الإضافية. ويجب إسناد هذا التحليل إلى محترف مؤهلًا تأهيلًا كاملًا لهذه المهمة ويجب تقديم أوراق اعتماده إلى الجهة المختصة والسلطات الحكومية للموافقة.

٧-٥ المتطلبات الوظيفية

٧-٥-١ الطاقة

باستثناء حالات محددة، يجب مراعاة توافق جميع المعدات -في مرحلة التصميم- مع المواصفات أدناه فيما يخص الطاقة سواء من

- تيار أحادي الطور ٢٣٠ فولت بتيار متردد، ٦٠ هرتز.
- تيار ثلاثي الطور ٤٠٠ فولت بتيار متردد، ٦٠ هرتز.

يجب أن تتضمن الحاويات الكهربية لأنظمة النقل الذكي أنظمة فرعية لتوزيع الكهرباء لكل مصدر طاقة إلى جميع المكونات الواردة في المرفق ومعدات أنظمة النقل الذكي ذات الصلة. وينبغي أن يكون حجم قواطع الدائرة الكهربائية مناسبًا للأحمال المتوقعة لمعدات أنظمة النقل الذكي ويفي بمتطلبات الكود الكهربائي.

يجب أن يتم توفير جميع المعدات الكهربائية والكابلات وفقاً للمواصفات (IEC 60364 و(KSA-1526) (SBC-1439 ومواصفات (SASO). يجب على المصممين الاستفادة، بقدر الإمكان والمناسب، من القواعد الفنية المحلية الحالية والأدلة وأفضل الممارسات التي أثبتت نجاحها (على سبيل المثال، الأدلة التوجيهية الهندسية للهيئة الملكية للجبيل وينبع، ٢٠٢٠).

يجب تغذية لوحة توزيع الطاقة مباشرةً من قاطع الدائرة الرئيس عند النقطة الكهربائية للخدمة. ويجب أن تتضمن مجموعة توزيع القدرة الكهربائية واجهة وتوصيلًا بمصدر الطاقة غير المنقطع (في حال توفره). ويجب توصيل مجموعة القدرة بنظام التأريض.

يجب أن تشتمل الحاوية على مقبس طاقة مزدوج ذو ٣ سنون ١٣ أمبير ٢٣٠ فولت تيار متردد ومقبس كهربائي ملائم للمواصفة (على سبيل المثال، الأدلة التوجيهية الهندسية للهيئة الملكية للجبيل وينبع، ٢٠٢٠). ويجب أن يتم تركيب مقابس الطاقة بما يتوافق مع المواصفات القياسية (IEC ٦٠٣٦٤).

يجب توفير مثبط زيادة الجهد العابر (TVSS) لكل توصيل كابل خارجي والذي ينتهي عند أي عنصر من عناصر المعدات الخارجية المكشوفة، أو يتم توجيهه عبر منطقة مفتوحة. يتم تصنيف مثبط زيادة الجهد العابر وفقًا للمواصفات التالية:

- (IEEE C62.41 CLASS A)
- (EN ٦٢٣٠٥)

يجب أن يكون مثبط زيادة الجهد العابر قادرًا على التعامل مع تيار عطل ٣٠KA بحد أدنى. ويجب اتخاذ التدابير اللازمة لحماية التأريض ودرع/صفيحة الكابلات المحورية ومثبط زيادة الجهد العابر لكل موصل إشارة.

ينبغي أن تستعيد معدات أنظمة النقل الذكي تلقائيًا الوظائف التشغيلية الكاملة عند استعادة منبع القدرة الكهربية ذي الصلة، دون الحاجة إلى التدخل اليدوي.

عند الحاجة إلى محوّل طاقة للحصول على استخدام مخصص لأحد الأجهزة، فيجب تصميم وحدة طاقة تناسب العمليات المستمرة طويلة الأجل في نطاق درجة الحرارة للجهاز الإلكتروني ذي الصلة. ويجب توفير نقطة نهاية مخصصة للإمداد بالطاقة لكل وحدة طاقة، بما في ذلك الكتل الطرفية لتوزيع الطاقة ومقابس الطاقة. ويجب وضع اسم هوية الجهاز الإلكتروني المتوافق على نقاط النهاية.

يجب توفير مجموعة واحدة من المنصهرات الاحتياطية المناسبة لكل جهاز في حاوية أنظمة النقل الذكي ذات الصلة. ويجب أن يكون عدد الوحدات الاحتياطية مساويًا لما نسبته ١٠ بالمائة من الكمية المستخدمة، ولا يقل في أي حال عن وحدتين من كل نوع وكل حجم.

يجب أن يتوافق التأريض لجميع المعدات مع المواصفات القياسية التالية:

- IEC ٦٠٣٦٤.
- IEC ٦٢٣٠٥.

يجب أن يكون نوع مصدر الطاقة موافقًا للمذكرة الفنية الخاصة بمتطلبات مصادر التيار الكهربائي لأنظمة النقل الذكي.

يجب استخدام بيانات تحميل الطاقة في أسوأ الحالات لتصميم أحجام الموصّلات الكهربائية. ويجب تقديم هذه البيانات للجهة المختصة والسلطات الحكومية للموافقة عليها.

يجب توفير مصدر طاقة غير منقطع عند اللزوم في وثائق مشروع التصميم التفصيلي.

يجب أن يتوافق مصدر الطاقة غير المنقطع مع المواصفات القياسية (IEC ٦٢٠٤٠).

يجب توفير تهوية كافية لمكونات بطارية مصدر الطاقة غير المنقطع.

يجب مراعاة توفير حماية مناسبة للدائرة القصيرة وجهاز التيار المتبقي بما يتوافق مع الخصائص التشغيلية وخصائص الأعطال المحددة لمصدر الطاقة غير المنقطع.

ما لم يُنص على خلاف ذلك في الرسومات و/أو المواصفات التفصيلية لتصميم المشروع، يجب توفير مصدر طاقة غير منقطع بحد أدنى أربعة (٤) ساعات احتياطية لجميع معدات أنظمة النقل الذكي ومواقع أجهزة الاتصالات.

يجب توفير مفتاح نقل تلقائي للطاقة (APTS) بداخل الحاوية الكهربية المثبتة على الأرض لأنظمة النقل الذكي والتي تنقل الطاقة من أحد المصادر الخارجية إلى نظام التوزيع الكهربائي. وينبغي أن يقوم مفتاح النقل التلقائي للطاقة بمراقبة حالة مصدر الطاقة الأساسي ونقل التوصيل بالتيار الكهربائي إلى مصدر الطاقة الثانوي عندما يتعطل مصدر الطاقة الأساسي أو يتراجع أداؤه. كما يجب توفير مفتاح النقل التلقائي للطاقة مزودًا بوسيلة تتيح التشغيل في الوضع اليدوي.

يجب أن يكون مفتاح النقل التلقائي للطاقة قادرًا على التوصيل بنظام الطاقة الداخلي، من المصدر الأساسي للطاقة، إلى المصدر الثانوي للطاقة خلال دورة طاقة رئيسة واحدة (أقل من ٢٠ مللي ثانية).

ويجب توفير المعدات الإضافية اللازمة للتخلص من التأخير في مصادر الطاقة والتي قد يؤدي إلى إعادة تشغيل معدات أنظمة النقل الذكي.

يجب أن تنتهي كل خطوط الإمداد بالطاقة الخارجية عند مفتاح النقل التلقائي للطاقة.

٧-٥-٢ متطلبات تصميم الأجهزة

وفقًا للتصميم، سيكون لمعدات أنظمة النقل الذكي -غير الموجودة في حاوية المعدات المثبتة على الأرض- متطلبات تبييت محددة وفقًا للموقع، وظروف الطقس، والاهتزاز الناجم عن المركبات التي على الطرق. ويتم تضمين التفاصيل العامة في الأقسام أدناه ذات الصلة بكل نوع من أنواع معدات أنظمة النقل الذكية.

٧-٥-٢-١ ترتيبات التثبيت

يجب أن تتوافق جميع ترتيبات تثبيت معدات أنظمة النقل الذكي مع متطلبات هذه المعدات على النحو المفصل في هذه المواصفات والرسومات التفصيلية للتصميم.

٧-٥-٢-٢ حاويات المعدات المثبتة على الأرض

يجب أن تحتوي الحاوية المثبتة على الأرض على معدات الاتصالات، ومعدات الطاقة، والمعدات الأخرى ذات الصلة اللازمة لتشغيل معدات أنظمة النقل الذكي، على النحو الموضح في الرسومات التفصيلية لتصميم المشروع.

تستوعب العلبة المثبتة على الأرض المعدات في بيئة متوافقة مع فئة ٤,٢H بالمواصفة (ETSI EN ٣٠٠ ٠١٩-١-٤). ويجب أن تستمر المعدات تعمل ضمن معلمات تشغيلها العادية في هذه البيئة، بغض النظر عن الموقع.

وينبغي أن تكون الحاوية المثبتة على الأرض مقاومة للتقلبات الجوية ومتوافقة مع مواصفات (ETSI) (EN ٣٠٠ ٠١٩) و(EN 60529) ومعدل حماية من المواد الدخيلة (IP٦٥) كحد أنى. وعند الحاجة لاختراق الحاوية المثبتة على الأرض، لتسهيل تركيب الكابلات مثلًا، يجب اتخاذ التدابير اللازمة لهذا الاختراق/الاختراقات للحفاظ على معدل حماية الحاوية.

يجب أن تشتمل الحاوية على آليات إقفال متعددة النقاط وقفلين كحد أدنى.

وينبغي أن يكون باب كل حاوية مزودًا بحاجز باب قابل للتعديل لإبقاء الباب مفتوحًا.

يجب توفير ملصقات التحذير لجميع اللوحات الكهربائية وفقًا للمواصفة (IEC ٦٠٣٦٤). ويجب توفير معلومات تحديد هوية الأصول بخارج الحاوية ويجب أن تكون مقاومة للتقلبات الجوية. ويجب تقديم معلومات تحديد هوية الأصول من جانب الجهة المُختصة والسلطات الحكومية في وقت الفحص الأوّلي.

يجب تسمية جميع الموصلات الداخلية، والمكونات، وأطراف الأسلاك المثبتة في الحاوية بما يتوافق مع رسومات التصميم.

يجب توفير الرفوف والحاملات في الحاوية لتثبيت المعدات حسب الحاجة، بما في ذلك أجهزة الاتصال السلكي واللاسلكي ومجموعات الطاقة. يجب أن يكون الرف متوافقًا مع المعيار:

- IEC ٦٠٢٩٧ أو
- DIN ٤١٤٩٤ (أو المعيار الدولي المعادل المعتمد).

يجب أن تكون الرفوف الحاملة قادرة على تحمل حمولة ثابتة تبلغ ١٠ كجم. وبالنسبة لجميع الحاويات التي تستخدم خدمات شبكات الاتصالات من مزود شبكات الاتصالات، يجب توفير مسافة تثبيت اسمية قدرها ٢٠٠ مم × ٣٠٠ مم × ٧٥ مم لوحدات الواجهة التي يستخدمها مزود الخدمة. ويجب أن يتوفر بالحاوية وعاء إضافي محمي بمصهر، أو قاطع ويُدار بمصدر طاقة غير منقطع ليفي بمتطلبات الطاقة ذات الصلة.

يجب أن تتضمن الحاوية المثبتة على الأرض تركيبات إنارة فلوريسنت، بحد أدنى ١٦ واط، مزودة بعدسة، أو درع، وبادئ تشغيل لمبة فلوريسنت عالي الكفاءة يبدأ التشغيل بسرعة.

يجب تثبيت الوحدات التي ستُثبت على الأرض على أساس خرساني؛ وفقًا لفئة، وأبعاد الخرسانة الموضحة في الرسومات التفصيلية؛ لتصميم المشروع. مع تضمين رافع خزانة عندما توضع الخزانة تحت مستوى الأرض؛ للحماية من هجوم الماء.

٧-٥-٣ الاختبار:

٧-٥-٣-١ الاختبار العام:

خلال مرحلة التصميم، والوثائق المقدمة المتعلقة بمرفق الاختبار المكلف بإجراء اختبارات التوافق البيئي، أو الكهرومغناطيسي، أو اختبارات الأداء البصري، أو اختبار السلامة لمعدات الاتصالات، يجب أن يُراعى الحصول على شهادة (ISO/IEC ١٧٠٢٥) من هيئة إصدار شهادات تتوافق مع المواصفة (IEC ١٧٠١١). ويجب تضمين النقاط التالية.

يجب أن تطبق أنظمة الجودة المتعلقة بتصميم البرمجيات، وتطويرها، واختبارها، وتوريدها، وصيانتها توجيهات المواصفات القياسية (ISO ٩٠٠٠-٣).

يُعيّن موفر معدات أنظمة النقل الذكي؛ لإجراء أي اختبارات / أو اعتماد للمعدات اللازمة؛ لاستيفاء، أو إثبات الامتثال للمعدات، والمتطلبات القانونية، أو التنظيمية.

يجب تعيين موفر معدات أنظمة النقل الذكي؛ لقبول المسؤولية الكاملة عن الجودة المرضية، والتصميم، وجودة تصنيع معدات أنظمة النقل الذكي، التي توافرت، وكل جزء من النظام والمعدات، سواء تم تصنيعها، أو توفيرها لموفر معدات أنظمة النقل الذكية من قبل شركاء سلسلة التوريد، وما إذا كان ذلك محددًا، أو تمت الموافقة عليها بالاسم، أم لا.

ينبغي توفير الوثائق التي تبين بالتفصيل الجدول الزمني المقترح للاختبارات المقرر تنفيذها في كل مرحلة من مراحل عملية الاختبارات لجميع معدات أنظمة النقل الذكي. وبحد أدنى، يجب أن تشتمل الاختبارات على اختبارات قبول الانتاج (PAT)، واختبارات قبول الموقع (SAT)، واختبارات تكامل النظام (SIT).

يلزم توفير إجراءات الاختبار، وقوائم المراجعة، ونماذج الاختبار، وأوراق ملخص البيانات لكل عنصر. وينبغي أن تتضمن إجراءات الاختبار المقترحة وصفًا لموضوعات الاختبار، ومقاييس النجاح / الفشل القابلة للتطبيق، وطريقة الاختبار المخطط لها ومعدات الاختبار، المخطط لها، وأدواته. ويجب ذكر الاختبارات التي أجريت في حضور الجهة المُختصة والسلطات الحكومية.

انظر الأقسام الفرعية ذات الصلة أدناه؛ للاطلاع على وصف تفصيلي لكل نوع من الاختبارات، ومشتملاته.

٧-٥-٣-٢ اختبارات قبول الإنتاج (PAT):

أثناء التصميم، يجب وصف إجراءات اختبارات قبول الإنتاج (PAT) لمنشأة موفري معدات أنظمة النقل الذكي، وتفي معدات أنظمة النقل الذكي بالمتطلبات الموضحة في رسومات / أو مواصفات تصميم المشروع التفصيلية، ويجب تضمين النقاط التالية. وإذا طلبت الجهة المُختصة والسلطات الحكومية، ينبغي على موفر معدات أنظمة النقل الذكي توفير موظفين لمراقبة اختبارات قبول الإنتاج شخصيًا، قبل شحن المعدات.

ينبغي إجراء اختبارات قبول الإنتاج؛ باستخدام جداول الاختبار المتفق عليها من قبل الجهة المُختصة والسلطات الحكومية، قبل أربعة أسابيع -على الأقل- من بدء الاختبار.

ويجب أن تؤكد اختبارات قبول الإنتاج على الامتثال لهذه المواصفات الفنية، وتثبت التوصيل الصحيح، والتعامل مع الخطأ مع الأنظمة الخارجية الأخرى.

يلزم تقديم نتائج جميع الاختبارات التي تجريها أي جهة مُصنِّعة -سواء شهدتها الجهة المُختصة والسلطات الحكومية، أم لم تشهدها- في غضون ٥ أيام عمل من تاريخ الاختبار؛ لمراجعة النتائج، والموافقة عليها.

ينبغي ألا تُشحن المعدات دون موافقة الجهة المُختصة والسلطات الحكومية على تقارير اختبارات قبول الإنتاج ذات الصلة.

٧-٥-٣-٣ اختبار قبول المصنع (FAT):

أثناء مرحلة التصميم، يجب وصف إجراءات اختبار قبول المصنع (FAT)؛ للتأكد من أن معدات أنظمة النقل الذكي قد استوفت الأداء الوظيفي المطلوب، والسلامة، والجودة، وتفي بجميع المواصفات التعاقدية، ويجب تضمين النقاط التالية.

يجب تنفيذ اختبار قبول المصنع على المعدات المقرر شحنها إلى الجهة المُختصة والسلطات الحكومية؛ للوفاء بمتطلباتها التشغيلية، والتأكد من أنها ليست منتجات بديلة.

يجب أن تتضمن إجراءات اختبار قبول المصنع الموضحة في التصميم ما يلي:

- إثبات الأداء الوظيفي، والجودة، والنزاهة من خلال عملية فحص شاملة؛ للمقارنة بمواصفات المنتج.

- التحقق من جميع الوثائق بالغة الأهمية (كتيبات، تعليمات، خطط، رسومات)؛ للتأكد من أنها تعكس بدقة المتطلبات وتشغيل المعدات
- أداء المعدات كما هو متوقع ضمن النطاق القابل للاختبار للظروف المتوقعة، بما في ذلك سوء الاستخدام، والأخطاء.

مع مراعاة أنه ينبغي أن تشهد الجهة المُختصة والسلطات الحكومية اختبار قبول المصنع.

أما في وصف الإجراءات، يجب أن يكون اختبار قبول المصنع ملائمًا للمنتج، الذي اختُبر؛ ولكن يجب أن يتضمن الاختبار ما يلي كحد أدنى هذه الأمور:

- الفحص، واختبار ما قبل الفحص.
- التكوين المسبق للإعدادات، والبرمجيّات.
- إعداد سجل الاختبار.
- مراجعة المخططات، والوثائق.
- اختبار الواجهة.
- اختبار الاتصال الكامل.
- دورة كاملة من التشغيل، وتسجيل الدخول، وتسجيل الخروج، وإيقاف التشغيل.

وصف حالة فشل الاختبار لأي سبب من الأسباب، وتحليل موفر المعدات للعيب. وإذا صُنّف العيب على أنه متعذر الحل، فيجب أن يُسجّل استثناء في سجل الاختبار. وفي نهاية اختبار قبول المصنع، يجب تقييم الاختبارات الكاملة من جانب فريق إجراء الاختبار، بما ذلك تقييم أي حالات فشل حدثت في الاختبار. ويجب الاتفاق في اجتماع التقييم على طبيعة أي عيوب تُواجه وتُناقش إذا كان يجب الاستمرار في تطبيق اختبار قبول المصنع.

يجب مراعاة اتخاذ أحد الإجراءات التالية؛ بناءً على إجراءات التصميم الموصوفة؛ واعتمادًا على درجة العيب:

- يمكن استكمال اختبار قبول المصنع إذا كانت العيوب بسيطة، ويجب عدّ النظام مقبولًا، بشرط إصلاح العيب في الضمان. كما يجب تكرار اختبار قبول المصنع على إصدار جديد للنظام يتضمن إصلاحًا للعيب.
- يجب تكرار اختبار العيوب التي ظهرت في الاختبار، وكان سببها خطأ في إجراء الاختبار، أو خطأ المشغل. ويمكن إعادة الاختبار على الفور؛ إذا اكتُشف الخطأ في وقت إجراء اختبار قبول المصنع.
- ينبغي أن يتبع استشعار عيوب جوهرية أثناء اختبار قبول المصنع اتخاذ قرار بإلغاء الاختبار، وتحديد موعد آخر؛ لإجرائه ريثما يُصلح موفر المعدات العيب بشكل مناسب.
- يجب تكرار اختبارات قبول المصنع المحددة لاختبارات قبول الموقع (SAT).

٧-٥-٣-٤ اختبارات قبول الموقع (SAT)

أثناء مرحلة التصميم، يجب وصف إجراءات اختبار قبول الموقع (SAT)؛ للتأكد من أن معدات أنظمة النقل الذكي قد استوفت الأداء الوظيفي المطلوب، والسلامة، والجودة، وتفي بجميع المواصفات التعاقدية، ويجب تضمين النقاط التالية.

بعد تركيب المعدات، ولكن قبل الربط بأنظمة النقل الذكي وأنظمتها الفرعية الأخرى، يجب إجراء قبول الموقع على كل قطعة من المعدات، كما يجب أن يشهد الاختبار في الجهة المُختصة.

ينبغي أن يستخدم الاختبار جميع العمليات الوظيفية المستقلة (غير المتصلة بالشبكة) لمعدات أنظمة النقل الذكي، والمكونات الإضافية المثبتة، ويجب أن يُثبت التوافق مع المتطلبات الموضحة في المواصفات التفصيلية؛ لتصميم المشروع، ومواصفات الشركة المُصنِّعة.

يتعين على موفر معدات أنظمة النقل الذكي ضمان توفير معدات الاختبار المطلوبة؛ لإجراء اختبار قبول الموقع، بما في ذلك جهاز حاسوب محمول، وبرمجيّات الاختبار.

إذا فشلت أيٌّ من معدات أنظمة النقل الذكي، أو المكون الإضافي في اجتياز اختبار قبول الموقع أكثر من مرتين، فيجب توفير معدات أنظمة نقل ذكي جديدة، أو مكون إضافي جديد من الشركة المصنعة نفسها، والطراز نفسه، ويجب تكرار اختبار قبول الموقع بأكمله؛ حتى يثبت نجاحه.

يجب إجراء اختبار قبول الموقع على كل قطعة من معدات أنظمة النقل الذكي، والمكونات الإضافية بلا استثناء.

لا يجوز منح تمديدات في الوقت؛ لإجراء اختبار قبول الموقع بسبب أي فشل. ويجب إصلاح حالات الفشل، التي ظهرت في اختبار قبول الموقع، دون أن تتحمل الجهة المُختصة والسلطات الحكومية أي تكلفة إضافية.

٧-٥-٣-٥ اختبارات تكامل النظام (SIT):

أثناء مرحلة التصميم، يجب وصف إجراءات اختبارات تكامل النظام (SIT)؛ للتأكد من أن معدات أنظمة النقل الذكي قد استوفت الأداء الوظيفي المطلوب والسلامة والجودة، وتفي بجميع المواصفات التعاقدية، ويجب تضمين النقاط التالية.

كما يجب أن تتضمن اختبارات تكامل النظام الأجزاء التي يمكن إدارتها عبر الشبكة في النظام الخاص بأنظمة النقل الذكي. ويجب أن يبدأ اختبار تكامل النظام بعد اكتمال المراحل السابقة من الاختبارات بنجاح (أي اختبارات قبول الإنتاج، واختبارات قبول الموقع) وقبول الجهة المُختصة والسلطات الحكومية لنتائج هذه الاختبارات. ومتى أمكن ذلك يجب إجراء اختبار تكامل النظام خلال أقسى فترة بيئية، مهيئة لتلك المعدات بعينها. وسيتم الاتفاق على مدة إجراء اختبار تكامل النظام مع الجهة المُختصة والسلطات الحكومية قبل البدء.

في حال فشل نظام، أو نظام فرعي، أو معدات أنظمة النقل الذكي، أو أي مكون إضافي، باستثناء العناصر الاستهلاكية مثل المصاهر، فيجب إيقاف تشغيل المشروع لأغراض اختبار وتصحيح أوجه القصور المحددة (إيقاف تشغيل النظام). ويُعرَّف إيقاف تشغيل النظام بأنه أي حالة تؤدي، - نتيجة العمل الذي يقوم به المقاول- إلى إيقاف تشغيل المشروع، أو أي نظام، أو نظام فرعي، أو معدات أنظمة النقل الذكي، أو مكون إضافي لها.

يجب إعادة بدء إجراءات اختبار تكامل النظام بعد إصلاح أوجه القصور المحددة.

إذا تجاوز العدد الإجمالي لمرات إيقاف تشغيل النظام عن ثلاثة (٣) مرات؛ بسبب النظام نفسه، أو النظام الفرعي نفسه، أو معدات أنظمة النقل الذكي نفسها، أو المكونات الإضافية نفسها.

- فيجب استبعاد النظام، أو النظام الفرعي، أو معدات أنظمة النقل الذكي، أو المكونات الإضافية، وتوفير وحدة أخرى جديدة غير مستعملة بدلًا منها.
- يجب إجراء جميع اختبارات قبول الإنتاج، واختبارات قبول الموقع، وفقًا لما تراه الجهة المُختصة والسلطات الحكومية ضروريًا، ويجب إعادة بدء إجراءات اختبارات تكامل النظام؛ بناءً على موافقة خطية من الجهة المُختصة والسلطات الحكومية.

لا يجوز منح تمديدات في الوقت لإجراء اختبار تكامل النظام بسبب أي فشل. ويجب إصلاح حالات الفشل التي ظهرت في اختبارات تكامل النظام، دون أن تتحمل الجهة المُختصة والسلطات الحكومية أي تكلفة إضافية.

وعند الانتهاء بنجاح من اختبار تكامل النظام، وتسليم جميع التقديمات، والاختبارات والتدريب، والوثائق المطلوبة بنجاح إلى الجهة المُختصة والسلطات الحكومية، والموافقة عليها، يجب على الجهة المُختصة والسلطات الحكومية تقديم إشعار كتابي بالموافقة النهائية.

٧-٥-٣-٦ التكامل:

أثناء مرحلة التصميم، يجب وصف إجراءات اختبارات تكامل الأنظمة؛ للتأكد من أن معدات أنظمة النقل الذكي قد استوفت الأداء الوظيفي المطلوب، والسلامة، والجودة، وتفي بجميع المواصفات التعاقدية، ويجب تضمين النقاط التالية.

يجب تنسيق أنشطة التكامل لمشروع أنظمة النقل الذكي، وتنفيذها بحيث تتكامل جميع الأنظمة، والأنظمة الفرعية، ومعدات أنظمة النقل الذكية، والمكونات الإضافية مع أجهزة غرفة التحكم المركزية، ووفقًا للمواصفات التفصيلية لتصميم المشروع.

يجب تنسيق جميع أنشطة التكامل مع الجهة المُختصة والسلطات الحكومية قبل البدء في أي أنشطة تكامل، ويُتفق عليها؛ وفقًا لبرنامج المشروع.

يجب أن تتضمن أنشطة التكامل عقد الاتصالات السلكية، واللاسلكية (أي محولات شبكة الإيثرنت المُدارة)، مع شبكة اتصالات الإيثرنت التي تعمل الألياف البصرية الحالية / أو المقترحة؛ لتصميم، وربط مشروع أنظمة النقل الذكي.

يجب أن تتولى غرفة التحكم أمر إدارة جميع معدات أنظمة النقل الذكي، وتشغيلها. وقد تقرر الجهة المُختصة والسلطات الحكومية إسناد إدارة بعض المعدات، وتشغيلها إلى أطراف ثالثة مقرها في المملكة العربية السعودية -عند الضرورة-. يجب تكامل معدات أنظمة النقل الذكية على النحو المحدد في رسومات / أو مواصفات مشروع التصميم التفصيلية، مع مركز إدارة المرور.

٧-٥-٤ التدريب:

أثناء مرحلة التصميم، يجب وصف إجراءات تدريب الأنظمة؛ لتوفير المعلومات الضرورية لمعدات أنظمة النقل الذكية؛ ولتشغيل المشروع وصيانته، ويجب تضمين النقاط التالية:

يجب أن يكون التدريب مصممًا لتعريف الجهة المُختصة والسلطات الحكومية / أو مصمميها بتصميم معدات أنظمة النقل الذكية، والنظام العام، وتركيبها، وتشغيلها، وصيانتها. ويجب أن يغطي التدريب -أيضًا- الأداء الوظيفي، ونظرية التشغيل، والمعايرة، والاختبار، ومعلمات التشغيل، والأداء.

يجب إجراء التدريب المنظم الفردي بواسطة موفر معدات أنظمة النقل الذكي. كما يجب تقديم مخطط كامل للدورة التدريبية وملخص يتضمن خبرات، ومؤهلات المدربين إلى الجهة المُختصة والسلطات الحكومية؛ للموافقة عليها قبل بدء التدريب. ويمكن الجمع بين الدورات التدريبية / أو تقصيرها بموافقة الجهة المُختصة والسلطات الحكومية. ويُقدم التدريب في موقع متفق عليه مع الجهة المُختصة والسلطات الحكومية.

يجب توفير المواد التدريبية باللغتين الإنجليزية والعربية. وأن تشتمل مواد التدريب بحد أدنى على ما يلي:

- مخطط الدورة التدريبية.
- عرض تقديمي بتنسيق (Microsoft Office PowerPoint) يعرض مادة مفصلة للموضوع.
- كتيبات التشغيل والصيانة في شكل إلكتروني، وشكل مطبوع.
- معدات الاختبار، وأدواته.
- أي معلومات أخرى لازمة.

إذا قررت الجهة المُختصة والسلطات الحكومية، في أي وقت خلال الدورة التدريبية، أن الدورة التدريبية لا تُقدَّم بطريقة فعالة، فيجب تعليق الدورة التدريبية. ويتعين على موفر معدات أنظمة النقل الذكي إجراء التغييرات اللازمة على الدورة، وإعادة تقديم المواد التدريبية المطلوبة؛ للموافقة عليها، وإعادة جدولة الدورة التدريبية.

٧-٥-٥ متطلبات برمجيّات الحاسوب:

أثناء مرحلة التصميم، يجب وصف التعليمات الخاصة بالبرمجيّات المكتوبة، أو المعدلة للأنظمة؛ لتوفير المتطلبات الضرورية للجهة المختصة والسلطات الحكومية؛ ليتم تطبيقها؛ لتمكين الطرف الثالث في المشروع من إجراء أي تعديل للبرمجيّات. ويجب تضمين النقاط التالية في التعليمات الواردة في التصميم.

يجب كتابة البرمجيّات التي طُورت بلغة عالية المستوى، مبنية على شكل بلوكات، ومتفق عليها مع الجهة المُختصة والسلطات الحكومية. ويجب ألا تُستخدم اللغات منخفضة المستوى، إلا بالاتفاق مع الجهة المُختصة والسلطات الحكومية، وذلك عندما توجد قيود كبيرة -يمكن إثباتها- تتعلق بالتوقيت، أو توفر مساحة على النظام، أو عندما يكون التوافق مع أي برمجيّات موجودة من شأنه أن يوفر الصيانة، أو مسمات التطوير في المستقبل. وستحدد -أيضًا- مواصفات ترميز البرمجيّات في كل حالة. كما يجب أن تكون اللغات المستخدمة واسعة الانتشار؛ بما يكفي للسماح بالحصول على دعم الصيانة من طرف ثالث بسهولة.

يجب الاتفاق مع الجهة المُختصة والسلطات الحكومية بشأن الوسيط المستخدم؛ لتخزين البرمجيّات وتحميلها. ويجب أن يكون الوسيط مناسبًا للطريقة التي يُحتمل معالجة البرمجيّات بها، وتخزينها، ويجب ألا يتطلب ظروفًا بيئية يُتحكم فيها عن كثب.

يجب أن تضمن المنهجية المستخدمة لتطوير البرمجيات المعيارية.

يتعين على موفر معدات أنظمة النقل الذكي ضمان الحفاظ على بيئة التطوير بشكل مناسب طوال عمر المنتج، وإصدار أدوات ومنصات البرمجيّات الضرورية للجهة المختصة والسلطات الحكومية دون أي تكلفة إضافية.

يجب إنتاج جميع الوثائق، والرسوم البيانية (بما في ذلك مخططات البرمجيّات، أو مخرجات الأداة الآلية)، والمواصفات وفقًا لمواصفات معترف بها، وبخلاف المواضع التي يُتفق فيها على مواصفات أخرى، ويجب أن تستخدم الاصطلاحات والرموز، والمصطلحات المحددة في المواصفات الأوروبية، أو الدولية المناسبة.

يجب أن تكون هناك مجموعتان -على الأقل- من جميع برمجيّات المصدر يُحتفظ بها على الوسيط المتفق عليه. ولأسباب تتعلق بالأمان، يجب الاحتفاظ بمجموعة بعيدة عن المجموعة (المجموعات) الأخرى، وتحديثها بانتظام عند إجراء التغييرات. بموجب اتفاق يجوز للجهة المختصة والسلطات الحكومية الاحتفاظ بمجموعة واحدة.

يجب أن يوفر مزود معدات أنظمة النقل الذكي مجموعتين -على الأقل- من جميع البرمجيّات التشغيلية بما في ذلك -عند الضرورة- ، البيانات والبرمجيّات الخاصة بالموقع، والمحتفظ بها في ذاكرة قراءة فقط قابلة للبرمجة (PROMS) / وذاكرة قابلة؛ لإعادة البرمجة للقراءة فقط (EPROMS).

يجب تحديد جميع البرمجيّات المقدمة بوضوح، وتضمين تفاصيل المشكلة المناسبة، وتاريخها.

يجب أن تتضمن الوثائق المقدمة توضيحات كاملة تبين رقم الإصدار، والتاريخ، ومرجع القسم، ويجب أن تتضمن ما يلي:

- وصف موجز للوظيفة العامة للبرنامج.
- تفاصيل أجهزة الحاسوب الخاصة بالنظام، التي ثُبّت البرنامج عليها، وأي منتجات برمجية مسجلة الملكية مستخدمة، بما في ذلك قواعد البيانات، وأنظمة التشغيل، وحالة الإصدار / النسخة الخاصة بها.
- قائمة كاملة بجميع الوحدات الموجودة في البرنامج، وكذلك توضيح نسبة الإشغال على أشكال التخزين المختلفة لكل وحدة وقدر التخزين المتاح للتوسع.
- وصف تفصيلي لبنية نظام البرنامج.
- تعليمات تشغيل واضحة.

بالإضافة إلى ذلك، وبالنسبة لكل وحدة، يجب أن تتضمن الوثائق التي ينبغي مراعاة توفرها ما يلي:

- وصف لتشغيل الوحدة بتفاصيل كافية؛ لتمكين مبرمجي الطرف الثالث من استخدام المخططات الانسيابية للوحدة، وقوائمها لتعديلها.

- مخططات انسيابية مفصلة، أو أوصاف، وقوائم أخرى معادلة، مع تعليقات كافية؛ لتعزيز سهولة الفهم.
- تفاصيل التفاعل مع الوحدات الأخرى في نظام البرنامج.
- كل منطقة بيانات، أو معرّف تستخدمه الوحدة (يمكن تضمين هذه المعلومات في القوائم).
- شكل من أشكال التعيين يشير إلى حالة التعديل، أو رقم الإصدار الخاص بالوحدة.

يجب أن تتضمن الوثائق تفاصيل عن جميع أدوات تطوير البرمجيّات المستخدمة لتصميم البرمجيّات، واختبار التطوير، والقبول، وإدارة التكوين، والتطبيق. ويجب أن يوضح ذلك أيضًا حالة الإصدار (لأغراض التوافق).

٧-٥-٦ أمن المعلومات:

أثناء مرحلة التصميم، يجب تقديم التعليمات إلى بائعي معدات أنظمة النقل الذكي؛ للتأكد من أن معدات أنظمة النقل الذكي، التي تُوفر تعمل بطريقة آمنة فيما يتعلق بسياسة أمان المعلومات الخاصة بالجهة المختصة والسلطات الحكومية لإدارة المخاطر المتعلقة بالمعلومات الواردة من أجهزة أنظمة النقل الذكية، التي تُوصل بشبكات الاتصالات التابعة للجهة المختصة والسلطات الحكومية. وتوفر سياسة أمان المعلومات الخاصة بالجهة المختصة والسلطات الحكومية هيكلًا؛ للوفاء بالالتزامات؛ ولحماية التقنية التشغيلية الخاصة بها، ولتقليل مخاطر السمعة لعملياتها التجارية.

يهدف معيار تكامل المعدات (EIS) إلى تحقيق ذلك من خلال توفير آلية لمنظمات موفري معدات أنظمة النقل الذكي؛ لتقييم وتوثيق، ومعالجة، وإدارة مخاطر أمان المعلومات، التي تقدمها أجهزتهم عند الاتصال بشبكة اتصالات أنظمة النقل الذكي. بهذه الطريقة، يمكن تطوير مستويات الثقة المطلوبة بين الجهة المُختصة والسلطات الحكومية، وموفري الخدمات؛ مما يسمح باستخدام أكثر فعالية للأنظمة المتكاملة.

يتعين على موفر معدات النقل الذكي المعين في وثائق التصميم أن يكون مسؤولًا عن تصميم المعدات/الحل؛ للوفاء بمتطلبات الجهة المُختصة والسلطات الحكومية فيما يتعلق بأمان المعلومات. سيُراعى إمكانية منح إذن للاتصال بشبكة الاتصالات، التي سيحتاجها موفر معدات أنظمة النقل الذكي؛ لإجراء تقييم للمخاطر يهدف إلى إثبات أن معدات أنظمة النقل الذكي، لا تمثل خطرًا على سلامة الشبكة.

٧-٥-٧ مركز إدارة المرور (TMC):

يُعد مركز إدارة المرور (TMC) مرفقًا تشغيليًا لرصد المرور على الطرق، ومراقبتها، وإدارتها من خلال استخدام الشبكات القائمة على الحاسوب المتصلة بالمعدات الموجودة على جانب الطريق. وقد تُشغل أكثر من مركز إدارة للمرور في وقت واحد.

وينبغي أن يكون مركز إدارة المرور المرفق المعني بإدارة جميع تطبيقات أنظمة النقل الذكي، والتحكم فيها. ويُقدم وصف خاص في الفقرة ٤,١,٨,٤، ((KSA 801 (MoMRAH, 2014)، التي تتحدث في هذا الموضوع. والجدير بالذكر أن نظام الاتصالات الذي تم تناوله في هذا المجلد؛ لربط مركز إدارة المرور بأنظمة النقل الذكي المنتشرة في المملكة العربية السعودية يجب ألا يعتمد تقنيات مثل (SONET، وATM)، وشبكات الحامل الضوئي؛ لأن هذه التقنيات أصبحت قديمة في الوقت الحالي. ويجب اعتماد تقنيات الألياف البصرية، والإيثرنت، وTCP/IP فيما يتعلق بشبكة الكابلات.



الشكل (٧–١) مركز إدارة النقل (FHWA, 2006).

تُنفذ إدارة الطرق من خلال مجموعة من العناصر البشرية (أي المؤسسية)، والمادية (أي التقنية). فالعناصر البشرية هي المديرون، والمشغلون الذين يخططون وظائف التحكم، ويؤدونها، أما العناصر التقنية فهي تلك الأدوات التي عادةً ما تكون أنظمة النقل الذكية، التي تساعد المشغلين في أداء وظائفهم. ويُجمع بين هذين العنصرين في مركز إدارة النقل (TMC). هذا ويُعد مركز إدارة النقل بمثابة المحور، أو المركز العصبي لمعظم أنظمة إدارة الطرق (الشكل ٧-١). ففيه تتجمع البيانات حول نظام الطرق، وتُعالج، وتُدمج مع بيانات التشغيل، والتحكم الأخرى، وتوليف تلك البيانات لإنتاج "معلومات"، تُوزع على أصحاب المصلحة، مثل: وسائل الإعلام، والجهات الأخرى والجمهور المتنقل. كما يستخدم تلك المعلومات موظفو مركز إدارة المرور؛ لمراقبة تشغيل الطرق، واقتراح إستراتيجيات التحكم، التي تؤثر على التغييرات في تشغيل شبكة الطرق. كما أنه المكان الذي يتيح للوكالات تنسيق استجاباتها تجاه حالات المرور، وأحداثه.

يُعدُّ مركز إدارة النقل "منشأة مركزية تتحكم، وتراقب، وتدير أنظمة التحكم في الشوارع السطحية، والطرق والعبور، وأنظمة التحكم في الجسور / الأنفاق داخل منطقة التحكم الخاصة بها. ولإنجاز تلك المهام، يهدف مركز إدارة النقل إلى إدارة تشغيل نظام النقل من خلال توصيل معلومات حالة السير، وإجراء التعديلات اللازمة على أنظمة التحكم المروري والعبور، وتوجيه أنشطة الاستجابة. وتُعد مراكز إدارة النقل أحد مكونات أنظمة إدارة النقل، وهي وسيلة أساسية يمكن لوكالات النقل استخدامها؛ لإدارة تدفق المرور، والاستفادة بشكل أفضل من نظام النقل الحالي. ويمكن القول بأن مراكز إدارة النقل تتعاون مع العناصر (المكونات) الأخرى داخل النظام؛ لإنجاز أهداف إدارة النقل، وغاياته. وتتضمن هذه المكونات الأجهزة الميدانية (الكاميرات، لافتات الرسائل المتغيرة، قارئات بطاقات رسم المرور الإلكترونية... إلخ)، ومعدات الاتصالات، والسياسات والإجراءات المقررة؛ للتعامل مع الأحداث المتعددة ذات الصلة بالنقل، التي تؤثر على النظام. وتؤدي مراكز إدارة النقل دورًا حيويًا في إدارة السير على نظام النقل السطحي، وتدعم المصالح العديدة، التي تقدم مجموعة متنوعة من الخدمات للجمهور المتنقل. كما يمكن أن تعمل مراكز إدارة النقل كمحور تقني، ومؤسسي لجمع هذه المصالح معًا داخل منطقة حضرية، أو دولة بأكملها، أو منطقة".

قد تكون مراكز إدارة النقل؛ إما منشآت مستقلة، وإما أن ترتبط بمراكز أخرى لإدارة النقل، -وهو الخيار الذي أصبح سائدًا بعد أن كان استثناء- لتقديم الإدارة الإقليمية. ويمكن أن تمتلكها، أو تديرها جهة واحدة، أو وكالات نقل متعددة، أو وكالات متعددة بتكاليف مختلف، مثل: النقل، أو خدمة الطوارئ، أو الجهات الإعلامية. وتعمل في أيام مختلفة من الأسبوع، وفي أوقات مختلفة من اليوم؛ إذ تتراوح ما بين العمل في أيام العمل الأسبوعية وخلال فترات الذروة فقط، وقد يمتد عملها إلى ٢٤ ساعة في اليوم، وسبعة أيام في الأسبوع.

يُعد مركز إدارة المرور مجرد مركز، أو محور لجمع المعلومات، ومشاركتها، واتخاذ القرارات التشغيلية، والإدارية، وتنفيذ إستراتيجيات التحكم للتأثير على هذه القرارات. فسواء كان مبنى خاصًا، أو طابقًا من مبنى، أو غرفة في سقيفة الصيانة، فهو مكان تُنفذ فيه وظائف، أو أنشطة متعددة بالتنسيق، وربما مع أصحاب المصلحة الآخرين. إنه النقطة المحورية التي بدونها، لا يمكن إدارة الطرق السريعة في الشبكات الكبيرة، أو المعقدة بشكل فعّال.

لا يحتاج مركز إدارة المرور إلى أن يكون هيكلًا ماديًا. وفي هذا الوضع "مركز إدارة المرور الافتراضي"، لا يوجد أي موقع مركزي تتم فيها العمليات، وإنما يتم "ربط" الجميع عن بُعد. وفي واقع الأمر، يكون النظام غير مركزي. ويعتمد هذا المفهوم الافتراضي على فرضية أن الكثير من الجهد المبذول في مراكز إدارة المرور، هو جهد يتمثل في التواصل بين الجهات، ويمكن القيام بذلك دون استخدام مراكز إدارة المرور باهظة التكاليف. وكما لوحظ، يمكن تحقيق فوائد كبيرة من خلال تصميمات نظام إدارة المرور المتقدمة اللامركزية (ATMS) التي تعزز القدرة على التواصل بين المشاركين في عملية إدارة النقل. ويتوافق هذا النهج مع الاتجاهات الحالية في أنظمة النقل الذكية التي تستبعد أنظمة الوظيفة الواحدة للجهة الواحدة لصالح نهج أكثر شمولًا يشمل جميع المشاركين في عملية إدارة المرور. وقد تكون النتيجة الأكثر إثارة في التصميم غير المركزي أنه يسمح بتطوير النظام الافتراضي الذي يوفر إمكانات مُحسّنة لإدارة المرور مع تقليل التكلفة والتوقفات الناجمة عن النظام المركزي. وهذا يتحقق من خلال التخلص من الحاجة إلى مركز تحكم باهظ التكاليف ومتطلبات إجراء تغييرات في الإجراءات التشغيلية ونقل الموظفين. الأنشطة الأساسية التي تحدد الغرض من مركز إدارة المرور ملخصة أدناه:

- مراقبة الأداء: أحد الأنشطة الأكثر شيوعًا التي يتم الاضطلاع بها في مركز إدارة المرور هو مراقبة مرافق النقل التي تعد جزءًا من مجال عمل إدارة المرور. وعادة ما تكون المراقبة مرئية وقد تكون سمعية كذلك. ومن الشائع مراقبة الظروف من خلال استخدام بيئة عرض رسومية عبر محطة عمل الحاسوب. فيستخدم المشغلون عروض صور الفيديو والرسومات التي تم إنشاؤها بواسطة الحاسوب؛ معلومات البث الإذاعي (أي ماسح لاسلكي ذو نطاق ترددي للشرطة) وتقارير البيانات التشغيلية. ويمكن تعريف المراقبة على أنها "المشاهدة أو المتابعة أو التحقق، وعادة ما تكون لغرض أو حدث خاص".
- إدارة الأحداث: تتضمن الأحداث فئة واسعة؛ منها ما يحدث بشكل عشوائي (مثل: حوادث المركبات، والحطام على الطريق)، والأحداث المخطط لها (مثل: حدث متوقع ومدرج ضمن جدول زمني، مثل حدث رياضي، وإغلاق مسار المرور بسبب أعمال الإنشاء، إلخ)، ومنها الأحداث العشوائية المتكررة (مثل: الازدحام المتكرر). وقد تتضمن إدارة هذه الأحداث العديد من الانشطة التشغيلية (مثل: التحقق من الحادث وإدارته، والتنسيق مع خدمات الطوارئ، وضبط معدلات الدخول إلى الطرق، وتنشيط إشارات المسارات، واستخدام لافتات الرسائل القابلة للتغيير / نظام الراديو الاستشاري على الطرق).
- خدمات موفر الخدمة: تقدم بعض وظائف مركز إدارة المرور خدمات إلى جمهورها على الطرق على أساس منتظم بحيث تقع هذه الخدمات خارج فئة إدارة الحدث. فقد يشتمل استخدام أنظمة معلومات المسافرين المتقدمة (ATIS) داخل مركز إدارة المرور على وظائف خدمية التوجه. والمثال الآخر على هذا النوع من الوظائف هو توفير دوريات الخدمة لمساعدة سائقي المركبات في أحداث مثل الأعطال وأحداث "نفاد الوقود".

- دعم مركز إدارة المرور: لم يتم تضمين فئة "دعم مركز إدارة المرور" في الشكل لأن أنشطة الدعم التي تسهل تشغيل مركز إدارة المرور تميل إلى أن تكون "مؤسسية" أكثر من كونها تشغيلية. فتُعدّ أنشطة التوظيف، والإدارة، والتدريب، وحفظ السجلات، والاتصالات بين الأفراد وبين الجهات، والصيانة العامة وتحسين مركز إدارة المرور أنشطة ضرورية للتشغيل، ولكنها -بشكل عام- تكون عرضية بالنسبة للتشغيل في الوقت الحقيقي.

بصفة أساسية، يخدم مركز إدارة المرور العديد من الأغراض: فهو يعمل كمركز قيادة وتحكم في الوقت الحقيقي، وكمركز اتصالات يتلقى المعلومات وينشرها، ومركز يتم فيه إرسال مركبات أو معدات الاستجابة المناسبة استجابةً لحادث أو حدث آخر، ومركز تنسيق تتجمع فيه وكالات متعددة لتنسيق الأنشطة التي تتعلق بالحوادث الكبيرة أو الأحداث الخاصة المخطط لها، ومركز تدريب يتدرب فيه المشغلون أو أصحاب المصلحة على مفاهيم إدارة الطرق السريعة في الوقت الحقيقي، كما يعمل كحلقة وصل مع وسائل الإعلام، وكمنشأة تخزين يتم فيها أرشفة البيانات التي تم جمعها من الأنظمة الميدانية لاستخدامها في وقت لاحق لعدد من الأغراض، بعضها لا يتعلق بإدارة المرور.

تقدم مراكز إدارة المرور العديد من المنافع، على الرغم من الدراسات التي أُجريت حتى الآن لا تفرق بين فوائد نظام إدارة النقل نفسه وفوائد تسكين النظام في مركز، ومن أمثلة هذه الفوائد:

- "يمكن لمركز إدارة المرور أن يدمج بنجاح الوظائف الأساسية لإدارة المرور ويمكنه كذلك زيادة تحسين عمليات نظام النقل"
- "يعد مركز إدارة المرور موقعًا مركزيًا مفيدًا للعديد من الجهات لعقد اجتماعات مساهمتها في إدارة المرور وتنسيقها في منطقة ما".

الفوائد الأخرى المحتملة للأنظمة ذات المركز المخصص مذكورة أدناه:

- نظرًا لأنه يمكن مراقبة الأجهزة الميدانية وتشغيلها من مركز إدارة المرور، يمكن تقليل تكاليف الصيانة الميدانية لأنه لا يلزم إرسال أفراد الصيانة إلا بعد تأكيد مركز إدارة المرور للمشكلة.
- عند التجمع في مركز إدارة المرور نفسه، يمكن تعزيز التفاعل والتعاون بين مختلف التخصصات للجهة بشكل كبير. على سبيل المثال، في عمليات إزالة الجليد والثلج، يتعاون موظفو مركز إدارة المرور مع موظفي الصيانة من اطلاعهم باستمرار بأحوال الطقس والرصفيات.
- غالبًا ما يكون المرفق المكرس لغرض معين والمشترك بين الجهات قادرًا على تبرير الاستثمار في الأصول مما يعزز من موثوقية النظام بشكل عام (مثل مصدر الطاقة غير المنقطع مع طاقة احتياطية لمولد الديزل) ولكنه لن يكون عمليًا للمواقع الموزعة. والأمر نفسه ينطبق أيضًا على المهارات الخاصة، مثل إدارة قاعدة البيانات أو الشبكات أو إدارة التكوين، والتي قد تكون مبررة فقط للمنشأة الأكبر.
- عادةً ما تنتج الجهات التي تعمل معًا بشكل وثيق في مركز إدارة المرور استجابة موحدة وأكثر اتساقًا للموقف، مما يزيد من الفعالية الإجمالية لموارد النقل.
- تجمع أنظمة إدارة الطرق السريعة قدرًا كبيرًا من بيانات المرور التي تفيد وكالات النقل والتنفيذ خارج إدارة الطرق السريعة في الوقت الحقيقي. فمركز إدارة المرور هو المكان الذي تُخزن فيه البيانات وتتم أرشفتها.

يُعد مركز إدارة المرور في نظام إدارة الطرق السريعة جزءًا لا يتجزأ من برنامج إدارة الطرق السريعة الكبيرة أو المعقدة وتشغيلها، ومن ثم يجب التعامل مع مركز إدارة المرور - وظائفه، موقعه، تصميمه، موظفيه، عملياته، إلخ - على أنها اعتبار أساسي في كل جانب من جوانب تطوير برنامج إدارة الطرق السريعة (على سبيل المثال، أصحاب المصلحة، الأهداف والغايات، الاحتياجات، مفهوم العمليات، المتطلبات). وستؤثر الرؤية والأهداف والغايات والمفاهيم التشغيلية والمتطلبات المتعلقة بالبرنامج الشامل لإدارة الطرق السريعة على القرارات المتعلقة بمركز إدارة المرور؛ تمامًا كما ستؤثر تصميمات مركز إدارة المرور وإجراءات التشغيل على برنامج إدارة الطرق السريعة. وعلاوة على ذلك، فنظرًا للتقنية المعقدة المرتبطة بمركز إدارة المرور (أجهزة الحاسوب والمعالجات، وتطبيقات البرمجيّات في الوقت الحقيقي، وشبكات الاتصالات)، يجب أن يستخدم تطوير مركز إدارة المرور وتنفيذه (ومشاريع أنظمة النقل الذكية المرتبطة به) إجراءات "هندسة النظم" ودمج " إدارة التكوين".

يمثل مركز إدارة المرور التمثيل المادي لواحد أو أكثر من "الأنظمة الفرعية المركزية" العشرة المحددة في البنية الوطنية لأنظمة النقل الذكية في المملكة العربية السعودية والتي تتوافق مع إطار عمل أنظمة النقل الذكية الموضح في KSA 801 (MoMRAH,) (2014) (على سبيل المثال، إدارة المرور، وإدارة الطوارئ، وإدارة رسوم المرور، وإدارة المركبات التجارية، إدارة الصيانة والتشييد، موفر خدمة المعلومات، إدارة الانبعاثات، إدارة العبور، إدارة الأسطول والشحن، إدارة البيانات المؤرشفة)، بالإضافة إلى موقع العديد من "المُنهين" (مثل المشغلين والمدراء).

قد يتكون مركز إدارة حركة النقل من عدة عناصر "تقنية"، بما في ذلك:

- البيئة المادية التي سيعمل فيها المشغلون والمعدات.
- الأجهزة والبرمجيّات لتجميع كميات كبيرة من المعلومات وبيانات حالة الطرق، لتحديد كيفية تشغيل النظام، وللسماح بضبط معلمات تشغيل النظام لاستيعاب ظروف السفر المتغيرة.
- محطات عمل المشغلين وشاشات العرض، بما في ذلك الواجهات التي سيتم من خلالها تقديم المعلومات للمشغلين واقتراح قرارات التحكم.

تتكون البيئة المادية لمركز إدارة المرور من عناصر التصميم التي تسمح للنظام - المكون البشري والماكينات - بالعمل بفعالية. فيما يلي سرد لبعض العناصر المادية التي يجب على المصممين مراعاتها:

- العوامل الجوية (التدفئة، التهوية، وتكييف الهواء).
- العوامل البصرية (الإنارة الأساسية والتكميلية).
- العوامل السمعية (ضوضاء الخلفية والخصائص الصوتية الداخلية التي تسمح للمشغلين بالتواصل).
- التصميم المادي لمساحة العمل (الوصول والأبعاد والتركيبات).

يفرض القانون السعودي متطلبات بعض هذه العناصر (على سبيل المثال، وصول المعاقين). ويجب أن يستند تصميم السمات الأخرى لمركز إدارة المرور إلى ممارسات التصميم المعمول بها (على سبيل المثال، مواصفات الإنارة لمناطق العمل المحددة).

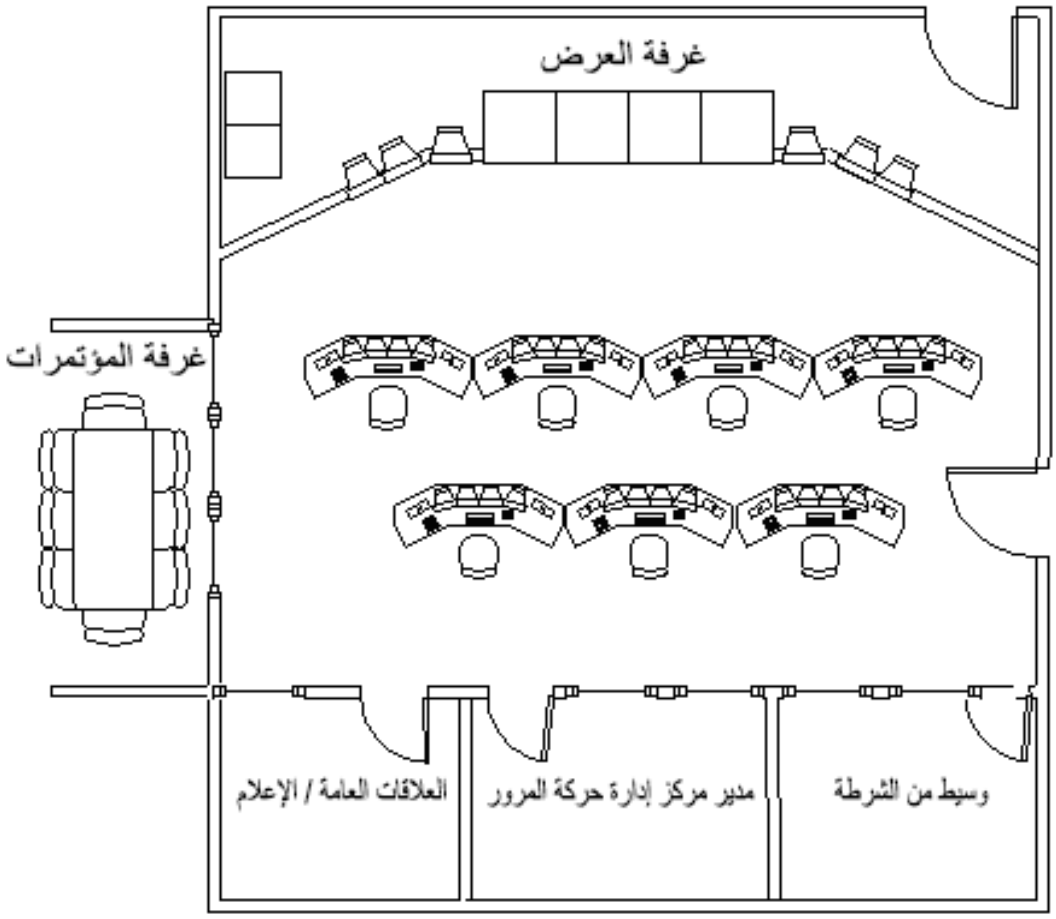
قد يختلف حجم مركز إدارة المرور اختلافًا كبيرًا، اعتمادًا على أهداف التصميم والوظائف التي يؤديها النظام. ومن بين العوامل التي تؤثر تصميم المركز:

- عدد الجهات التي تستخدم مركز إدارة المرور ودرجة التوظيف المشترك بين الجهات
- ساعات العمل وأيامه.
- أنواع شاشات المعلومات التي ستُستخدم في المركز.
- أنواع إستراتيجيات المراقبة والتحكم التي يستخدمها النظام.
- مدى أمن الفضاء داخل المركز وحوله.
- الحاجة لوسائل الإعلام ووصول الجمهور إلى مركز إدارة المرور.
- ما إذا كان مركز إدارة المرور سيعمل كمركز اتصالات أو إرسال.
- ما إذا كان مركز إدارة المرور سيعمل أيضًا كمركز عمليات للطوارئ.

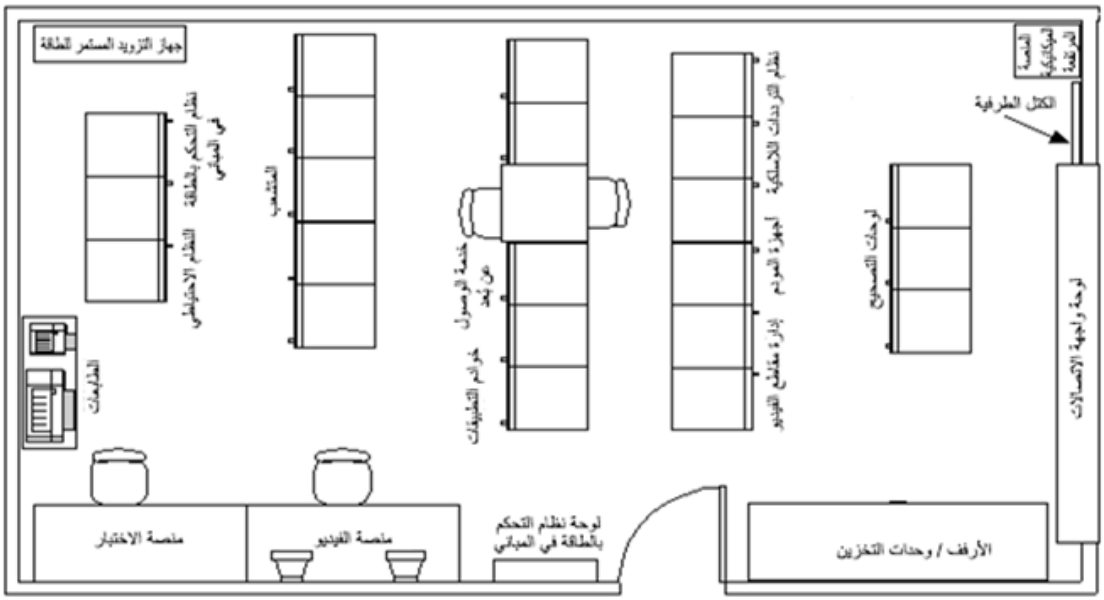
يختلف حجم مراكز إدارة المرور بشكل كبير، وعادة ما يتضمن المركز النموذجي على مناطق العمل التالية داخل المبنى:

- غرفة عمليات.
- منطقة لأجهزة الحاسوب والأجهزة الطرفية.
- منطقة الاتصالات.
- منطقة استقبال.
- بهو للعرض والتدريب.
- قاعة مؤتمرات.
- مكاتب دعم.
- غرف استراحة.
- غرف إعلامية.

يتم عرض نماذج على مخططات الطوابق النموذجية لمركز إدارة المرور في الأشكال أدناه.



الشكل (٧–٢) نموذج مخطط طابق في مركز إدارة المرور (FHWA, 2006).



الشكل (٧–٣) نموذج على تخطيط غرفة أجهزة حاسوب / أجهزة طرفية في مركز إدارة المرور (FHWA, 2006).

غرفة العمليات هي محور مركز إدارة المرور. فهي تضم محطات عمل المشغلين ولوحات العرض / وحدات الفيديو الطرفية المستخدمة لعرض معلومات حول الظروف في الشبكة للمشغلين. ويُحدد حجم غرفة العمليات بناء على عدد محطات عمل المشغل التي ستكون في النهاية في مركز إدارة المرور، ونوع شاشات المعلومات وموقعها.

تضم منطقة أجهزة الحاسوب / الأجهزة الطرفية أجهزة الحاسوب اللازمة لتشغيل مركز عمليات الطرق. ويُحدد حجم غرفة الحاسوب بناء على قرارات تصميم النظام التي تتعلق بمدى قدرة الحاسوب التي ستُعتمد في مركز إدارة المرور مقارنةً بالقدرة المثبتة في مواقع المحاور في الميدان. وغالبًا ما تتطلب هذه الغرف ضوابط بيئية صارمة (أي ضوابط التدفئة وتكييف الهواء). وتحظى العديد من المواقع أيضًا بتحكم صارم فيما يتعلق بالوصول إلى هذه المنطقة.

قد تكون منطقة الاتصالات منطقة مستقلة أو تشغل حيزًا مشتركًا مع منطقة أجهزة الحاسوب / الأجهزة الطرفية. وتُعد منطقة الاتصالات المحطة النهائية لإدخال البيانات وخروج مركز إدارة المرور من الميدان. كما أنها تعمل كنقطة توزيع لنقل البيانات إلى باقي النظام (أي إلى الحاسوب وأنظمة التحكم عبر الفيديو).

تفضل العديد من المواقع توفير بهو أو منطقة عرض خاصة بغرفة العمليات. ومن هذه المنطقة، يمكن تنفيذ جولات مركز إدارة المرور دون تعطيل عمليات المركز. كما يمكن استخدام هذه المنطقة كمركز للتدريب حيث يمكن للمتدربين مراقبة المشغلين دون إزعاجهم.

كما أن العديد من مراكز إدارة المرور لديها منطقة مخصصة لوسائل الإعلام. وتستخدم بعض المراكز ساحة العرض لأداء هذه الوظيفة، لكن البعض الآخر خصَّص منطقة منفصلة للغرفة الإعلامية. من هذه المنطقة، تتمكن وسائل الإعلام من مشاهدة ما يتم داخل مركز العمليات دون تعطيل للعمليات. وفي المعتاد، تحتوي هذه المناطق عدة هواتف ووحدات فيديو طرفية تكون متاحة لاستخدام وسائل الإعلام أثناء الأحداث والطوارئ.

بجانب هذه المناطق الشائعة، ينبغي توفير مساحة لمكاتب العاملين مركز إدارة المرور. وتُحدد المساحة المكتبية اللازمة -كما سبق ذكره- على الوظائف التي ستُنفذ في مركز إدارة المرور. وبشكل عام، سيلزم توفير مساحة مكتبية لمشرفي العمليات، وموظفي دعم النظام، ومشرفي الصيانة، والموظفين الإداريين.

إذا كانت عمليات الصيانة تتم في مركز إدارة المرور أيضًا، فإن المساحة المتوفرة في المركز تعتمد على عدد أفراد الصيانة الكهربائية الذين سيتمركزون هناك. وبالإضافة إلى ذلك، إذا كان من المتوقع أيضًا عمل مركز إدارة المرور كمركز لعمليات الطوارئ (EOC)، فسيلزم توفير مساحة إضافية لعناصر مثل المهاجع والمطبخ الكبير وأماكن الاستحمام. وقد تحتوي بعض المواقع على متطلبات هيكلية إلزامية لمركز إدارة المرور تكون أكثر صرامة من مساحة المكاتب التجارية العادية. وأخيرًا، تُسكِّن بعض المراكز مركبات ومعدات إرسال الطوارئ داخل مبانيها، وبالتالي يتواجد بهذه المراكز مرافق مرائب.

٨- أنظمة مراقبة واستشعار الطرق

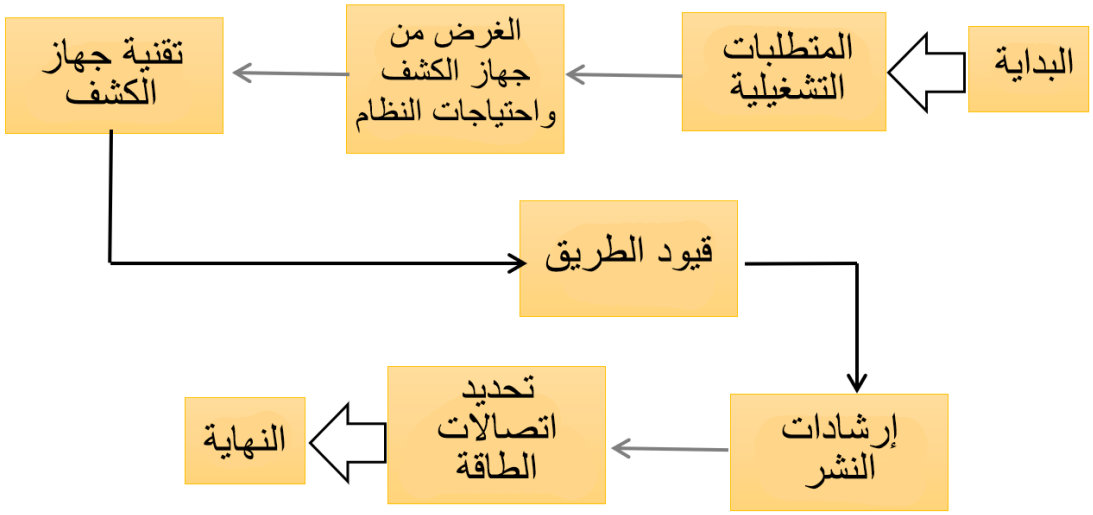
٨-١ تصميم أنظمة استشعار ومراقبة المرور:

٨-١-١ غرض النظام وتسلسل التصميم:

تتكون أنظمة استشعار ومراقبة المرور (TDMS) من مجموعة من أجهزة الاستشعار المتصلة بنظام فرعي للمكتب الخلفي، والذي يستشعر وجود المركبات وخصائصها. وتُستخدم عادةً لاستشعار البيانات المحفوظة والبيانات القريبة من الوقت الحقيقي وتقديمها. ويمكن لأجهزة الاستشعار توفير بيانات من أنواع مختلفة، بما في ذلك بيانات السرعة، والأحجام، ووجود المركبة، والإشغال، والفجوات، ووقوع الحوادث. ويمكن فيما بعد تحليل هذه البيانات إما بواسطة البرمجيّات ذات الصلة التي يوفرها بائعو أجهزة الاستشعار وإما بواسطة أنظمة فرعية أخرى في بيئة المكتب الخلفي، ولإكمال العديد من الوظائف، بما في ذلك:

- استشعار إدارة الحوادث والمرور في الوقت الحقيقي.
- معلومات المتنقل من خلال تجميع معلومات الاستشعار.
- تحليل البيانات المحفوظة من خلال تجميع معلومات الاستشعار.
- معلومات جهة المنبع والمقصد من خلال تجميع معلومات الاستشعار.
- تحليل سعة الطرق باستخدام مقاييس قريبة من الوقت الحقيقي.
- مقاييس الأداء - تحليل البيانات بناء على البيانات التاريخية مقارنةً بالبيانات القريبة من الوقت الحقيقي.
- أغراض التصميم والتخطيط باستخدام المقاييس الإحصائية المشتقة مما سبق.

لتصميم موقع الاستشعار، ينبغي النظر في الغرض الأساسي من جهاز الاستشعار واحتياجات النظام والتوافق مع المكتب الخلفي الحالي والأنظمة الفرعية التي تفسر البيانات. ويمكن استخدام هذه البيانات عند النظر في اختيار التقنية المناسبة ومواصفات النشر ذات الصلة مثل نوع المنشأة واتجاه جهاز الاستشعار أو جهاز الاستشعار. ويتضمن المخطط التالي توضيحات حول خطوات عملية التصميم الموصى بها لأنظمة استشعار ومراقبة المرور.



الشكل (٨–١) الاحتياجات التشغيلية لتصميم أنظمة استشعار ومراقبة المرور.

يجب أيضًا الرجوع إلى العملية الموصى بها أعلاه إلى جانب إجراءات التشغيل الموحدة الواردة في "KSA -٦٨١" (MoC,) (2018) والتي تتضمن خطوات معينة يجب الالتزام بها لإكمال العملية. ويجب أن يكون أساس جميع العمليات التي يتم أخذها في الاعتبار هو سياسة وإطار العمل لأنظمة النقل الذكية الموضحة في "KSA-٦٨١" (MoMRAH, 2014) والتي تُعدّ إطار العمل الوطني لأنظمة النقل الذكية.

٨-١-٢ اعتبارات التصميم:

تم تصميم القائمة التالية لكي تكون دليلًا عالي المستوى لمساعدة ممارسي أنظمة النقل الذكية عبر العديد من المواصفات المتعلقة بتصميم أنظمة استشعار ومراقبة المرور. ويتوافق كل قسم في القائمة مع قسم من هذا الباب من الوثيقة. ويتم تضمين الخلفية، والتفاصيل، واللوائح المحددة أو الإرشادات التي تتعلق بعملية تصميم أنظمة استشعار ومراقبة المرور في تلك الأقسام المشار إليها.

ويجب الرجوع إلى المواصفات الواردة في هذه الإصدار عند تصميم نشر جديد لمعدات أنظمة استشعار ومراقبة المرور. ومع ذلك، فمن المهم ملاحظة / توضيح أنه قد تكون هناك حالات يتعذر فيها تلبية جميع المواصفات الواردة في هذه الإرشادات. وينبغي على المصمم ذكر المبرر وراء اتخاذ قرار باستكمال تركيب ما، على الرغم من تعذر تلبية جميع المواصفات وتقديم ذلك المبرر للجهة المختصة لمراجعته أو الموافقة عليه. والهدف من هذه العملية هو توفير إرشادات عامة للممارسين بالإضافة إلى توفير الاتساق فيما يتعلق بتركيبات أنظمة استشعار ومراقبة المرور.

يجب مراعاة احتياجات مفهوم العمليات في مرحلة ما قبل التصميم من أجل توفير اتساق في عملية النشر. إذ يجب أن يكون النشر متسقًا مع بنية أنظمة النقل الذكية بصفة عامة ومطابقًا للغرض المغطى في الطرق، والطرق السريعة والطرق شبة السريعة.

ينبغي أن يلبي نشر جهاز الاستشعار اعتبارات الدقة المحددة في متطلبات النظام. كما يجب أيضًا -أثناء مرحلة التصميم- مراعاة متطلبات التباعد اللازمة للتشغيل الصحيح لنظام جهاز الاستشعار.

في مرحلة التصميم، يجب تحري اختيار النوع المناسب من أجهزة الاستشعار ليلائم الوضع واحتياجات الموقع اللازمة للوضع. وبالإضافة إلى ذلك، يجب أن يستند اختيار التقنية المستخدمة في الاستشعار على حالة الموقع والحاجة المرجو تلبيتها وبما يحقق السلامة، والدقة، وإمكانية الوصول، وقابلية التطبيق.

أثناء مرحلة التصميم، يجب تلبية الاحتياجات الوظيفية من خلال فحص تغطية جهاز الاستشعار.

يجب أن يضمن الاستشعار الذي يتم النظر فيه تحديد المسار الصحيح والتباعد ضمن مسافة معقولة لطريق شبة سريع أو طريق سريع أو شبكة طرق وأن يتم وضعه في طريق سريع في كل منحدر دخول ذي صلة ومنحدر خروج ذي صلة. بالنسبة للطرق السريعة "المُدارة"، فالنهج المتبع عادةً هو أن مجموعة من أجهزة الاستشعار قد تتباعد على فترات منتظمة في كل مسار لأغراض الاستشعار عن الحوادث والسرعة / الحجم.

يجب مراعاة نوع العلبة (الحاوية) اللازمة في الموقع القريب من نظام الاستشعار في مرحلة التصميم. ويُرجى الانتباه إلى أن أنواع الحاويات المطلوبة لمشاريع الطرق المحلية قد تختلف عن الحاويات المطلوبة للطريق شبة السريع أو الطريق السريع -يتعين على المصممين الاطمئنان على اختيار الحاوية المناسبة قبل الانتهاء من تقديرات التصميم. ويجب أن يراعي الموقع الذي يوصي به المصمم المسافة الموجودة بينه وبين جهاز الاستشعار، والمنشأة المقرر تثبيتها إذا لزم الأمر، والمتطلبات البيئية، والحماية المطلوبة.

ينبغي النظر في متطلبات الطاقة اللازمة لنوع جهاز الاستشعار وموقعه، وجميع مكونات النظام وتحديد ذلك في مرحلة التصميم. ويجب تحديد مصدر طاقة مناسب وتأكيد ذلك مع شركة الكهرباء على مسافة معقولة من موقع جهاز الاستشعار.

وفيما يخص اختيار جهاز استشعار للموقع، قد تختلف متطلبات الطاقة من موقع لآخر بناء على نوع الاستشعار المستخدم في كل موقع. ومن الضروري للغاية مراعاة حسابات الطاقة لنوع جهاز الاستشعار بحيث لا يمد المصمم الموقع بطاقة أكثر ولا أقل من اللازم.

أثناء مرحلة التصميم، يجب تحديد مصدر الطاقة غير المنقطع (UPS) و/أو خيارات مصادر الطاقة الاحتياطية اللازمة لموقع جهاز الاستشعار.

وفي معظم الحالات، قد لا يلزم توفر مصدر طاقة غير منقطع لتركيبات أجهزة الاستشعار على الطرق المحلية - وعلى الرغم من ذلك، يجب دائمًا اعتبار مصدر الطاقة غير المنقطع خيارًا متوفرًا في الحاوية لأنه يؤدي وظيفة تنظيف طاقة كبيرة وينظمها. ويُرجى الانتباه إلى أن مصدر الطاقة غير المنقطع يتطلب صيانة دورية واستبدال البطارية بانتظام.

ينبغي أيضًا -في مرحلة التصميم- تحديد متطلبات الاتصال اللازمة لنوع جهاز الاستشعار والجهاز الفرعي. فيجب النظر في أقرب مصدر وبروتوكول للاتصال وقدرته على إتاحة النطاق الترددي العالي لكل حالة منفصلة.

وثمة حاجة إلى واجهة الاتصالات بين أجهزة استشعار ومراقبة المرور (الأجهزة الميدانية) ومنصة إدارة المرور في مركز التحكم (مركز إدارة المرور) لكي تكون بين أجهزة الاستشعار والمكتب الخلفي / الأنظمة الفرعية ذات الصلة لتسهيل الوظائف التالية:

- تكوين أجهزة استشعار ومراقبة المرور، مما يسمح للمشغل بتحديد هوية الجهاز الميداني وإمكانياته، وتكوين مناطق الاستشعار ومخرجاته.
- التحكم في أجهزة استشعار ومراقبة المرور، مما يسمح للمشغل بإعادة ضبط الأجهزة الميدانية، والتوصل إلى التشخيص، وإدارة مناطق استشعار الكاميرات لأجهزة استشعار الفيديو.
- مراقبة حالة الأجهزة الميدانية والإبلاغ عن أعطال المعدات، مما يتيح للمشغل متابعة الوضع العام للأجهزة الميدانية، وحالة كل جهاز استشعار، وحالات الانتاج، وحالة كل منطقة.
- تحميل سجلات الأحداث، مما يتيح للمشغل تحميل سجلات أي حدث يتم الاحتفاظ بها بواسطة الأجهزة الميدانية.
- جمع البيانات من الأجهزة الميدانية، مما يسمح للمشغل باسترداد البيانات من فترة العينات قيد التقدم (بدأت ولم تكتمل بعد)،

فترة العينات الحالية، فترات العينات السابقة.

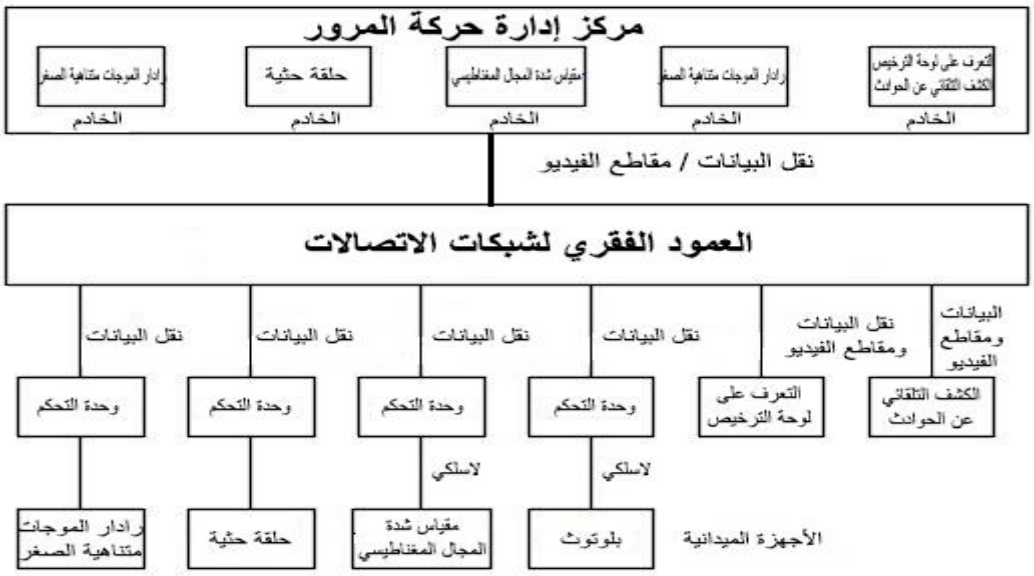
يجب أن يدعم بروتوكول التواصل جميع السمات المطلوبة لهذه الأجهزة. ويجب أن يضمن التوافق مع مواصفات (NTCIP) المدرجة أدناه تلبية هذه المتطلبات لأنظمة الاستشعار عن النقاط. وعلى الرغم من أن أنظمة الاستشعار عن المسبار معفاة من متطلبات الامتثال (NTCIP)؛ إلا أنه يجب أن تتحقق السمات المذكورة أعلاه من خلال واجهة الاتصالات المختارة ويجب أن تتوافق جميع الأجهزة مع مواصفات (NTCIP).

٨-١-٣ إرشادات الموقع/ التثبيت:

تتم مناقشة موقع جميع أنظمة الاستشعار الواردة في هذا المجلد وتثبيتها في الأقسام التالية.

٨-١-٤ إرشادات النشر:

يحدد هذا القسم إرشادات النشر، ومواصفات نوع التقنية في كل جهاز استشعار. وينبغي على المصمم أن يستخدم هذا القسم كدليل لنشر جهاز الاستشعار أو نظام أجهزة الاستشعار.



الشكل (٨–٢) الهيكل العام لأنظمة استشعار ومراقبة المرور (NTCIP).

استشعار الحلقات

يجب أن تتكون أجهزة استشعار المركبات الحلقية من حلقة معدنية/سلكية مدفونة بعدة سنتيمترات (عادة ٧٠ مم) تحت سطح الرصف (طبقة سطح الطريق) للطريق، ويتم وضعها في وسط مسارات السير. وتستخدم تلك الأجهزة تيارات كهربائية صغيرة ذات تيار متردد تمر عبر الحلقة لتكوين مجال مغناطيسي، والذي يتغير عندما يمر معدن محاور المركبة، عادةً، عبر المجال، مما يؤدي إلى حث كهربائي. ويستخدم جهاز الاستشعار هذا الاضطراب لتحديد ملف تعريف لما مر للتو عبر الحلقة (الحلقات)، ثم تتم مقارنة هذا الملف (الإشارة) بمجموعة نموذجية من الملفات التعريفية لتحديد ما كانت عليه المركبة في جميع الاحتمالات.

استشعار الرادار

يجب أن تتكون أجهزة استشعار الرادار عادةً من جهاز استشعار مركب على جانب الطريق، ويكون بزاوية متجهة لأسفل باتجاه مسارات الطريق. وتستخدم أجهزة الاستشعار هذه حزمةَ التتبع الراداري لجمع بيانات المركبة، بما في ذلك السرعة، والحجم، وأحيانًا الإشغال، اعتمادًا على الشركة المصنعة ونوع الإشارة. ويقسم برنامج جهاز الاستشعار هذه المنطقة إلى "مناطق استشعار" يمكن تحديدها بواسطة المستخدم، حيث تتوافق منطقة واحدة مع مسار واحدة. وعند تصميم موقع جهاز استشعار الموجات متناهية الصغر / الرادار، يجب على المصمم مراعاة الخطوات التالية الموضحة أدناه:

١- تحديد موقع جهاز الاستشعار

سيختلف الموقع المناسب لجهاز الاستشعار وفقًا لاستخدامه - إما لجمع البيانات وإما لاستشعار الأحداث.

إذا أُستخدم جهاز الاستشعار لجمع بيانات الإشارة، فقد تتطلب احتياجات النظام منطقة استشعار محددة للغاية (على سبيل المثال، مسار معينة أو مدخل، أو نقطة على الخط الرئيس). وينبغي على المصمم ألا يضع جهاز الاستشعار خارج منطقة الاستشعار هذه.

إذا كانت أجهزة الاستشعار جزءًا من نظام جمع بيانات الممرات، فيجب وضعها على مسافات متساوية.

لا يجوز استخدام أجهزة استشعار الرادار داخل الأنفاق ما لم تكن مصممة خصيصًا لهذه الوظيفة، مثل وحدات رادار إدارة الحوادث بزاوية ٣٦٠ درجة أو وحدات رادار التتبع ثلاثية الأبعاد.

تحقق من القطاع العرضي للطريق لتحديد منطقة الاستشعار التي يغطيها جهاز الاستشعار المقترح.

٢- عدد أجهزة الاستشعار

وحدات استشعار المركبات الرادارية لها أقصى مدى موصى به، ويقع في معظم الحالات بين ٦١ مترًا و ٢٥ كيلومترًا من هيكل المستشعر إلى أبعد نقطة استشعار - يعتمد ذلك على النوع والطراز. ففي المواقع التي تتجاوز فيها منطقة الاستشعار ٧٥ مترًا، يجب -بشكل عام- استخدام أجهزة استشعار متعددة. ويحدث هذا عادةً في المواقع التي يجب فيها التقاط اتجاهين للتنقل. وعندما تتجاوز المنطقة قدرات الجهاز على الاستشعار، يكون من الضروري وجود جهاز استشعار على كل جانب من جانبي الطريق لالتقاط جميع مسارات السير.

٣- ارتفاع التركيب والارتداد

ارتفاع التركيب - يجب تركيب وحدة استشعار الرادار على الارتفاع الذي أوصت به الشركة المصنعة تقريبًا. ويُرجى الانتباه إلى أنه إذا كان هيكل المستشعر موجودًا على جسر ترابي أو تل، فقد يكون ارتفاع التركيب أكثر أو أقل من ٥,٠ مترًا إلى ٨,٠ مترًا من قاعدة الهيكل، اعتمادًا على ارتفاع الهيكل.

الإزاحة - تُعرف إزاحة أجهزة الاستشعار على أنها المسافة ما بين حافة أقرب مسار تنقل في منطقة الاستشعار وجهاز الاستشعار نفسه. وهذه الإزاحة لازمة حتى تتمكن حزمة التتبع الراداري في جهاز الاستشعار من التوسع لتغطية منطقة الاستشعار بزاوية صحيحة. ويرجى ملاحظة أن الإزاحة يمكن أن تشمل ارتفاع جهاز الاستشعار من مستوى طبقة سطح الطريق، ويجب مراعاة أن تكون زاوية محور الاستشعار العمودي ٠ درجة في المركز إلى موضع المسار الأولى. ولا تتطلب بعض أجهزة استشعار الرادار إزاحة ولا ضبط زوايا.

الجدول (٨-١) هو مثال لبعض الإزاحات النموذجية بما في ذلك متطلبات الارتفاع باعتباره وظيفة للمسارات. وسيختلف هذا بشكل كبير اعتمادًا على المعدات الفعلية المستخدمة والإزاحة عن مسار السير الأول، لذلك يجب دائمًا مراعاة توصيات الشركة المصنعة أثناء تصميم الموقع.

الجدول (٨–١) الارتفاع والإزاحات الموصى بها لجهاز استشعار الرادار (NTCIP 1206:2005 v01.23).

عدد المسارات بعرض ٣,٦ م (*)	الحد الأدنى للإزاحة (م)	الارتفاع الموصى به فوق سطح الطريق (م)
١-٣	٣,٠-٤,٠	٥,٠
٤	٥,٠	٥,٠
٦	٦,٠	٥,٠

عدد المسارات بعرض ٣,٦ م (*)	الحد الأدنى للإزاحة (م)	الارتفاع الموصى به فوق سطح الطريق (م)
٨	٨,٠	٦,٠
٨ + الجزيرة الوسطية	أكبر من ٩,٠	أكبر من ٧,٠
(*) بما في ذلك ملاحظة **الجزيرة الوسطية** إذا كانت هناك حاجة التعديلات الإضافية إلى الحواجز في الجزيرة الوسطية.		

٤- نوع الهيكل

قد تكون أجهزة استشعار الرادار إما قائمة بذاتها على عمود حديدي أو خرساني، أو تشترك مع هيكل قائم مثل:

- هيكل لافتة
- هيكل جملون علوي
- هيكل جسر
- عمود دوائر تلفزيونية مغلقة
- هيكل لافتات رسائل ديناميكية

تتقبل أجهزة استشعار الرادار ترتيبات تركيب مختلفة عن الترتيبات المذكورة أعلاه، بما في ذلك تركيبها في منطقة علوية في مسار على أذرع صاري إشارات المرور، إذا كان الموقف يستدعي هذا النوع من النشر. وقد يتضمن ذلك أجهزة استشعار أنظمة التحذير من المنحنيات أو أجهزة أنظمة النقل الذكية الأخرى. ولاحظ أن بعض الوحدات مثل أنظمة ليزر الليدار قد يتم تكوينها - وهذا هو الغالب- باستخدام أجهزة استشعار رادار لأنظمة إنفاذ القانون - وفي هذه الحالات، يمكن استخدام أجهزة استشعار الرادار أو وحدات الليدار في وضع الحجب لتشع بفعالية على منطقة جانبية لاستشعار الحرائق، ويتم ذلك رأسيًا من عمود صاري فوق المسارات إلى سطح الطريق، ويُستخدم في ذلك -كما ذُكر من قبل - البديل التقني وهو إما الرادار أو الليدار المستخدم لتغطية المسارات في الوضع الأفقي. ويوفر هذا التكوين تصنيفًا عالي الدقة للمركبة.

يمكن للمصممين تحديد موقع أجهزة استشعار الرادار على أيٍ من الهياكل المذكورة أعلاه ما دامت الهياكل تتوافق مع التباعد المطلوب لجهاز الاستشعار، وما دام الهيكل يتوافق مع إرشاداتٍ ارتفاع التركيب والارتداد، وما دام الهيكل يلبي متطلبات سرعة الرياح والاهتزاز / الانحراف التي حددتها الشركة المُصنّعة.

على الرغم من أن تركيب أجهزة استشعار الرادار على أعمدة خشبية -جديدة أو قائمة- يُعد خيارًا عمليًا من الناحية الفنية إلا أنه غير مستحسن في المملكة العربية السعودية كتركيب دائم.

٥- العوائق

قد تتعرض أجهزة استشعار الرادار للتداخل والتعطيل عندما تتواجد عوائق مثل الحواجز أو الجدران الاستنادية في منطقة الاستشعار. ولتقليل هذا التداخل، يجب اختيار المواقع المناسبة لتقليل تأثير العوائق. وإذا كان لا مفر من العوائق، فيجب على المصمم التفكير في استخدام أجهزة استشعار متعددة لتجنب التعارض. على سبيل المثال، إذا كان الطريق مفصولًا بحاجز نيوجيرسي وسطي، فقد تكون هناك حاجة إلى جهاز استشعار على كلٍ من جانبي الطريق لالتقاط جميع مسارات السير.

نظام استشعار أجهزة قياس المغناطيسية (MDS)

يتشابه مستشعر أجهزة قياس المغناطيسية وظيفيًا مع الحلقة المستحثة، وهو نوع من أجهزة استشعار المجال الحثي التدخلي الذي يُستخدم لإدارة المرور واستشعار المركبات. وتم تصميم المستشعر لاستشعار مرور المركبات عن طريق قياس التغيرات في المجال المغناطيسي المستحث وتحويلها إلى إشارات إلكترونية. ويجب أن يتجاوز جزء من المركبة المستشعر حتى يتم استشعارها. واعتمادًا على حالة البطارية والشركة المصنعة، قد تختلف حساسية أجهزة قياس المغناطيسية بشكل كبير. وتأتي أجهزة قياس المغناطيسية في نسختين - وعادةً ما يكونا إصدار التدفق الحر المصمم للاستخدام على طريق سريع والطريق شبة السريع أو إصدار أكثر تحديدًا لوظائف الاستشعار المشابهة للحلقات عند إشارات المرور. ويُوضع المستشعر في منتصف مسار الطريق في تجويف محفور على سطح الطريق أو في أنبوب موجود في قناة أسفل سطح الطريق. وتُنقل بيانات الاستشعار في الوقت الحقيقي تقريبًا عبر التقنية اللاسلكية منخفضة الطاقة إلى نقطة الوصول (AP) أو وحدة إعادة الإرسال (RU)، أو في حالة وحدات مجاري الهواء المثبتة يتم نقلها عبر كابل توصيل.

تحتوي الأجهزة اللاسلكية لقياس المغناطيسية على بطاريات قائمة بذاتها بينما تحصل الوحدات المتصلة على الطاقة عبر الكابل. ويتم إرسال البيانات إلى حاوية أنظمة النقل الذكية ثم إرسالها إلى مركز إدارة المرور. في بعض الحالات، قد يكون البرنامج موجودًا على

وحدة خادم في أنظمة النقل الذكية على جانب الطريق، والتي تأخذ البيانات الأوّلية وتعالجها مسبقًا قبل إعادة توجيه هذه المعلومات إلى نظام فرعي للمكتب الخلفي لمزيد من المعالجة.

يمكن استخدام مستشعرات شدة المجال المغناطيسي مع مجموعة متنوعة من تطبيقات الطرق والطرق الشريانية. تُستخدم لقياس الكثافة والإشغال والسرعة والاستشعار المتطور.

عند تصميم موقع جهاز استشعار شدة المجال المغناطيسي، يتعين على المصمم إيلاء مزيد من الاهتمام إلى الخطوات التفصيلية التالية أدناه.

١- موقع أجهزة الاستشعار

من المحتمل أن يختلف المواقع المناسب لجهاز الاستشعار الموقع وفقًا لاستخدامه - إما لجمع البيانات وإما لاستشعار الأحداث. ويجب تصميم جميع تركيبات أجهزة استشعار الطرق المخصصة للطرق الرئيسة والطرق الشريانية الرئيسة في جميع أنحاء المملكة العربية السعودية بمراعاة توفير استشعار للحوادث.

- إذا أُستخدم جهاز الاستشعار لجمع بيانات الإشارة، فقد تتطلب احتياجات النظام منطقة استشعار محددة للغاية (على سبيل المثال، مسار معينة أو مدخل، أو نقطة على الخط الرئيس). وينبغي على المصمم ألا يضع جهاز الاستشعار خارج منطقة الاستشعار هذه.
- إذا كانت أجهزة الاستشعار جزءًا من نظام جمع بيانات الممرات، فيجب تباعدها بمسافات متساوية أو وفقًا لتوصية الشركة المصنعة.
- إذا كانت أجهزة الاستشعار جزءًا من نظام استشعار الحوادث، فيفترض أنها موجودة لتوفير الدقة في موقع المشكلات، وبالتالي يجب أن تكون متباعدة بشكل متسق وتكون قريبة نسبيًا في المناطق المزدحمة. وفي الخارج، يتراوح النطاق النموذجي لهذه المسافات بين أجهزة الاستشعار لهذه الوظيفة من ٥٠٠ إلى ٣٠٠ مترًا. في حال وجود أي شك، يجب أن تكون التباعد وفقًا للمواصفات (National ITS Standards).

٢- عدد أجهزة الاستشعار

يجب وضع جهاز واحد أو أكثر لقياس المغناطيسية في كل مسار من كل مدخل. وفي التطبيقات النموذجية لإدارة الطرق الشريانية والطرق، يتم وضع جهاز استشعار في منتصف مسار الطريق لاستشعار مرور المركبات وتوفير الإحصاءات. ويمكن قياس سرعات المركبات بدقة أكثر من خلال تركيب مستشعرين في المسار نفسها. وتعتمد المسافة الموصى بها بين المستشعرات على نطاق السرعات المتوقعة المراد قياسها. وبالنسبة لتطبيقات الطرق النموذجية، يوصى بفاصل يبلغ ٦ إلى ٧ أمتار تقريبًا. وبالنسبة لتطبيقات الطرق الشريانية النموذجية، يُفضل وجود فاصل يبلغ ٣ إلى ٤ أمتار. ويجب الرجوع للشركة المصنعة والبائعين للتأكد من التباعد الدقيق بناءً على المتطلبات الوظيفية للمعدات ونوع المخطط.

٣- نقاط الوصول ووحدات إعادة الإرسال للأجهزة اللاسلكية التي تقيس المغناطيسية (غير مطلوبة للوحدات السلكية في مجاري الهواء).

سيُحدد عدد نقاط الوصول ووحدات إعادة الإرسال بناء على هندسة الطريق، وارتفاع التركيب، وعدد المسارات، وموقع حاوية أنظمة النقل الذكية. ويجب وضع نقطة الوصول بالقرب من حاوية أنظمة النقل الذكية وبالقرب كذلك من مصدر الطاقة إن أمكن ذلك. يُرجى الانتباه إلى أنه في حال وضع هيكل نقطة الوصول ووحدة إعادة الإرسال على

جسر ترابي أو تل، فقد يكون ارتفاع التركيب أكثر أو أقل من قاعدة الهيكل، اعتمادًا على ارتفاع الهيكل.

الجدول (٨-٢) هو مثال لمتطلبات الإزاحة والارتفاع باعتباره وظيفة للمسارات. وسيختلف هذا، اعتمادًا على المعدات الفعلية المستخدمة والإزاحة عن مسار السير الأول، لذلك يجب دائمًا مراعاة توصيات الشركة المصنعة أثناء تصميم الموقع.

الجدول (٨–٢) المسافة القصوى من نقطة الوصول ووحدة إعادة الإرسال (NTCIP 1209v02, Object Definitions for Transportation Sensor Systems (TSS)).

ارتفاع التركيب لنقطة الوصول/وحدة إعادة الإرسال (م)	المسافة القصوى إلى مستشعر جهاز قياس المغناطيسية (م)
٥	٣٠
٦	٤٥

٩	٥٠

٤- نوع الهيكل

قد تكون نقاط الوصول ووحدات إعادة الإرسال إما قائمة بذاتها على عمود، وإما أن تشترك مع هيكل موجود، مثل:

- هيكل لافتة
- هيكل جملون علوي
- هيكل جسر
- عمود دوائر تلفزيونية مغلقة
- هيكل لافتات رسائل ديناميكية

تتقبل نقاط الوصول ووحدات إعادة الإرسال ترتيبات تركيب مختلفة عن الترتيبات المذكورة أعلاه. ويجب على المصمم وضع نقطة الوصول / وحدة إعادة الإرسال في مكان مشترك على أيٍ من الهياكل المذكورة أعلاه عندما تتوافق الهياكل مع تباعد جهاز الاستشعار المطلوب، وعندما يفي الهيكل بإرشادات ارتفاع التركيب.

وفي المقابل تكون هذه المعلمات غير ذات صلة في حال الأجهزة السلكية لقياس المغناطيسية، ويكون الاعتبار الأهم هو المسافة ما بين الوحدات المثبتة في مجاري الهواء ومعدات التوصيل والتحليل على جانب الطريق.

نظام مطابقة جهاز البلوتوث®

تحتوي أجهزة (**البلوتوث**®) على معرف إلكتروني فريد يسمى عنوان التحكم في الوصول إلى الوسائط (MAC)، والذي يتم إرساله على مسافات قصيرة. ويعمل النظام من خلال جعل القارئ الأولي يلتقط عنوان التحكم في الوصول إلى الوسائط (MAC) ثم يقوم قارئ ثانٍ على طول الممر بتحديد عنوان (MAC) نفسه. وتُلاحظ المركبة التي تحتوي على جهاز (**البلوتوث**®) -قابل للاستشعار- في المحطتين. ويُسجل عنوان (MAC) ووقت الاستشعار والمعلومات المستخدمة للحصول على عينة من وقت التنقل للقطاع. ثم تُعالج هذه المعلومات فيما بعد لتحديد وقت تقريبي لوقت التنقل ومتوسط السرعة. وبالطريقة نفسها، يمكن كذلك جمع معلومات البداية والنهاية.

للأسف، من المحتمل أن تؤدي التغييرات التي طرأت على مواصفات (البلوتوث®) وكذلك التغييرات الإضافية – التي نفذها البائعون مثل (Apple) لتحسين الأمان في آخر إصداراتها من (iPhone) - إلى تقادم هذه التقنية لأن عناوين التحكم في الوصول إلى الوسائط (MAC) لن تُبث بفعالية أو قد تتغير ديناميكيًا على فترات عشوائية. وستؤدي هذه التغييرات في النهاية إلى إبطال فاعلية هذه التقنية لاستخدامها في التقاط معلومات البداية والنهاية. ويجب أن ينتبه المصممون إلى أن عمر هذه التقنية لا يزيد عن ثلاث إلى خمس سنوات.

عند تصميم موقع جهاز استشعار (البلوتوث®)، يجب على المصمم مراعاة الخطوات أدناه.

١- موقع أجهزة الاستشعار

تُستخدم أجهزة استشعار (البلوتوث®) بصفة أساسية لتوفير عينة عالية المستوى لمدة رحلات الوصلات وبيانات المنبع والمقصد. ومن ثم ينبغي أن يُوضع الجهاز على طول جانب الطريق على ارتفاع ٣ إلى ٥ أمتار تقريبًا. ويمكن اعتبار أجهزة استشعار (البلوتوث®) تقنية بديلة في حالة التعارض أو عدم القدرة على استخدام طرق أو معدات أخرى مفضلة على جميع الطرق والطرق الشريانية الرئيسة في جميع أنحاء المملكة العربية السعودية.

- على الطرق ، يجب تحديد موقع أجهزة الاستشعار بمسافة عامة تبلغ ٢ كم. وبالإضافة إلى ذلك، ينبغي أن يكون هناك جهاز استشعار واحد على الأقل بين كل محولين.
- على الطرق الشريانية الرئيسة، يجب تحديد موقع أجهزة الاستشعار بمسافة تباعد ١ كم بحد أقصى. وبالإضافة إلى ذلك، ينبغي أن يكون هناك جهاز استشعار واحد على الأقل بين كل تقاطعين مزودين بإشارات أو دوران رئيس.
- أيضًا، عند تحديد موقع جهاز (البلوتوث®)، ينبغي النظر إلى متطلبات الطاقة والاتصال. ويمكن بل ويجب استخدام الطاقة الشمسية والطاقة عبر الإيثرنت (PoE) والمودم الخلوي.

٢- عدد أجهزة الاستشعار

يمكن أن تغطي أجهزة استشعار (البلوتوث®) عادةً نصف قطر يبلغ ٤٥ مترًا تقريبًا، أي ما يعادل ما يصل إلى ست مسارات على الطريق. وأما في المواقع التي تزيد الطرق فيها عن ٤٥ مترًا، فيجب استخدام أجهزة استشعار متعددة. وعندما تتجاوز المنطقة قدرات الجهاز على الاستشعار، يكون من الضروري وجود جهاز استشعار على كل جانب من جانبي الطريق لالتقاط جميع مسارات السير.

٣- نوع الهيكل

يمكن أن يكون الجهاز مثبتًا على عمود ولا يتطلب هيكلًا علويًا. وقد تكون أجهزة استشعار (البلوتوث®) إما قائمة بذاتها على عمود، أو تشترك مع هيكل موجود مثل:

- هيكل لافتة
- هيكل جملون علوي
- عمود دوائر تلفزيونية مغلقة
- هيكل لافتات رسائل ديناميكية
- عمود الإنارة

تتقبل أجهزة استشعار (البلوتوث®) ترتيبات تركيب مختلفة عن الترتيبات المذكورة أعلاه. ويجب على المصمم وضع أجهزة استشعار (البلوتوث®) في مكان مشترك على أيٍ من الهياكل المذكورة أعلاه عندما تتوافق الهياكل مع تباعد جهاز الاستشعار المطلوب، وعندما يفي الهيكل بإرشادات ارتفاع التركيب.

على الرغم من أن تركيب أجهزة استشعار الرادار على أعمدة خشية -جديدة أو موجودة- يُعد خيارًا عمليًا من الناحية الفنية إلا أنه غير مستحسن في المملكة العربية السعودية كتركيب دائم.

٨-١-٥ اختيار تقنية استشعار المركبات:

يجب أن تشمل تقنيات أجهزة الاستشعار التي سيتم استخدامها في المملكة العربية السعودية لأغراض إدارة المرور، على سبيل المثال لا الحصر، أنظمة مثل الحلقات المستحثة، ورادار الموجات متناهية الصغر، وصورة الفيديو، وأجهزة قياس المغناطيسية وما إلى ذلك، وأنظمة استشعار المركبات الأقل دقة مثل أنظمة استشعار (البلوتوث®) وأنظمة التعرف على لوحات الترخيص (LPR). عند اختيار تقنية معينة من أجهزة الاستشعار، يجب مراعاة توزيع تصنيف المركبات المتوقع وقيود التقنية. على سبيل المثال، قد تتعرض أجهزة استشعار الموجات متناهية الصغر / الرادار لحجب المركبات الكبيرة للمركبات الأصغر حجمًا، في حين لا تتعرض أجهزة الحلقات أو أجهزة قياس المغناطيسية لهذا الخلل. وقد تكون الحلقات الجاهزة فعالة من حيث التكلفة على الطرق الجديدة التي لا يوجد عليها مبانٍ. وينبغي دومًا مراعاة متطلبات درجات الحرارة المرتفعة في المملكة العربية السعودية.

عند اختيار تقنية مختلفة من أجهزة الاستشعار، ضع في اعتبارك القطاع العام الذي سيتم مراقبته. إذ يجب استخدام بعض تقنيات أنظمة الاستشعار بشكل أساسي لتحديد معلومات الوقت المستغرق في الرحلة من المنبع إلى المقصد. ومن المهم أن يتم نشر التقنية المختارة على طول الممرات المنطقية أو أجزاء الطريق حيث يكون احتمال استشعار مركبة -على طول رحلتها من مسبار استشعار إلى آخر- مرتفعًا. وعلاوة على ذلك، ضع في اعتبارك قيود الاستشعار للتقنية المستخدمة. وقد لا يكون من العملي استخدام أنظمة مطابقة (البلوتوث®) على طول الطرق التي بها حجم مرور منخفض نظرًا لاعتمادها على أجهزة راديو (البلوتوث®) النشطة.

وبدلًا من ذلك، قد تكون أنظمة لتعرف على لوحات الترخيص (LPR) عملية للطرق الإستراتيجية ذات الأهمية العالية التي لا تتطلب مسافات تباعد متقاربة لتجنب تكاليف النشر المرتفعة. ويجب استشعار جميع الحركات -بقدر ما يكون ذلك عمليًا- بغض النظر عن نوع المخطط.

يجب على المصمم استخدام متطلبات نظام الاستشعار المناسبة كدليل لتحديد تقنية الاستشعار المناسبة للنظام المقترح. ويُرجى ملاحظة أنه توجد أنظمة استشعار أخرى ويمكن أخذها في الاعتبار. ويحدد الجزء المتبقي من هذا الباب اعتبارات التصميم والإرشادات المتعلقة بأنظمة الاستشعار المدرجة في الجداول أدناه.

من المتوقع استخدام أنظمة الاستشعار على جميع فئات الطرق في جميع أنحاء المملكة العربية السعودية. وستشمل هذه الأنظمة أجهزة الاستشعار النقطية عن المركبات التي تجمع بيانات التواجد، والسرعة، والإشغال في كل موقع استشعار لكل مسار تنقل. وبالإضافة إلى ذلك، سيتم أيضًا جمع بيانات المركبة العائمة (مركبة المسبار) لعينة تمثيلية من المركبات على جميع الممرات / الطرق / الروابط لتوفير بيانات عن مدة الرحلة الموصولة من نقطة المنبع إلى المقصد. وسيتم استخدام المعلومات المجمعة من كلٍ من أجهزة الاستشعار النقطي عن المركبات وأجهزة الفحص الدقيق للمركبات لتوفير مجموعة شاملة من البيانات لجميع الممرات، بما في ذلك بيانات الوقت الحقيقي القريب والبيانات المحفوظة، مثل السرعة، والأحجام، ووجود المركبة، والإشغال، والفجوات، ووقوع الحوادث. ويمكن بعد ذلك استخدام هذه البيانات لإكمال مجموعة متنوعة من الوظائف، بما في ذلك:

- إدارة المرور والأحداث في الوقت الحقيقي.
- معلومات المتنقلين.
- التحليل التاريخي.
- معلومات عن مدة الرحلة.
- معلومات المنبع والمقصد.
- تحليل سعة الطريق.
- مقاييس الأداء.
- أغراض التخطيط والتصميم.

الاعتبارات الأساسية لتعيين تقنيات الاستشعار المناسبة هي:

١- التباعد وتغطية المسارات- في حالة الحاجة إلى تباعد أنواع أجهزة استشعار المركبات على مسافات مُقاسة متساوية. وخير مثال على هذا النوع من التباعد أن يكون كل ٠,٥ كيلومترًا. في بعض الحالات، قد تكون المسافات الفاصلة أكبر أو أصغر حسب تخطيط الطريق والموقع. وتحدد كمية أجهزة الاستشعار وتكرارها الدقة المكانية التي يمكن من خلالها التقاط البيانات لاستشعار الأحداث، وقياس الازدحام وما إلى ذلك، ومن المهم أن تظل مسافات التباعد بين أجهزة الاستشعار على جزء معين من الطريق متساوية للحفاظ على مستوى الدقة نفسه. وبشكل عام، يجب تغطية جميع مسارات الطريق بواسطة جهاز (أجهزة) الاستشعار في كل نقطة استشعار.

٢- التباعد وتغطية المسارات - في حال وجوب تباعد أنواع أجهزة استشعار المركبات بانتظام على جميع الطرق الشريانية والطرق شبة السريعة في المواقع الحضرية (وفي المناطق الريفية في بعض الحالات)، على سبيل المثال الرياض، لإنشاء أجزاء طريق منطقية يمكن حسابها خلال أوقات الرحلات. وفي معظم الحالات، يمكن وضعها على مسافات تدعم نوع الاستشعار المستخدم. على سبيل المثال، سيكون موضع كل ١٥٠ مترًا منطقيًا فقط لقسم محدود مزدحم للغاية من الطريق في وسط الرياض، في حين أن وضع تباعد كل ٥٠٠ مترًا قد يكون أكثر منطقية على طريق شبة سريع حضري. وخارج المناطق الحضرية وعلى الطرق بين المدن، يمكن تباعد أجهزة استشعار المركبات في التقاطعات والمحولات الرئيسة، مع تباعد فعال يبلغ ٢,٠ كم، ومع ذلك، فمن الممكن تمامًا، اعتمادًا على الظروف، أن يكون هذا الاستشعار قد يكون مطلوبًا فقط كل ١٠ كيلومترات، وتتمثل إحدى النتائج الرئيسة في القدرة على انشاء أجزاء طريق منطقية يمكن حساب أوقات الرحلات خلالها. وسيؤدي استخدام المزيد من نقاط الاستشعار إلى تحسين فائدة البيانات ودقتها. ويُفضل استشعار الطرق المنزلقة بشكل منفصل عن الخط الرئيس وللاندماج بين منبع الافتراق ومصبه للسماح بقياس المنحدر المستقبلي و / أو مراقبة عرقلة التدفق في مناطق الاندماج.

٣- التكلفة - نظرًا لأن أجهزة الاستشعار المتعددة يجب أن تغطي جميع مسارات الطريق في موقع الاستشعار، يمكن أن تتصاعد تكلفة النظام بسرعة (اعتمادًا على التقنية المختارة). فاختر نطاقات الاستشعار بناءً على متطلبات المعلومات الدقيقة بما في ذلك أنواع أجهزة الاستشعار، والمواقع، وطرق الاتصال التي تقلل التكلفة الإجمالية للنظام. كما يمكن أن يساعد اشتراك أكثر من جهاز استشعار على هيكل قائم (على سبيل المثال، أعمدة الدوائر التلفزيونية المغلقة) حيثما أمكن ذلك في تقليل الحاجة إلى الهياكل الجديدة، بشرط أن تظل مسافة التباعد بين أجهزة الاستشعار لهذا الجزء من الطريق متساوية.

٤- إمكانية الوصول - تعد إمكانية الوصول إلى الجهاز لأغراض الصيانة والإصلاح ذات أهمية كبيرة، خاصةً عندما يحتاج النظام إلى العديد من الأجهزة. تؤدي الأجهزة أو الأجهزة التي يتعذر الوصول إليها المثبتة في الرصف إلى ارتفاع التكاليف واحتمالية الحاجة إلى إغلاق المسارات لإجراء الصيانة، مما يزيد من احتمالية تعطيل المرور.

٥- قدرات البيانات الشاملة - لاستشعار الأحداث وقياس الازدحام، عادةً ما تكون بيانات السرعة والحجم والإشغال مطلوبة.

٦- الدقة - يجب أن تكون بيانات السرعة (عند جمعها) دقيقة في نطاق حوالي ٥٠ كم/ ساعة. يجب أن يكون الحد الأدنى المتوقع من مستويات الدقة المجمعة بالقرب من ٩٠٪ للكثافة، و٩٠٪ للإشغال، و٩٠٪ للسرعة لجميع المسارات داخل منطقة أو نطاق استشعار محدد.

٧- دقة الموقع - تعد الدقة ثانوية بالنسبة لمسافة تباعد جهاز الاستشعار. الموقع الدقيق لجهاز الاستشعار ليس ذا أهميةٍ كبيرةٍ شريطةً أن تظل سلامة تباعد جهاز الاستشعار سليمة. تعد الاختلافات الموجودة بموقع الاستشعار التي تقدر بمقدار ١-٢ مترًا ليست ذات صلة بالموقع العام لأجهزة الاستشعار في مخطط ٦ كيلومترًا على سبيل المثال. يعد التباعد الدقيق لجهاز الاستشعار هو إحدى وظائف المخطط وتقنية جمع البيانات التي من المقرر استخدامها.

عند تثبيت أجهزة استشعار المركبات النقطية، فإن التباعد هو الاعتبار الرئيس في التصميم. يعد التباعد المنتظم أمرًا ضروريًا لنظام فعال في بيئات حضرية كثيفة أو حيث توجد مشكلات معينة مثل مناطق الحوادث أو الحوادث الكبيرة. يجب ترتيب التباعد في المناطق الريفية بين أجهزة الاستشعار على مساحات من الطريق على فترات يتم تحديدها من خلال التقييم الوظيفي للاحتياجات لرصد تلك الطرق.

عند وضع أجهزة استشعار المركبات ذات المسبار، فإنه من الضروري أن تضع في اعتبارك قطاع الطريق العام الذي تتم مراقبته عند تحديد موقع أجهزة الاستشعار.

يمكن استخدام أنظمة الاستشعار، بما في ذلك مستشعرات أنظمة القياس اللاسلكي بالقصور الذاتي ومستشعرات الأوكسجين، لمواقع محددة مثل الاستشعار عند إشارات المرور كجزء من نظام إشارات المرور، ونظام التحكم المروري الحضرية (UTC) وعند مدخل الدخول أو الخروج على امتداد شبكة الطرق، وما إلى ذلك. توفر أنظمة استشعار النقاط على الطرق بيانات شاملة عن العدد والسرعة والإشغال لتحديد مستويات الازدحام على الطرق. يحدث استقصاء لهذه البيانات بشكل عام عبر نظام مركزي يقوم بعد ذلك بحساب مستوى الازدحام الحالي ويمكن تقديمه من خلال عرض خريطة في الوقت الحقيقي.

نتيجة لذلك، فإنه من المهم الحفاظ على سلامة التباعد بين أجهزة الاستشعار هذه وذلك لتوفير دقة مكانية متسقة لمعلومات الازدحام على عرض الخريطة في الوقت الحقيقي بالنظام المركزي.

يمكن أيضًا في المحاور الرئيسة والثانوية استخدام أنظمة استشعار النقاط لتوفير مستويات التشبع عند التقاطعات ذات الإشارات وتقديم ملاحظات مهمة لمراقبي المرور لتعديل خطط توقيت الإشارة.

من المهم جدًا مراعاة الاستخدام المقصود لنظام استشعار النقاط (معلومات عن الازدحام مقابل قياس مستوى التشبع) في الطرق المتفرعة وغير المتفرعة عند الأخذ في الاعتبار تحديد موضعها.

تُستخدم أيضًا أنظمة الاستشعار لتحديد متوسط وقت التنقل عبر جزء من الطريق. تعمل أنظمة استشعار المسبار من خلال تحديد المركبات الفردية بشكل فريد ونقل نقاط الاستشعار الخاصة بها لرحلة محددة إلى نظام مركزي لمزيد من المعالجة. عندئذٍ يصبح النظام المركزي مسؤولًا عن تجميع البيانات ومتوسطها لتوفير معلومات مفيدة بشأن أوقات الرحلات لقطاع الطريق المحدد.

من المهم تحديد مواقع أنظمة استشعار المسبار بشكل منطقي بحيث يمكن إنشاء هذه الرحلات عبر النظام المركزي.

الجدول (٨–٣) المتطلبات العامة لتقنية الاستشعار (NTCIP).

تقنية أجهزة الاستشعار	نوع الهيكل	البيانات المتاحة	الدقة	إمكانية الوصول	تكلفة النظام
حلقة حثية	لا شيء (على السطح أو تحته)	-السرعة -الكثافة -الإشغال التصنيف (برمجيّات خاصة وأجهزة استشعار إضافية مطلوبة)	مرتفع	مخترق- يتطلب إما طبقة مسبقة التكوين قبل طبقة الرصف السطحية أو تكسير في طبقة الرصف السطحية.	تمت تجربته بشكل جيد ويتميز بتكلفة منخفضة متوسطة. تكاليف التركيب منخفضة بناءً على الأحجام والمواد، (الأسلاك).
الموجات الدقيقة / الرادار	عمود أو هيكل قائم	-السرعة -الكثافة -الإشغال (يتطلب برنامج خاص) التصنيف (يتطلب برنامج خاص)	مرتفع	متوسطة إلى سهلة- عادةً ما يتم تركيبها على ارتفاع ٩-١٢ مترًا فوق السطح - تتطلب رافعة ذات سلة.	متوسطة إلى مرتفعة. تختلف وحدات الرادار من حيث الجودة حيث تكون الوحدات القائمة على الصمام الثنائي للتتبع ثلاثي الأبعاد عالية الجودة باهظة الثمن ووحدات الصمام الثنائي ذات النهاية المنخفضة يتم تسعيرها بشكل متوسط.

تقنية أجهزة الاستشعار	نوع الهيكل	البيانات المتاحة	الدقة	إمكانية الوصول	تكلفة النظام
نظمة استشعار المركبات المصورة بالفيديو (VIVDS)	عمود أو هيكل قائم	-السرعة -الكثافة -الإشغال التصنيف - مناطق التوقف - الحطام	مرتفع	يتطلب المستوى المتوسط إلى الصعب التركيب على منصات مستقرة جدًا للعمل بشكل أفضل.	متوسطة إلى مرتفعة - هذه الأنظمة معقدة وتتطلب في كثير من الأحيان أجزاء متخصصة ومساعدة لجعلها تعمل.
مقياس شدة المجال المغناطيسي	في الرصف	-السرعة -الحضور - الإحصاء	منخفضة إلى متوسطة (يحتاج إلى العمل في أزواج ليكون دقيقًا على الأقل)	يتطلب نظام الرادار المخترق إزالة العينات اللبية من الطريق ووضع المستشعر. تتطلب وظائف المستوى الأعلى مثل الإشغال / وقت السفر / التصنيف البرمجة المخصصة.	متوسطة إلى مرتفعة نظرًا لعدد هذه الوحدات المطلوبة لتعيين مناطق الاستشعار، فإن تكلفة تركيبها تُعدّ متوسطة. يخضع عمر البطارية في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا للتأكيد والاختبار.
البلوتوث®	عمود أو هيكل قائم أو GME (الهوائيات العلوية المغلفة)	-السرعة - مدة الرحلة - البداية والنهاية	متوسطة إلى مرتفعة	تحتاج إمكانية الوصول المتوسطة إلى تثبيتها على الارتفاع المناسب وعلى مسافة معينة من الطريق للعمل. تتطلب وحدة واحدة غير وظيفية شبكة من الوحدات وبرمجيّات المكتب الخلفي المتطورة.	متوسطة إلى مرتفعة نظرًا للتغييرات في مواصفات نظام البلوتوث، قد تتعرض الفعالية للاختراق بناءً على مواصفات الأمان الجديدة.

الجدول (٨–٤) المتطلبات العامة لتقنية الاستشعار (NTCIP).

تقنية الاستشعار	مزايا التصميم	عيوب التصميم
حلقة حثية	التقنية المدروسة والمختبرة. • توفر مجموعة من البيانات عن: الحجم، والحضور، والإشغال، المسافة الفاصلة، والسرعة. • لا تتأثر بسوء الأحوال الجوية. • يمكن ضبط حجمه ليلائم المواقع ذات الصلة وعرض المسارات.	يتطلب التركيب تكسير الرصف أو وضع طبقات أسفل الرصيد الجديد. • لا يمكن إجراء الصيانة على الحلقة نفسها دون التأثير على أو قطع المرور - ولكن إذا تم تنسيق التركيب مع إعادة التسطيح، فهذه تُعدّ مشكلة أقل. • تتطلب مجموعة من أجهزة الاستشعار لتوفير قدرات مرتبطة بتصنيف المركبات. • يجب استيفاء متطلبات ارتفاع درجة الحرارة.
الموجات الدقيقة / الرادار	التقنية المختبرة والمستخدمة على نطاق واسع. • التقنية غير المقتحمة- لا يلزم عمل رصيف. • يمكن استشعار العديد من المسارات باستخدام جهاز استشعار واحد. • يمكن تركيبها على الهياكل القائمة. • انخفاض تكاليف التركيب	•قد تقلل العوائق مثل الحواجز وعلامات الطرق وأقسام مقاطع الطرق والحوائط الساندة الدقة. •قد تتسبب في حدوث مشكلات في الحالات التي يكون فيها حرم الطريق محدودًا. •يجب استيفاء متطلبات ارتفاع درجة الحرارة
أنظمة استشعار المركبات المصورة بالفيديو (VIVDS) (وسائل مساعدة)	• التقنية المختبرة والمستخدمة على نطاق واسع. • التقنية غير المقتحمة- لا يلزم عمل رصيف. • لا تُستخدم الوحدات المخصصة عادةً في عمليات المراقبة الأخرى	• يمكن أن تتأثر بالظلال والضباب والعواصف الرملية والاهتزازات. • تتطلب تقنية معالجة إما في الكاميرا أو في علبة مجاورة أو عبر إدارة المرور على إحدى الشبكات. • يجب استيفاء متطلبات ارتفاع درجة الحرارة.

٨-١-٦ تفاصيل أنظمة تنظيم الدخول في مداخل الطرق:

تنفذ إجراءات تنظيم الدخول للتحكم في معدلات التدفق على الطرق السريعة والطرق الرئيسة إما عن طريق السماح أو منع المرور بمعدل مقنن لدخول شبكة الطرق والحفاظ على متوسط السرعة الصافي الأعلى على هذا النظام. يتم ذلك عن طريق الحد من الاضطرابات الناجمة عن سلوكيات الاندماج غير المُدارة ومن خلال ضمان الحفاظ على المعدل الإجمالي للرحلة على الشبكة وإحداث التباعد بين المركبات. ثمة ثلاثة أهداف تم وضعها في الاعتبار لتنظيم الدخول في مداخل الطرق:

- التحكم في تدفق المركبات المسموح لها بدخول الطرق الرئيسة والطرق السريعة أو الطرق على فترات محددة بناءً على التدفق المقاس من جهة المنبع باستخدام نظام استشعار المركبة كل ٥٠٠ مترًا في كل مسار وفي كل منحدر وخارج المنحدر لقياس سرعة الطريق الفعلية وقدرتها. يتم الطلب قبل دخول المركبات إلى النظام وإدارتها باستخدام أنظمة معلومات المسافر المتطورة، والمركبات الموجودة في النظام في "العرض". يتحكم تنظيم الدخول في مداخل الطرق في نظام "العرض" ويوفر مساحة للمركبات في "نظام العرض".
- يمكن زيادة حركة الطرق الرئيسة أو الطرق من خلال التحكم في عرقلة تدفق حركة السير على الطريق عند نقاط المداخل من خلال إدارة معدلات الإعفاء الدقيقة للمركبات التي تدخل النظام، مما يمنع كثافات الاندماج غير المنضبطة من إنشاء موجات للصدمات عائدة عبر النظام وزيادة التأخير. لا يمكن اعتبار فكرة سعة زيادة معدلات تنظيم الدخول في مداخل الطرق صحيحة. تكون السعة مقيدة بالشكل الهندسي والتصميم ولا يجوز زيادتها. يزيد تنظيم الدخول في مداخل الطرق من كفاءة الشبكة عن طريق خفض متوسط السرعة الإجمالية إلى الحد الأقصى ثم السماح فقط بأعداد محددة من المركبات بناءً على التشبع المكتشف وكثافة المركبات للحفاظ على المرور على الطريق بسلاسة.

يجب أن يكون الغرض من الهدفين الأول والثاني هو ضمان بقاء إجمالي المرور التي تدخل أي طرق رئيسة أو طرق سريعة أو جزء من الطرق في مستوى ثابت من الأداء والسرعة بالنسبة للرحلة الإجمالية. يكمن الهدف الثانوي لتنظيم الدخول في مداخل الطرق في تقديم نظام تأخير مضبوط للمركبات التي ترغب في دخول الطرق الرئيسة للطرق الرئيسة أو الطرق السريعة، ونتيجة لذلك، يمكن تقليل الدافع لاستخدام ما سبق ذكره في الرحلات القصيرة خلال ساعة الذروة. من المفترض أن يحدث قياس للانحدار وذلك لتوفير عمليات دمج آمنة وفعالة عند مدخل الطريق. لقد ثبت أن تنظيم الدخول في مداخل الطرق في الخارج يمنع حدوث الاضطرابات في العمليات التي تقام على الطرق، والتي يمكن أن ينتج عنها ظروف انتظار غير آمنة من خلال تقليل سعة الطريق بشكل كبير. يقلل أيضًا منع حدوث اضطرابات في تدفق الطرق الرئيسة والطرق السريعة والطرق من فرص وقوع حوادث الاصطدام الخلفي.

ومع ذلك، فإن تنظيم الدخول في مداخل الطرق يتضمن عددًا من المشكلات المهمة التي قد لا تكون مناسبة لطرق المملكة العربية السعودية:

- حيث يدفع تخزين المركبات التي تنتظر دخول المدخل إلى الطرق المحلية - سيؤدي ذلك إلى إنشاء صف انتظار - عوائق متعددة المسارات وسلوك عدواني.
- يتطلب ذلك من الأشخاص مراعاة القواعد الخاصة بمعدلات القياس وذلك لأن تطبيق تنظيم الدخول في مداخل الطرق كان يدويًا وليس آليًا.

معظم الطرق الرئيسة في المناطق الحضرية هي عبارة عن منشآت متعددة المسارات تستوعب حركة مرور كثيفة خلال فترات الذروة. ومع ذلك، فإنه عادةً ما يكون الطلب على المرور على مدخل واحد عنصرًا صغيرًا من إجمالي الطلب على الطرق الرئيسة. قد لا يكون ضبط مدخل واحد وحتى عدد قليل من المداخل كافيًا لتحقيق الهدف الأول. بالإضافة إلى ذلك، فإن السائقين المتأثرين بنظام تنظيم الدخول في مداخل الطرق الصغيرة يرون أن مثل هذا النظام يفرض عليهم ضرائب غير ضرورية، ويفضل أولئك الذين دخلوا الطريق في مداخل غير خاضعة للرقابة في أقسام الطرق باتجاه الأمام. وبالتالي، يجب تركيب نظام تنظيم الدخول في مداخل الطرق بهدف تخفيف الازدحام في اتجاه المقصد على جزء طويل بما فيه الكفاية من الطريق إذا كان ذلك لتحقيق كل هذه الامتيازات والفوائد وإبقاء سائقي المركبات سعداء.

عند تركيبه بشكل صحيح، يمكن أن يحقق تنظيم الدخول في مداخل الطرق الفوائد التالية:

- زيادة في إنتاجية الطرق الرئيسة أو الطرق السريعة أو الطرق شبه السريعة
- زيادة في السرعات
- التشغيل الآمن للطريق ومداخله
- انخفاض استهلاك الوقود والانبعاثات الناتجة عن المركبات

يجب إجراء دراسة هندسية شاملة قبل تركيب نظام تنظيم الدخول في مداخل الطرق وتشغيله.

٨-١-٦-١ دراسة تنظيم الدخول في مداخل الطرق:

يمكن أن يطور نظام التحكم في مداخل الطرق من سلامة نظام تدفق المرور وكفاءته عند أو حول الاختناقات بالطرق في ظل ظروف معينة. يتعين إجراء دراسة هندسية شاملة لتحديد مدى قابلية تطبيق إستراتيجية إدارة المرور هذه.

٨-١-٦-١-١ جمع البيانات:

يتعين جمع البيانات التفصيلية لجزء كامل من الطريق الرئيس المعني، والذي قد يتضمن واحدًا أو أكثر من الاختناقات ومنشآت الطرق المجاورة. يتعين إجراء زيارات ميدانية أولية لتقييم مكان وكيفية جمع البيانات. بمجرد الانتهاء من ذلك، يتعين تطوير الخطط وتنفيذها لجمع الأنواع التالية من البيانات:

- عند توفر سجلات الحوادث للجزء المعني على الأقل العام الماضي، ويفضل أن يكون ذلك لمدة ثلاث سنوات.
- بيانات المرور:
  - الحجم المروري لمدة ١٥ دقيقة في مسارات الطرق السريعة الفردية في المواقع الرئيسة داخل الجزء محل الاهتمام. يلزم تحويل هذه الكثافات بهدف أغراض التحليل إلى معدلات تدفق بالساعة.
  - ١٥ دقيقة من دخول المرور إلى جزء الطريق شبة السريع والخروج منه عند مداخل الخروج والدخول، وتحويلها إلى معدلات تدفق كل ساعة.
  - ١٥ دقيقة من الحجم المروري في مرافق الطريق المجاورة.
  - سرعات الطريق في المواقع الرئيسة وسرعات المرور التي تقترب وتنتقل على المدخل.

ملاحظات حول رسم صفوف الانتظار وتفريقها وتأثيرها على مسارات الطرق ومداخل الدخول والخروج.

- هندسة الطريق
  - عدد وعرض الطرق الرئيسة أو الطرق السريعة أو مسارات الطرق، وأطوال المقاطع (على سبيل المثال، مسافة المدخل من تقاطع الأمام، وطول المدخل، وطول مسار التسارع الإضافية، وأطوال الاستدقاق التدريجي، وما إلى ذلك)، وعرض المداخل، والمواقع من الاختناقات المادية (على سبيل المثال، تخفيض عدد المسارات)، والمعلومات الأخرى ذات الصلة (أي مواقع المنحنيات الأفقية والرأسية وأي مسائل تشغيلية ذات صلة).

٨-١-٦-١-٢ تحليل البيانات لإمكانية التحكم في مداخل الطرق:

تكمن الخطوة الأولى في تحليل أي بيانات حوادث متاحة عن طريق تحديد المواقع والأرقام وخطورة الحوادث في الجزء، ومقارنتها بأقسام أخرى بنفس الطرق السريعة أو الطرق الرئيسة أو الطرق المماثلة. إذا كان عدد الحوادث أعلى من المتوسط في مواقع أخرى مماثلة أو كانت الحوادث أكثر خطورة من المواقع المماثلة، فيجب اتخاذ بعض الإجراءات المضادة لتقليل عدد ومخاطر الاصطدام. يجب إجراء تحليل إضافي لتحديد التدابير المضادة المناسبة. تتضمن هذه الإجراءات المضادة بالتأكيد تنظيم الدخول في مداخل الطرق عند المدخل الأمامي أو الخلفي مباشرةً، وإدارة المرور النشطة (تحذير مسبق عبر صفوف الانتظار الخلفية أو المرور البطيئة، ومواءمة السرعة، وما إلى ذلك)، أو كليهما. قد يكون الإجراء المضاد الآخر هو ضبط توقيت الإشارة لتوفير مزيد من السعة للخروج من المرور الحالية بالمدخل في الحالات التي تبدأ فيها صفوف الانتظار عند التقاطع الخلفي في التداخل مع مخرج المرور في المسارات الرئيسة.

تتمثل المرحلة التالية في تحديد ما إذا كانت كثافة الحركة / مستويات الطلب تشير إلى قياس المنحدر كخيار قابل للتطبيق. ثمة قاعدتان عامتان في هذا الشأن:

١- إذا كانت السعة الإجمالية للطرق الرئيسة أو الطرق السريعة أو الطرق شبه السريعة بالإضافة إلى حجم المدخل أكبر من سعة الاختناق المروري الخلفي (الجزء الخلفي أو منطقة دمج المدخل) لجزء كبير خلال فترة الذروة، فيجب مراعاة واحد أو أكثر من المداخل الأمامية من أجل القياس اعتمادًا على مقدار الطلب الزائد. تجدر الإشارة إلى أن حجم الخدمة (عدد المركبات) في موقع ما يمثل طلبًا على المرور فقط في حالة عدم وجود صفوف انتظار على الفور في بداية هذا الموقع.
٢- بغض النظر عن الحالة المذكورة أعلاه، يحظر تنظيم الدخول في المدخل الأمامي إذا كان الطلب على المدخل أقل من ٣٠٠ مركبة في الساعة.

يؤدي دمج دخول المرور في التيار الرئيس عند مدخل الدخول إلى حدوث اختناقات في ظل ظروف معينة. يعتمد مستوى التأثير بشكل أساسي على حجم المدخل والكثافات المتواجدة على الطرق الرئيسة أو الطرق السريعة أو الطرق شبه السريعة التي يجب أن تدمج المسار والمسار المجاورة. يمكن استخدام الرسم البياني الشكل (٨-٣) والشكل (٨-٤) لتحديد إذا ما كان تنظيم الدخول في المدخل مبررًا بناءً على المعيارين الخاصين بهذه الكثافات. تجدر الإشارة إلى أن هذين الرسمين البيانيين يفترضان وجود مداخل نموذجية للدخول تقع على الجانب الأيمن من الطريق. إذا كانت هناك ثمة حاجة، يمكن للمستخدم استخدام هذه الأراضي للمنحدرات الموجودة على الجانب الأيسر باستخدام البيانات من حارات الطرق المناسبة.

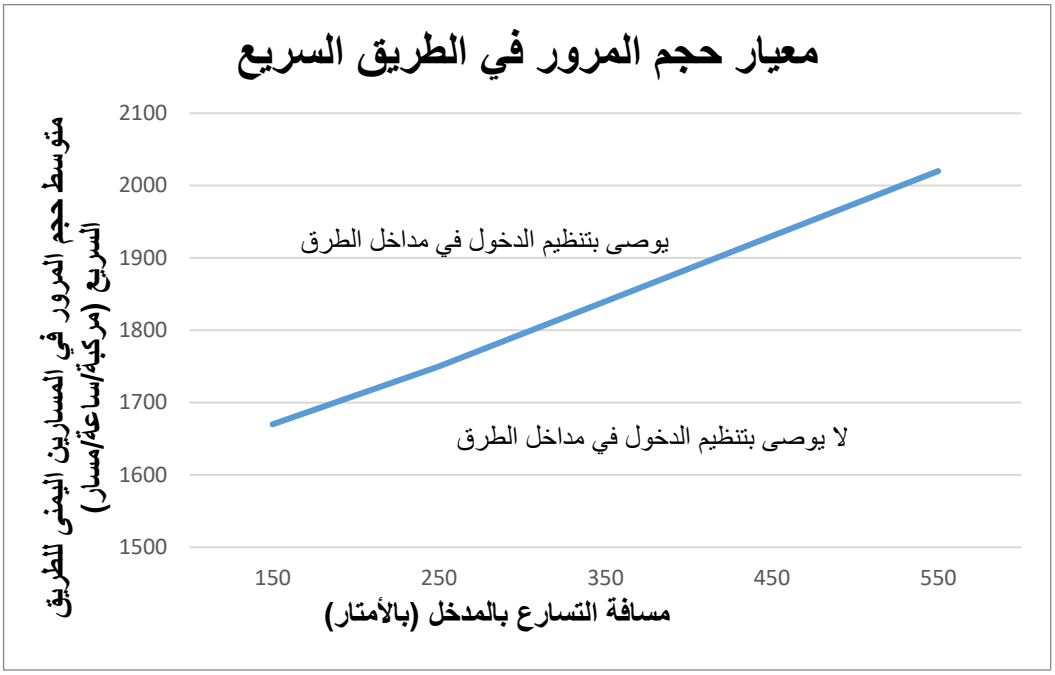
تُستخدم الخطوات التالية لاختبار المواصفات المذكورة في هذه الأشكال.

١- مسافة التسارع محددة بالمدخل. يتعين قياس هذه المسافة من مدخل الدخول.
٢- لكل معدل تدفق مدته ١٥ دقيقة (مقدار ١٥ دقيقة مضروبًا في ٤)، يتم حساب متوسط حجم الطرق الرئيسة أو الطرق السريعة أو الطرق شبه السريعة في المسارين في أقصى اليمين. باستخدام الشكل

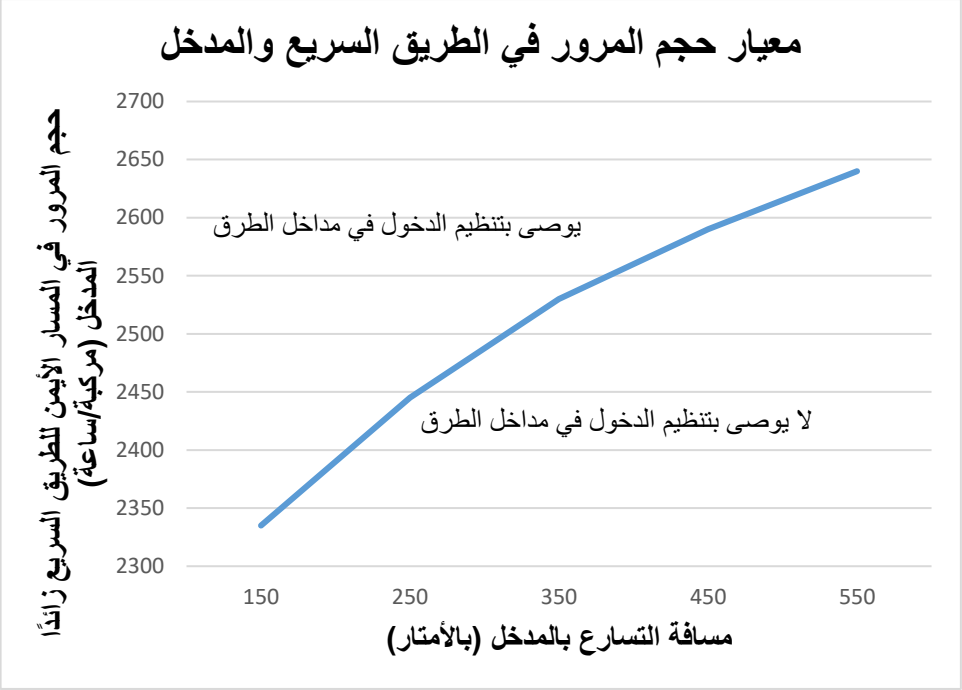
(٨-٣) يُحدد موقع المنطقة المقابلة لمسافة التسارع من الخطوة ١ وهذه القيمة. إذا كانت النقطة موجودة فوق الخط الثابت، يوصى بتنظيم الدخول عند هذا المدخل خلال الفترة المقدرة.

٣- يضاف معدل التدفق على المدخل وأقصى اليمين والمنطقة الموجودة مقابل مسافة التسارع لكل ١٥ دقيقة في الشكل (٨-٣) عند كل ١٥ دقيقة. إذا كانت النقطة تقع فوق الخط الثابت، يوصى بتنظيم الدخول عند هذا المدخل.

في حالة عدم استيفاء هذه المواصفات لإحدى المداخل، قد يُبرر تنظيم الدخول عند مداخل الطرق بناءً على السلامة أو التحليل القائم على النظام. إذا كان المدخل على سبيل المثال يفي بمواصفات القياس، ولكن لا يمكن تقليل الطلب على الطرق الرئيسة أو الطرق السريعة أو الطرق شبه السريعة بالمقدار المطلوب فقط عن طريق قياس المرور في هذا المدخل، فيمكن قياس واحد أو أكثر من المداخل من جهة المنبع لتحقيق النتائج المرجوة. يجب أيضًا مراعاة نظام الطريق المجاور لضمان عدم تأثره بالمرور في صفوف الانتظار من تنظيم الدخول عند المدخل.



الشكل (٨–٣) معيار حجم المرور في الطريق السريع (NTCIP 1207 v02).



الشكل (٨–٤) معيار حجم المرور في الطريق السريع زائدًا المدخل (NTCIP 1207 v02).

٨-١-٦-١-٣ تحليل التصميمات الهندسية (الجيومترية) للمدخل:

إذا أظهر التحليل أن السلامة أو المزايا التشغيلية يمكن تحقيقها عن طريق تركيب تنظيم الدخول عند مداخل الطرق، فيجب إجراء تحليل إضافي للتأكد من أن التصميم الهندسي للمدخل كافي لدعم عملية تنظيم الدخول عند مداخل الطرق الجيدة. في بعض الحالات، يمكن للجهة المختصة اتخاذ قرارات قد تودي ببعض الأهداف. استخدام الطرق (الأسئلة والرسومات البيانية) المذكورة في هذا المجلد، يوصى بالمهام التالية:

- تحديد إذا ما كان ينبغي تنفيذ تنظيم الدخول عند مداخل الطرق المقيد أو غير المقيد وتحديد مواقع أجهزة استشعار صفوف الانتظار.
- تحديد معدل تنظيم الدخول عند مداخل الطرق المرغوب فيه وتحديد إستراتيجية القياس. يرجى العلم أنه يوصى باستخدام مقياس مزدوج المسارات لقياس أكثر من ٩٠٠ مركبة لكل ساعة. يمكن استخدام تنظيم الدخول عند مداخل الطرق بمقدار كبير للحصول على مطالب أعلى قليلًا، لكنه يودي بهدف تنظيم الدخول عند المدخل الرئيس.
- تحليل التصميم الهندسي للمدخل وخيارات تركيب الإشارات لتحديد نطاقات التخزين ومسافات التسارع التي يمكن توفيرها.
  - حساب مساحة التخزين.
  - الحصول على الحد الأدنى لمسافات التسارع المطلوبة من الإشارة إلى نقطة الاندماج. سيتم القيام بذلك في خطوتين. أولًا، استخدم الشكل (٨-٤) للحصول على سرعات دمج آمنة من خلال تحديد سرعة الطرق الرئيسة أو الطرق السريعة أو الطرق شبه السريعة السائدة ونوع السائق. ثم استخدم هذه القيمة للحصول على مسافة التسارع من الشكل (٨-٥).
- تحديد عدد المداخل الإضافية، إن وجدت، التي ستحتاج إلى تنظيم الدخول فيها بناءً على تحليل قائم على النظام.
- تحديد أطوال فترات الإشارة لإنتاج معدل الدخول المطلوب. تقسيم ٣٦٠٠ بمجموع المؤشرات الخضراء والصفراء والحمراء للحصول على معدل الدخول لكل مسار يُنظم الدخول فيه.

٨-١-٦-١-٤ عناصر أنظمة التحكم في مداخل الطرق:

يمكن تركيب العديد من أجهزة استشعار الحلقات لتوفير نطاق واسع من العمليات. الجدول (٨-٧) أدناه يقدم وصفًا لأجهزة الاستشعار هذه.

الجدول (٨–٥) وصف أجهزة الاستشعار للتحكم في مداخل الطرق (NTCIP 1207 v02).

نوع جهاز الاستشعار	الموقع / المقاس	التطبيق
الخط الرئيس (اختياري)	يقع في كل من الطرق الرئيسة أو الطرق السريعة أو مسارات الطرق قبل أو بعد نقطة دخول المدخل إلى الطرق الرئيسة أو الطرق السريعة أو الطرق. يتكون رادار السرعة من حلقتين مقاس ١,٨ × ١,٨ مترًا	توفير معلومات حول إشغال الطرق الرئيسة أو الطرق السريعة أو الطرق أو السرعة أو الحجم المستخدمة للتحكم في الاستجابة للمرور. توفر أجهزة الاستشعار هذه أيضًا قياسات لاستشعار الأحداث ووظائف أنظمة النقل الذكية الأخرى في مراكز التحكم المروري. تستخدم عن طريق جميع الجهات تقريبًا.
الاندماج (اختياري)	يتم وضعها قبل منطقة الاندماج وقبل خط التوقف على طول المدخل. المقاس: ١,٨ × ١,٨ مترًا	تُستخدم بشكل أساسي لتوفير بيانات التعداد على المدخل.
المرور (اختياري)	يتم وضعها تقريبًا في منتصف المسافة بين منطقة التوقف ونقطة الدخول على المدخل في كلا المسارين. المقاس: ١,٨ × ١,٨ مترًا	يُستخدم لتحديد مدة عرض الإشارة الخضراء على المسار المحددة.
الطلب (مطلوب)	يتم وضعها على الفور قبل نقطة التوقف في كلا المسارين المحددين. المقاس: ٦ × ٢ م	يستشعر وجود المركبة على نقطة التوقف ويبدأ عرض إشارة المرور الخضراء لهذا الممر المحدد وفقًا لإستراتيجية تنظيم الدخول عند مداخل الطرق المحددة.
وسيطة صف الانتظار (اختياري)	يتم وضعها تقريبًا في منتصف المسافة بين منطقة التوقف ونقطة الدخول على المدخل في كلا المسارين. المقاس: ١,٨ × ١,٨ مترًا	يزيد أو ينقص بشكل متزايد معدل تنظيم الدخول عند مداخل الطرق للتحكم في صفوف الانتظار داخل منطقة تخزين صفوف الانتظار.
صف الانتظار الرئيس (مطلوب)	تقع بالقرب من المدخل منطقة المدخل. المقاس: ٢٠ × ٢ م.	تراقب صفوف الانتظار الزائدة التي لا يمكن إدراجها داخل منطقة تخزين صفوف الانتظار. يعمل على زيادة معدل تفريغ القياس لمسح صفوف الانتظار الزائدة.

٨-١-٦-١-٥ اللافتات التحذيرية والتنظيمية:

يمكن استخدام سلسلة من اللافتات التحذيرية والتنظيمية بشكل جماعي إذا لزم الأمر للتعبير عن الغرض من الطرق الرئيسة أو الطرق السريعة أو نظام إدارة الطرق.

٨-١-٦-١-٦ أجهزة التحكم المروري:

يجب أن يتمثل العنصر الأخير لأجهزة التحكم المروري أحادية المسار أو متعددة المسارات في عرض إشارة المرور. عندما يقترب سائق المركبة من نقطة التوقف بنظام التحكم في مداخل الطرق، تُستخدم واحدة من طريقتين قياسيتين متعارف عليهما لوضع اللافتات وعرض إشارة المرور لإبلاغ السائق بالمتطلبات التنظيمية لتنظيم الدخول في مداخل الطرق والإشارة إلى الموعد الذي يُسمح من خلاله لسائق المركبة بدخول الطرق الرئيسة أو الطرق السريعة. وتجدر الإشارة إلى أنه يتم تثبيت رؤوس إشارة ثلاثية الأقسام (ثلاثية الجوانب) على جانبي المدخل على أعمدة منفصلة لأنها تقع داخل المنطقة الخالية. إذا لم تكن السياسة الحالية مدعومة بأعمدة الانفصال، فيجب استخدام تدابير أخرى لمنع الاصطدامات التي تشمل المركبات وأعمدة الإشارة. تشمل هذه التدابير الحواجز والقيود.

تستخدم أنظمة الضبط أحادية المسار رأس إشارة واحد على كل جانب من المدخل. يتم تركيب إحدى هذه الإشارات بزاوية حيث يمكن للمركبات المتوقفة عند المدخل رؤية مصابيح الإنارة بوضوح. يتم تثبيت الآخر عند زاوية تسمح برؤية مصابيح الإنارة من المدخل. بالإضافة إلى ذلك، يتم وضع علامة "قف هنا عند الإشارة باللون الأحمر" أسفل كل رأس إشارة.

بالنسبة للمقاييس مزدوجة المسار، يتم تثبيت رأسين من ثلاثة أقسام على كل عمود. يشير رأس الإشارة العلوي إلى دخول المركبات إلى المدخل، بينما يشير رأس الإشارة السفلية إلى المركبات المتوقفة عند المقياس.

الإشارات الموجودة على العمود الأيسر خاصة بالمسار اليسرى والإشارات الموجودة على العمود الأيمن خاصة بالمسار اليمنى.

تُثبت لافتة "قف هنا عند الأحمر" على كل عمود بين رأسي الإشارة.

بالإضافة إلى ذلك، توضع لافتة "إشارة اليسار للمسار السفلى" أسفل رأس الإشارة السفلية على العمود الأيسر، وبالمثل يتم وضع "إشارة يمين للمسار اليمنى" على العمود الأيمن.

٨-١-٦-١-٧ الخطوط الأرضية:

بالإضافة إلى العلامات القياسية على المدخل لفصل مسارات السير عن كتف الطريق، تتطلب المقاييس مزدوجة المسارات خطًا إضافيًا لتحديد المسارين الذين يُنظم الدخول فيهما. عادةً ما يُستخدم خط ثابت لإيصال رسالة مفادها أن تغيير المسارات محظور بمجرد دخول المركبة إلى هذه المساحة. تتطلب أيضًا مسارات المرور ذات الاستيعاب المرتفع وضع علامة (ماسية) لتحديد القيود المفروضة على المسار.

٨-١-٦-١-٨ التحكم في المدخل:

لكي تكون مناسبة لتطبيقات تنظيم الدخول في مداخل الطرق ، يجب أن توفر وحدة التحكم المروري الوظائف التالية:

- كحد أدنى، يمكن دعم ما يصل إلى اثنين من المسارات التي يُنظم الدخول فيها بدون مسار المرور للمركبات ذات الاستيعاب المرتفع.
- لكل مسار يُنظم الدخول فيه، يُسمح ببرمجة المؤشرات الخضراء والصفراء والحمراء في نطاق من ١ إلى ٩٩ ثانية بفواصل زمنية مقدارها ٠,١ ثانية.
- دعم تكوين رادار واحد لجهاز الاستشعار على الأقل لكل الطرق الرئيسة أو الطرق السريعة أو مسار الطرق بحد أقصى ست مسارات. وعلاوةً على ذلك، يتعين على مراقبي المرور جمع متوسط السرعة والحجم (منفصل لسيارات الركاب والشاحنات) ومتوسط بيانات الإشغال من أجهزة الاستشعار هذه في صناديق منفصلة. يجب جمع البيانات كل ٠,١ ثانية وتجميعها خلال وقت يحدده المستخدم (على سبيل المثال، ٢٠ ثانية، ٣٠ ثانية، وما إلى ذلك.)
- يمكن جمع بيانات الحجم والإشغال من أجهزة الاستشعار الأخرى الموجودة بالمدخل.
- دعم قياس استجابة المرور.
- دعم وظيفة تجاوز صف الانتظار باستخدام بيانات الإشغال من أجهزة الاستشعار الأولية والمتوسطة عن صف الانتظار.
- دعم عمليات تحميل البيانات في الوقت الحقيقي أو اليدوي.
- توفير دورات بدء تشغيل وقياس وإغلاق منفصلة بقيم منفصلة للنطاقات الزمنية للإشارة أثناء هذه الدورات.
- تُقدم دورة بدء التشغيل لتنشيط المنارة الوامضة المتطورة
- للمدة القابلة للبرمجة قبل بدء دورة القياس.
- توفير منارة الوميض المتطورة لتصبح نشطة أثناء دورات القياس العادية.

على غرار إشارة المرور العادية، يجب تركيب وحدة التحكم على طبقة خرسانية.

٨-١-٦-١-٩ الفلسفة التشغيلية للتحكم في مداخل الطرق:

يمكن تشغيل تنظيم الدخول في مداخل الطرق بعدة طرق اعتمادًا على نوع التشغيل ومستواه.

- التحكم المحلي مقابل التحكم المستند إلى النظام

في تنظيم الدخول في مداخل الطرق المحلي، يعد التشغيل في المدخل أمرًا مستقرًا عن تنظيم الدخول في مداخل الطرق المجاورة. قد تشتمل الطرق الرئيسة أو الطرق أو الطرق السريعة على العديد من المداخل المتتالية التي يمكن تشغيلها في الأوضاع المحلية. في تنظيم الدخول في مداخل الطرق القائم على النظام، يتم تشغيل مجموعة من المداخل بطريقة منسقة. قد يكون التحكم المعتمد على النظام مركزيًا أو غير مركزي.

- توقيت مسبق مقابل التحكم في الاستجابة للمرور

تبدأ عملية تنظيم الدخول في مداخل الطرق في التحكم المحدد مسبقًا وتنتهي في أوقات مبرمجة مسبقًا. تعتمد أوقات تشغيل تنظيم الدخول في مداخل الطرق ومعدلات الدخول، في التحكم في الاستجابة للمرور على ظروف المرور المستشعرة. يجوز على سبيل المثال برمجة تنظيم الدخول في مداخل الطرق لبدء التشغيل إذا تجاوز إشغال أجهزة استشعار الطرق الرئيسة أو الطرق السريعة أو الطرق قيمة حدية معينة أو سرعات أقل من حد معين. يجوز أيضًا لتشغيل عملية الاستجابة للمرور ضبط معدلات تنظيم الدخول في مداخل الطرق إما باستخدام قيم مبرمجة مسبقًا أو باستخدام حلقة تحكم في التعليقات لحساب معدلات الدخول في الوقت الحقيقي.

- التحكم المقيد مقابل التحكم غير المقيد

في الوضع المقيد، يتم تعيين معدلات تنظيم الدخول في مداخل الطرق بناءً على الطرق الرئيسة أو الطرق السريعة أو ظروف الطرق. في الوضع غير المقيد، يتم ضبط معدلات تنظيم الدخول في مداخل الطرق بناءً على ظروف الاصطفاف على المدخل. يتسبب الشكل النهائي من الوضع غير المقيد في إيقاف عملية تنظيم الدخول في مداخل الطرق عندما تصل قائمة صفوف الانتظار بالمدخل إلى الحد الأقصى للطول المسموح به. يُستأنف تشغيل تنظيم الدخول في مداخل الطرق عند إخلاء صفوف الانتظار.

- التحكم المركزي مقابل التحكم غير المركزي

يتحكم الحاسوب الموجود في تنظيم الدخول في مداخل الطرق في التحكم المركزي. عادةً ما يُستخدم التحكم المركزي مع تنظيم الدخول في مداخل الطرق المستند إلى النظام في مجموعة من المداخل على امتداد مقطع الطرق الرئيسة أو الطرق السريعة أو الطرق. يطبق التحكم غير المركزي تنظيم الدخول في مداخل الطرق باستخدام الأجهزة الميدانية فقط، ويمكن أن يكون محليًا أو قائمًا على النظام.

٨-١-٦-١-١٠ أنواع التحكم في مداخل الطرق:

حينما لا تكون منطقة الاندماج للطرق الرئيسة أو الطرق السريعة أو الطرق موضعًا للاختناق المروري، فقد يكون لمدخل الطريق الأحادي المسار غير الخاضع للرقابة قدرة إنتاجية تتراوح من ١,٨٠٠ إلى ٢,٢٠٠ مركبة في الساعة. سيكون للمدخل نفسه سعة أقل عند قياسه. يعتمد الحد الأقصى لقدرة تنظيم الدخول في مداخل الطرق النظرية على نوع الإستراتيجية المستخدمة. ثمة ثلاث إستراتيجيات لتنظيم الدخول في مداخل الطرق. هذه الإستراتيجيات محددة على النحو المذكور أدناه.

- مسار واحد وسيارة واحدة لكل إشارة خضراء.

تسمح هذه الإستراتيجية لكل سيارة دخول الطرق الرئيسة أو الطرق السريعة أو الطرق في كل دورة إشارة. للحفاظ على التناسق مع إشارات المرور العادية، تستخدم أنظمة تنظيم الدخول في مداخل الطرق ثلاثة رؤوس إشارة مع مؤشرات إشارة خضراء وصفراء وحمراء. يتم ضبط طول المؤشرات الخضراء والصفراء لضمان الوقت الكافي لمركبة واحدة لعبور خط التوقف. يجب أن يكون طول الفاصل الزمني باللون الأحمر كافيًا لضمان توقف المركبة التالية تمامًا قبل المواصلة. من الناحية العملية، يبلغ مقدار أصغر دورة ممكنة ٤ ثوانٍ مع ثانية واحدة باللون الأخضر، وثانية واحدة باللون الأصفر، وثانيتان باللون الأحمر. ينتج عن ذلك سعة تنظيم الدخول في مداخل الطرق بمقدار ٩٠٠ مركبة لكل ساعة. ومع ذلك، فقد أظهرت الملاحظات الميدانية أن دورة مدتها ٤ ثوان قد تكون أقصر من أن يتحقق الشرط الذي يقضي بضرورة توقف كل مركبة قبل المتابعة. قد يؤدي أيضًا أي تردد من جانب سائق سيارة الركاب إلى استهلاك دورتين لكل مركبة. يبلغ مقدار الدورة الأكثر منطقية حوالي ٤,٥ ثانية، يتم الحصول عليها بزيادة وقت الإشارة باللون الأحمر إلى ٢,٥ ثانية. قد ينتج عن هذه الزيادة في الإشارة الحمراء سعة تنظيم الدخول في مداخل الطرق أقل تبلغ ٨٠٠ مركبة لكل ساعة.

- مسار واحدة وعدة سيارات لكل إشارة خضراء.

يُعرف أيضًا نظام تنظيم دخول الرتل في مداخل الطرق باسم تنظيم الدخول في مداخل الطرق الجماعي، مما يسمح لمركبتين أو أكثر بدخول الطرق الرئيسة أو الطرق السريعة أو الطرق أثناء كل إشارة خضراء. يتمثل الشغل الأكثر شيوعًا لهذه الإستراتيجية في السماح لسيارتين لكل إشارة خضراء. يمكن السماح بثلاث سيارات أو أكثر ومع ذلك، فإن هذا سيضحي بالهدف الثالث (تفتيت الأرتال الكبيرة). علاوةً على ذلك، على عكس ما قد يعتقده المرء، لا ينتج عن تنظيم الدخول في مداخل الطرق الكبير زيادة كبيرة في السعة على طريقة مسار واحد وسيارة واحدة لكل إشارة خضراء. هذا لأن هذه الإستراتيجية تتطلب أوقاتًا أطول بلون الإشارة الأخضر والأصفر مع زيادة سرعة المدخل، مما يؤدي إلى إطالة مدة الدورة. وبالتالي، ثمة عدد أقل من الدورات في ساعة واحدة. تتطلب على سبيل المثال إستراتيجية المركبات ذات اللون الأخضر للسيارة أطوال دورة تتراوح بين ٦ و٦,٥ ثانية وتؤدي إلى قدرة تنظيم الدخول

في مداخل الطرق من ١,١٠٠ إلى ١,٢٠٠ مركبة في الساعة يوضح هذا التحليل أن تنظيم الدخول في مداخل الطرق الكمي لا يضاعف السعة ويجب ملاحظة هذه النتيجة.

- تنظيم الدخول في مداخل الطرق مزدوجة المسارات

يتطلب تنظيم الدخول في مداخل الطرق مزدوجة المسارات مسارين يتم توفيرهما بالمدخل على مقربةٍ من تنظيم الدخول في مداخل الطرق الذي يدمجهما في مسار واحدة. يعرض جهاز الرقابة في هذه الإستراتيجية دورة مستقلة باللون الأخضر والأصفر والأحمر لكل مسار. يمكن مزامنة دورات الإشارة في المسارين بحيث لا تظهر المؤشرات الخضراء في وقت واحد في كلا المسارين. يمكن أن يوفر تنظيم الدخول في مداخل الطرق مزدوجة المسارات سعة تنظيم الدخول في مداخل الطرق بمقدار ١,٦٠٠ إلى ١,٧٠٠ مركبة لكل ساعة. بالإضافة إلى ذلك، توفر المداخل ذات المسارين حيز تخزين أكبر للمركبات الموجودة في صفوف الانتظار.

٨-١-٦-١-١١ اعتبارات التصميم الهندسي (الجيومتري):

يتطلب تركيب نظام لتنظيم الدخول في مداخل الطرق لتحقيق الأهداف المرجوة مساحة كافية عند جانب المدخل. يتطلب تحديد الحد الأدنى لطول المنحدر لتوفير تشغيل آمن وفعال ومرغوب دراسة متأنية للعناصر الموضحة أدناه:

- يجب توفير مساحة كافية للمركبة المتوقفة عند منظم الدخول في مداخل الطرق لتسريع وتحقيق سرعات اندماج آمنة.
- يجب توفير مساحة كافية لحفظ صفوف الانتظار الدورية الناتجة للمركبات دون حظر تقاطع إشارات الجزء الأمامي.
- يجب توفير مساحة كافية للمركبات التي يتم تفريغها من أي إشارة بالمدخل الأمامي.
- للتوقف بسلامة خلف صف انتظار المركبات التي تم تنظيم دخولها.

يتحكم وضع أعمدة الإشارة في توزيع طول المدخل المتاح على مسافات التخزين والتسارع. يمكن إذا لزم الأمر، توفير مسافة تسارع إضافية عن طريق إنشاء مسار إضافية موازية للطرق الرئيسة أو الطرق أو مسارات الطرق. يمكن بالمثل توفير حيز تخزين إضافي على الطريق المواجه للمدخل.

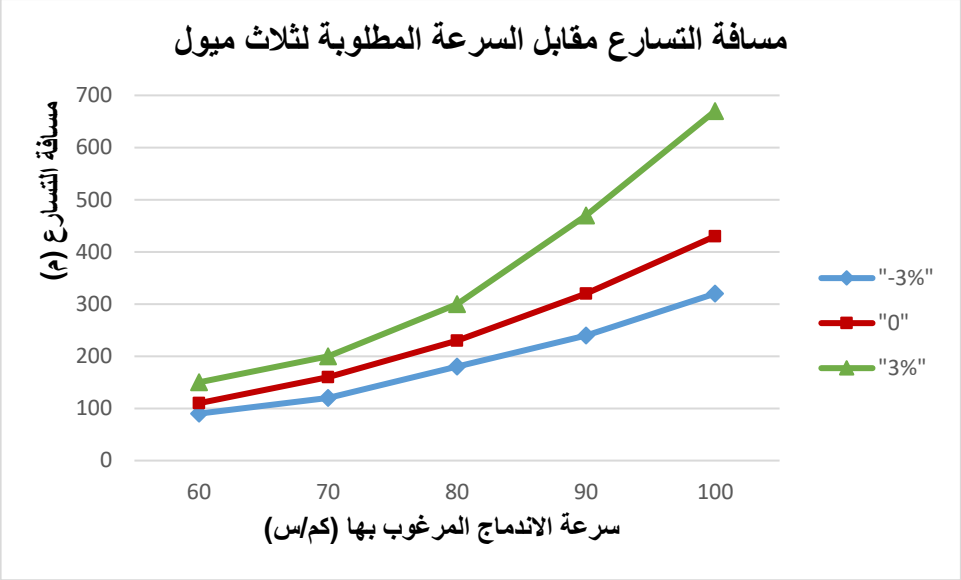
٨-١-٦-١-١٢ مسافة التوقف الدنيا لنهاية صف الانتظار:

عندما يكون منظم المدخل قيد التشغيل، فمن المحتمل أن يواجه السائقون الذين يصلون إلى المدخل نهاية صف الانتظار. يجب توفير مسافات مناسبة للمناورة والتوقف للمركبات من موقع يُتوقع منها أولًا رؤية الجزء الخلفي من صف الانتظار.

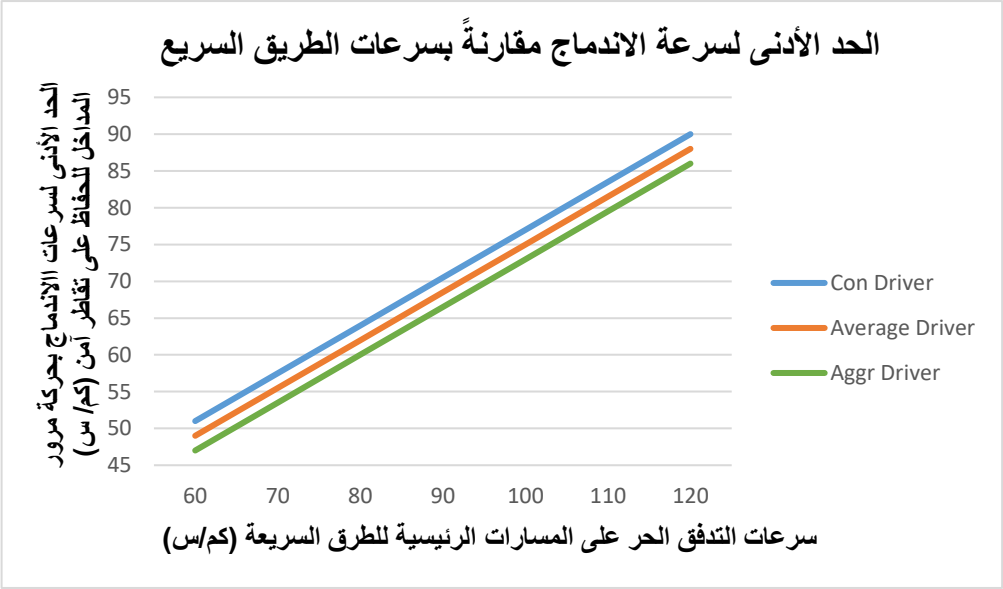
٨-١-٦-١-١٣ المسافة من منظم الدخول الى منطقة الاندماج:

تقدم (AASHTO) تخطيطات السرعة-المسافة التعريفية لفئات مختلفة من المركبات اثناء تسارعها من حالة التوقف إلى السرعة لمختلف مستويات المنحدر. يقدم الشكل (٨-٥) مسافات تسارع مشابهة لازمة لتحقيق سرعات اندماج لطرق رئيسة مختلفة بناءً على مواصفات تصميم (AASHTO). يمكن استخدام هذا الشكل لتحديد مسافة التسارع لأي سرعة اندماج مرغوب بها. في هذا الشكل، لاحظ أن المسافة المطلوبة للاندماج تزداد مع زيادة سرعات الاندماج وميل المدخل.

نظرًا للفجوات الموجودة في الطرق الرئيسة أو الطرق أو مجرى المرور على الطرق، يمكن اندماج مركبات المنحدر بأمان بسرعات أبطأ قليلًا من سرعات التدفق الحر. الشكل (٨-٦) يوفر رسم بياني لتحديد سرعات الاندماج الآمنة مقابل سرعات الطرق الرئيسة أو الطرق السريعة أو الطرق شبه السريعة لثلاثة أنواع من السائقين.



الشكل (٨–٥) الحد الأدنى لمسافة التسارع للسرعات المرغوب بها (AASHTO).



الشكل (٨–٦) سرعات اندماج آمنة تتوافق مع سرعات التدفق الحر (AASHTO).

٨-١-٦-١-١٤ تكوين المسار:

يمكن أن تتكون مداخل الطريق التي يُنظم الدخول فيها من مسارات مفردة أو متعددة. لتحديد عدد المسارات التي يُنظم الدخول فيها، يجب على المصمم أن يأخذ في الاعتبار أحجام المركبات وعدد المركبات لكل إشارة خضراء. يجب تحديد عدد المسارات في دراسة نظام تنظيم الدخول في مداخل الطرق.

الجدول (٨-٦) يوضح أدناه الموعد المناسب للسماح بمركبة أو مركبتين لكل إشارة خضراء.

الجدول (٨–٦) تحديد عدد المسارات التي ينظم الدخول فيها (FHWA).

أحجام المرور بالمدخل	عدد المسارات التي يُنظم الدخول فيها	المركبات لكل إشارة خضراء
أقل من ١٠٠٠ مركبة لكل ساعة	مسار واحد	مفردة
٩٠٠-١٢٠٠ مركبة لكل ساعة	مسار واحد	مزدوجة
١٢٠٠-١٦٠٠ مركبة لكل ساعة	مساران	مفردة
١٦٠٠-١٨٠٠ مركبة لكل ساعة	مساران	مزدوجة

توصي الإدارة الاتحادية للطرق ودليل مراقبة المرور بأن مسارات المدخل يبلغ عرضها على الأقل ٣,٦ مترًا ويبلغ عرض المسار الجانبية الكتف الداخلي ٢,٠ مترًا تقريبًا وعرض الكتف الخارجي ٢,٠ مترًا. يجب استخدام هذه الإرشادات عند تحديد عدد من مسارات المدخل التي يُنظم الدخول فيها. قد تؤثر الاعتبارات الأخرى مثل الاضطرابات البيئية والمنشآت القائمة وعوامل أخرى على التصميم النهائي.

٨-١-٦-٢ إرشادات تعيين الموقع/ التثبيت:

يجب وضع مُنظّم الدخول في مداخل الطرق وشريط التوقف في أحد مواقع المدخل الذي يوازن بين الحاجة لمنطقة صفوف الانتظار / منطقة التراص من جهة المنبع ومنطقة الاندماج والتسارع من جهة المقصد. يجب وضع مُنظّم الدخول بحيث تتوفر مساحة تكديس كافية على المدخل لاستيعاب صفوف الانتظار التي سينشئها.

يتعين على المصمم استخدام طرق حساب متطلبات حفظ صفوف الانتظار. يمكن كتقدير تقريبي حساب أطوال قائمة الانتظار عن طريق طرح معدل القياس من كثافة المدخل خلال فترة زمنية محددة.

القاعدة العامة المستخدمة بشكل شائع هي أن المدخل يجب أن يستوعب صف انتظار بنسبة ١٠ ٪ من حجم ساعة الذروة. إذا كان حجم ساعة الذروة على سبيل المثال هو ١٠٠٠ مركبة في الساعة، فيجب أن تستوعب منطقة التراص التقريبية ١٠٠ مركبة.

يجب إيلاء اعتبار خاص لمواقع مُنظّم الدخول متعدد المسارات. يجب أن توفر مُنظّمات الدخول التي تتكون من أكثر من مسار مسافة كافية لاندماج مسارات المدخل قبل دمجها مع الخط الرئيس. هذا قد يزيد من المسافة اللازمة من المقياس إلى الخط الرئيس / نقطة دمج المدخل لاستيعاب مسافة التسارع المقبولة.

يتحدد الموقع الدقيق لمُنظّم الدخول من دراسة مُنظّم الدخول.

من المقرر استخدام القواعد الأساسية المدرجة هنا لتحديد مناطق تعيين المكان المناسب العامة، ولكنها لن تلبي احتياجات كل وضع فريد من نوعه.

٨-١-٦-٢-١ إشارات مُنظّم الدخول:

يجب أن تستخدم مداخل المسار الفردية عمود إشارة (عمود رأسي) مع اثنين من رؤوس الإشارة المثبتة على الجانب الأيسر لخط الوقوف. يجب أن تكون الإشارات متباعدة رأسيًا بحيث يمكن للسائق رؤية رؤوس الإشارات أثناء وقوفه عند شريط التوقف أو أمامه مباشرةً. يمكن لعمود مزدوج على الجانب الأيمن من المدخل أن يكمل إشارة الجانب الأيسر إذا لزم الأمر. يجب بالنسبة لتطبيقات مُنظّم الدخول أن تحتوي رؤوس الإشارات على مصابيح باللون الأخضر والكهرماني والأحمر.

يجب أن يستخدم مدخلان بمسارين اثنين من أعمدة الإشارة، واحد على كل جانب من جانبي المدخل. بالنسبة للمداخل متعددة المسارات التي تستخدم فترات خضراء متداخلة أو متعددة المركبات، يوصى باستخدام رأسي إشارة لكل مسار.

ينبغي مراعاة العناصر الآتية عند وضع أعمدة للإشارات:

- يجب وضع أعمدة للإشارات بقدر ما هو عملي من حافة طريق السير دون التأثير سلبًا على رؤية مؤشرات الإشارة.
- حيث لا يمكن وضع الأعمدة بناءً على خلوصات (AASHTO) الموصى بها (ما يعادلها من المواصفات الأوروبية).

٨-١-٦-٢-٢ أجهزة استشعار المركبات:

تتطلب أنظمة تنظيم الدخول في مداخل الطرق سلسلة من أجهزة استشعار المركبات لتوفير مدخلات تتعلق بأجزاء مختلفة من معلومات سائق المركبة. بينما تستخدم الحلقات الحثية عادةً كطريقة أولية للاستشعار، يمكن استخدام تقنيات أخرى للاستشعار أيضًا، بشرط أن تنتج جميع معلومات الإدخال المطلوبة عن طريق جهاز التحكم في نظام تنظيم الدخول في مداخل الطرق. تتضمن التقنيات القابلة للتطبيق لاستشعار المركبات الحلقات الحثية، ومستشعر الموجات الدقيقة، ومقاييس شدة المجال المغناطيسي، وأنظمة استشعار المركبات المصورة بالفيديو. العديد من خوارزميات وحدة التحكم مصممة لاندماج بيانات الحلقة أو الحلقة التقليدية (مثل نظام استشعار المركبات المصورة بالفيديو).

قد تكون المعايرة الإضافية لازمة في حالة استخدام أجهزة الاستشعار غير الحلقية لمنظم الدخول.

تستخدم أنظمة تنظيم الدخول في مداخل الطرق سلسلة من أجهزة الاستشعار في المواقع الرئيسة (الجدول ٨-٧). يمكن نشر بعض أو جميع مواقع أجهزة الاستشعار حسب درجة تعقيد النظام. يمكن لمنظم الدخول استخدام بعض أو جميع أنواع أجهزة الاستشعار التالية.

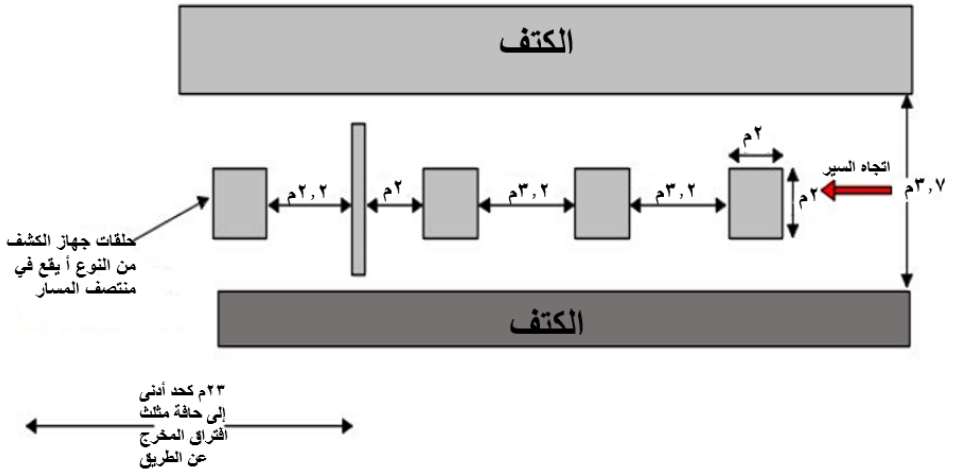
الجدول (٨–٧) أنواع أجهزة الاستشعار (NTCIP 1207 v02).

الغرض من جهاز الاستشعار	الوصف
استشعار الطلب	يقع عند خط التوقف. يستشعر وجود المركبات في كل مسار لمنظم الدخول في مداخل الطرق. يشار إليه أيضًا باسم جهاز استشعار تسجيل الوصول.
استشعار المرور	يقع فقط عبر خط التوقف. يستشعر ممر المركبات بنظام تنظيم الدخول في مداخل الطرق. يشار إليه أيضًا باسم جهاز استشعار تسجيل الخروج.
استشعار صف الانتظار بالمدخل	يقع عند تقاطع منحدر الدخول مع الشارع السطحي.
استشعار الخط الرئيس	يكشف حينما يكون صف الانتظار عند أو يتجاوز سعة المدخل. يجوز أيضًا استخدام أجهزة استشعار صف الانتظار بالمدخل.
استشعار المخرج	يقع في موقع واحد أو أكثر على الطرق الرئيسة أو الطرق السريعة أو الخط الرئيس للطرق. يستشعر سعة استيعاب الخط الرئيس والازدحام الموجود والسرعات الموجودة بكل مسار سير. يمكن استخدام البيانات لجمع البيانات أو إدخالها في خوارزمية وحدة التحكم لأنظمة تنظيم الدخول في مداخل الطرق سريعة الاستجابة للمرور.
استشعار المدخل	يقع على منحدر الخروج عند المحول الذي يُنظم الدخول فيه. يوفر معلومات عن الحجم المروري لاستخدامها في عمليات تنظيم الدخول في مداخل الطرق على مستوى النظام، والتي تتميز بسرعة الاستجابة للمرور.

٨-١-٦-٢-٣ منطقة استشعار الطلب:

يستشعر جهاز استشعار الطلب وجود المركبات بخط التوقف لمُنظم الدخول في مداخل الطرق. تعد أجهزة الاستشعار ضرورية لتشغيل نظام مُنظم الدخول في مداخل الطرق لأنها تخبر النظام بموعد التنشيط.

ينبغي أن يكون طول منطقة الاستشعار لجهاز استشعار الطلب حوالي ١٤ مترًا، أو بطول مركبتين تقريبًا. يجب أن تشمل منطقة استشعار الطلب جميع المسارات التي يُنظم الدخول فيها. الشكل (٨-٧) يعرض تهيئة أجهزة استشعار الطلب / أجهزة استشعار ممر الحلقات الحثية النموذجية.



الشكل (٨–٧) التكوين الآمن لحلقات استشعار الطلب والمرور النموذجية (NTCIP 1209 version v02).

٨-١-٦-٢-٤ منطقة استشعار المرور:

تُستخدم منطقة استشعار المرور لاستشعار مرور المركبات من خلال نظام تنظيم الدخول في مداخل الطرق. يوفر هذا للنظام أحجام مرور المركبات التي تدخل إلى الطريق، ويوفر تأكيدًا على أن المركبات تلتزم بإشارات مُنظم الدخول في مداخل الطرق. قد تصبح منطقة الاستشعار ضرورية حسب نوع النظام لعمليات تنظيم الدخول في مداخل الطرق.

٨-١-٦-٢-٥ منطقة استشعار صف الانتظار بالمدخل:

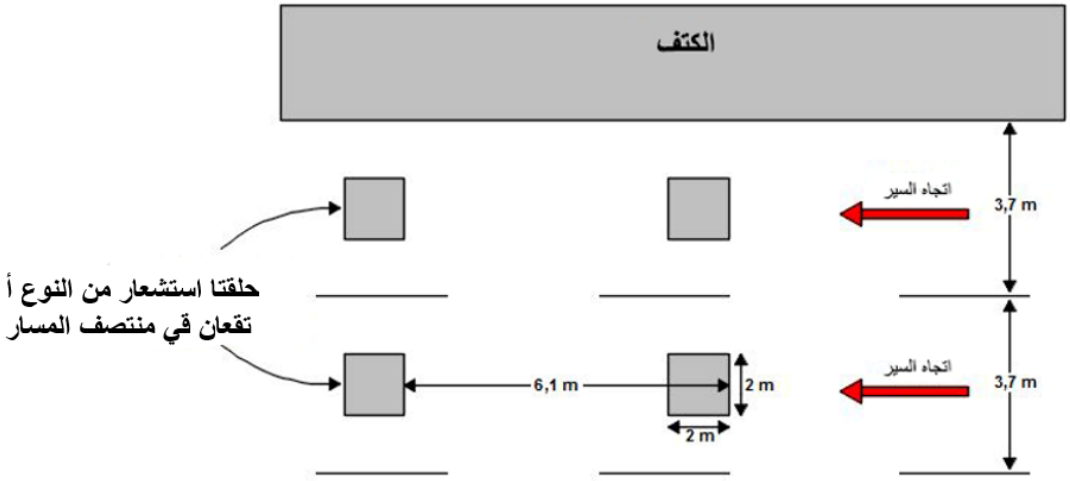
تعد منطقة استشعار صف الانتظار بالمدخل ضرورية لنظام تنظيم الدخول في مداخل الطرق سريع الاستجابة للمرور. يقع جهاز الاستشعار قبل المدخل بالقرب من التقاطع مع الشارع السطحي. وهو يستشعر عندما يكون المدخل مزدحمًا، وإذا كان صف الانتظار معرضًا لخطر الوصول إلى الشارع السطحي أو الارتداد إليه. يمكن إعداد مناطق استشعار إضافية في نقاط منتصف الطريق على المدخل لاستشعار طول صف الانتظار العام.

يعد استشعار صف الانتظار مدخلًا أساسيًا لخوارزمية النظام سريع الاستجابة للمرور ويجب إدراجه في نظام تنظيم الدخول في مداخل الطرق.

٨-١-٦-٢-٦ منطقة استشعار الخط الرئيس:

تقع مناطق استشعار الخط الرئيس في الطرق الرئيسة أو في الطرق السريعة أو الطرق من خلال المسارات الموجودة بنقطة التلاقي عند نهاية المنطقة المستدقة للمدخل. يجب أن تتضمن المنطقة كل ذلك من خلال المسارات. توفر منطقة الاستشعار البيانات الأساسية لعمليات التشغيل المروري الرئيسة مثل السرعة والحجم. هذه البيانات هي عبارة عن مدخلات في خوارزمية تنظيم الدخول في مداخل الطرق الضرورية لتحديد السعة المتاحة للخط الرئيس. تحدد السعة المتوفرة معدل تنظيم الدخول في مداخل الطرق.

الشكل (٨-٨) يعرض تهيئة لأجهزة استشعار الخطوط الرئيسة ذات الحلقات الحثية النموذجية. عند استخدام الحلقات، يجب تركيب حلقات متعددة بالتسلسل من أجل الاستشعار الدقيق عن السرعات وصفوف انتظار المركبات.



الشكل (٨–٨) مخطط نموذجي لحلقات الاستشعار الحثية الرئيسة (NTCIP).

٨-١-٦-٢-٧ منطقة استشعار منحدر الخروج:

تقع منطقة استشعار منحدر الخروج في إحدى النقاط بمنحدر الخروج بالتقاطع المجهز بنظام تنظيم الدخول في مداخل الطرق. يكمن الهدف من منطقة الاستشعار هذه في جمع بيانات عن حجم المركبة التي تُستخدم في العديد من خوارزميات نظام تنظيم الدخول في مداخل الطرق. بينما يعد استشعار منحدر الخروج أمرًا مرغوبًا فيه، فقد لا يكون شرطًا لنظام تنظيم الدخول في مداخل الطرق سريع الاستجابة للمرور. من المقرر تحديد الحاجة إلى استشعار منحدر الخروج من خلال خوارزمية تنظيم الدخول في مداخل الطرق المحددة للمشروع.

٨-١-٦-٢-٨ مناطق استشعار منحدر الدخول:

يمكن أن تقع مناطق استشعار المداخل التي لا يُنظم الدخول فيها، ولكنها توجد داخل ممر أو نظام مدخل يُنظم الدخول فيه. تهدف مناطق الاستشعار هذه إلى جمع بيانات عن الحجم المروري للمركبات التي تدخل الخط الرئيس، مما يقلل من السعة المتاحة. بينما تعد هذه الأحجام مطلوبة، فهي تُعدّ مدخلات للعديد من خوارزميات تنظيم الدخول في مداخل الطرق.

٨-١-٦-٢-٩ اللافتات والخطوط الارضية لتنظيم الدخول في مداخل الطرق:

لا تعد تقنية تنظيم الدخول في مداخل الطرق حاليًا طريقة نموذجية لإدارة المرور المستخدمة في المملكة العربية السعودية. لم يعتد السائقون عمومًا على أنظمة تنظيم الدخول في مداخل الطرق، لذلك قد يتسبب أي تركيب في حدوث ارتباك وظروف خطيرة إذا لم يتم الإعلان عنها بشكل صحيح لسائقي المركبات. إذا لم يعرف سائقو المركبات أنهم يتوقعون أنظمة تنظيم الدخول في مداخل الطرق، فقد ينحرفون، أو يقومون بحركات أخرى غير منتظمة، أو يكبحون مركباتهم فجأةً مما يتسبب في التعرض لظروف خطرة لأنفسهم وللسائقين من حولهم.

تعد اللافتات والخطوط الأرضية الموفرة بكثرة والموضوعة في المكان المناسب أمرًا بالغ الأهمية لتركيبات نظام تنظيم الدخول في مداخل الطرق الفعالة والآمنة. تزداد الحاجة إلى اللافتات مع تعقيد النظام. تتطلب أنظمة تنظيم الدخول في مداخل الطرق على سبيل المثال على الطرق الرئيسة ذات الحجم الكبير أو الطرق السريعة أو الطرق شبه السريعة أو بعض التقاطعات شبكة من اللافتات التي تتضمن لافتات علوية مزودة بإشارات وامضة.

٨-١-٦-٢-١٠ اللافتات القياسية لمُنظّم الدخول في مداخل الطرق :

يجب أن تكون لافتات إدارة مُنظّم الدخول في مداخل الطرق والتحكم به مزودة بأنوار وامضة تنشط عند تشغيل نظام تنظيم الدخول في مداخل الطرق لزيادة رؤية اللافتة. يجب تحديد استخدام الأنوار الوامضة على أساس كل مشروع على حدة.

٨-١-٦-٢-١١ الخطوط الأرضية:

يجب أن تستخدم أنظمة تنظيم الدخول في مداخل الطرق الخطوط الأرضية المتسقة مع التشغي القياسي للتقاطعات المحكومة بإشارات مرورية ومنحدرات الطرق الرئيسة أو الطرق السريعة أو الطرق شبه السريعة، بما في ذلك: خطوط التوقف وخطوط الاندماج وخطوط فواصل المسارات المتقطعة. قد تكون الخطوط عبارة عن علامات طلاء أو بلاستيك أو علامات رصف مرتفعة.

٨-١-٦-٢-١٢ تثبيت علبة أنظمة النقل الذكية:

يتعين مراعاة مواصفات الشركة المصنعة لتحديد أقصى مسافة بين علبة وحدة التحكم والجهاز الميداني الذي تخدمه.

يتكون نظام تنظيم الدخول في مداخل الطرق من علبة، ووحدة تحكم، ومفاتيح للأحمال، وملفات إدخال، ومضخمات مزودة بحلقات وأجهزة متنوعة أخرى، تشبه إلى حدٍ بعيدٍ أنظمة إشارات المرور. يجب أن تكون وحدة التحكم قادرة على تلبية الاحتياجات والوظائف المحددة في دراسة نظام تنظيم الدخول في مداخل الطرق. تتوفر العديد من وحدات التحكم القياسية التي تلبي الاحتياجات العامة لنظام تنظيم الدخول في مداخل الطرق. تتمثل الوحدات الأكثر شيوعًا في النوع "١٧٠s" أو النوع "٢٠٧٠s". أصبحت وحدات التحكم من طراز ١٧٠ قديمة، لذا يجب أن تستخدم التركيبات الجديدة وحدة التحكم في النقل المتطورة ٢٠٧٠ (ATC)، إلا في الحالات التي تتعارض فيها مع الأنظمة الحالية أو برمجيّات النظام.

يجب وضع جميع معدات تنظيم الدخول في مداخل الطرق في علبة قياسية معتمدة من الرابطة الوطنية لمصنعي الأجهزة الكهربائية في الولايات المتحدة الأمريكية (NEMA) أو (IP). يجب وضع العلبة بموقع مُنظّم الدخول في مداخل الطرق ويجب أن تستوفي المواصفات التالية:

- سهولة الوصول للصيانة - لا يتطلب الوصول إلى وحدة التحكم.
- مركبات أو معدات خاصة.
- أن تكون موضوعة بحيث يمكن لأفراد الصيانة الوصول إلى العلبة أثناء عرض رؤوس إشارات تنظيم الدخول في مداخل الطرق.
- لا يعيق مسافة رؤية المركبة للمنحدر أو رأس إشارة نظام تنظيم الدخول في مداخل الطرق.
- محمية من المركبات الشاردة - إما أن تقع خارج "المنطقة الخالية" أو خلف أحد الحواجز.
- تسهيل الاتصال بمركز وحدة التحكم أو الموقع البعيد الذي يتحكم في نظام تنظيم الدخول في مداخل الطرق ويقوم بمراقبته.
- توفير القاعدة الواقية المبطنة لعامل الصيانة في الجزء الأمامي من العلبة حتى يقف عامل الصيانة عليها أثناء الوصول إلى العلبة.

٨-١-٧ أنظمة استشعار المركبات للأنفاق والجسور:

تضمن أنظمة استشعار المركبات المستخدمة في الامتثال لجميع متطلبات مواصفة الرابطة القومية (الأمريكية) للحماية من الحرائق (NFPA) رقم ٥٠٢ (مواصفة لأنفاق وجسور الطرق وغيرها من الطرق التي يتحكم في الدخول إليها). يجب الرجوع إلى المواصفة (NFPA ٥٠٢) من أجل متطلبات التصميم. يجب أن يتوافق اختيار أنظمة الاستشعار هذه مع قيود التصميم المتوقعة للهياكل الإنشائية للأنفاق للطاقة الناتجة عن حريق لا يقل عن ٧,٤ ميجاوات ويجب أن تكون أجهزة الاستشعار من نوع الإلكترونيات الضوئية من أجل النجاة من مثل هذا الحدث لفترة كافية للإبلاغ عنه.

إن استخدام أي نظام جهاز استشعار تدخلي (حلقات، مقاييس شدة المجال المغناطيسي) على سطح الجسر أو أي هيكل إنشائي يشبه سطح الجسر حيث يلزم وجود كسور أو حفر جوفية غير مقبول لأي سبب من الأسباب. في حالة وجود متطلبات إلزامية لمثل هذا الاستشعار، يجب أن يتخذ شكل الاستشعار بالفيديو أو الرادار.

٨-٢ مواصفات أنظمة الاستشعار:

٨-٢-١ الموجات الدقيقة / نظام الاستشعار بالرادار:

تتميز أجهزة الاستشعار بالموجات الدقيقة بقدرتها على جمع البيانات وتخزينها وتوفيرها (على سبيل المثال، عدد المركبات وسرعات المركبات وإحصاءات تصنيف المركبات وما إلى ذلك) لكل منطقة استشعار في فترات زمنية يحددها المستخدم من ٠ ثانية إلى ٢٤ ساعة. تتكون أجهزة استشعار المركبات بالموجات الدقيقة من تركيبات تتضمن كحد أدنى:

١- أجهزة استشعار المركبات بالموجات الدقيقة
٢- هياكل ومجموعات التركيب؛
٣- الأجهزة الخاصة بوحدة التحكم
٤- كابل مناسب لنقل واستلام البيانات والاتصالات القائمة بين جهاز استشعار المركبات بالموجات الدقيقة والأجهزة الخاصة بوحدة التحكم الموجودة بعلبة مثبتة في الأرض
٥- جميع كابلات الطاقة اللازمة تبدو موضحة في رسومات مشروع التصميم الموضحة بالتفصيل.

تصنف الشروط المحددة للتركيبات الفرعية لأجهزة استشعار المركبات بالموجات الدقيقة على النحو التالي:

١- يحتوي جهاز استشعار المركبات بالموجات الدقيقة على نطاق استشعار من ٢,٠ إلى ٧٥,٠ مترًا.
٢- سيتمكن جهاز استشعار المركبات بالموجات الدقيقة من جمع البيانات التالية لكل مسار: الحجم، السرعة، الإشغال، التعداد، متوسط التباعد الزمني (التقاطر)، متوسط الفجوة، تعدادات الاتجاه.
٣- لن يتأثر أداء جهاز استشعار المركبات بالموجات الدقيقة سلبًا بالعوامل الجوية مثل المطر، أو الضباب، أو الحرارة، أو الغبار، أو الرمل، أو الرياح.
٤- يعمل جهاز استشعار المركبات بالموجات الدقيقة بشكل متكرر وهو معتمد من وزارة الاتصالات ووزارة الداخلية. يحظر تدخل تردد جهاز استشعار المركبات بالموجات الدقيقة مع أي معدات معروفة موجودة في المنطقة المجاورة.
٥- يجب أن يكون جهاز استشعار المركبات بالموجات الدقيقة على المنشآت الجديدة أو القائمة (بما في ذلك الأعمدة) من أجل التهيئة العلوية أو الجانبية وفقًا لتوجيهات الرسومات التفصيلية لتصميم المشروع أو المواصفات.
٦- يحتوي جهاز استشعار المركبات بالموجات الدقيقة على نطاق استشعار من ٤ إلى ٢٥٠ كم/س.

يتضمن جهاز الاستشعار حماية من التيار وفقًا لمعيار (IEEE C٦٢,٤١ – ١٩٨٠)، فئة ج.

٨-٢-٢ نظام استشعار شدة المجال المغناطيسي:

يتكون نظام استشعار شدة المجال المغناطيسي من تركيبات تتضمن كحد أدنى: (أولًا) مستشعرات مقاييس شدة المجال المغناطيسي؛ (ثانيًا) نقطة (نقاط) الدخول؛ (ثالثًا) وحدة (وحدات) تقوية؛ إذا لزم الأمر، (رابعًا) إيبوكسي؛ (خامسًا) البرمجيّات؛ (سادسًا) كيبل لنقل وإرسال البيانات والاتصالات بين نقطة الوصول وصندوق الوصول وجهاز برتوكول الإنترنت الموجود في علبة أنظمة النقل الذكية؛ (سابعًا) كل القنوات المطلوبة وكابلات الطاقة والبيانات على النحو المذكور في رسومات التصميم الموضحة بالتفصيل.

يتضمن الشرط المحدد لنظام استشعار شدة المجال المغناطيسي التالي:

يمكن استخدام مستشعرات شدة المجال المغناطيسي مع مجموعة متنوعة من تطبيقات الطرق والطرق الشريانية. تُستخدم لقياس الكثافة والإشغال والسرعة والاستشعار المتطور.

عند تصميم موقع جهاز استشعار شدة المجال المغناطيسي، يتعين على المصمم إيلاء مزيد من الاهتمام إلى الخطوات التفصيلية التالية أدناه.

١- سيتمكن نظام استشعار شدة المجال المغناطيسي من جمع البيانات التالية لكل مسار: الكثافة، المتوسط السرعة، الإشغال، الإحصاءات، متوسط قيمة التقدم، متوسط الفراغ، إحصاءات الاتجاه.
٢- يتمكن نظام استشعار شدة المجال المغناطيسي من تقديم الحد الأدنى لمستويات الدقة التالية: ٩٥٪ للكثافة، ٩٠٪ للإشغال، ٩٠٪ للسرعة بزيادة / نقص ١ مترًا لطول جميع المسارات
٣- لن يتأثر أداء نظام استشعار شدة المجال المغناطيسي سلبًا بالعوامل الجوية مثل المطر، أو الضباب، أو الحرارة، أو الغبار، أو الرمل، أو الرياح
٤- يتحقق نظام استشعار شدة المجال المغناطيسي من المركبات الثابتة الموجودة داخل منطقة الاستشعار.
٥- يحتوي نظام استشعار شدة المجال المغناطيسي على نطاق استشعار من ٤ إلى ٢٥٠ كم/س.

مستشعرات شدة المجال المغناطيسي:

١- تحتوي على وحدة شدة المجال المغناطيسي والمعالج الدقيق والبطارية الموجودة داخل العلبة.
٢- لديها متوسط عمر بطارية بمعدل ١٠ سنوات من وقت التركيب
٣- قابلة للتهيئة لمحاكاة منطقة الاستشعار بحلقة حثية بحد أدنى بمقدار ١,٧ مترًا × ١,٧ مترًا. وبالإضافة إلى ذلك، يتمكن مستشعر شدة المجال المغناطيسي من تكرار مناطق الاستشعار بمختلف الأحجام وفقًا لمواصفات أو رسومات تصميم المشروع الموضحة بالتفصيل وتوصيات الشركة المصنعة.
٤- لديها القدرة على استشعار المركبة بقياس التغييرات في المجال المغناطيسي للأرض بالقرب من مستشعر شدة المجال المغناطيسي نتيجة لمركبة ثابتة أو عابرة. يستخدم مستشعر شدة المجال المغناطيسي ثلاثة محاور استشعار المجال المغناطيسي. يأخذ مستشعر شدة المجال المغناطيسي عينات من المجال المغناطيسي للأرض بمعدل ١٢٨ هرتز. يبلغ مستشعر شدة المجال المغناطيسي عن أحداث استشعار المركبة في وضع التشغيل وإيقاف التشغيل والمختومة بختم زمني
٥- الإبلاغ عن درجات حرارة سطح الطريق التي تتراوح من ٠ إلى ٨٥ درجة مئوية.
٦- التواصل عن طريق الراديو إلى نقطة وصول أو وحدة تقوية، وفقًا لرسومات أو المواصفات التفصيلية لتصميم المشروع. يرسل مستشعر شدة المجال المغناطيسي بيانات الاستشعار في غضون ١٥٠ مللي ثانية من الحدث المكتشف، ويعيد إرسال الحدث المكتشف تلقائيًا في حالة عدم إقرار نقطة الوصول أو وحدة تقوية باستلام البيانات. كل مستشعر شدة المجال المغناطيسي لديه القدرة على إيقاف إعادة إرسال البيانات بعد (٨) ثماني محاولات.
٧- إرسال رمز تعريف فريد إلى نقطة الوصول أو وحدة التقوية. في حالة عدم تشغيل نقطة الوصول أو وحدة التقوية أو عدم تقديمها على مقربةٍ من مستشعر شدة المجال المغناطيسي، لن يكتشف بعد ذلك مستشعر شدة المجال المغناطيسي المركبات.
٨- تفي وصلات الراديو بين كل مستشعر شدة المجال المغناطيسي ونقطة الوصول أو وحدة التقوية وبين وحدة التقوية ونقطة الوصول المتطلبات التالية:
   أ- تمتثل الطبقة المادية لوصلات الراديو لبرتوكول (IEEE ٨٠٢,١٥,٤)
   ب- يتراوح نطاق التردد بين ٢٤٠٠ و٢٤٨٣,٥ ميجاهرتز (ISM، نطاق غير مرخص)
   ج- يجب أن يكون هناك ما لا يقل عن ١٦ قناة تردد، والتي يجب أن تكون قابلة للتكوين من خلال المستخدم. يكون لكل قناة عرض نطاق ٢ ميجاهرتز.
   د- يبلغ الحد الأدنى لمعدل بتات الإرسال / الاستقبال ٢٥٠ كيلوبت في الثانية
   ه- تقدر حساسية الإرسال بمعدل - ٩٥ ديسيبل مللي واط بمعدل خطأ في الحزمة يبلغ ١٪.
   و- القدرة على قبول تحديثات البرمجيّات والبرامج الثابتة إما عن بُعد عبر شبكة الاتصالات، أو محليًا في الموقع من جهاز حاسوب محمول باستخدام اتصال لاسلكي آمن.

تقوم نقطة الوصول بالآتي:

١- جمع البيانات المرسلة إما عن طريق مستشعر شدة المجال المغناطيسي أو وحدة التقوية. بالإضافة إلى ذلك، تنشأ نقطة الوصول مزامنة للوقت وترسل أوامر التكوين وترسل إخطارات استلام الرسائل وتعالج البيانات من مستشعر شدة المجال المغناطيسي.
٢- تعمل نقطة الوصول على دعم ما لا يقل عن ١٦ مللي ثانية.
٣- تتضمن نقطة الوصول منطقة تغطية بحد أدنى ٤٠ مترًا.
٤- لديها القدرة على ترحيل البيانات التي جمعها مستشعر شدة المجال المغناطيسي أو وحدة التقوية إلى وحدة تحكم بنظام استشعار شدة المجال المغناطيسي في علبة مثبتة على الأرض أو شبكة إدارة المرور المحلية / البعيدة باستخدام الاتصالات السلكية أو اللاسلكية، أو كلاهما لديه القدرة على قبول نوعين من جهد الدخل:
   أ- ٤٨ فولت تيار مباشر اسمي (٣٥-٥٨ فولت تيار مباشر): يتم توفيره عادةً من خلال الطاقة عبر الإيثرنت
   ب- ١٢ فولت تيار مباشر اسمي (١٠-٢٠ فولت تيار مباشر): يتم توفيره عادةً من خلال مصفوفات الطاقة الشمسية.
٥- أن يكون متصلًا بعلبة أنظمة النقل الذكية باستخدام إيثرنت قياسي متوافق، مصنف خارجي، ٤ أزواج من كابل المجموعة الرابعة أو كابل أفضل. يبلغ الحد الأقصى لطول الكابل ١٠٠ مترًا.
   أ- دعم نماذج الاتصال التالية للاتصال عبر بروتوكول الإنترنت:
   ب- التوصيل عبر مسار الشبكة السلكية
   ج- التوصيل عبر مسار الشبكة السلكية (على سبيل المثال، استخدام الشبكات الخلوية للنظام العالمي للاتصالات المتنقلة أو الشبكات الخلوية للوصول المتعدد بتقسيم الرمز).
٦- القدرة على قبول تحديثات البرمجيّات والبرامج الثابتة إما عن بُعد عبر شبكة الاتصالات، أو محليًا في الموقع من جهاز حاسوب محمول باستخدام اتصال لاسلكي آمن. بالإضافة إلى ذلك، أصبحت نقطة الوصول لديها القدرة على تقديم ترقيات للبرامج الثابتة للأجهزة الأخرى التي تشكل نظام استشعار شدة المجال المغناطيسي
٧- لديها القدرة على توفير الواجهات التالية من / إلى عناصر أو أجهزة أخرى:
   أ- من / إلى جهاز حاسوب محمول عبر مجموعة بروتوكولات TCP/IP عبر الإيثرنت ١٠Base-T

ب- من / إلى مركز إدارة المرور عبر مجموعة بروتوكولات TCP/IP عبر الإيثرنت ١٠Base-T أو مودم البيانات الخلوي.

تشمل وحدة التقوية الآتي:

١- متوسط عمر بطارية بمعدل ٥ سنوات من وقت التركيب.
٢- التوصيل مباشرةً بنقطة الوصول أو وحدة التقوية لديه القدرة على دعم حد أقصى ١٠ مللي ثانية. إذا كانت وحدة التقوية تدعم وحدة تقوية أخرى، يبلغ الحد الأقصى لعدد مستشعرات شدة المجال المغناطيسي المدعومة مسافة تصل إلى (٦) كحد أقصى إلى نقطة الوصول بمقدار ٢٥٠ مترًا.
٣- القدرة على قبول تحديثات البرمجيّات والبرامج الثابتة إما عن بُعد عبر شبكة الاتصالات، أو محليًا في الموقع من جهاز حاسوب محمول باستخدام اتصال لاسلكي آمن.

أما بالنسبة للإيبوكسي:

١- يُستخدم لتركيب مستشعر شدة المجال المغناطيسي في الرصف وأن يكون من الإيبوكسي القابل للخلط المكون من جزأين مما ينتج عنه مادة مانعة للتسرب من السيليكون بنسبة ١٠٠٪ معتمدة على البوليوريا مختلطة مع توصيات الشركة المصنعة.
٢- يحتاج لوقت المعالجة أقل من ٣٠ دقيقة والتصاق ممتاز بالرصف. يجب أن يكون مانع التسرب قابلًا للاستخدام في درجات حرارة الهواء المحيط التي تتراوح من ٠ إلى ٥٥ درجة مئوية ودرجة حرارة سطح الطريق في النطاق من ٠ إلى ٨٥ درجة مئوية.

برنامج المغناطيسية:

١- يدعم ما يزيد عن ١٠٠,٠٠٠ من مستشعر شدة المجال المغناطيسي ونقاط الوصول ووحدات التقوية.
٢- يسمح للمشغل ببرمجة الحالة الراهنة لجميع سمات النظام ووظائفه وتشغيلها وقراءتها باستخدام جهاز حاسوب محمول أو محطة عمل عن بعد لمركز إدارة المرور.
٣- يسمح للمستخدمين المرخصين بتحديث تكوينات الاستشعار المحددة سابقًا للسماح بتعديلات على حجم منطقة الاستشعار وموضعها وحساسيتها وإعادة برمجة المواصفات إما في الموقع أو عن بعد من مركز إدارة المرور.
٤- لديه القدرة على إعداد التقارير. ويشمل ذلك كحد أدنى:
أ- إشغال المسار خلال فترة زمنية محددة، ومتوسط البيانات من جميع مستشعرات شدة المجال المغناطيسي في المسار
ب- عدد المركبات التي تخضع للمراقبة على مدار فترة زمنية محددة.
ج- متوسط السرعة المحسوبة ومتوسطها خلال فترة زمنية محددة وتم تصحيحها بذكاء لحالات لم يتم الاستشعار فيها عن أي مركبة.
د- متوسط طول المركبة المحسوب.
٥- متوسط الفصل المحسوب بين مركبتين متتاليتين.
٦- سجل أحداث الخطأ التاريخية.
٧- تسمح كحد أدنى للوظائف التالية:
أ- تشغيل اتصال مجموعة بروتوكولات (TCP/IP).
ب- منح المشغل القدرة على حفظ / نسخ تكوين نقطة الوصول إلى ملف أو حمل/ استعادة التكوين من أحد الملفات.
ج- توصيل نقاط الوصول عبر عنوان بروتوكول الإنترنت وإصدار أوامر إدارة / تكوين مستشعر شدة المجال المغناطيسي أو نقاط الوصول أو وحدات التقوية. وبالمثل، يصبح البرنامج لديه القدرة على تهيئة مجموعات عناصر نظام الاستشعار وإدارتها.
د- يتمتع البرنامج بالقدرة على إنشاء مناطق ازدحام وتصويرها على خريطة في الوقت الحقيقي.
ه- تشخيص أجهزة الاستشعار.
و- عرض في الوقت الحقيقي لقوة الإشارة اللاسلكية وجودة التوصيل لجميع الأجهزة.
ز- مستوى لكلا وحدتي التقوية ومستشعر شدة المجال المغناطيسي.
ح- إخطارات التنبيه التلقائي مثل التوقف.
ط- البرنامج لديه القدرة على التوصيل بنقاط الوصول عبر عنوان بروتوكول الإنترنت وإصدار أوامر إدارة / تكوين مستشعر شدة المجال المغناطيسي أو نقاط الوصول أو وحدات التقوية.

٨-٢-٣ أنظمة مطابقة جهاز بتقنية البلوتوث®:

أنظمة مطابقة جهاز بتقنية البلوتوث® لديها القدرة على التحكم في الوصول إلى الوسائط عبر الأجهزة المزودة بتقنية البلوتوث® المارة بالقرب من قارئ البلوتوث®. تعالج البيانات لتحديد وقت التنقل والسرعة ومعلومات المغادرة والوصول على الطريق. تُقدم أجهزة البلوتوث® مع أحدث إصدار لبرمجيّات البلوتوث® / البرامج الثابتة. يتكون نظام مطابقة جهاز بتقنية البلوتوث® من تركيبات تتضمن كحد أدنى:

١- قارئ (قوارئ) البلوتوث®؛
٢- الخادم؛
٣- البرمجيّات؛
٤- كابل لنقل البيانات وإرسالها بين قارئ (قوارئ) البلوتوث® والعلبة المثبتة بالأرض إن أمكن؛
٥- جميع القنوات المطلوبة وكابلات الطاقة والبيانات كما هو موضح في الرسومات التفصيلية لتصميم المشروع.

تشمل علبة قارئ البلوتوث® تبريد نشط أو سلبي لمنع ارتفاع درجة حرارة وحدة التحكم والبطاريات الموجودة على اللوحة.

علبة قارئ البلوتوث® قابلة لقفل وتصنف بمعيار IP٦٥ المقاوم للماء والغبار.

قارئ البلوتوث®:

١- يحتوي كحد أدنى على: (أولًا) مودم خلوي والاتصالات عبر الإيثرنت، (ثانيًا) نظام الهوائي عبر تقنية البلوتوث® فئة ١؛ (ثالثًا) بطاقة ذاكرة فلاش من نوع رقمي آمن، (رابعًا) إدخال بمصدر طاقة؛ (خامسًا) منفذ (منافذ) الاتصال؛ (سادسًا) علبة أنظمة النقل الذكية لاستيعاب المكونات المذكورة سابقًا بتصنيف بحد أدنى IP٦٥ المقاوم للماء والغبار.
٢- يحتوي على مودم خلوي حينما تكون الاتصالات عبر الإيثرنت غير متوفرة. إذا كانت الاتصالات عبر الإيثرنت متوفرة، يوفر قارئ البلوتوث® منفذًا للاتصال من / إلى جهاز حاسوب صغير أو جهاز IP عبر بروتوكولات TCP/IP عبر الإيثرنت ١٠٠BASE-T/١٠BASE-T
٣- لديه القدرة على الحصول على عنوان وحدة التحكم في الوصول للوسائط من الأجهزة التي تدعم تقنية البلوتوث® المارة داخل منطقة التغطية لقارئ البلوتوث ®.
٤- لديه نطاق تشغيل يصل إلى ١٠٠ مترًا بين الجهاز الهدف / قارئ البلوتوث®.
٥- لديه منطقة تغطية قابلة للتكوين عن بعد على سبيل المثال منطقة استشعار ضيقة لمراقبة مسار مرور واحدة أو منطقة استشعار واسعة النطاق تغطي عرض الطريق بالكامل.
٦- لديه القدرة على رصد المركبات التي تسير بسرعة تصل إلى ٢٥٠ كم / ساعة.
٧- لديه القدرة على تخزين البيانات لما لا يقل عن ١٠٠,٠٠٠ سجل على وسائط التخزين (بطاقة SD).
٨- لديه القدرة على إرسال الإشارات واستقبالها في نطاق تردد ٢,٤٠٠ إلى ٢,٤٨٣,٥ جيجاهرتز ولديه حساسية إشارة لا تقل عن -٩٠ ديسيبل مللي واط.
٩- القدرة على قبول تحديثات البرمجيّات والبرامج الثابتة إما عن بُعد عبر شبكة الاتصالات، أو محليًا في الموقع من جهاز حاسوب محمول باستخدام اتصال لاسلكي آمن.

البرنامج المزود بتقنية بلوتوث:

١- يسمح للمشغل ببرمجة الحالة الراهنة لجميع سمات النظام ووظائفه وتشغيلها وقراءتها باستخدام جهاز حاسوب محمول أو محطة عمل عن بعد لمركز إدارة المرور
٢- لديه القدرة على إعداد التقارير وفقًا لاحتياجات المستخدم. يشمل ذلك كحد أدنى:
   أ- متوسط السرعة.
   ب- وقت التنقل.
   ج- البيانات المطابقة للتحكم في الوصول إلى الوسائط.
   د- بيانات جهة المغادرة والوصول.
   ه- سجل أحداث الخطأ التاريخية.

يسمح البرنامج بالوظائف التالية كحد أدنى:

١. التشغيل عبر واجهة آمنة قائمة على الويب واستخدم عناوين بروتوكول الإنترنت الديناميكية لاتصالات البيانات.
٢. منح مستخدمًا معتمدًا أدوات للوصول إلى البيانات المؤرشفة والاستعلام عنها.
٣. تصوير متوسط السرعة أو وقت التنقل أو بيانات الوجهة الأصلية بيانيًا على خريطة في الوقت الحقيقي.
٤. توفير علامات تشخيصية مميزة وحالة معدات النظام.
٥. تعزيز إخطارات التنبيه التلقائي مثل التوقف.

٨-٢-٤ نظام الاستشعار بالحلقات الحثية:

يتكون نظام الاستشعار بالحلقات الحثية من تركيبات تتضمن كحد أدنى: (أولًا) الحلقات الحثية ومعدات الاستشعار؛ (ثانيًا) التركيبات الحلقية؛ (ثالثًا) جميع المعدات المرتبطة كما هو موضح برسومات تصميم المشروع التفصيلية.

يتضمن المتطلبات المحددة لنظام الاستشعار بالحلقات الحثية على النحو التالي:

١- سيتمكن نظام استشعار الحلقات الحثية من جمع البيانات التالية لكل مسار: الحجم، متوسط السرعة، الإشغال، التصنيف، التعدادات، سرعة المئين ٨٥، متوسط التقاطر، متوسط الفجوة، تعدادات الاتجاه.
٢- يتمكن نظام استشعار الحلقات الحثية من تقديم الحد الأدنى لمستويات الدقة التالية: ٩٥ % للحجم، ٩٠٪ للإشغال، ٩٠٪ للسرعة بزيادة / نقص ١ مترًا لطول جميع المسارات.
٣- لن يتأثر أداء نظام استشعار الحلقات الحثية سلبًا بالعوامل الجوية مثل المطر، أو الضباب، أو الحرارة، أو الغبار، أو الرمل، أو الرياح.
٤- يتحقق نظام استشعار شدة الحلقات الحثية من المركبات الثابتة الموجودة داخل منطقة الاستشعار.
٥- يحتوي نظام استشعار الحلقات الحثية على نطاق استشعار من ٤ إلى ٢٥٠ كم/س.

يبلغ سلك الحلقة:

١- بحجم ٢,١ ملم^{٢} أو ٣,٣ ملم^{٢} نحاس مضفر (مجدول) بحد أدنى (٧) سبعة ضفائر.
٢- مصنوع من سلك معزول عالي الحرارة ومقاوم للماء بنمط متقاطع
٣- معزول باستخدام بولي إيثلين متقاطع، بتصنيف ٦٠٠ فولت.
٤- ملصق على سطحه اسم الشركة المصنعة، والجهد المصنف وحجم السلك بحد أقصى.

تُركب أجهزة الاستشعار بالحلقات الحثية في علبة مثبتة على الأرض. يوصل الكابل المغذي لجهاز استشعار الحلقات الحثية بجهاز الاستشعار عبر نهايات الكابلات في العلبة المثبتة بالأرض.

الكابل المغذي لجهاز الاستشعار:

١- مكون من زوج من الموصلات الملفوفة المعزولة كل موصل يكون معزولًا ويأتي بحجم بين ٠,٨٠ ملم^{٢} و٣,٣ملم^{٢}
٢- يصنف بمقدار ٦٠٠ فولت.
٣- معزول بغطاء من الألومنيوم والبوليستر. يقدم سلك تفريغ مع عزل سلك التفريغ بالبولي إيثلين.
٤- لا يقل سمك الغلاف الخارجي عن ٠,٧٥ ملم ويجب أن يوضح على سطحه اسم الشركة المصنعة والحد الأقصى للجهد المقنن وحجم السلك.

تشتمل المادة الموصلة واللاصقة والشريط اللاصق على الخصائص التالية.

١- تستخدم جميع الأسلاك الحلقية الموصلة والأسلاك المغذية لجهاز الاستشعار موصلات طرفية أو وصلة ضغط معزولة.
٢- الشريط اللاصق من الفئة الكهربائية ومصنوع من البلاستيك وهو لاصق ذاتي.
٣- الشريط العازل يكون من الفئة الكهربائية وسريع الجفاف ومقاوم للرطوبة ومتوافق مع الشريط الكهربائي والبلاستيك.

هذا الغلاف:

١- يسمح باستخدامه على الخرسانة أو الأسفلت أو الأسطح الجديدة أو القديمة.
٢- لا يصبح هشًا مع تغيرات درجة الحرارة أو مع مرور الوقت. تعمل المادة المغلفة على النحو المحدد في نطاق درجات حرارة سطح الطريق من ٠ – ٨٥ درجة مئوية والرطوبة النسبية من ٠ – ١٠٠٪.
٣- لا تتحلل عند تركيبها في بيئات ذات درجات حرارة عالية.
٤- يركب كابل التغذية بالحلقات الحثية وفقًا لمتطلبات التصميم المفصلة.

٨-٢-٥ نظام تنظيم الدخول في مداخل الطرق:

يوصف هذا الجزء الشروط المتبعة اللازمة لتصميم نظام تنظيم الدخول في مداخل الطرق والمعدات وملحقات الطرق ذات الصلة على منحدرات الطرق التي يُنظم الدخول فيها وفقًا لرسومات أو مواصفات تصميم المشروع التفصيلية.

تُوزع أجهزة استشعار المركبات عند منحدرات محولات كل من محولات النظام ومحولات الخدمات وكلًا من منحدرات الخروج ومنحدرات الدخول بناءً على الحاجة الوظيفية. تشمل الاحتياجات الوظيفية التالي:

- لغرض تسجيل عدد المركبات وتصنيفها حسب المسار لأغراض التخطيط العام وهندسة المرور. يمكن توزيعها إما لمنحدرات الدخول أو الخروج على محولات الخدمات والنظام.

- استشعار صفوف الانتظار بالمدخل هو عملية استشعار المركبات التي تصطف في صف انتظار حتى عند نقطة أساسية على طول منحدر الخروج نتيجة لقيود السعة عند المحطة النهائية للمنحدر (تقاطع يتم التحكم فيه عادةً بإشارة). عند استشعار صف انتظار أساسي، يقوم النظام بتفعيل التنبيهات ومن المحتمل أن ينفذ علاجات المرور لتقليل صف الانتظار أو تقديم تحذيرات مسبقة لسائقي المركبات الذين يقتربون من منحدر الدخول. يهدف استشعار صف انتظار المنحدرات إلى تقليل التأخير وزيادة سلامة السائق من خلال استشعار صف انتظار المركبات الاحتياطية قبل أن تصل إلى مسارات الخط الرئيس وتخلق حالة محتملة الخطورة.
- لضرورة استشعار الدخول الخاطئ للنظام. من المقرر توفير توجيهات وإرشادات محددة كجزء من عملية تحديد النطاق في حالة متابعة الجهة المختصة لنشر أجهزة الاستشعار بطريقة خاطئة.

بالنسبة لمشاريع استشعار المنحدرات، ستحدد مرحلة التخطيط والمنظور الهندسي للتصميم عادةً منحدرات لتوزيع النظام، ونوع العملية (على سبيل المثال، الإحصاءات، وتدفق صفوف الانتظار والتحذير من صفوف الانتظار بالمدخل، وما إلى ذلك) والتقنيات المستخدمة. يتحمل المصمم مسؤولية تحديد الجهاز ومواقع البنى التحتية وإجراء الاستقصاء الميداني الأولي للمواقع.

يمثل استشعار المنحدرات واستخداماته الوظيفية الثلاثة المحتملة تطبيقًا محددًا لتجميع الأجهزة كما تمت مناقشته بشكل عام سابقًا. يمكن من الناحية المثالية استيعاب جميع الوظائف الثلاثة من خلال نشر جهاز استشعار الإشارة في موقع واحد محدد على المنحدر. ولن يكون هذا هو الحال دائمًا. إذا كانت هناك حاجة إلى العديد من الاحتياجات كجزء من المنظور الهندسي للتصميم أو الدراسة الهندسية، فيتعين النظر في موازنة كل حاجة مع القيود المختلفة لنشر حل وظيفي لكل حاجة. نظرًا لأن استشعار صف الانتظار يشتمل عمومًا على قيود أكثر فيما يتعلق بوضع أجهزة الاستشعار، فإن إرشادات التصميم التفصيلية لهذا الجزء تركز بشكل أساسي على هذه الوظيفة بدلًا من جمع البيانات عن المرور. يجب دائمًا مراعاة الوظيفة الأخيرة أثناء مرحلة التصميم.

عادةً ما توضع مواقع استشعار صفوف انتظار المنحدرات في المناطق التي لا يوفر فيها تصميم المنحدر حيز تخزين كافية للطلب المرتفع على المركبات الخارجة. تتسبب هذه المواقع في ظروف يحتمل أن تكون خطرة على المرور عبر المسارات المجاورة حيث تمتد خطوط المرور خارج المدخل إلى ما وراء طول منحدر الخروج وإلى المسارات عالية السرعة. عادةً ما تتطلب مواقع المنحدرات التي لها تاريخ من ارتداد المرور على الطريق السريع تنفيذ استشعار صف انتظار المنحدر.

بمجرد تحديد الحاجة والموقع لاستشعار صف الانتظار بالمنحدر، يُلتزم بمرحلة التصميم التفصيلي. تتضمن عملية التصميم التفصيلي جمع البيانات وتصميم الموقع وتكامل النظام واختبار النظام وقبوله وتعريف ضمانات الأجهزة.

عندما يصبح نظام تنظيم الدخول في مداخل الطرق جاهزًا للتشغيل، ينتج عنه خروج مجموعة من المركبات من منحدر المدخل إلى مسار الخط الرئيس لتحسين أداء الممر. تضمن الخوارزميات الموجودة في برنامج التحكم في تنظيم الدخول في مداخل الطرق أن أداء نظام تنظيم الدخول في مداخل الطرق مكمل لتدخلات أنظمة النقل الذكية الأخرى لإدارة الممر. يتكون نظام تنظيم الدخول في مداخل الطرق بحد أدنى من:

١- أعمدة فردية
٢- رؤوس الإشارات
٣- منارات وامضة
٤- وحدة تحكم بمداخل الطرق
٥- إشارات
٦- كابلات مرنة وصلبة
٧- حلقات حثية
٨- غرف

تعتمد التقنيات المختلفة على الغرض المحدد لمشروع استشعار منحدر المدخل: عدد منحدرات المداخل فقط، أو استشعار صف الانتظار فقط، أو عن مجموعة. تعد بعض التقنيات أكثر ملاءمةً لظروف المرور ذات التدفق الحر وحساب المداخل مقابل ظروف المرور المزدحمة المرتبطة باستشعار صف الانتظار. تتولى الجهة المختصة تقييم أداء تقنيات الاستشعار المختلفة لتطبيقات محددة وتطوير الرسومات الإرشادية والأحكام الخاصة ذات الصلة. من المقرر بشكل عام أن تستخدم الجهة المختصة تقنية استشعار فردية لجميع الوظائف.

يمكن تحقيق استشعار المنحدر عبر رادار جانبي غير تدخلي (على غرار استشعار الخط الرئيس) أو من خلال أجهزة الاستشعار اللاسلكية داخل الرصف. تقدم الجهة المختصة توجيهات بشأن التقنيات المفضلة وتطبيق الأحكام الخاصة المناسبة والرسومات الإرشادية كجزء من مستندات التصميم من حيث المنظور الهندسي والمقدمة كجزء من عملية تحديد النطاق. يتناول هذا الجزء الاعتبارات والاحتياجات الوظيفية على عكس اعتبارات وتطبيقات التقنية المحددة المرتبطة بعملية التصميم. ومع ذلك، يتعين على المصمم أن يكون على دراية بالاختلافات الموجودة بالتقنيات والآثار المحتملة المترتبة على مكونات التصميم المحددة. على سبيل المثال، سيختلف تصميم اتصالات "الميل الأخير" بين إحضار الألياف على طول الطريق إلى جهاز استشعار المركبة بالموجات الدقيقة مقابل التنقل اللاسلكي إلى نقطة اتصالات قريبة على الألياف للاستشعار اللاسلكي بالرصف.

عندما يكون الرادار الجانبي مناسبًا، يرجى الرجوع إلى استشعار الخط الرئيس أعلاه للحصول على مزيد من الإرشادات حسب الاقتضاء. تقدم الرسومات الإرشادية للجهة المختصة شروط تصميم محددة للاتصالات اللاسلكية مع أجهزة استشعار لاسلكية بالرصف.

٨-٢-٥-١ الاستطلاع الميداني

الاستخدامات الوظيفية المتنوعة لاستشعار منحدر المدخل ومجموعة متنوعة من التقنيات التي يمكن نشرها تعد عاملًا في وضع جهاز الاستشعار. لقد تمكنت الجهة المختصة من إجراء دراسات سابقة عند تحديد الحاجة إلى توفير استشعار المنحدر. يستشير المصمم الجهة المختصة لتحديد إذا ما كانت الدراسات المسبقة متاحة أو إذا ما كان يتعين على المصمم إجراء الدراسات اللازمة لتحسين احتياجات استشعار منحدر المدخل (والتي كان يتعين مناقشتها باعتبارها جزء من عملية تحديد النطاق). بمجرد تحديد نوع التقنية والموقع العام، يتعين على المصمم اتباع توصيات الشركة المصنعة لتحديد الموقع والقرب من مسارات السير. فيما يلي اعتبارات تحديد الموقع لنشر استشعار صف الانتظار بالمنحدر.

يسمح الاستقصاء الميداني للموقع (المواقع) للمصمم بفهم أي مشكلات قد تؤثر على التصميم أو الاتصال بمكونات أنظمة النقل الذكية الخاصة بموقع استشعار صف انتظار المنحدر.

قد تتضمن كما هو موضح أعلاه مواقع استشعار صفوف انتظار بالمدخل العديد من الأجهزة التي تنقل المعلومات وتنشط الإنذارات عند إنشاء صفوف انتظار بالمدخل. تتضمن المعلومات التي تم جمعها أثناء الاستقصاء الميداني لموقع استشعار صفوف انتظار بالمدخل، على سبيل المثال لا الحصر:

- طول منحدر المدخل- قياس طول منحدر المدخل بما في ذلك المسارات وأماكن الانعطاف ووجود المسارات الجانبية.
- حد السرعة للجهة المختصة في المنشآت الخاصة بالمدخل.
- الحد الأقصى لأطوال صفوف الانتظار- حساب عدد المركبات في صفوف الانتظار على مدار عدة دورات مرورية خلال فترة الذروة. يمكن استخدام طرق أخرى لتحديد أطوال صفوف الانتظار وفقًا للتوجيهات أو الموافقة عليها من مديري مشاريع الجهة المختصة، بما في ذلك منهجية دليل استيعاب الطرق أو أدوات محاكاة المرور أو استخدام كاميرات المراقبة لعرض الحد الأقصى من أطوال صفوف الانتظار.
- من المقرر استخدام أطوال المدخل والأطوال لتقييم التخزين المتوفر وأطوال صفوف الانتظار ومعدلات التدفق.
- موقع جهاز الاستشعار - بالإشارة إلى جزء استشعار الخط الرئيس أعلاه لاعتبارات الاستقصاء الميداني لتحديد موضع جهاز الاستشعار.
- موقع لافتة التحذير الثابتة - تحديد المواقع على جانب الطريق، والوصول إلى أعمال الإنشاء والصيانة، وضوء الشمس (للمواقع التي تعمل بالطاقة الشمسية)، وزاوية الرؤية، ولافتات التنافس، وخط الموقع إلى موقع (مواقع) جهاز الاستشعار أو وحدة التقوية.
- موقع (مواقع) وحدة التقوية - تضاريس على جانب الطريق والوصول ووجود حاجز حماية وضوء الشمس (للمواقع التي تعمل بالطاقة الشمسية) وخط الموقع لجهاز الاستشعار ولافتة التحذير.
- موقع كابينة إشارة المرور - خط الرؤية أو وجود قناة متاحة لجهاز الاستشعار.
- جرد لجميع معدات التحكم في الإشارة عند تقاطع المدخل مع شبكة الطرق المحلية.
- التقاطعات المحيطة بالموقع المقترح والتي قد تتأثر بعمليات تقليل صفوف الانتظار.
- أنماط المرور الحالية للمركبات التي تخرج من المدخل إلى شبكة الطرق المحلية.

يلتقط المصمم صورًا للظروف الميدانية ذات الصلة بناءً على العناصر المذكورة أعلاه (على سبيل المثال، كابينة إشارات المرور وخطوط الرؤية بالمدخل). يمكن إعادة النظر في الصور خلال عملية التصميم لتذكير المصمم والآخرين المشاركين في تصميم الموقع بأي مشكلات معلقة لم يتم توثيقها بطريقة أخرى.

يتعين على المصمم أيضًا التحقق من أي معلومات إضافية بشأن موقع استشعار صفوف الانتظار. يتعين مراجعة وتوثيق الشروط الحالية والمعلومات القصصية التي قد تكون متاحة من موظفي الصيانة.

إذا كان من المقرر توصيل أجهزة الاستشعار بالمدخل بكابينة وحدة تحكم إشارة المرور المجاورة، يلزم إجراء تنسيق كبير مع إدارة المرور المحلية.

٨-٢-٥-٢ المتطلبات غير الوظيفية:

تُؤخذ المتطلبات غير الوظيفية التالية في الاعتبار بالنسبة لمواصفات نظام تنظيم الدخول في مداخل الطرق.

٨-٢-٥-٢-١ الموثوقية:

يتضمن النظام متوسط الوقت بين حالات الفشل بمقدار ٢٠,٠٠٠ ساعة.

يصمم نظام تنظيم الدخول في مداخل الطرق ليتمتع بعمر خدمة يزيد عن ١٠ سنوات عند التركيب في بيئة جانب الطريق بالمملكة العربية السعودية.

يُقترح القيام بإجراءات الصيانة الروتينية والوقائية لصيانة المعدات وتحديد أي معدات أو أجزاء أو مكونات تُعدّ ضرورية من أجل أن يحقق نظام تنظيم الدخول في مداخل الطرق عمر الخدمة المتوقع له.

٨-٢-٥-٢-٢ الصيانة:

تصمم المعدات بحيث لا يقل الحد الأدنى لفترة الصيانة الروتينية الموصى بها عن ٦ أشهر.

تُقدم وثائق تفصيلية توضح بالتفصيل إجراءات الصيانة.

٨-٢-٥-٢-٣ المتطلبات البيئية:

يجب أن تحافظ جميع معدات أنظمة النقل الذكية على وظائفها الكاملة وأن تواصل العمل ضمن حدود هذه المواصفات عندما تخضع لبيئة العمل في المملكة العربية السعودية.

تعمل جميع المعدات وتؤدي وظائفها وفقًا للمواصفات المذكورة في درجات الحرارة المحيطة التي تتراوح من ٠ إلى ٥٥ درجة مئوية وفي النطاق من ٠ إلى ١٠٠٪ رطوبة نسبية.

٨-٢-٥-٣ المتطلبات الوظيفية:

٨-٢-٥-٣-١ أجهزة استشعار صف الانتظار بالمدخل:

تتمثل أهم التفاصيل في تهيئة موقع استشعار صف الانتظار بالمدخل في وضع جهاز استشعار المركبات لتحديد صف الانتظار. يتعين تحديد الموقع اعتمادًا على الحد الأقصى لأطوال صفوف الانتظار المرصودة والتردد المسموح به لعملية التشويش التي قد تنتج عن صفوف الانتظار التي تم استشعارها للأنظمة التي ستستخدم ربط إشارات المرور. بالنسبة للأنظمة التي ستكون أنظمة تحذير فقط، ينبغي النظر في السماح باستشعار صف انتظار وتنفيذ استجابة مناسبة. على سبيل المثال، قد يكون من المرغوب فيه قبل أن يصل صف الانتظار إلى نقطة حرجة (على سبيل المثال، تتعارض مع المرور الرئيسة) بحيث يمكن لمركز عمليات التشغيل المروري مراقبة صف الانتظار وتوزيع الموارد إذا لزم الأمر.

اعتمادًا على نوع الاتصالات المستخدم في كل موقع، قد يلزم تركيب هوائي لاسلكي وراديو على كل جهاز من أجهزة أنظمة النقل الذكية، ولكن يفضل توصيل جهاز أنظمة النقل الذكية بالألياف البصرية. تشمل أجهزة أنظمة النقل الذكية جهاز استشعار المركبة وعلامة التحذير الثابتة المتطورة أو لافتات الرسائل الديناميكية وعلبة التحكم في إشارة المرور وأي أجهزة خفض تشويش ضرورية. يمكن العثور على تفاصيل تركيب هذه المكونات في الرسومات الإرشادية المذكورة لدى الجهة المختصة، إذا كانت متوفرة.

تمت مناقشته أدناه، ثمة مجموعة متنوعة من خيارات المواضع اعتمادًا على الغرض من نوع موقع استشعار صف الانتظار بالمدخل:

- نظام تنبيه متطور بعلامة التحذير الثابتة.
- نظام الزمن الأخضر الممتد.
- نظام تفريغ صف الانتظار.
- نظام لافتة تنبيه متطور بعلامة التحذير الثابتة المتطورة.

إذا كان سيتم توفير تحذير متطور لصف الانتظار من خلال لافتات الرسائل الديناميكية، يتعين اتباع ممارسات التصميم النموذجية للافتات الرسائل الديناميكية مع ضمان أن موقع لافتات الرسائل الديناميكية يوفر مسافة كافية بين موقعه والمدخل حتى يتفاعل السائقون مع الرسالة.

في حالة استخدام لافتة ثابتة مسبقة مع أجهزة الوميض كجهاز تحذير، فيجب تصميم الاتصال بأجهزة الوميض. يشير نظام التنبيه بعلامة التحذير الثابتة المتطورة إلى نظام يقوم فيه جهاز استشعار المركبة بجمع ونقل بيانات المرور التي يتم إرسالها إلى مركز معلومات مركزي حيث تتم معالجة البيانات وتحديد وجود قائمة انتظار أم لا.

عند استشعار صف انتظار، تُرسل إشارة مرة أخرى إلى الموقع من مركز عمليات التشغيل المروري لتنشيط جهاز الوميض التحذيري. سيتم إجراء هذه الاتصالات عبر شبكة الجهة المختصة ولكن سيتم تنفيذها عبر إغلاق الاتصال لتفعيل جهاز الوميض. سيتحمل المصمم مسؤولية تصميم "الميل الأخير" من نقطة وجود شبكة الجهة المختصة وصولًا إلى أجهزة الوميض. يمكن القيام بذلك عن طريق إحضار اتصال الألياف والشبكة مباشرةً إلى الكابينة في جهاز الوميض أو باستخدام التقنيات اللاسلكية (إذا وافقت الجهة المختصة) بين أقرب محول للشبكة (على سبيل المثال، كاميرا قريبة) ومجموعة اللافتات/ أجهزة الوميض. يجب على المصمم تطوير عنصر التصميم كجزء من تطوير الخطة المبدئية.

نظام الزمن الأخضر الممتد

يعمل نظام الزمن الأخضر الممتد مع إشارة المرور الموجودة خارج المدخل لتغيير خطة التوقيت بالإشارة للسماح للتوقيت الإضافي بالإشارة الخضراء للتحركات خارج المدخل. يساعد التوقيت الإضافي بالإشارة الخضراء في تفريغ صف الانتظار، وتحرير السعة بالمدخل. يعتمد وضع مُستشعر المركبة في هذا التخصيص على العديد من العوامل بما في ذلك، طول الحد الأقصى لصف الانتظار، وطول دورة إشارة المرور، وطول مرحلة إشارة المرور، وعمليات إشارة المرور المجاورة. يحتاج المصمم إلى التأكد من أن الزمن الأخضر الممتد بجانب المدخل يوفر فرصة كافية لإتاحة حيز التخزين بالمدخل ويتعين أن يبحث في تأثير الزمن الأخضر الإضافي على شبكة الطرق والتقاطعات المحيطة.

نظام تفريغ صف الانتظار

نظام تفريغ صف الانتظار مصمم بناءً على هدف تفريغ صف الانتظار خارج المدخل تمامًا بمجرد عودة صف الانتظار إلى الطول المحدد، مما يتيح زمنًا أخضر لتفريغ طول محدد مسبقًا من صف الانتظار. يعد وضع جهاز استشعار المركبة مرةً أخرى عنصرًا أساسيًا في تصميم مواقع استشعار صف انتظار بالمدخل.

سيكون الاتصال بجهاز التحكم في إشارة المرور عبارة عن إشارة إغلاق اتصال بسيطة يتم إرسالها إلى وحدة التحكم للإشارة إلى حدثٍ ما. يتواصل المقاول بعد ذلك بجهة الإدخال المناسبة على وحدة التحكم ويطور خطة توقيت بديلة. من المتوقع أن يقدم المصمم التطوير الفعلي لخطط التوقيت لموافقة الجهة المختصة عليها. يتعين تحديد هذا العنصر أثناء تحديد نطاق المشروع.

٨-٢-٥-٣-٢ أعمدة إشارات مُنظم الدخول في مداخل الطرق:

تُصنع أعمدة إشارة تنظيم الدخول في مداخل الطرق من الحديد الأنبوبي بقاعدة ذات حواف، ولها نقطة نهاية كهربائية داخلية يمكن الوصول إليها من خلال نافذة فحص قابلة للقفل.

تشمل تركيبات أعمدة إشارات مُنظم الدخول في مداخل الطرق الآتي:

- الضغط على البراغي والصواميل والحلقات والحشوات اللازمة للتركيب
- العمود
- مجموعة طرفية كهربائية
- غطاء قابل للقفل لنافذة الفحص بمجموعتين من المفاتيح
- جميع الحلقات
- سدادات الكابلات ونقاط تثبيت الكابلات

لأعمدة إشارات مُنظم الدخول في مداخل الطرق أبعاد تتطابق مع تلك المذكورة في رسومات التصميم الموضحة بالتفاصيل.

أعمدة إشارة مُنظم الدخول في مداخل الطرق مصنوعة من الحديد الناعم المجلفن والمغلف بالمسحوق لتتوافق مع متطلبات:

- ISO ١٢٩٤٤
- ISO ١٤٦١.

تتوافق جميع الوصلات الملحومة لأعمدة إشارة مُنظم الدخول في مداخل الطرق مع (DINEN ١٠١١).

توضع الكتلة الكهربائية الطرفية داخل عمود إشارة تنظيم الدخول في مداخل الطرق. يكون الوصول إلى الكتلة الطرفية متاحًا بالكامل من خلال نافذة فحص قابلة للقفل. تُثبت الكتلة الطرفية بإحكام بالعمود.

تصبح الكتلة الطرفية معزولة كهربائيًا عن عمود تنظيم الدخول في مداخل الطرق وتكون ذات سعة لا تقل عن ٢ × ٢٠ وصلة. يبلغ الحد الأدنى للقدرة المقدرة للموصل ١٠٠ واط عند ٢٤٠ فولت تيار مباشر.

يزود عمود إشارة تنظيم الدخول في مداخل الطرق بوسيلة لتأمين الكابلات الواردة في نقطة ما قبل الاتصال بمجموعة المحطة الطرفية.

يُثبت عمود إشارة تنظيم الدخول في مداخل الطرق بمسمار تأريض كهربائي بحيث يمكن عمل أربعة (٤) توصيلات أرضية على الأقل.

تُستخدم أيضًا أعمدة إشارة تنظيم الدخول في مداخل الطرق لتركيب منارات وامضة مسبقة.

٨-٢-٥-٣-٣ رؤوس الإشارات:

رؤوس الإشارات مصنوعة وفقًا للمواصفة (EN ١٢٣٦٨).

تُستخدم رؤوس إشارات مكونة من ثلاثة أجزاء. تُقدم الرسومات الخاصة برؤوس الإشارات المقترحة لتراجعها الجهة المختصة والسلطات الحكومية وتتبنى الموافقة عليها.

تصنع رؤوس الإشارات من بلاستيك البولي كربونات عالي الجودة كما أن أي وصلات معدنية يجب حمايتها من التآكل. تتضمن رؤوس الإشارات:

١- LED
٢- عواكس ضوئية (إذا كان ذلك مناسبًا)
٣- العدسات.
٤- المحولات.
٥- الواقيات.
٦- أجهزة مضادة للفانتوم (إذا كان ذلك مناسبًا)
٧- الدعامات والإطارات وجميع التركيبات والتركيبات اللازمة للتركيب.
٨- لوحة الدعم.

يسمح تصميم رؤوس الإشارات وتركيبها بجميع السمات التالية:

١- ألواح العدسات المفصلية تسمح بالوصول السريع لمصابيح (LED).
٢- واقيات مرنة وقابلة للفصل.
٣- نظام تركيب قابل للتعديل بسهولة.

تتميز رؤوس الإشارات بمصابيح (LED) لكل جزء. سيُطلب تشغيل رؤوس الإشارات ضمن درجات الحرارة كما هو مفصل في هذا الجزء.

تُثبت رؤوس الإشارات على عمود إشارة المدخل كما هو موضح في الرسومات التفصيلية لتصميم المشروع. يحظر ألا يتطلب نظام التركيب حفرًا مسبقًا أو تثبيتًا دائمًا للدعامات بعمود الإشارة.

يسمح نظام التثبيت بضبط رؤوس الإشارة من خلال قوس بزاوية ٣٠ درجة حول محورها الرأسي.

يسمح نظام التركيب بتركيب رأسين (٢) لتنظيم الدخول في مداخل الطرق ثلاثي الأقسام أحدهما فوق الآخر على عمود واحد بحيث تظل الأوجه الرأسية المقدمة للمرور القادمة لكل رأس في نفس المستوى. يسمح نظام التركيب بتركيب رؤوس الإشارة بشكل غير متماثل من الخط المركزي للعمود.

إذا اعتبر استخدام العواكس الضوئية مناسبًا، تصبح العواكس الضوئية مصنوعة من الألومنيوم عالي الجودة وتتميز بلمسة مرآة عاكسة.

تصنع عدسات التنعيم بنمط نسيج العنكبوت الداخلي وتكون ملونة باللون الأحمر أو اللون الكهرماني أو الأخضر على النحو المحدد في حدود اللون المحددة في المواصفة (DIN ٦١٦٣) الجزء ٥ والمواصفة EN ١٢٣٦٨.

٨-٢-٥-٣-٤ المنارات الوامضة:

المنارات الوامضة مصنوعة وفقًا للمواصفة (EN ١٢٣٦٨).

تقدم منارات وامضة مع اللافتات المناسبة لتحذير السائقين من تشغيل مُنظّم الدخول في مداخل الطرق على النحو الموضح بالتفصيل في متطلبات التصميم التفصيلية.

تُثبت المنارات الوامضة جنبًا إلى جنب مع اللافتات المناسبة على أعمدة الإشارة الموجودة أمام تنظيم الدخول في مداخل الطرق وعلى جانب واحد على الأقل من المدخل.

تفي المنارات الوامضة بالمواصفات المذكورة أدناه أو المواصفات المحددة من جانب الجهة المختصة والسلطات الحكومية:

تتكون المنارة من جزء أو أكثر من أجزاء الإشارات التي تعمل في وضع الوميض.

تتكون المنارة من مؤشرات كهرمانية دائرية في كل وجه إشارة.

تومض المنارة بمعدل لا يقل عن ٥٠ مرة في الدقيقة أو أكثر.

يبلغ الحد الأدنى للفترة المضيئة للوميض ٢/١ والحد الأقصى بـ ٣/٢ من إجمالي الدورة.

توفر المنارة ميزة تعتيم تلقائي.

٨-٢-٥-٣-٥ وحدة تنظيم الدخول في مداخل الطرق:

وحدة التحكم في مداخل الطرق قائمة على معالج دقيق وقادرة على تلبية جميع المتطلبات التشغيلية الموضحة في المواصفات التفصيلية لتصميم المشروع. يشمل توريد جهاز تنظيم الدخول في مداخل الطرق ما يلي:

- أجهزة التحكم الأساسية بما في ذلك علب المرحلات والحاويات
- جميع الوحدات والدوائر الإضافية المطلوبة لتلبية المواصفات التشغيلية
- جميع التمديدات الداخلية وجميع وحدات المُستشعر ودوائر التحكم
- الألواح ومسامير التثبيت والتركيبات وسدادات الكابلات والأختام والمشابك.

تُقدم أوراق البيانات الخاصة وحدات تحكم بنظام تنظيم الدخول في مداخل الطرق المدخل المقترحة لتراجعها الجهة المختصة والسلطات الحكومية وتتبنى الموافقة عليها.

تلبي وحدة تحكم بتنظيم الدخول في مداخل الطرق المتطلبات الوظيفية التالية:

- العمل كمقياس أحادي المسار أو مزدوج المسار بدون تشغيل المسار ذات الاستيعاب المرتفع..
- توفير توقيتات منفصلة قابلة للبرمجة للمستخدم للإشارات ذات اللون الأخضر واللون الكهرماني والأحمر لدورات قياس بدء التشغيل والتشغيل العادي والإغلاق كما هو محدد في وثيقة إرشادات تنظيم الدخول في مداخل الطرق أو مواصفات (NTCIP ١٢٠٧) لمقاييس الانحدار.
- معدلات القياس المعتمدة على فترات مبرمجة من المستخدم من المؤشرات الخضراء والحمراء لدورة القياس العادية. تسمح وحدة التحكم بإدخال قيم لجميع هذه الفترات في نطاق من ١ إلى ٩٩ ثانية بزيادة قدرها ٠,١ ثانية. يمنع أي إدخال صفري لأي من هذه المؤشرات القياس في المسار المحددة.
- قدرة المستخدم على برمجة المؤشرات باللون الأخضر والكهرماني والأحمر لدورات بدء التشغيل والإغلاق. يمنع أي إدخال صفري لأي من هذه المؤشرات هذا المؤشر فقط.
- جمع بيانات عن سرعة الطريق وطوله وإشغاله لكل مسار باستخدام استقصاء جهاز الاستشعار بمعدل كل ١٠/١ من الثانية أو تردد أعلى.
- جمع بيانات عن الطول والإشغال من أجهزة الاستشعار الأخرى باستخدام استقصاء جهاز الاستشعار بمعدل كل ١٠/١ من الثانية أو تردد أعلى.
- حساب الطول الإجمالي، ومتوسط السرعة، ومتوسط الإشغال والإبلاغ عنه خلال فترة زمنية محددة من جانب المستخدم تتراوح من ١٠ ثوانٍ إلى ٦٠ ثانية في فواصل زمنية مدتها ثانية واحدة.
- تشغيل الاستجابة للمرور بناءً على قياسات السرعة أو الطول أو الإشغال من ممرات الطرق بناءً على قيم العتبة التي يحددها المستخدم. تُحدد معدلات القياس من الجدول المسبق برمجته المتوافق مع مجموعة من هذه القيم.
- توفير وظيفة تجاوز صف الانتظار باستخدام العتبات المحددة من جانب المستخدم لشغل جهاز استشعار صف الانتظار.
- دعم وظائف أجهزة الاستشعار الأخرى المستخدمة في تشغيل تنظيم الدخول في مداخل الطرق.
- تنشيط الحد الأدنى لـ (٢) اثنين من المنارات الوامضة أثناء جميع الدورات التي يتم قياسها. تقدم وحدة التحكم لتفعيل جميع المنارات الوامضة فترة يحددها المستخدم قبل تفعيل مؤشرات الإشارة في دورة بدء التشغيل.

بمجرد بدء تشغيل تنظيم الدخول في مداخل الطرق، تعمل وحدة التحكم بأدنى مدة يحددها المستخدم.

عندما تنتهي عملية تنظيم الدخول في مداخل الطرق، تضمن وحدة التحكم التأكد من أن تشغيل تنظيم الدخول في مداخل الطرق سيظل مغلقًا لمدة يحددها المستخدم.

تزود وحدة التحكم بأوضاع التشغيل التالية:

١- التحكم في جهاز الحاسوب
٢- التحكم اليدوي
٣- الوضع المحلي مع تشغيل الاستجابة للمرور متعددة المستويات
٤- وضع تشغيل / إيقاف الإشارة.

جميع المعدات الموردة متوافقة مع أجهزة التحكم في إشارة تنظيم الدخول في مداخل الطرق الموجودة.

يتم برمجة أجهزة تنظيم الدخول في مداخل الطرق وفقًا للمواصفات الموصى بها من خلال دراسة تصميم تنظيم الدخول في مداخل الطرق وكما هو محدد ومتفق عليه مع الجهة المختصة والسلطات الحكومية.

يتعين توفير موظفين مختصين لبرمجة وحدة التحكم.

تحفظ وحدة التحكم في علبة مثبتة على الأرض بحجم كافٍ لاستيعاب وحدة التحكم وجميع المعدات الأخرى المرتبطة بها ويجب أن توفر وصولًا سهلًا لأغراض الصيانة والاختبار.

تستوفي هذه العلبة شروط المواصفة (EN ١٢٦٧٥). تتولى الجهة المختصة والسلطات الحكومية الإشراف على طلاء العلب وتتبنى الموافقة عليها.

يتم إنشاء أساس مناسب للغلاف بحيث يسمح بدخول جميع الكابلات وخروجها. تُثبت العلبة على القاعدة باستخدام مسامير التثبيت.

٨-٢-٥-٣-٦ كابل تنظيم الدخول في مداخل الطرق:

يتكون كابل تنظيم الدخول في مداخل الطرق المرن من وصلات معزولة بمادة بولي فينيل الكلوريد والسلك الصلب الواقي المجلفن بغلاف كلي من مادة بولي فينيل الكلوريد.

تتكون كل نواة مفردة مميزة بشكل فريد إما عن طريق غلاف من مادة بولي فينيل الكلوريد ذي اللون الفريد أو غلاف من مادة بولي فينيل الكلوريد الذي له علامة فريدة ومتكررة.

لا يزيد انخفاض الجهد على طول الكابل عن ٤٪ من جهد التغذية.

يُزود الكابل بطول ٥٠٠ مترًا ويتم لفه على أسطوانة كابل مناسبة.

يتم توريد الكابلات بأربعة أحجام: ٤ أنوية أو ٨ أنوية أو ١٢ نواة أو ٢٠ نواة. الأنوية الفردية تتميز بتصميم مجدول.

تُوفر عدد الحلقات الحثية الموضحة في رسومات تصميم المشروع التفصيلية.

٨-٢-٥-٣-٧ الاتصالات:

تنطبق بالإضافة إلى متطلبات واجهة الاتصالات أيضًا متطلبات بروتوكول الاتصالات الوطنية للنقل لأنظمة النقل الذكية التالية على وحدة تنظيم الدخول في مداخل الطرق.

تشير هذه المواصفات إلى عدة مواصفات من خلال الأسماء المعينة من بروتوكول الاتصالات الوطنية للنقل لأنظمة النقل الذكية. يطبق كل معيار ببروتوكول الاتصالات الوطنية لأنظمة النقل الذكية مشار إليه في هذه المواصفات المعيارية المواصفات التالية:

١- NTCIP ١٢٠١، إصدار ٠٣
٢- NTCIP ١٢٠٧
٣- NTCIP ١٢٠٩، إصدار ٠٢، ١٧
٤- NTCIP ٢١٠١
٥- NTCIP ٢١٠٣، إصدار ٠٢
٦- NTCIP ٢١٠٤
٧- NTCIP ٢٢٠١
٨- NTCIP ٢٢٠٢
٩- NTCIP ٢٣٠١، إصدار ٠٢

للمطالبة بالتوافق مع المواصفات المشار إليها أعلاه، يفي تنفيذ معيار بروتوكول الاتصالات الوطنية لتنظيم الدخول في مداخل الطرق (NTCIP) بالمتطلبات والأشياء الإلزامية على النحو المحدد في المواصفات المرجعية.

تتطابق الأشياء والمتطلبات الاختيارية في المواصفة (المواصفات) المرجعية اللازمة لتلبية متطلبات وظيفية في مواصفات تصميم المشروع التفصيلية متوافقة مع المعيار المناسب وأي مواصفات مرجعية لها (على سبيل المثال، NTCIP ١٢٠١، NTCIP ١٢٠٦).

يتطابق تنظيم الدخول في مداخل الطرق مع المواصفة (NTCIP ٢٣٠١) ويستوفي جميع المتطلبات العامة ومتطلبات بروتوكول إدارة الشبكات البسيطة بالمواصفة (NTCIP ٢٣٠١). قد يدعم عنصر بروتوكول الاتصالات الوطنية لتنظيم الدخول في مداخل الطرق ملفات تعريف تطبيق إضافية حسب اختيار الشركة المصنعة. تُستخدم الاستجابات نفس ملف تعريف التطبيق المستخدم في الطلب. يدعم كل عنصر من عناصر بروتوكول الاتصالات الوطنية لأنظمة النقل الذكية (مثل وحدة تنظيم الدخول في مداخل الطرق والحاسوب المحمول وبرمجيّات الإدارة) استلام حزم بيانات التطبيق في أي وقت تسمح به مواصفات الموضوع.

يقدم التنفيذ بقائمة كاملة من متطلبات البروتوكول على النحو الوارد في مواصفة بروتوكول الاتصالات الوطنية لتحكم بمداخل الطرق (NTCIP ٢٣٠١)، الملحق أ للإشارة إلى تنفيذ الخيارات الواردة بالمواصفة (NTCIP).

تستخدم وصلة الاتصالات بين وحدة التحكم في جانب الطريق وبرمجيّات واجهة مركز التحكم بروتوكول قابل للتوجيه. وعلى هذا النحو، تتطابق عناصر بروتوكول الاتصالات الوطنية لتنظيم الدخول في مداخل الطرق مع بروتوكول الاتصالات الوطنية لتحكم بمداخل الطرق ٢٢٠٢ وتستوفي جميع متطلباتها الإلزامية. بالإضافة إلى ذلك، تدعم عناصر بروتوكول الاتصالات الوطنية لتحكم بمداخل الطرق الخيارات التي يحددها المواصفة قد يدعم عنصر بروتوكول الاتصالات الوطنية لتحكم بمداخل الطرق ملفات تعريف النقل الإضافية حسب اختيار الشركة المصنعة. تُستخدم مخططات بيانات الاستجابة نفس ملف تعريف النقل المستخدم في الطلب. يدعم كل عنصر ببروتوكول الاتصالات الوطنية لأنظمة النقل الذكية مطابقته بأي ملفات تعريفية محددة للنقل في أي وقت.

يقدم التنفيذ بقائمة كاملة من متطلبات البروتوكول على النحو الوارد في مواصفة بروتوكول الاتصالات الوطنية لتنظيم الدخول في مداخل الطرق (NTCIP ٢٢٠٢)، الملحق أ للإشارة إلى تنفيذ الخيارات الواردة بمواصفة (NTCIP).

قد تدعم عناصر برتوكول الاتصالات الوطنية لأنظمة النقل الذكية ملفات تعريف إضافية، ومع ذلك، يجب أن يكون ملف تعريف الشبكة الفرعية الواحد فقط نشطًا على منفذ اتصالات معين على عنصر وحدة التحكم على جانب الطريق في أي وقت. إذا كان لكل

عنصر ببروتوكول الاتصالات الوطنية لأنظمة النقل الذكية منفذ اتصالات يدعم ملفات تعريف الشبكة الفرعية المتعددة، يصبح عنصر بروتوكول الاتصالات الوطنية لأنظمة النقل الذكية مخصصًا للسماح للمستخدم بتفعيل ملف تعريف الشبكة الفرعية المطلوب ويجب أن يوفر مؤشرًا مرئيًا لملف تعريف الشبكة الفرعية المحدد حاليًا.

يقدم التنفيذ بقائمة كاملة من متطلبات البروتوكول على النحو الوارد في مواصفة برتوكول الاتصالات الوطنية لأنظمة النقل الذكية (NTCIP ٢١٠٤)، الملحق أ للإشارة إلى تنفيذ الخيارات الواردة بمواصفة (NTCIP).

يوفر مواصفة (NTCIP ١٢٠٧) لتبادل المعلومات لدعم الوظيفة المرتبطة بتشغيل وحدات تنظيم الدخول في مداخل الطرق. يوفر عنصر برتوكول الاتصالات الوطنية لأنظمة النقل الذكية دعم نطاق موضوعي قياسي كلي لجميع العناصر التي تتطلبها مواصفات الشراء ما لم يرد خلاف ذلك أدناه. يبلغ الحد الأقصى لوقت الاستجابة لأي عنصر أو مجموعة عناصر ٢٠٠ مللي ثانية.

للمطالبة بالتوافق مع مواصفة (NTCIP ١٢٠٧)، يدعم كل عنصر من عناصر بروتوكول الاتصالات الوطنية لأنظمة النقل الذكية جميع العناصر الإلزامية لجميع مجموعات المطابقة الإلزامية على النحو المحدد في المعيار. يتم العثور على تعريف كل مجموعة مطابقة في الجزء ٤ من المعيار، بينما يشير الجزء ٥ إلى مجموعات المطابقة الإلزامية.

يدعم عنصر بروتوكول الاتصالات الوطنية لأنظمة النقل الذكية لكل عملية تنفيذ مجموعات المطابقة التالية:

١- إدارة قواعد البيانات
٢- إدارة الوقت
٣- الجدول الزمني للحدث المستند إلى الوقت
٤- التوقيت المجدول
٥- إعداد التقارير.

بالإضافة إلى ذلك فيما يتعلق بكل تنفيذ، يدعم كل عنصر من عناصر بروتوكول الاتصالات الوطنية لأنظمة النقل الذكية ويتطابق مع جميع العناصر الإلزامية لجميع مجموعات المطابقة الاختيارية على النحو المطلوب في المواصفات.

٨-٢-٥-٣-٨ البرمجيّات - متطلبات بروتوكول الاتصالات الوطنية لأنظمة النقل الذكية:

يقدم أحدث إصدار من برنامج الصيانة / التشخيص لبرمجيّات الحاسوب المحمول، والذي يجب أن يكون قادرًا على تنفيذ جميع الأوامر ومراقبة / تعديل جميع الإعدادات المتاحة داخل وحدة التحكم على الطريق باستخدام نفس تعريفات موضوع بروتوكول الاتصالات الوطنية لأنظمة النقل الذكية المطلوبة أعلاه بغض النظر عما إذا كانت مستخدمة عن طريق برمجيّات واجهة مركز التحكم. بالإضافة إلى ذلك، تُوفر أي ترقيات للبرمجيّات حتى نهاية فترة الدعم التشغيلي التي تبلغ ٤٠٠ يومًا.

٨-٢-٥-٤ متطلبات تصميم الأجهزة

تُركب أعمدة الإشارة رأسيًا على الأساسات المعدة لها باستخدام طريقة التثبيت المناسبة المعتمدة من الجهة المختصة والسلطات الحكومية.

يتم طلاء الأعمدة أو تغطيتها بالمسحوق بطلاء معتمد أو مسحوق طلاء قبل تركيب رؤوس الإشارات، والمنارات الوامضة، واللافتات حيثما تم تحديد ذلك.

تُركب رؤوس الإشارات واللافتات والمنارات الوامضة كما هو موضح في الرسومات التفصيلية لتصميم المشروع.

لن يُحدد الموضع النهائي والتثبيت بدون موافقة الجهة المختصة والسلطات الحكومية.

تُركب العلبة المثبتة على الأرض لجهاز التحكم في تنظيم الدخول في مداخل الطرق كرسومات تصميمية مفصلة للمشروع.

توضع الكابينة بحيث لا تتسبب أبواب الوصول إلى أقصى حد لها عند فتح أبواب الوصول في حدوث إعاقة أو تشكل خطرًا على جميع الأفراد.

يسير مصدر إمداد الطاقة داخل المجرى المنفصل الخاص به حتى عند النقطة التي يدخل فيها العلبة المثبتة بالأرضية.

حينما يتطلب ذلك كابينة منفصلة، يوضع مباشرةً بالقرب من كابينة وحدة التحكم.

تُركب وحدة تنظيم الدخول في مداخل الطرق بتكليف من مشغلي الموقع المختصين باستخدام المعدات الصحيحة.

تستوعب العلبة المثبتة على الأرض المعدات في بيئة متوافقة مع فئة ٤,٢H بالمواصفة (ETSI EN ٣٠٠ ٠١٩-١-٤). يجب أن تستمر المعدات في العمل ضمن معلمات التشغيل العادية في هذه البيئة، بغض النظر عن الموقع.

تُركب جميع الكابلات في مجاري الهواء الموضحة بالرسومات التفصيلية لتصميم المشروع.

تُميز جميع الكابلات الخارجية التي تنتهي داخل وحدة التحكم بوضوح من حيث وظيفتها ووجهتها والجهد الاسمي.

تُثبت هذه الكابلات عند دخولها كابينة وحدة التحكم، ويتم دعمها بحيث لا ينتقل أي ضغط أو إجهاد على الكابلات نفسها إلى المكونات الداخلية لجهاز التحكم.

يتم التخلص من الكابلات الزائدة أو الاحتياطية الموجودة بداخل الكابينة بطريقة لا تتداخل بأي شكل من الأشكال مع الوصول إلى المكونات الداخلية لوحدة التحكم.

تصبح موصلات هذه الكابلات معزولة كهربائيًا ومختومة لمنع دخول الرطوبة.

يخدم كابل فردي مخصص كل منظم دخول في مداخل الطرق فردي وعمود منارة وامض. عند إدخال عمود الإشارة، يثبت الكابل بإحكام بالعمود.

يُسمح بـ ٣,٠ م على الأقل من الكابل الاحتياطي داخل عمود الإشارة، فوق الطول المطلوب للوصول إلى المجموعة الطرفية.

تُزال النوى الاحتياطية أو الزائدة داخل الكابل عند المجموعة الطرفية وتسمى "احتياطية".

تُوصل النواة التي تعمل كحماية للأرض مباشرةً بجسم عمود الإشارة عن طريق مسمار التأريض الخاص بالعمود.

يُحظر استخدام الكابل المدرع كموصل تأريض واقي.

باستثناء الكابل الحلقي لتوصيلات كابل التغذية الحلقي، لا يُسمح بتوصيل الكابلات.

عندما يُسمح بتوصيل الكابلات، يتم ذلك باستخدام مجموعة توصيل مناسبة من النوع المعتمد والتي تسمح بالحفاظ على سلامة الموصلات الأرضية الواقية.

توضع وصلات كابل التغذية الحلقي إلى الكابل الحلقي داخل حجرة فقط.

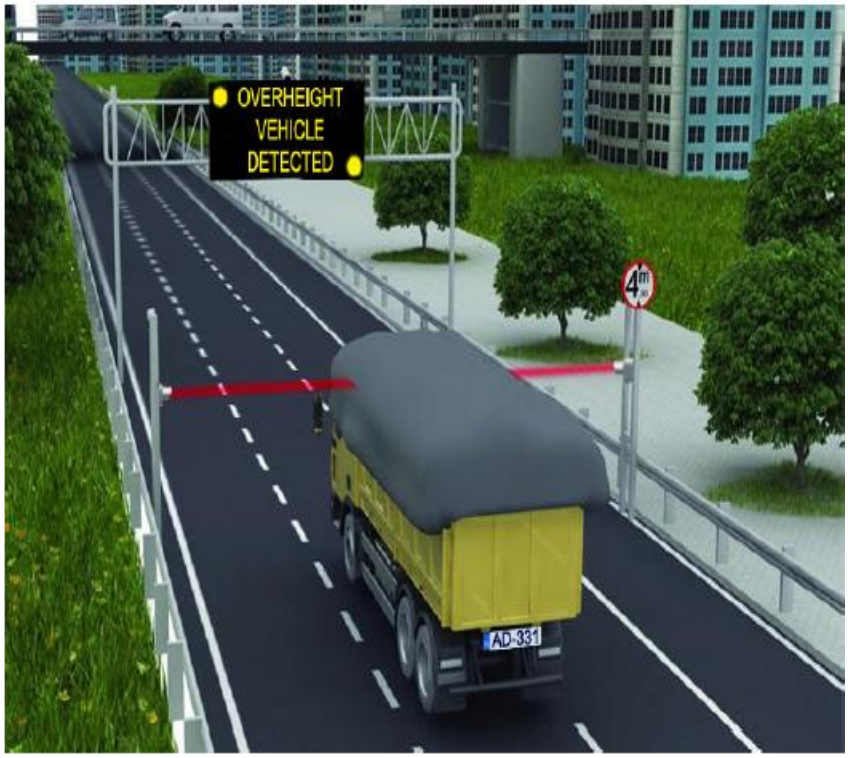
٨-٢-٦ نظام استشعار الارتفاع الزائد

الهدف من أنظمة استشعار الارتفاع الزائد والوزن الزائد هو منع المركبات التجارية وغير التجارية من تجاوز حدود الطول والوزن القانونية الموضوعة داخل المملكة العربية السعودية. عند انتهاك الحدود، قد يكون الضرر الذي يلحق بالبنية التحتية كبيرًا وسيكون تشغيل المركبة غير آمن. تتولى هذه الأنظمة تنبيه مركز التحكم تلقائيًا عندما تمر المركبات التي تتجاوز الارتفاع أو الوزن المسموح به فوق مستشعر الوزن -في -أثناء-الحركة (WIM) أو عن طريق مستشعر الارتفاع الزائد. تُستخدم أجهزة استشعار مستشعر الوزن في الحركة لمراقبة الوزن وارتفاع المركبات.

يصف هذا الجزء متطلبات توريد نظام استشعار المركبات ذات الارتفاع الزائد (OVDS) وتركيبه وتشغيله (الشكل ٨-٩)، وهذا النظام الذي يراقب ارتفاع المركبات على الطريق ويقدم تنبيهًا مؤتمتًا مع البنية التحتية على جانب الطريق أو مشغلي مركز التحكم عندما تتجاوز المركبة الحد المحدد.

تدعم هذه المواصفات المكونات التالية لتهيئة نظام استشعار المركبات ذات الارتفاع الزائد بحد أدنى:

- مستشعرات ارتفاع المركبات
- إنذار مسموع
- جهاز التحكم على جانب الطريق
- هيكل التركيب والكابينة
- التعرف على لوحة الترخيص
- البرمجيّات



الشكل (٨–٩) مرور المركبات من خلال نظام استشعار المركبات ذات الارتفاع الزائد (Smart Solution- Journal Student Research).

يتضمن نظام استشعار المركبات ذات الارتفاع الزائد أيضًا معدات استشعار المركبات لدعم تحديد استشعار المركبات.

تحدد هذه المواصفات نظام استشعار المركبات ذات الارتفاع الزائد بمستشعر الأشعة تحت الحمراء بإنارة (LED). تتوفر خيارات أخرى (مثل كاميرات المراقبة باستخدام معالجة الصور). إذا لم تُقترح أجهزة الاستشعار بالأشعة تحت الحمراء بإنارة (LED)، فإنها تتطلب موافقة صاحب العمل.

يتطابق نظام استشعار المركبات ذات الارتفاع الزائد مع مواصفات الأداء الموضحة بالتفصيل داخل هذا المستند وأي اختبار آخر يوضحه صاحب العمل بالتفصيل. تُقدم جميع التصاميم إلى صاحب العمل أو الممثل المعين لديه للموافقة عليها.

يدعم تهيئة أي نظام استشعار المركبات ذات الارتفاع الزائد وأي معدات ذات صلة الأداء الأمثل في جميع الأوقات.

نظام استشعار المركبات ذات الارتفاع الزائد مصمم من أجل التشغيل المستمر لعمر خدمة ١٢ عامًا.

يبلغ الحد الأدنى لعمر خدمة التصنيع المذكورة لمصباح (LED) الذي يعمل بالأشعة تحت الحمراء ٥٥,٠٠٠ ساعة.

من الممكن من خلال التقنيات والعمليات صيانة جميع معدات نظام استشعار المركبات ذات الارتفاع الزائد بأمان.

يصبح عامل الموقع قادرًا على الاتصال (على سبيل المثال، للمعايرة والتكوين واختبار الأعطال) محليًا بأنظمة استشعار المركبات ذات الارتفاع الزائد عبر المنافذ الاحتياطية دون إزالة المعدات من موقع التشغيل (على سبيل المثال، يمكن الوصول إلى منفذ RJ٤٥ / RS٢٣٢ المتوفر).

تحتوي مستشعرات نظام استشعار المركبات ذات الارتفاع الزائد والإنذار المسموع على دعامات تثبيت قابلة للتعديل لدعم الصيانة / التكوين الفعال والمرن.

يستشعر نظام استشعار المركبات ذات الارتفاع الزائد المستشعرات والإنذارات والتنبيهات التي لا تعمل لمركز التحكم.

يجب أن تحافظ جميع معدات أنظمة النقل الذكية على وظائفها الكاملة وأن تواصل العمل ضمن حدود هذه المواصفات عندما تخضع لبيئة العمل في المملكة السعودية.

تعمل جميع المعدات وتؤدي وظائفها وفقًا للمواصفات المذكورة في درجات الحرارة المحيطة التي تتراوح من ٠ إلى ٥٥ درجة مئوية وفي النطاق من ٠ إلى ١٠٠٪ رطوبة نسبية وفقًا لمنطقة الشرق الأوسط.

يتم تركيب معدات الأشعة تحت الحمراء من نوع (LED) بطريقة لا تتأثر بضوء الشمس أو مصادر الضوء الأخرى.

يتكون نظام استشعار المركبات ذات الارتفاع الزائد من مرسل الأشعة تحت الحمراء مزدوج العينين، وجهاز استشعار المطابقة الطيفية المركب على جانبي الطريق.

ويتميز نظام استشعار المركبات ذات الارتفاع الزائد بأن لديه القدرة على استشعار اتجاه الرحلة.

يزيل نظام استشعار المركبات ذات الارتفاع الزائد تأثير الإنارة المحيطة، ويوفر التحكم البيئي الداخلي، الذي يقلل من تعذر القدرة التشغيلية من الغبار، والرمل، والضباب، والتكثيف، والحشرات.

يستشعر نظام استشعار المركبات، ذات الارتفاع الزائد كحد أدنى عن الجسم، الذي يبلغ قطره ٦٥ ملم الموجود تقريبًا ٢٥ ملم فوق ارتفاع الاستشعار المتنقل من ١ و١٢٠ كم/ ساعة.

يدعم نظام استشعار المركبات ذات الارتفاع الزائد التوصيلات المباشرة، مع إنذار مسموع، ولافتات الرسائل الديناميكية.

يُحسب زمن الانتقال من الاستشعار، إلى الانتقال من تنبيه مركبة ذات ارتفاع زائد، إلى مشغل مركز التحكم، ولا يتجاوز الإنذار المسموع، والتعرف على لوحة الترخيص، ولافتات الرسائل الديناميكية ٢٠٠ مللي ثانية.

عند استشعار مركبة ذات الارتفاع الزائد كحد أدنى:

١- يمكن تنشيط نظام الإنذار المسموع.
٢- يمكن تنشيط التعرف على لوحة الترخيص نحو المركبة المعنية.
٣- يمكن إرسال إشعار إلى العاملين في مركز التحكم.
٤- يمكن عرض رسالة مخصصة على لافتات الرسائل الديناميكية الخلفية. وتتضمن هذه الرسالة لوحة رقم المركبة التي يستشعرها عبر نظام التعرف على لوحة الترخيص الفرعي.

يتميز نظام استشعار المركبات ذات الارتفاع الزائد بميزة الإنذار المسموع:

- الإنذار المسموع هو: عبارة عن إنذار موجه نحو الاتجاه.
- الإنذار المسموع لديه القدرة على إصدار صوت بوق عند رصد المركبات ذات الارتفاع الزائد.
- يكون حجم الإنذار المسموع، والمدة قابلين للتهيئة. ولا يتجاوز ضوضاء الإنذار ١٤٠ ديسيبل عند ١,٠ مترًا.
- يوجه الإنذار الصوتي نحو موقع المركبة المكتشفة؛ كما هو موضح في التصميم التفصيلي.
- تقع لافتات الرسائل الديناميكية على النحو المذكور في التصميم المفصل.
- لا يقل الإنذار المسموع عن ١١٠ ديسيبل، على مسافة ٣ أمتار.
- عندما تكون تركيبات الإنذار المسموعة على مقربةٍ من المناطق السكنية أو المكاتب، يُستشار عميل الممثل المعين للعميل فيما يتعلق بالتهيئة، والحماية، إذا لم يُوفر مثل هذا الحكم من جانب المصمم.

تتميز برمجيّات نظام استشعار المركبات ذات الارتفاع الزائد بالميزة التالية في مرحلة التصميم:

تضمن واجهة مركز التحكم بنظام استشعار المركبات ذات الارتفاع الزائد أن يُسمح للمستخدمين المفوضين بتحديث التكوين (الترقيم).

تنشأ واجهة مركز التحكم بنظام استشعار المركبات ذات الارتفاع الزائد طابعًا زمنيًا دقيقًا لكل مركبة ذات ارتفاع زائد. ويسجل الطابع الزمني بدقة لحظة مرور المركبات عبر المستشعرات

ما لم يُنص على خلاف ذلك إلى مستوى أعلى ضمن هذا الجزء (أي بنظام استشعار المركبات ذات الارتفاع الزائد)، تتوافق جميع مواصفات البيانات، والاتصالات السلكية، واللاسلكية تمامًا مع معيار NTCIP ١٢٠٦ للعنصر.

تعريفات لجمع البيانات ومراقبتها:

تتوافق العناصر، والمتطلبات الاختيارية مع معيار NTCIP ١٢٠١ لتعريفات العناصر العالمية.

ويكون لجهاز التحكم على جانب الطريق بنظام استشعار المركبات ذات الارتفاع الزائد القدرة على السماح للبرمجة المحلية عبر جهاز حاسوب محمول.

كما يصبح عامل الموقع قادرًا على التحقق من حالة النظام عن بُعد، وتغيير الإعدادات، وتحديث البرمجيّات الثابتة.

تصبح واجهة جهاز التحكم بنظام استشعار المركبات ذات الارتفاع الزائد لديها القدرة على إنشاء سجلات أحداث الأعطال والاستشعارات، ومعالجتها.

يكون لجهاز التحكم بنظام استشعار المركبات ذات الارتفاع الزائد سعة تخزين محلية؛ لتخزين ما يصل إلى ستة أشهر من بيانات سجل أحداث الأعطال، والاستشعارات.

المتطلبات الميكانيكية والاحتواء:

تُستخدم أجهزة تثبيت نظام استشعار المركبات ذات الارتفاع الزائد سرعة رياح التصميم بمقدار ١٢٠ كم / ساعة مع رياح شديدة تصل إلى ١٦٠ كم/ ساعة لتصميمها.

تمنع أجهزة التثبيت حركة نظام استشعار المركبات، أو الإنذار المسموع في أي اتجاه بقوة الرياح.

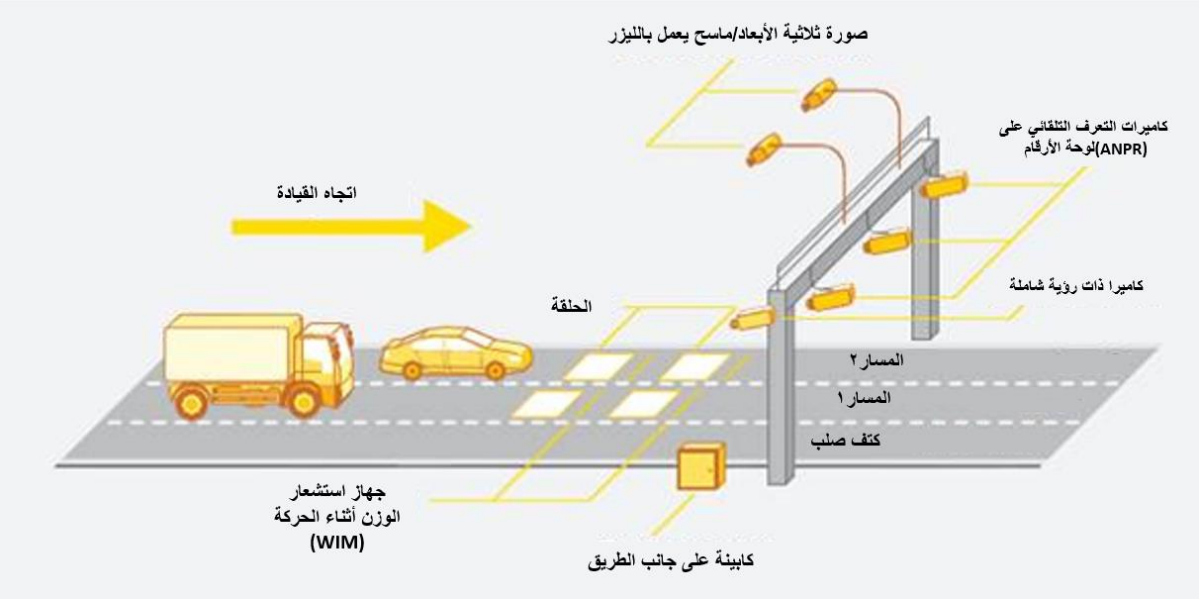
يكون لدى أجهزة التثبيت، لنظام استشعار المركبات ذات الارتفاع الزائد القدرة على تعديل الاتجاه الزاوي للمحور في كلا الاتجاهين الأفقي والرأسي.

٨-٢-٧ نظام الوزن -في-أثناء -الحركة:

يصف هذا الجزء متطلبات تصميم نظام عالي السرعة للوزن، أثناء الحركة، والذي يراقب؛ تحقيقًا لغرض إنفاذ القانون، الوزن-في-أثناء-الحركة على الطريق، ورفع مستوى التنبيه الآلي؛ باستخدام المعدات الموجودة على جانب الطريق، والعاملين بنظام التحكم عند استشعار مركبة ذات وزن زائد، وفقًا لرسومات، أو مواصفات تصميم المشروع التفصيلية.
تدعم هذه المواصفات المكونات التالية؛ لتهيئة الوزن أثناء الحركة:

١- مستشعرات الوزن (على سبيل المثال: المستشعر الكهروضغطي).
٢- معدات استشعار المركبات (على سبيل المثال: أجهزة استشعار الحلقات بالمركبات).
٣- جهاز التحكم على جانب الطريق.
٤- هياكل التركيب، والكابينة.
٥- التعرف على لوحة الترخيص (الجزء ٤).
٦- لافتات الرسائل الديناميكية (الجزء ٨).
٧- البرمجيّات.

يدعم تهيئة أي نظام الوزن-في-أثناء-الحركة، وأي معدات ذات صلة الأداء الأمثل في جميع الأوقات.



الشكل (٨–١٠) نظام الوزن-في-أثناء-الحركة للمركبات المتحركة (Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport. 2017).

٨-٢-٧-١ المتطلبات غير الوظيفية:

نظام الوزن-في-أثناء-الحركة مصمم من أجل التشغيل المستمر لعمر خدمة ١٥ عامًا.

ومن الممكن صيانة جميع المعدات بنظام الوزن-في-أثناء-الحركة بأمان مع الحد الأدنى من تعطيل المرور، ويتم ذلك بطريقة تسمح بسهولة الوصول؛ لإجراء الصيانة على المعدات.

تكون جميع التركيبات سهلة الوصول؛ لإتاحة استبدال المعدات.

يفحص جهاز التحكم على جانب الطريق بنظام الوزن-في-أثناء-الحركة المركبات المتعطلة، ويرسل تنبيهات إلى نظام التحكم.

ويجب أن يحتفظ مستشعر الوزن-في-أثناء-الحركة على وظائفها الكاملة، وأن تواصل العمل ضمن حدود هذه المواصفات عندما تخضع لبيئة العمل في المملكة العربية السعودية.

توفر أنظمة الوزن-في-أثناء-الحركة الاستشعار الدقيق، والموثوق عن ٩٥٪ من وزن المركبات في حدود ± ١٠٪ من إجمالي كتلة المركبة بتكلفة ٣٢٣ الفئة ب (١٠)؛ بناءً على توصيات مجموعة العمل.

يمكن معايرة نظام الوزن-في-أثناء-الحركة، وذلك لضمان الحصول على قياسات متناسقة طوال مدة تشغيل المنتج.

يُركب مستشعر الوزن-في-أثناء-الحركة؛ لتلبية متطلبات التصنيع الجغرافية، ومتطلبات التشغيل للعميل.

يوفر نظام الوزن-في-أثناء-الحركة قياسات دقيقة لوزن المركبات، دون المطالبة بتغيير وضع المركبات الطبيعي داخل المسارات. ونظرًا لأن للمعدات الموجودة بنظام الوزن-في-أثناء-الحركة مزايا محددة؛ ولكنها تتطلب تدابير إدارة المسارات؛ فيجب اقتراحها على صاحب العمل للموافقة عليها.

يقدم نظام الوزن-في-أثناء-الحركة تنبيهًا حينما تنتقل المركبة، التي يزيد وزنها عن القيم، التي يحددها المستخدم على المستشعر. يُرسل هذا التنبيه إلى العاملين بمركز التحكم.

يدعم نظام الوزن-في-أثناء-الحركة أربعة، أو أكثر من عتبات التنبيه بوزن المركبة، التي يحددها المستخدم.

يستطيع نظام الوزن-في-أثناء-الحركة من تحديد ما لا يقل عن ست تصنيفات للمركبات، التي يحددها المستخدم. ويتمكن نظام الوزن-في-أثناء-الحركة من استخدام عناصر أنظمة النقل الذكية التالية؛ لدعم تسجيل المركبات المتنقلة، ومراقبتها، والتحكم بها وتطبيقها من مستشعرات أنظمة الوزن-في-أثناء-الحركة: كاميرات المراقبة، التعرف على لوحة الترخيص، لافتات الرسائل الديناميكية.

تُركب مستشعرات الوزن-في-أثناء-الحركة بشكل متعامد مع اتجاه المرور، على أن تكون ذات عرض كافٍ؛ لرصد كل من مسارات عجلات المركبات داخل المسار.

يبلغ الحد الأقصى لسعة تحميل مستشعرات الوزن-في-أثناء-الحركة ما لا يقل عن ٤,٦ نيوتن/ مللي متر^{٢}.

يُركب كل مستشعر لالوزن-في-أثناء-الحركة على عمق لا يزيد عن ١٠ ملم. وتُغلق فتحة المستشعر بمادة مانعة للتسرب من راتنج الايبوكسي.

يوفر نظام الوزن-في-أثناء-الحركة كحد أدنى من اثنين من وحدات الاستشعار، مثل مقاييس شدة المجال المغناطيسي. وتقع إحدى وحدات استشعار المركبات أمام مستشعرات الوزن-في-أثناء-الحركة، والأخرى خلف مستشعرات الوزن-في-أثناء-الحركة.

لا يتجاوز زمن الانتقال من الاستشعار إلى الانتقال من تنبيه مركبة ذات ارتفاع زائد إلى مشغل مركز التحكم مقدار ٢٠٠ مللي ثانية.

يتميز نظام الوزن-في-أثناء-الحركة بأن لديه القدرة على التقاط المركبات ذات السرعات، التي تتراوح من ١٥ إلى ١٢٠ كم/ ساعة.

تتميز برمجيّات الوزن-في-أثناء-الحركة بالسمات التالية:

يتضمن نظام الوزن-في-أثناء-الحركة برمجيّات، لدعم عمليات تشغيل الوزن-في-أثناء-الحركة على جانب الطريق، وداخل مركز التحكم.

يسجل نظام الوزن-في-أثناء-الحركة، ويراقب كحد أدنى: أوزان المحاور، الوزن الإجمالي، تباعد المحاور، المسار، سرعة المركبة، التاريخ، والوقت.

يتمكن نظام الوزن-في-أثناء-الحركة من السماح بالبرمجة المحلية، والتنزيل عبر جهاز حاسوب محمول، أو من واجهة مركز التحكم بالوزن-في-أثناء-الحركة.

تضمن واجهة مركز التحكم بالوزن-في-أثناء-الحركة أن يُسمح للمستخدمين المفوضين بتحديث التكوين، أو تنزيل البيانات.

تنشأ واجهة مركز التحكم بالوزن-في-أثناء-الحركة طابعًا زمنيًا دقيقًا لكل مركبة يتم تقييمها. ويسجل الطابع الزمني بدقة لحظة مرور المركبات على مستشعرات الوزن-في-أثناء-الحركة.

وتحقيقًا للغرض من صور الطباعة الزمنية، يزامن النظام وقته، مع الوقت المحدد بمركز التحكم.

وما لم يُنص على خلاف ذلك إلى مستوى أعلى ضمن هذا الجزء (على سبيل المثال: الوزن-في-أثناء-الحركة)، تتوافق جميع مواصفات البيانات، والاتصالات السلكية، واللاسلكية تمامًا مع مواصفة (NTCIP ١٢٠٦) للعنصر.

تعريفات لجمع البيانات ومراقبتها:

تتوافق العناصر، والمتطلبات الاختيارية مع مواصفة (NTCIP ١٢٠١) لتعريفات العناصر العالمية.

يسمح نظام الوزن-في-أثناء-الحركة بمراقبة حالة النظام عن بعد، وتغيير الإعدادات، وتحديث البرامج الثابتة.

تصبح برمجيّات نظام الوزن-في-أثناء-الحركة قادرة على إنشاء سجلات أحداث التاريخية، مثل: الأعطال التاريخية والاستشعارات، ومعالجتها.

تستطيع برمجيّات نظام الوزن-في-أثناء-الحركة قادرة على تسجيل ما لا يقل عن ١٠٠,٠٠٠ سجل محليًا.

٨-٢-٨ التعرف على لوحة الترخيص:

تُراعى أنظمة التعرف على لوحة الترخيص في التصميمات؛ لتصبح قادرة على التقاط لوحة ترخيص المركبات، التي تمر عبر منطقة الاهتمام، والتعرف عليها.

تتكون هذه الأنظمة بشكل أساسي من كاميرات ثابتة عالية الدقة، مصممة خصيصًا لتطبيقات التعرف على لوحة الترخيص مصحوبة بمحرك التعرف البصري على الحروف (OCR) المستخدم؛ لاستخراج حروف لوحة الترخيص من الصور الملتقطة.

يوجد محرك التعرف البصري على الحروف بالكاميرا، ويمكن للكاميرا نقل نص لوحة الترخيص إلى نظام مركزي، بكاميرات التعرف على لوحة الترخيص الأحدث. ويلزم توزيع جميع كاميرات التعرف على لوحة الترخيص؛ لتتمكن من الوصول إلى نتيجة للتعرف البصري على الحروف مباشرةً في الكاميرا، ونقلها إلى برنامج ماستر.

وعند الاطلاع على لوحة ترخيص في موقعين متتاليين، يمكن للنظام المركزي إعداد رحلة فردية لتلك المركبة، وحساب وقت التنقل. وتُجمع هذه البيانات، وتُحول إلى المتوسط عبر النظام المركزي؛ لتوفير معلومات مفيدة عن وقت الرحلة.

إن استخدام التعرف على لوحة الترخيص يكون من أجل الحصول على البيانات فقط، وليس للتطبيق. ومع ذلك، يمكن أن يتضمن استخدام التعرف على لوحة الترخيص لنظام استشعار المركبات ذات الارتفاع الزائد، والوزن-في-أثناء-الحركة أحكام البيانات خارج نطاق التنفيذ.

عند تصميم موقع التعرف على لوحة الترخيص، يجب أن تُراعى العوامل التالية:

موقع أجهزة الاستشعار:

نظرًا لاستخدام أنظمة التعرف على لوحة الترخيص؛ لتوفير معلومات عن وقت الرحلة، يجب وضعها بشكل استراتيجي على طول الممرات الرئيسة، وأجزاء الطريق، بين نقاط النقل؛ لزيادة عدد الرحلات، التي يمكن أن يعدها النظام المركزي. نظرًا للتكلفة والمتطلبات الهيكلية، وليس من العملي نشر أنظمة التعرف على لوحة الترخيص، على الطرق المحلية، أو الحضرية. يتعين استخدام أنظمة التعرف على لوحة الترخيص في المقام الأول في مشاريع الطرق؛ ما لم تكن هناك حاجة ملحة للقيام بخلاف ذلك.

عدد أجهزة الاستشعار:

يلزم وجود كاميرا واحدة؛ لتوفير تغطية كاملة لكل مسار. ومن الشائع أن توفر الكاميرات تغطية جزئية للحارات المجاورة أيضًا؛ لضمان التقاط المركبات الموجودة في المسارات المتداخلة. وعلاوةً على ذلك، يتعين وضع كاميرات التعرف على لوحة الترخيص؛ لالتقاط لوحة الترخيص الخلفية للمركبة.

نوع الهيكل:

تتطلب كاميرات التعرف على لوحة الترخيص -عادةً- هيكلًا علويًا، ومركبًا في وسط كل مسار. وتختلف ارتفاعات التركيب وزوايا الارتفاع؛ اعتمادًا على الشركة المصنعة، وتتأثر بالبعد البؤري للعدسة، وجودة محرك التعرف البصري على الحروف، ودقة الكاميرا. يُستخدم عادةً ارتفاع التركيب من ٥ إلى ٧ أمتار؛ اعتمادًا على الشركة المصنعة للكاميرا. ويُوصى بالنسبة لجميع عمليات تثبيت كاميرا على لوحة التعرف على لوحة الترخيص اتباع توصيات الشركة المصنعة بصرامة؛ لزيادة أداء النظام إلى أقصى حد.

تدعم -أيضًا- بعض الشركات المصنعة لكاميرات التعرف على لوحة الترخيص الهياكل ذات الدعامات الكابولية؛ لتركيب كاميرا التعرف على لوحة الترخيص. وفي هذه الحالة، تُثبت كاميرات التعرف على لوحة الترخيص على جانب واحد من الطريق، وهي موجهة نحو المسار موضع الاهتمام. ويراعي المصمم مدى توفر الهياكل، والموقع الجغرافي عند تحديد موضع كاميرات التعرف على لوحة الترخيص.

محرك التعرف البصري على الحروف:

يتطلب محرك التعرف البصري على الحروف بالمركبة بأي كاميرا فترة تدريب؛ لتحسين الأداء. توفر الشركات المصنعة التدريب على استخدام محركات التعرف البصري على الحروف كخدمة ذات قيمة مضافة. من المهم التأكد من تشغيل محرك التعرف البصري على الحروف (OCR) المتطابق على جميع تركيبات كاميرات التعرف على لوحة الترخيص ضمن قطاع يُحسب فيه زمن الانتقال؛ لمنع أي تناقضات أثناء التعرف على لوحة الترخيص.

أكتاف الطريق الصلبة:

يتعين على المصممين أن يُراعوا استخدام التعرف على لوحة الترخيص بكتف الطريق، وإدراجه في تصميم الجسور القنطرية للمخططات. من خلال إلقاء نظرة عملية على ذلك، إذا لم يُصمم الطريق للركض على الطريق الجانبي، فإن تحديد مواقع أنظمة التعرف على لوحة الترخيص باهظة الثمن، وعالية التكلفة على هذه المخططات، ليس عمليًا. يضمن المصممون أن جميع جسور الإشارات لديها التسهيلات؛ لاستيعاب تغطية التعرف على لوحة الترخيص لكتف الطريق، مع اتصال كامل وإمكانيات أخرى، ولكن للاستخدام في المستقبل.

٨-٢-٩ أنظمة إنفاذ قوانين السرعة:

أنظمة إنفاذ قوانين السرعة هي: أجهزة بنظام إنذار ومعلومات إلكتروني، تقيس سرعة المركبة، وتنتج صورًا مسجلة لمركبات تسير بسرعات أعلى من السرعة القصوى. يُسجل تاريخ المخالفة، ووقتها، وموقعها، وسرعة المركبة، وصور لوحة ترخيص المركبة المخالفة. بعد التحديد الصحيح للمالك المسجل للمركبة باستخدام رقم لوحة الترخيص، يخطر المالك إما إلكترونيًا (من خلال الرسائل القصيرة، والبريد الإلكتروني، وما إلى ذلك)، أو عبر البريد العادي. ويجب أن تكون هذه الاقتباسات مماثلة لتلك الصادرة عن المخالفات المرورية الأخرى. عادةً ما يكون تطبيق هذه الاقتباسات مسؤولية السلطة التنفيذية القانونية.

يوجد سائقو المركبات الذين يتجاوزون حد السرعة المحدد للطريق بيئة غير آمنة لأنفسهم، ولمستخدمي الطريق الآخرين. ونظام إنفاذ قوانين السرعة مصمم لاصطياد هؤلاء المخالفين، وفرض غرامة عليهم؛ لمنع حالات تجاوز السرعة في المستقبل (تجاوز الحد الأقصى للسرعة المحددة).

يُستخدم إنفاذ قوانين السرعة عادةً في المواقع التي توجد بها حالات كثيرة من مخالفي حدود السرعة، التي قد تشكل تهديدًا كبيرًا للأفراد القريبين. ويوجد أحد التطبيقات الشائعة لكاميرات إنفاذ قوانين السرعة داخل منطقة المدرسة (الشكل ٨-١١). ومن المتوقع أن تضم المدرسة عددًا كبيرًا من المشاة، يسيرون من المدرسة، وإليها. عندما تقترب مركبة مسرعة من ممر للمشاة، فإن الوقت، والمسافة اللازمين لتوقف المركبة المسرعة بشكل كامل يزيد عن المسافة المقصودة؛ بناءً على حد السرعة المحدد، وعليه فقد يؤدي إلى حدوث اصطدام مع المشاة. ولذلك فإن وضع نظام إنفاذ قوانين السرعة في هذه المنطقة من شأنه أن يردع سائقي المركبات عن السرعة تجنبًا لدفع غرامة، مما يؤدي إلى رفع معدل سلامة المشاة.

يمكن تطبيق التصميم نفسه على مناطق العمل. وغالبًا ما يتوفر سائقو المركبات، الذين يسيرون بالقرب من العمال في مناطق العمل. قد تعرض المركبة المسرعة للخطر سلامة العمال داخل المنطقة.

نتيجة لذلك، قد يُنشر نظام إنفاذ قوانين السرعة؛ لردع سائقي المركبات عن السرعة؛ حماية للعمال . الشكل (٨-١١) يوضح وضع نظام فرض السرعة في طريق مقسم.



الشكل (٨–١١) أنظمة إنفاذ قوانين السرعة (MoC, 2018)

أنظمة إنفاذ قوانين الإشارة الأحمر هي: أجهزة إلكترونية؛ للتحذير، والمعلومات، التي تستشعر المركبات التي تسير عبر التقاطع أثناء الإشارة الحمراء. يستخدم الرادار (أو أي جهاز استشعار آخر)؛ لاستشعار عبور المركبة للتقاطع أثناء الإشارة الحمراء، وتُسجل صور المركبة. يُسجل تاريخ المخالفة، ووقتها، وموقعها، وصور لوحة ترخيص المركبة المخالفة. على غرار إنفاذ قوانين السرعة أعلاه، عادةً تُدار مخالفات تجاوز الإشارة الحمراء باستخدام أنظمة على الإنترنت، وتصدر السلطة القانونية المخولة بالتنفيذ الإخطارات.

يتسبب سائقو المركبات الذين لا يلتزمون بالإشارة الحمراء في خلق بيئة غير آمنة لأنفسهم، ولمستخدمي الطريق الآخرين. ويعد تجاوز الضوء الأحمر (الدخول، والسير عبر التقاطع أثناء الإشارة الحمراء) سببًا رئيسًا للوفيات، والاصطدامات المرورية. نظام إنفاذ قوانين الإشارة الحمراء مصمم؛ لاصطياد هؤلاء المخالفين، وفرض غرامة عليهم؛ للحد من حالات تجاوز الإشارة الحمراء في المستقبل.

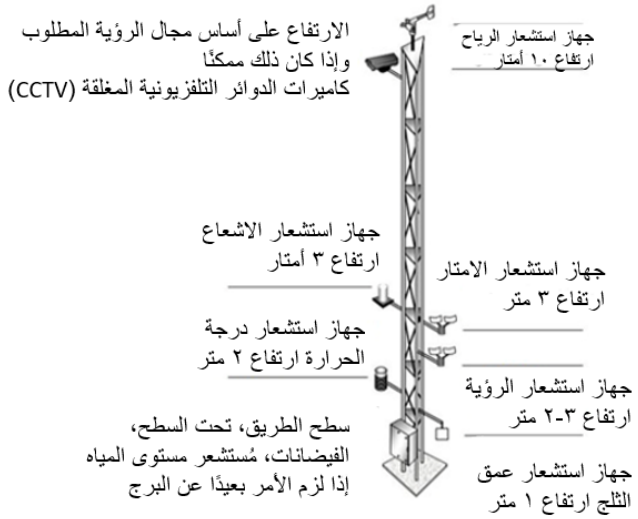
يُستخدم إنفاذ قوانين الإشارة الحمراء عادةً في المواقع، التي توجد بها حالات عالية من تجاوز الإشارة الحمراء؛ مما يشكل تهديدًا كبيرًا للأفراد القريبين. ويمكن تحليل ذلك من خلال عرض السجلات التاريخية لتحليلات حوادث التصادم في موقع معين، أو عن طريق عرض سجلات الشرطة للمخالفات السابقة الصادرة؛ لتجاوز الضوء الأحمر.

٨-٣ أنظمة معلومات الطقس على الطرق (RWIS)، وتصميم مراقبة جودة الهواء:

٨-٣-١ غرض النظام، وتسلسل التصميم:

تتمثل الوظيفة الأساسية لأنظمة معلومات الطقس على الطرق (RWIS) في قياس أحوال الطقس على الطرق، ومراقبتها باستخدام مستشعرات مختلفة. وتساعد أنظمة معلومات الطقس على الطرق في تحديد أحوال الطريق. ويمكن مشاركة هذه المعلومات مع السائقين، أو استخدامها داخليًا؛ للمساعدة في جدولة أعمال الصيانة. وتجمع أنظمة معلومات الطقس على الطرق معلومات عن الغلاف الجوي، وسطح الرصف، وتحت السطح؛ لتوفير أدق معلومات الطقس المتاحة.

مكون النظام الذي يجمع بيانات الطقس يتمثل في محطة الاستشعار البيئي (الشكل ٨-١٢). تتكون محطة الاستشعار البيئي من مجموعة من المستشعرات التي تجمع وتنقل بيانات الرصف، ودرجة الحرارة، وسرعة الرياح، والرؤية، والرطوبة. ويُتحكم في هذه المستشعرات عبر وحدة تحكم ميدانية، تسمى وحدة المعالجة عن بُعد (RPU)، التي ترسل بيانات المستشعر إلى مركز التحكم.



الشكل (٨–١٢) محطة الاستشعار البيئي (FHA):

يمكن استخدام المعلومات؛ لإبلاغ السائقين بالظروف المعاكسة، أو لتحديد وقت إجراء عمليات صيانة الطريق بطريقة آمنة. وينبغي استخدام أنظمة معلومات الطقس على الطرق، مع مصدر نشر المعلومات، مثل: لافتات الرسائل الديناميكية؛ للوصول إلى سائقي المركبات، وتقليل حوادث المرور المتعلقة بالطقس. مواقع مراقبة جودة الهواء (AQM) هي: عبارة عن منشآت صغيرة تحتوي على أدوات إلكترونية، تستخدم لقياس، وتسجيل تركيز ملوثات الهواء المختلفة. ويكمن الغرض من موقع مراقبة جودة الهواء في قياس تركيزات تلوث الهواء في منطقة معينة، وتحديد مصدر التلوث. إذا أظهرت أي محطة مراقبة مستويات التلوث أعلى من عتبة معينة، يخطر موقع مراقبة جودة الهواء مركز التحكم.

يتعين إخطار هيئة الطيران المدني (GACA) بأي مطلب ينشأ عما سبق ذكره من أحد المصممين لأنظمة معلومات الطقس على الطرق، من خلال إدارة التشغيل والصيانة، حتى تتمكن هيئة الطيران المدني (GACA) من التعليق بشكل صحيح على الموضوع ذي الصلة.

كما يجب إجراء وضع أنظمة معلومات الطقس على الطرق، على مخططات محددة؛ بما يتوافق مع التشاور مع متطلبات هيئة الطيران المدني؛ لوضع هذه المعدات. ويتعين على المصممين الاتصال بالسلطة المعنية بالتشغيل والصيانة؛ بشأن الحصول على هذه المدخلات، وتنسيق الاتصال مع هيئة الطيران المدني؛ من أجل وضع أنظمة معلومات الطقس على الطرق بشكل صحيح في المخططات.

٨-٣-٢ اعتبارات التصميم:

تهدف القائمة التالية إلى أن تكون دليلًا عالي المستوى؛ لمساعدة ممارسي أنظمة النقل الذكية، من خلال العديد من المواصفات المرتبطة بتصميم أنظمة معلومات الطقس على الطرق. ويتوافق كل قسم في القائمة مع قسم من هذا الباب من الوثيقة.

تُدرج الخلفية، والتفاصيل، واللوائح المحددة، أو الإرشادات المتعلقة بعملية التصميم لأنظمة معلومات الطقس على الطرق، أو موقع مراقبة جودة الهواء في تلك الأقسام المشار إليها. تتطلب الجهة المختصة تصميم نظام لكل موقع لأنظمة معلومات الطقس على الطرق، والذي يتضمن أيضًا تصميم الاتصالات لهذا الموقع. يطور المقاول هذه التصميمات، ويقدمها إلى الجهة المختصة إلى جانب خطة اختبار الاتصال؛ للموافقة عليها.

تتطلب جميع أجهزة الاستشعار الطاقة؛ للتشغيل. كما أن الطاقة لازمة -أيضًا- لجمع البيانات في وحدة المعالجة عن بعد، ولإرسال بيانات الطقس على الطريق إلى مستخدميها المستهدفين.

٨-٣-٢-١ أنظمة معلومات الطقس على الطرق وموقع مراقبة جودة الهواء لواجهة الاتصالات:

يلزم توفير واجهة الاتصالات بين مستشعرات أنظمة معلومات الطقس على الطرق، والقياسات من موقع مراقبة جودة الهواء ومركز التحكم؛ لتسهيل الوظائف التالية:

تسمح ميزة مراقبة حالة معدات أنظمة معلومات الطقس على الطرق للعامل بمراقبة الطاقة الكهربائية لمعدات أنظمة معلومات الطقس على الطرق؛ لضمان التشغيل السليم، ومراقبة تحركات محطة أنظمة معلومات الطقس على الطرق المتنقلة.

كما تسمح ميزة مراقبة أحوال الطقس للعامل بمراقبة الظروف الجوية، التي يمكن أن تؤثر بشكل مباشر، أو غير مباشر على نظام النقل. وقد تشمل الظروف الجوية، التي يجب مراقبتها ظروف الرياح، ودرجة الحرارة، والرطوبة، وهطول الأمطار، والرؤية. وتسمح هذه الميزة -أيضًا- للعامل بفحص الظروف الجوية المبلغ عنها، والتحقق منها بصريًا من خلال صورة مجموعة في موقع معدات أنظمة معلومات الطقس على الطرق.

وتسمح ميزة مراقبة حالات الرصف للعامل بمراقبة ظروف الطريق، وأحواله تحت سطح الطريق، التي قد تؤثر سلبًا على عمليات النقل.

قد تتضمن ظروف، وحالات الطريق التي يجب مراقبتها درجة حرارة سطح الرصف، وظروف الرطوبة، واحتكاك السطح. تسمح ميزة مراقبة مستوى المياه للعامل بمراقبة عمق المياه في موقع واحد، أو أكثر، مثل: فوق الطريق، أو بالمجرى المائي.

تسمح ميزة مراقبة جودة الهواء للمشغل بمراقبة جودة الهواء الحالية؛ بالقرب من موقع معدات أنظمة معلومات الطقس على الطرق / أو موقع مراقبة جودة الهواء، وتحديد ما إذا كانت هناك مخاطر بيولوجية محمولة جوًا في المنطقة المجاورة. وهذه هي الوظيفة الوحيدة الأكثر أهمية لأنظمة معلومات الطقس على الطرق من وجهة نظر إدارة الطرق. وتعد حالة جودة الهواء لكل من الطرق المحلية، والطرق الرئيسة، أو الطرق السريعة، أو مشاريع الطرق مصدر قلق بالغ للمملكة العربية السعودية؛ لأنها تؤثر على الصحة العامة والسلامة. ويتعين على المصممين مراجعة مخططاتهم من وجهة نظر الازدحام المحتمل، أو التأثيرات، التي تؤدي إلى وضع أنظمة معلومات الطقس على الطرق؛ بالتشاور مع كل من وزارة النقل، والخدمات اللوجستية.

تسمح ميزة تحميل سجلات الأحداث للمشغل، بتحميل أي سجلات أحداث يُحتفظ بها عن طريقة أنظمة معلومات الطقس على الطرق، أو موقع مراقبة جودة الهواء.

يتعين أن يدعم بروتوكول التواصل جميع السمات، المرغوب بها لأنظمة معلومات الطقس على الطرق، أو معدات مراقبة جودة الهواء.

بروتوكول الاتصالات الوطنية لأنظمة النقل الذكية (NTCIP) لأنظمة معلومات الطقس على الطرق (RWIS):

تطبق مواصفات مستوى معلومات بروتوكول الاتصالات الوطنية لأنظمة النقل الذكية التالية:

- مواصفة (NTCIP ١٢٠٤)، مواصفة واجهة محطة الاستشعار البيئي هو: معيار قاموس بيانات يستخدم؛ لدعم الوظائف المتعلقة برصد، وجمع بيانات المستشعر البيئي، بما في ذلك بيانات الطقس، وبيانات حالة الرصف، وبيانات منسوب المياه، وبيانات جودة الهواء. يحدد هذا المعيار عناصر البيانات الخاصة بالمستشعرات البيئية، التي تشمل المستشعرات التي تراقب الطقس، وسطح الطريق، ومنسوب المياه، وظروف جودة الهواء. وتكون هذه المستشعرات -غالبًا- قريبة ومتصلة بوحدة معالجة عن بعد. وتتكون محطة الاستشعار البيئي في سياق هذه المواصفات القياسية، من وحدة معالجة عن بعد؛ بالإضافة إلى مجموعة من المستشعرات المتصلة بها. توجد عادةً محطة الاستشعار البيئي في موقع ثابت على امتداد الطريق، ولكن قد تكون محمولة، أو حتى متنقلة.
- وتعريفات العناصر العالمية وفقًا لمواصفة (NTCIP ١٢٠١) عبارة عن قاموس بيانات قياسي؛ لدعم الوظائف التي قد تحتاجها أنواع متعددة من الأجهزة. وتتضمن هذه الوظائف تحديد الجهاز، والعناوين، وإدارة الوقت، وجدولة الوقت، وتسجيل الأحداث، وإدارة قواعد البيانات.

٨-٣-٢-٢ أنظمة معلومات الطقس على الطرق:

يتكون موقع أنظمة معلومات الطقس على الطرق المثالي من عمود، وعلبة، ووحدة معالجة عن بعد، والعديد من المستشعرات البيئية. ومن المرجح أن تتضمن المحطات الخارجية لأنظمة معلومات الطقس على الطرق بعض، أو جميع السمات التالية:

- تستخدم مستشعرات الطريق في مسارات السير؛ لقياس درجة حرارة السطح، ودرجة حرارة تحت السطح، وحالة السطح.
- تقيس مستشعرات الغلاف الجوي المجاورة للطريق درجة حرارة الهواء، والرطوبة النسبية، وسرعة الرياح، واتجاهها وجودة الهواء، وهطول الأمطار.

- مصدر طاقة مكمل؛ إما بتوصيلات كهربائية رئيسة، أو بألواح شمسية.
- تُترجم وحدة المعالجة عن بعد، وتُسجل الإشارات الواردة من أجهزة الاستشعار.
- تنقل وحدة المعالجة عن بعد البيانات إلى الخادم.

- جهاز اتصال، مثل: المودم، للسماح بجمع البيانات، ونقلها عن بُعد.
- التوصيل بلافتات الرسائل الديناميكية القريبة، أو حد السرعة المتغير؛ لتوفير تنبيهات آلية للسائقين في الظروف الخطرة.

٨-٣-٢-٢-١ أنواع المستشعرات:

تُثبت معظم المستشعرات الموجودة على المحطة الخارجية فوق الطريق بعمود. والمستشعرات المتضمنة في أنظمة معلومات الطقس على الطرق هي: مستشعر سرعة الرياح، والاتجاه بالموجات فوق الصوتية، ومستشعر الامطار، والرؤية، ومستشعر درجة حرارة الهواء / الرطوبة النسبية، والمستشعر السلبي للرصيف. وهذه المستشعرات -عادةً - تكون جزءًا من محطة خارجية. ومع ذلك، تُثبت بعض أجهزة الاستشعار؛ إما على سطح الطريق، أو تحت السطح.

المستشعر الخامل للرصف:

يعد تحديد درجة حرارة الطريق، وحالته أمرًا بالغ الأهمية؛ من أجل دقة أنظمة معلومات الطقس على الطرق. وتُبلغ هذه المستشعرات عن سطح الطريق على أنه؛ إما رطب، أو جاف، وعادةً ما تقوم بالإبلاغ عن درجة حرارة سطح الطريق.

توجد أجهزة الاستشعار هذه أسفل الرصف، أو فوقه مباشرةً.

درجة حرارة الهواء، والرطوبة:

يمكن أن توفر مستشعرات درجة الحرارة، والرطوبة، ودرجة حرارة نقاط الندى، ودرجة حرارة البصيلات الرطبة، والرطوبة النسبية. ويوفر -عادةً- مستشعر واحد قياسات درجة حرارة الهواء، والرطوبة النسبية. لتقليل الأخطاء الناتجة عن التسخين الشمسي، ويُركّب المستشعر في درع الإشعاع الشمسي. كما يتعين تركيب المستشعرات على ارتفاع ١,٥ إلى ٢,٠ مترًا تقريبًا فوق مستوى سطح الأرض، ويُركّب في اتجاه الرياح السائدة.

مستشعر الامطار، والرؤية:

تقيس مستشعرات الرؤية النطاق البصري للأرصاد الجوية، ويمكن أن تكون مفيدة جدًا في المناطق ذات الرؤية المنخفضة أو المناطق المعرضة للضباب. ويتعين أن يكون مستشعر الرؤية قادرًا على استشعار الضباب، والغشاوة، والدخان، والرمل. وتستخدم هذه المستشعرات -عادةً- في تقنية التشتت الأمامي بالأشعة تحت الحمراء، مع وجود قيود تتمثل في أن أي شيء في المسار البصري يخفف، أو ينثر شعاع الأشعة تحت الحمراء، مثل: الأوساخ، أو حتى شبكات العنكبوت، وقد يتسبب في قراءات خاطئة. لتجنب حدوث العديد من المشكلات، ويمكن استخدام العديد من المستشعرات؛ لفحص أي أخطاء تلوث، وتعديلها. ويلزم تركيب هذه المستشعرات عند ارتفاع ٢,٠ إلى ٣,٠ مترًا أعلى الأرض.

سرعة الرياح بالموجات فوق الصوتية، واتجاهها:

تُصنّع قياسات سرعة الرياح بالموجات فوق الصوتية، واتجاهاتها؛ إما عن طريق مستشعرات مركبة، أو عن طريق مستشعرات فردية. وثمة أنواع مختلفة من أجهزة قياس شدة الريح، التي تختلف في المظهر، ولكن لها المبادئ الأساسية للتشغيل نفسها. ويجب وضع هذا المستشعر على ارتفاع ١٠ أمتار تقريبًا فوق مستوى سطح الأرض. كما يجب تجنب العوائق، التي تعترض تدفق الرياح.

مستشعر الضغط الجوي:

تستخدم مستشعرات الضغط الجوي؛ لتحديد ضغط الهواء الجوي. وتقيس هذه المستشعرات تقلبات الضغط، الذي يمارسه الغلاف الجوي. وتُعدُّ بيانات الضغط الجوي مفيدة؛ لإنشاء تنبؤات بالطقس. وتستخدم التنبؤات؛ للتنبؤ بظروف الرصف، والظروف الجوية في المستقبل، التي من المحتمل أن تسبب مشاكل في الطريق.

٨-٣-٢-٢-٢ هيكل أنظمة معلومات الطقس على الطرق:

يجب أن يكون لأنظمة معلومات الطقس على الطرق أساس صلب؛ لتوفير منصة متينة. ويجب أن يكون الحجم مصممًا للموقع المحدد، أو وفقًا لمواصفات الشركة المصنعة. وسيكون هيكل أنظمة معلومات الطقس على الطرق على شكل عمود. ويجب أن يكون الهيكل قويًا، ويلبي متطلبات الشركة المصنعة للانعطاف؛ لتقليل فساد بيانات المستشعر، عن طريق الاضطرابات، وتدفق الرياح.

ينبغي أن يكون ارتفاع العمود كافيًا؛ لاستيعاب المستشعرات. أما في حالة تركيب مستشعرات للرياح، فيجب ألا يقل ارتفاع الأعمدة عن ١٠ أمتار. وتُثبّت الأعمدة -غالبًا- في نطاق من ١٠ إلى ١٥ مترًا من حافة السطح المرصوف، وعلى ارتفاع سطح الطريق نفسه -ما أمكن ذلك-.

٨-٣-٢-٢-٣ مراقبة جودة الهواء:

موقع مراقبة جودة الهواء هو: عبارة عن جهاز جودة الهواء المستخدم؛ لقياس ملوثات الهواء الشائعة بما في ذلك الكبريت.

ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)، أكاسيد النيتروجين (NO)، الأوزون الأرضي (O_3)، أول أكسيد الكربون (CO)، هيدروكربونات الميثانية وغير الميثانية، والمواد الجسيمية ($PM_{2,5}$، PM_{10}) من بين أمور أخرى. تُجمع عينات الهواء بشكل عام لمراقبة اتجاهات التلوث، ومصادره، وتفعيل إجراءات المكافحة. يجب أن يحتوي موقع مراقبة جودة الهواء على وحدة مراقبة الجسيمات، ووحدة غاز؛ لاستشعار الملوثات المذكورة أعلاه.

٨-٣-٣ إرشادات الموقع/ التثبيت:

يمكن أن يؤدي اختيار الموقع السيئ إلى قراءات غير صحيحة، أو صعوبات في الخدمة، أو حتى تلف من المرور العابرة. لا ينبغي حماية الموقع بطريقة تعطي قراءات المستشعرات انطباعًا خاطئًا عن الوضع القريب من الطريق. وفي الوقت نفسه، يحظر أن تكون المستشعرات، والمحطة الخارجية قريبة جدًا من الطريق؛ بحيث تؤدي الرياح الناتجة عن المرور إلى قراءات غير دقيقة. ويمكن أن يؤثر -أيضًا- ارتفاع المستشعرات فوق سطح الأرض، بالإضافة إلى اتجاهها على قراءات المستشعرات، ويجب أن يُراعى ذلك عند اختيار المواقع، وتركيب المعدات.

يحتاج استخدام أنظمة معلومات الطقس على الطرق، ومراقبة جودة الهواء في الأنفاق، إلى مراعاة المخطط ؛ إذ تُحدد هذه المعدات اللازمة تبعًا لهندسة طول النفق، والموقع.

يعتمد عدد المواقع في الشبكة على مجموعة متنوعة من العوامل؛ بما في ذلك التضاريس، ونوع التربة، واستخدام الأراضي، ومناطق المناخ المحلي، والقرب من المرافق، وتصنيف الطرق.

وكلما زاد التباين في هذه العوامل زادت الحاجة إلى المزيد من المواقع في الشبكة.

يجب أن تعتني عمليات توزيع أنظمة معلومات الطقس على الطرق، التي تسود فيها العواصف الرملية، أو الضباب، أو مشكلات جودة الهواء الكبيرة (أي بسبب الانبعاثات المفرطة للمركبات). كما ينبغي تركيب نقاط المراقبة، ومستشعرات الرصف في النقاط المهمة على امتداد الطرق. وقد تكون الاختلافات في موقع المستشعر، أو الهيكل أمرًا لا مفر منه؛ بسبب العديد من الظروف، مثل: حرم الطريق المحدود، والوصول للصيانة، والجغرافيا، والمخاوف الأمنية. يركب المقاول مستشعرات الطقس على ارتفاعات مختلفة للأعمدة؛ باستخدام دعامات التركيب.

تُحدد مواقع مراقبة جودة الهواء بشكل إستراتيجي؛ حيث يحتاج التلوث إلى المراقبة، أو التحكم فيه عن كثب.

يتعين موافقة الجهة المختصة على موضع، ونوع التركيب في موقع مراقبة جودة الهواء. وعند تحديد موقع أنظمة معلومات الطقس على الطرق، أو موقع مراقبة جودة الهواء -أيضًا-، كما يجب مراعاة الوصول إلى الطاقة، والاتصالات. يوضح استخدام مراقبة جودة الهواء في مشاريع الطرق المحلية، الالتزام بتحسين النتائج البيئية، والسلامة العامة في المملكة العربية السعودية.

٨-٣-٤ المواصفات:

يصف هذا الجزء المتطلبات العامة، التي تُعدُّ الحد الأدنى لتصميم أنظمة معلومات الطقس على الطرق (RWIS)، وأنظمة مراقبة جودة الهواء (AQM)؛ وفقًا لتصميم المشروع المفصل.

ينبغي استخدام هذه المعدات؛ لإبلاغ العاملين بمركز التحكم بمعلومات بيئية دقيقة، ومن ثم تمكين:

- الإنذار المبكر المناسب لمستخدمي الطريق (تحقيق الهدف في غضون ٥ دقائق من الاستشعار) للظروف الخطرة.
- تخطيط الإجراءات التشغيلية، وتنفيذها؛ لتكييف عمليات شبكة الطرق أثناء تغير الظروف الجوية.

تدعم هذه المواصفات التكوينات التالية:

- تركيب نظام مراقبة جودة الهواء، وأنظمة معلومات الطقس على الطرق في جميع أنحاء المملكة العربية السعودية.

تتكون أنظمة معلومات الطقس على الطرق (RWIS) بحد أدنى من الآتي:

- مستشعر خامل.
- درجة حرارة الهواء / مستشعر الرطوبة النسبية.

- مستشعر الامطار، والرؤية.
- مستشعر سرعة الرياح، والاتجاه.
- مستشعر الضغط الجوي.
- جهاز التحكم على جانب الطريق.
- خادم غرفة البرمجيّات، أو المعدات.
- هيكل التركيب، والكابينة.

يتكون نظام مراقبة جودة الهواء بحد أدنى من الآتي:

- مستشعر الجسيمات.
- مستشعر الغاز.
- أنظمة معالجة عن بعد.
- خادم غرفة البرمجيّات، أو المعدات.
- هيكل التركيب، والكابينة.

يجب أن يدعم تكوين أي من أنظمة معلومات الطقس على الطرق، ومراقبة جودة الهواء، والمعدات المرتبطة بها الأداء الأمثل؛ بناءً على المتطلبات المحددة؛ لذلك التثبيت، والمتطلبات الأوسع للشبكة.

تُكتب هذه المواصفات؛ لدعم تطوير المعدات الجديدة والابتكار-ما أمكن ذلك- (على سبيل المثال، تهدف إلى تحديد الأداء، وليس المعدات).

تستند المتطلبات غير الوظيفية إلى النقاط الأساسية التالية:

نظام معلومات الطقس على الطرق، ومراقبة جودة الهواء مصمم؛ من أجل التشغيل المستمر لعمر خدمة ١٥ عامًا.

يتضمن نظام معلومات الطقس على الطرق، ومراقبة جودة الهواء متوسط الوقت بين حالات الفشل بأكثر من ٥٥٠٠٠ ساعة. يُثبت ذلك من خلال الحساب النظري؛ باستخدام المواصفات الميكانيكية، والكهربائية المقبولة.

من الممكن من خلال التقنيات، والعمليات صيانة جميع معدات أنظمة معلومات الطقس، على الطرق، ومعدات مراقبة جودة الهواء بأمان من أحد المواقع بمستوى سطح الأرض. يتم ذلك بطريقة تسمح بسهولة الوصول؛ لإجراء الصيانة على المعدات.

تُصمم هذه المعدات، وتُركب؛ بحيث يكون الحد الأدنى لفترة الصيانة الوقائية الروتينية كل ٦ أشهر من بداية فترة الصيانة.

جميع المعدات سهلة الوصول إلى منظمة الصيانة، ولا تتطلب أدوات خاصة.

لا يتسبب أي انخفاض، أو ارتفاع في المعدات المثبتة على عمود في تلف، أو تدهور وظائف المعدات، وعملياتها.

تكون جميع التركيبات سهلة الوصول؛ لإتاحة استبدال معدات الصيانة. وعند تركيب أجهزة الاستشعار على سطح الطريق، يحظر أن تتطلب القدرة على الوصول إلى المعدات، وصيانتها إجراءات معقدة تستغرق وقتًا طويلًا.

تضمن مستشعرات، وتقنيات أنظمة معلومات الطقس على الطرق، ومراقبة جودة الهواء الأخرى عن بعد الدقة، ولا تتطلب تشغيل موقع؛ لإجراء إعادة معايرة محلية في أقل من أي فترة (١) سنة واحدة.

يصبح عامل الموقع قادرًا على الاتصال (على سبيل المثال، للمعايرة والتكوين، واختبار الأعطال) محليًا بأنظمة معلومات الطقس على الطرق، ومراقبة جودة الهواء عبر المنافذ الاحتياطية دون إزالتها من موقع التشغيل. من المرغوب فيه أن يكون هذا الاتصال عبر منفذ (RJ٤٥) يسهل الوصول إليه. كحد أدنى، بالنسبة لمواصفة (EIA-٢٣٢) أو مواصفة (RS-٤٢٢/٤٨٥)، يُدعم نصف اتجاه أو اتجاه مزدوج بالكامل.

٨-٣-٤-١-١ المتطلبات البيئية العامة:

يجب أن تحافظ جميع معدات أنظمة النقل الذكية على وظائفها الكاملة، وأن تواصل العمل ضمن حدود هذه المواصفات عندما تخضع لبيئة العمل في المملكة العربية السعودية.

تعمل جميع المعدات، وتؤدي وظائفها؛ وفقًا للمواصفات المذكورة في درجات الحرارة المحيطة التي تتراوح من ٠ إلى ٥٥ درجة مئوية وفي النطاق من ٠ إلى ١٠٠٪ رطوبة نسبية.

تتوافق أنظمة معلومات الطقس على الطرق خاصةً مع السمات البيئية التالية:

- يعمل مستشعر الرصف الخامل في درجات حرارة سطح تتراوح من ٥ إلى ٨٥ درجة مئوية.
- يثبت المورد أن مستشعر درجة حرارة الهواء / الرطوبة النسبية محمي من الماء، والغبار، والأوساخ المناسبة للظروف الجوية السنوية في المملكة العربية السعودية.

- توضع مستشعرات درجة حرارة الهواء / الرطوبة النسبية في شاشة ستيفنسون لحماية المستشعر من الإشعاع الشمسي المتناثر والمباشر والترسيب.
- توضع مستشعرات الرؤية في علبة مصنوعة من مادة مقاومة للأشعة فوق البنفسجية مصنفة وفقًا (IP٦٥).
  - تُحمى المكونات البصرية وعدسات مستشعرات الرؤية لتقليل تأثير الترسيب والضباب والرمل. يحظر أن تتداخل إجراءات الحماية مع دقة مستشعر الرؤية.
- يوضع مستشعر الضغط الجوي في علبة مصنفة وفقًا (IP٣٢).

٨-٣-٤-١-٢ المتطلبات الوظيفية:

توفر أي أنظمة مثبتة لمعلومات الطقس على الطرق ومراقبة جودة الهواء قياسات دقيقة وموثوقة، إلى مركز التحكم من موقعها المثبت.

يتميز جهاز التحكم على جانب الطريق بـ:

- أداء مهام متعددة في وقت واحد لتحسين الحصول على البيانات من المستشعرات البيئية المختلفة.
- جمع البيانات من جميع المستشعرات (ملاحظة، يمكن أن يدعم جهاز التحكم على جانب الطريق كلا مستشعرات معلومات الطقس على الطرق ومراقبة جودة الهواء)
- معالجة البيانات وتخزينها ونقلها إلى برمجيّات مركز التحكم بناءً على طلب تم التصويت عليه.
- وحدة التحكم على جانب الطريق قابلة للتوسيع لاستيعاب تقنيات أنظمة النقل الذكية الإضافية (مثل المستشعرات البيئية، وأنظمة كاميرات المراقبة، وما إلى ذلك) والتحكم في الجهاز اللاسلكي في لافتات الرسائل الديناميكية أو المنارات الوامضة

٨-٣-٤-١-٣ البرمجيّات العامة:

ما لم يُنص على خلاف ذلك إلى مستوى أعلى ضمن هذا الجزء (على سبيل المثال أنظمة معلومات الطقس على الطرق ومراقبة جودة الهواء)، تتوافق تمامًا جميع مواصفات البيانات والاتصالات تمامًا مع مواصفة (NTCIP ١٢٠٤) لبروتوكول واجهة محطة المستشعر البيئية. لاحظ أن أقصى وقت استجابة لأي عنصر يبلغ ٢٠٠ مللي ثانية.

تتوافق العناصر والمتطلبات الاختيارية مع مواصفة (NTCIP ١٢٠١) لتعريفات العناصر العالمية.

يتم التعامل مع حاجة مستخدم مواصفة (NTCIP ١٢٠٤) الاختيارية التالية على أنها إلزامية إلى جانب أي متطلبات اختيارية مرتبطة باحتياجات هؤلاء المستخدمين:

- احتياجات المستخدم ID ٢,٥,٢,١، مراقبة أحوال الطقس.
- احتياجات المستخدم ID ٢,٥,٢,١,١، مراقبة الضغط
- احتياجات المستخدم ID ٢,٥,٢,١,٢، مراقبة اتجاهات الرياح
- احتياجات المستخدم ID ٢,٥,٢,١,٣، مراقبة درجة الحرارة
- احتياجات المستخدم ID ٢,٥,٢,١,٤، مراقبة الرطوبة
- احتياجات المستخدم ID ٢,٥,٢,١,٥، مراقبة الامطار
- احتياجات المستخدم ID ٢,٥,٢,١,٧، مراقبة الرؤية
- احتياجات المستخدم ID ٢,٥,٢,٢، مراقبة الرصف
- احتياجات المستخدم ٢,٥,٢,٢,١، مراقبة حالة سطح الرصف
- احتياجات المستخدم ID ٢,٥,٢,٦، مراقبة جودة الهواء
- احتياجات المستخدم ID F.١,١,٢، توفير بيانات مضغوطة
- احتياجات المستخدم ID F.١,١,٣، توفير بيانات السجل دون اتصال

تقدم قائمة كاملة من متطلبات البروتوكول على النحو الوارد في معيار برتوكول الاتصالات الوطنية لأنظمة النقل الذكية (NTCIP ١٢٠٤) للإشارة إلى تنفيذ الخيارات الواردة بالمواصفة (NTCIP) تشير هذه القائمة الكاملة بمتطلبات البروتوكول إلى المتطلبات الإلزامية والاختيارية التي يدعمها عنصر بروتوكول الاتصالات الوطنية لأنظمة النقل الذكية بالفعل، ونطاقات القيمة.

٨-٣-٥ مواصفات أنظمة معلومات الطقس على الطرق:

في المناطق التي يُركب فيها مستشعرات الرصف في الأرض، يبلغ الحد الأدنى من درجة حرارة التشغيل والاستشعار من ٥ إلى ٨٥ درجة مئوية مع الحفاظ على دقة درجة الحرارة ٠,٥ درجة مئوية.

رأس مستشعر الرطوبة لديه القدرة على تقليل احتمالية التكثيف على المستشعر.

لمستشعر الرطوبة نطاق رطوبة نسبية من ٠ إلى ١٠٠٪، وكحد أدنى من الدقة ± ٢,٥٪ في نطاق درجة الحرارة من ٠ إلى +٧٠ درجة مئوية.

يتميز مستشعر درجة حرارة الهواء، كحد أدنى بالدقة حتى ± ٠,٥ درجة مئوية في نطاق درجة الحرارة من ٠ درجة مئوية إلى +٧٠ درجة مئوية

تعمل مستشعرات الرؤية على قياس الرؤية بالغلاف الجوي بناءً على الجسيمات (الدخان والرمل والضباب والمطر) في الهواء. من المستحسن أن تتمتع مستشعرات الرؤية بالقدرة على تحديد الضباب والدخان والرمل / الغبار.

يكون لمستشعر الرؤية مدى رؤية للأرصاد الجوية (MOR) يتراوح بين ١٠ و٢٠٠٠ مترًا (كحد أدنى).

يُركب مستشعر الرؤية في الاتجاه الصحيح للتشغيل. يُحظر عدم حجب خط موقع مستشعر الرؤية عن طريق المرور أو العوائق الأخرى.

تتوافق مستشعرات الرؤية مع مواصفات منظمة الطيران المدني الدولي والمنظمة العالمية للأرصاد الجوية.

يتمتع مستشعر الرؤية بخاصية الاختبار الذاتي والمراقبة.

يتم معايرة مستشعر الرؤية ليعمل في ظروف الطقس في المملكة العربية السعودية.

يعمل مستشعر الرؤية في نطاق درجة حرارة الهواء المحيط من ٠ إلى ٥٥ درجة مئوية.

يستخدم مستشعر الامطار جهازًا سعويًا (capacitive device) لتحديد الأنواع المختلفة الامطار (على سبيل المثال، المطر أو الرذاذ).

لا يقل الحد الأدنى لحساسية مستشعر الامطار عن ٠,٠٥ ملم / ساعة في غضون ١٠ دقائق.

تبلغ دقة مستشعر سرعة الرياح والاتجاه

- ± ٠,٥ مترًا/ ثانية أو ٥٪ من قراءة سرعة الرياح بسرعات رياح تصل إلى ٧٥ مترًا / ثانية.
- زمن الاستجابة ٢٥٠ مللي ثانية ± ٢٪، لـ ٣٦٠ درجة لاتجاه الرياح.

يوفر مستشعر الضغط الجوي قياسات بارومترية دقيقة بغض النظر عن الموقع.

يعمل مستشعر الضغط الجوي، كحد أدنى، مع نطاق ضغط يتراوح من ٧٥٠ هيكتو باسكال إلى ١١٠٠ هيكتو باسكال مع دقة ± ١٠,٠ هيكتو باسكال في نطاق درجة حرارة من ٠ إلى +٧٠ درجة مئوية.

يقوم جهاز التحكم على جانب الطريق بمراقبة تشخيصية لعمله والمستشعرات الخاصة به. يعيد جهاز التحكم ضبط نفسه إذا دخل برنامج التحكم على جانب الطريق في حالة غير محددة. إذا تم استشعار خطأ أو حدث إعادة ضبط، فيجب إرسال تنبيه خطأ إلى عامل مركز التحكم.

تتمتع وحدة التحكم على جانب الطريق بإمكانية إعادة الضبط عن بُعد عبر مستخدم مصرح له.

واجهة مركز التحكم بأنظمة معلومات الطقس على الطرق قابلة للتمديد لدعم مستشعرات ومواقع أنظمة معلومات الطقس على الطرق الحالية والمقترحة.

واجهة مركز التحكم بأنظمة معلومات الطقس على الطرق لديها القدرة على الاقتراع بشأن كل أنظمة معلومات الطقس على الطرق على أساس مجدول.

توفر واجهة مركز التحكم بأنظمة معلومات الطقس على الطرق القدرات الإدارية للسماح بإضافة المستخدمين المصرح لهم وتحرير خرائط بموقع معلومات الطقس على الطرق وتكوينات موقع أنظمة معلومات الطقس على الطرق بين آخرين.

تتميز واجهة مركز التحكم بأنظمة معلومات الطقس على الطرق بالقدرة على إخطار العامل أو المستخدم المصرح له بالإنذارات أو إخطارات التنبيه لمعلمات الطقس المحددة مسبقًا.

تصبح واجهة مركز التحكم بأنظمة معلومات الطقس على الطرق لديها القدرة على إنشاء سجلات أحداث الأعطال والاستشعارات ومعالجتها.

يدعم نظام معلومات الطقس على الطرق كحد أدنى تحديثات بمقدار ٦٠ ثانية لمركز التحكم.

يدعم نظام معلومات الطقس على الطرق كل من خيارات الطاقة الرئيسة وخيارات توليد الطاقة المحلية (مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح).

تدعم جميع أنظمة معلومات الطقس على الطرق بروتوكول ايثرنت وعنوان بروتوكول الإنترنت القابل للتوجيه من خلال الاتصالات عن بعد مع مركز التحكم من خلال اتصال (RJ٤٥).

من المستحسن أن يدعم نظام معلومات الطقس على الطرق الاتصالات الخلوية (3G/4G/5G) مع مركز التحكم جنبًا إلى جنب مع الاتصالات السلكية (بروتوكول الإنترنت عبر شبكة الألياف البصرية).

يحافظ تصميم هيكل نظام معلومات الطقس على الطرق على سرعة رياح تصل إلى ١٢٠ كم / ساعة مع هبات رياح تصل إلى ١٦٠ كم / ساعة.

تمنع أجهزة التثبيت حركة المستشعرات البيئية في أي اتجاه بقوة الرياح.

تتمتع أجهزة التركيب بالقدرة على تدوير المستشعرات البيئية لضمان التركيب الصحيح.

تعد الكابلات مناسبة لبيئة الجهاز لتوفير نظام يعمل بشكل صحيح.

٦-٣-٨ مواصفات أنظمة مراقبة جودة الهواء:

يعمل جهاز مراقبة الجسيمات على قياس الجسيمات ١٠ ميكرون أو ٢,٥ ميكرون بقطر ديناميكي هوائي (PM١٠، PM٢,٥).

يتميز نظام مراقبة جودة الهواء بالقدرة على أخذ العينات وتحليلها. تشمل أنواع الغازات التي يجب مراقبتها ما يلي:

- أول أكسيد الكربون
- الأوزون (مستوى سطح الأرض)
- ثاني أكسيد النيتروجين
- ثاني أكسيد الكبريت

يتميز نظام مراقبة الجودة بنظام معايرة متكامل يمكن تنشيطه يدويًا أو عن بعد

يقوم جهاز التحكم على جانب الطريق بمراقبة تشخيصية لعمله والمستشعرات الخاصة به. يعيد جهاز التحكم ضبط نفسه إذا دخل برنامج التحكم على جانب الطريق في حالة غير محددة. إذا تم استشعار خطأ أو حدث إعادة ضبط، فيجب إرسال تنبيه خطأ إلى عامل مركز التحكم.

تتمتع وحدة التحكم على جانب الطريق بإمكانية إعادة الضبط عن بُعد عبر مستخدم مصرح له.

واجهة مركز التحكم بأنظمة مراقبة جودة الهواء قابلة للتمديد لدعم مستشعرات ومواقع أنظمة معلومات الطقس على الطرق الحالية والمقترحة.

واجهة مركز التحكم بأنظمة مراقبة جودة الهواء لديها القدرة على الاقتراع بشأن كل أنظمة معلومات الطقس على الطرق على أساس مجدول.

توفر واجهة مركز التحكم بأنظمة مراقبة جودة الهواء القدرات الإدارية للسماح بإضافة المستخدمين المصرح لهم وتحرير خرائط بموقع معلومات الطقس على الطرق وتكوينات موقع أنظمة معلومات الطقس على الطرق بين آخرين.

تتميز واجهة مركز التحكم بأنظمة مراقبة جودة الهواء بالقدرة على إخطار العامل أو المستخدم المصرح له بالإنذارات أو إخطارات التنبيه لمعلمات الطقس المحددة مسبقًا.

تصبح واجهة مركز التحكم بأنظمة مراقبة جودة الهواء لديها القدرة على إنشاء سجلات أحداث الأعطال والاستشعارات ومعالجتها.

تدعم أنظمة مراقبة جودة الهواء كحد أدنى تحديثات بمقدار ٦٠ ثانية لمركز التحكم.

يدعم نظام مراقبة جودة الهواء كل من خيارات الطاقة الرئيسة وخيارات توليد الطاقة المحلية (مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح).

تدعم جميع أنظمة مراقبة جودة الهواء بروتوكول ايثرنت وعنوان بروتوكول الإنترنت القابل للتوجيه من خلال الاتصالات عن بعد مع مركز التحكم من خلال اتصال (RJ٤٥).

من المستحسن أن يدعم نظام مراقبة جودة الهواء الاتصالات الخلوية (3G/4G/5G) مع مركز التحكم جنبًا إلى جنب مع الاتصالات السلكية (بروتوكول الإنترنت عبر شبكة الألياف البصرية).

يحافظ تصميم هيكل نظام مراقبة جودة الهواء على سرعة رياح تصل إلى ١٢٠ كم / ساعة مع هبات رياح تصل إلى ١٦٠ كم / ساعة.

تمنع أجهزة التثبيت حركة المستشعرات البيئية في أي اتجاه بقوة الرياح.

تتمتع أجهزة التركيب بالقدرة على تدوير المستشعرات البيئية لضمان التركيب الصحيح.

تعد الكابلات مناسبة لبيئة الجهاز لتوفير نظام يعمل بشكل صحيح.

٩ـ أنظمة المراقبة بالفيديو

٩ـ١ التصميم:

٩ـ١ـ١ غرض النظام وتسلسل التصميم:

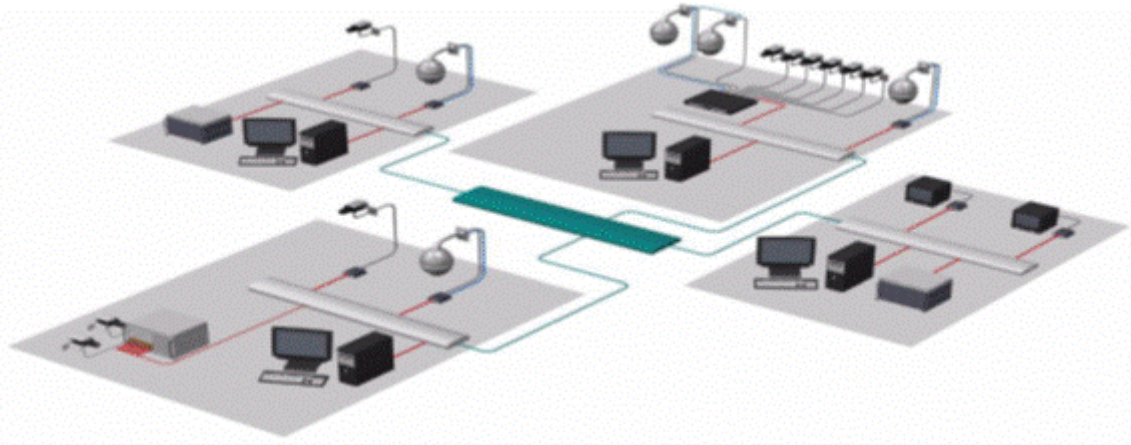
تتمثل الوظيفة الأساسية لكاميرا المراقبة في توفير مراقبة نظام النقل وتعزيز إدراك الموقف. تمكن أنظمة كاميرات المراقبة موظفي العمليات من أداء عدد من أنشطة المراقبة والاستشعار والتحقق والاستجابة القيمة للأحداث التي تحدث على شبكة الطرق.

تشمل استخدامات كاميرات المراقبة النموذجية التالي:

- استشعار الأحداث والتحقق منها على طول الطرق وداخل الأنفاق.
- مراقبة أحوال المرور.
- مراقبة الاستجابة للأحداث وإخلائها.
- التحقق من الرسالة المعروضة على لافتات الرسائل الديناميكية.
- مساعدة المستجيبين في حالات الطوارئ.
- مراقبة الظروف البيئية (مسافة الرؤية والرصفيات الرطبة وما إلى ذلك).
- توفير المعلومات للجميع كجزء من خدمات معلومات المتنقل.

لزيادة فعالية كاميرا المراقبة وتقليل التهديدات المحتملة لسلامة السائق، يجب مراعاة نوع الكاميرا وموقعها بعناية عند نشر أي كاميرا جديدة. تتطلب عملية التصميم أولًا مراعاة المتطلبات التشغيلية للكاميرا. سيحدد هذا نوع الكاميرا وموقع الكاميرا العام المطلوب لتحقيق هذه المتطلبات. يحدد هذان العاملان خصائص هيكل التركيب المطلوبة.

أحد العناصر الضرورية المدرجة في الشكل (٩-١) يتمثل في شبكة الاتصالات. يؤخذ هذا في الاعتبار في القرار الخاص بموقع الكاميرا. سيؤدي عدم التحديد الصحيح لشبكة اتصالات كاميرا المراقبة إلى فشل الحل المقترح. يجب على المصممين الاهتمام بشكل كبير بأولويات ربط كاميرات المراقبة بكابلات الألياف؛ وشبكات التبديل عديد البروتوكولات باستخدام المؤشرات التعريفية وشبكات المنطقة الواسعة لضمان بلوغ الحد الأقصى لمعدلات الإطارات وجودة الصورة في مركز إدارة المرور. يظهر الهيكل العام لأنظمة المراقبة بالفيديو في الشكل (٩-١).

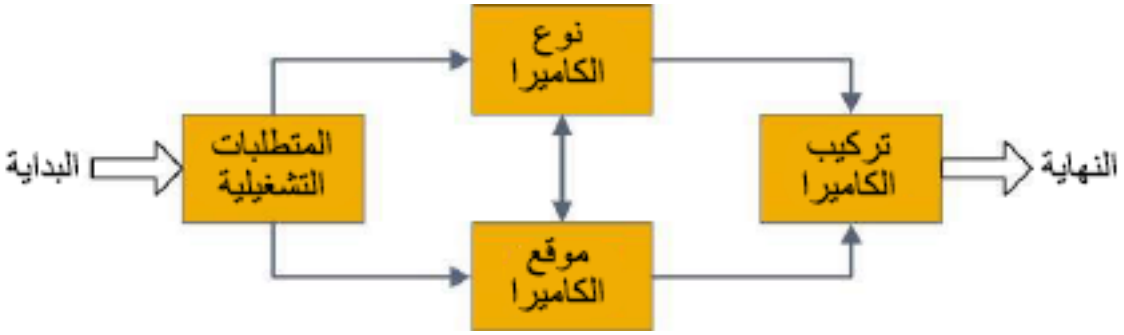


الشكل (٩—١) الهيكل العام لأنظمة المراقبة بالفيديو.

٩ـ١ـ٢ اعتبارات التصميم:

يجب الالتزام بالمعايير الواردة في هذا المجلد حيثما كان ذلك عمليًا وقابلاً للتطبيق. من المهم ملاحظة/توضيح أنه قد تكون هناك حالات لا يمكن فيها استيفاء جميع هذه المعايير. في مثل هذه الحالات، يجب على المصمم صياغة مبررات لقراره بالمضي قدمًا في التثبيت، على الرغم من عدم القدرة على تلبية جميع المعايير، وفقًا لإجراءات انحراف/استثناء التصميم ومتطلبات كود الطرق السعودي ١٠١ (المجلد التمهيدي). الهدف من هذه العملية هو تقديم التوجيه للممارسين، فضلاً عن توفير الاتساق فيما يتعلق بتركيبات الكاميرا..

تُوفر نظرة عامة على اعتبارات التصميم الواردة في هذا الباب ومخطط الباب في الشكل (٩-٢).



الشكل (٩–٢) رسم تخطيطي لعملية تصميم أنظمة المراقبة بالفيديو.

يستطيع مستشار التصميم أن يستفيد من معلومات الاتصالات ذات الصلة في الجزء ٥,٥ من وثيقة دليل الهندسة الإرشادي (RCJY, 2020) الصادر من الهيئة الملكية للجبيل وينبع، والتي تعد واحدة من أحدث الوثائق. وعلاوةً على ذلك، يُؤخذ الجزء ٤,٠٨ (الجزء د) من الدليل الموحد لأجهزة التحكم المروري بدول مجلس التعاون الخليجي (MoC, 2018) في الاعتبار فيما يتعلق بتصميم أنظمة المراقبة بالفيديو.

٩-١-٢-١ إرشادات عامة للتثبيت:

يتم الحصول على الحد الأقصى من التغطية باستخدام أقل عدد ممكن من الكاميرات، على الرغم من أن ظروف الطريق المحتملة التالية (المنحنيات الأفقية ومنحنيات القمة والقاع الرأسية) قد تتطلب كاميرات إضافية للتخفيف:

نقطة تقاطع قريبة بالمنحنيات الأفقية تحصر الرؤية على أقل من كيلومترًا واحدًا. يجب وضع الكاميرات خارج المنحنيات الأفقية لزيادة مسافة الرؤية في كل اتجاه، حيثما أمكن ذلك.

- في المواقع ذات الازدحام المتكرر والمناطق الأخرى موضع الاهتمام العالي.
- على قمم منحنيات القمة الرأسية.
- أجزاء الطرق السريعة حيث تقيد الجدران الرأسية الرؤية، خاصةً حول المنحنيات الأفقية.
- عندما تُعترض خطوط الرؤية من قبل اللافتات الإرشادية العلوية وأعمدة الإنارة وإشارات المرور.

يجب أن ينسق المصمم مع الجهة المسؤولة عن عمليات التشغيل المروري على الطريق.

العوائق العلوية المستقبلية – يجب أن ينظر المصمم فيما إذا كانت إشارات المرور العلوية القائمة أو المخطط لها في المستقبل، أو الجسور، أو الجسور القنطرية، أو جدران الجزيرة الوسطية، أو غيرها من العوائق يمكن أن تحد من تغطية الكاميرا للمنطقة.

الارتفاع - تُفضل الارتفاعات العالية (على الجسور الترابية للطريق) لكل من مسافة الرؤية والاتصالات اللاسلكية (إذا تم استخدامها)، ولكن يجب موازنة ذلك مع سهولة الصيانة. عادةً ما ينتج عن الجسور الترابية المرتفعة إزاحات أكبر تتطلب شاحنات ذات سلة وذات أذرع ممتدة (أفقية ورأسية) أو ربما تتطلب صيانة من خارج حرم الطريق.

٩-١-٢-٢ الطرق الحضرية السريعة:

يكمن الهدف من وضع كاميرا المراقبة في تحقيق رؤية خالية من العوائق بنسبة ١٠٠٪ قدر الإمكان لجميع مسارات السير وأكتاف الطريق والمناطق الخالية للطرق السريعة. ضع كاميرا المراقبة التلفزيونية بين التقاطعات بمسافة قريبة من ميل واحد (١,٦ كم) بقدر ما هو عملي، وتكون متباعدة بالتساوي بين المحولات. يمكن زيادة التباعد بين كاميرات المراقبة قليلًا في أجزاء الطريق المستقيمة والمستوية أو تقليلها حيث تكون المنحنيات أو العوائق المرئية متكررة.

ضع كاميرا (كاميرات) في جميع المحولات الرئيسة لطرق الوصول المحدود (من محول رئيس إلى محول رئيس أو من محول رئيس الى طريق وصول محدود) أو عند المحولات ذات الطرق الشريانية عالية الحركة، لتوفير تغطية ١٠٠٪ قدر الإمكان على جميع المنحدرات.

ينبغي تحقيق الرؤية المثلى، إن أمكن، لمقاطع لاندماج والتناسج، نظرًا لوجود فرصة أكبر لحدوث تصادم في هذه المناطق.

ضع الكاميرات داخل الأنفاق (إن انطبقت وحيثما تكون مطلوبة) لتوفير تغطية كاملة وفقًا لمتطلبات (NFPA ٥٠٢).

يفضل وضع كاميرا المراقبة على نفس الجانب من الطريق الذي يتواجد في العمود الفقري لكابلات الألياف البصرية.

٩-١-٢-٣ الطرق والشوارع الحضرية الشريانية:

ضع الكاميرا عند التقاطعات الرئيسة المزودة بإشارات ضوئية أو بالقرب منها لتوفير تغطية لكل من الطريق الشرياني والشوارع المتقاطعة معه.

الطرق الريفية السريعة والطرق الريفية

نسق مع الجهة المختصة للتحقق من جدوى وتشغيل الأجهزة قبل التركيب أو اتخاذ القرار النهائي بشأن الموقع.

وفر تغطية في المواقع المعروفة للحوادث / للأحداث الكبيرة.

وفر تغطية كاملة بالكاميرا، وفقًا لتوجيهات الجهة المختصة، على ممرات الإخلاء أو المناطق ذات الأحوال الجوية القاسية أو الظروف الخطرة المعروفة.

٩-١-٢-٤ المحولات الرئيسة

ضع كاميرا واحدة لديها قابلية الحركة في جميع الاتجاهات في كل محول. يتعين تهيئة الكاميرا المقترحة التي لديها قابلية الحركة في جميع الاتجاهات إلى الوضع الافتراضي باتجاه واحد ثابت للسير.

ضع كاميرا واحدة ثابتة لكل اتجاه سير لا يغطيها الاتجاه الافتراضي لكاميرا لديها قابلية الحركة في كل اتجاه بما في ذلك الطريق الشرياني. في بعض المواقع الريفية أو ذات الحجم المنخفض، قد لا تكون الكاميرا ضرورية لمشاهدة الشارع المتقاطع. ناقش مدير مشروع أنظمة النقل الذكية بالجهة المختصة في هذه الحالات.

٩-١-٢-٥ التحقق من لافتات الرسائل الديناميكية (على الطرق الريفية والحضرية السريعة):

ضع كاميرا واحدة لديها قابلية لتوفير الحركة لتوفير رؤية أمامية مباشرة وواضحة لشاشة لافتة الرسائل الديناميكية لديها القدرة على رؤية وحدات البكسل بوضوح في ظل ظروف النهار والليل.

يجب تحديد موقع كاميرا لديها قابلية للحركة بجميع الاتجاهات بحد أدنى ٥٠ مترًا مقدمًا مقابل جميع مواقع لافتات الرسائل الديناميكية.

يتحقق المصمم من أن كاميرا التحقق بلافتات الرسائل الديناميكية تقع داخل مخروط رؤية لافتات الرسائل الديناميكية (أي زوايا الرؤية) لوجه شاشة العرض لعرض البكسل بوضوح وضبط المسافة حسب الحاجة.

إذا كان في منطقة مزودة بإشارة، يمكن وضع كاميرا لديها قابلية للحركة بجميع الاتجاهات عند الإشارة السابقة طالما كان هناك خط رؤية.

٩-١-٢-٦ السلامة وحماية الجهاز:

الجزر الوسطية ليست هي الموقع المفضل، ولكن يمكن اعتبار الجزر الوسطية الواسعة في حالة عدم توفر مواقع مناسبة على جانب الطريق.

لتقليل انجراف الموقع، وتقليل تكاليف الإنشاء، وإطالة عمر هيكل الجهاز، تجنب تحديد موقع الهيكل على أجزاء بها ميل ردم أكبر من ١ (مسافة رأسية) : ٣ (مسافة أفقية).

٩-١-٢-٧ العوائق النباتية:

يمكن أن تتأثر التغطية باستخدام كاميرا المراقبة بنمو الغطاء النباتي على طول الطريق. ضع في اعتبارك استقصاء مجال الرؤية في الوقت من السنة مع نوع النبات والنمو المتوقع. يتعين على المصممين التنسيق مع الجهة المختصة فيما يتعلق بالتقليم المحتمل. يجب أن طلب إجراء أي أعمال تنظيف أو إزالة تعد ضرورية باعتبارها جزءًا من الإنشاء في الخطط.

توضع الكاميرات في الأماكن التي لن يتداخل فيها الغطاء النباتي ويعيق رؤية الكاميرا.

إذا كان من غير العملي تغيير مواقع الكاميرات أو تحسين نوع الغطاء النباتي لتحقيق التغطية الكاملة، تُركب كاميرات إضافية لضمان التغطية الكاملة في المناطق الحضرية.

٩-١-٢-٨ مسار رحلات الطيران:

ضع في اعتبارك الآثار المترتبة على المطارات القريبة عند اختيار مواقع الأعمدة. أحيانًا تكون مسارات الهبوط المقيدة للطائرات المقتربة بعيدة عن المطار نفسه. وبالتالي، يجب أن تعتمد هيئة الطيران المدني في المملكة العربية السعودية مواقع الأعمدة والارتفاعات في المشاريع التي تمر بالقرب من المطارات.

يجب أن يتصل المصمم بهيئة الطيران المدني في المملكة العربية السعودية ويكمل النموذج رقم (٧٤٦٠) مع تقديم جميع الوثائق المطلوبة إذا كان موقع الكاميرا المقترح ضمن أو بالقرب من مسارات الطيران المحددة لتحديد أي استراتيجيات للتخفيف.

٩-١-٢-٩ الإنارة الخارجية:

يجب أن توضع الكاميرات بحيث لا يغلق سطوع إنارة الطريق، بما في ذلك إنارة المصابيح، قزحية الكاميرا التلقائية ويؤثر على جودة الصورة وينتج عنه تأثيرات مزهرة.

في حالة تأثير نقص الضوء على المنظر وكان ضروريًا للمراقبة الليلية، يتعين التفكير في نوع بديل من الكاميرا.

٩-١-٢-١٠ الإنشاء المستقبلي:

يجب على المصمم التعرف على ما إذا كان هناك أي إنشاء مخطط له (١ – ١٠ سنوات) في المنطقة التي سيتم وضع الكاميرا المقترحة فيها. قد يكون من الضروري التنسيق مع مصمم المخططات (المهندس المسؤول) أو مدير الإنشاء لهذه المشاريع للتأكد من أن الكاميرا، أو أي من مكوناتها، لن تحتاج إلى نقلها أو استبدالها أثناء عملية الإنشاء.

٩-١-٢-١١ كابينة الموقع:

عندما يكون ذلك ممكنًا، يجب أن تكون كابينة الموقع لكاميرا المراقبة مثبتة على عمود الكاميرا أو الهياكل القائمة لتقليل التكلفة.

في المواقع التي يصعب فيها الوصول إلى العمود، قد تكون الكابينة في الموقع مثبتة على الأرض أو مثبتة على قاعدة في موقع أكثر ملاءمة مع سهولة الوصول، مثل المجاورة لواجهة أو طريق وصول.

يمكن تحديد موقع الكاميرات حيثما أمكن ذلك. في بعض الحالات، قد تشترك أنواع مختلفة من أجهزة أنظمة النقل الذكية في نفس الموقع في نفس كابينة الموقع، مما سيؤثر على متطلبات حجم كابينة الموقع.

يمكن وضع معدات كاميرا المراقبة داخل كابينة إشارات المرور إذا لزم الأمر. يتعين ضبط طاقة معدات كاميرات المراقبة على قاطع منفصل عن قاطع الإشارة.

مسافة تشغيل الكابل: يجب ألا تتجاوز المسافة الإجمالية بين مجموعة الكاميرا ومفتاح شبكة الكابينة الميدانية ٩٠ مترًا وفقًا لمواصفات كابل ايثرنت. يجب أن تحصل التركيبات التي تتطلب تشغيل الكابل لمسافة أطول على اعتماد من الجهة المختصة. في حالة الموافقة على كابل كاميرا أطول، يجب ألا تتجاوز المسافة بين كابينة مجال الكاميرا وعمود الكاميرا ١٨٠ مترًا تحت أي ظرف من الظروف. المصمم لديه خيار استخدام موسع الطاقة عبر الايثرنت أو حل محول الوسائط.

اعتبارات درجة ميل السطح: بالنسبة للكبائن الميدانية المثبتة على الأرض (القاعدة)، يجب عدم أن يكون ميل التضاريس لوضع الكابينة الميدانية أكثر من ١ (مسافة رأسية) : ٤ (مسافة أفقية). يجب أن تُعطى أحكام التمهيد التسوية على النحو المطلوب.

اعتبارات الصيانة لتحديد موقع كابينة الموقع:

- قم بتركيبه بعيدًا عن المرور بحيث يواجه الشخص المسؤول عن الصيانة المرور عند النظر إلى كابينة الموقع.
- ضعه في مستوى لا يحتاج فيه الفني الميداني إلى سلالم لإجراء الصيانة في موقع كابينة الموقع. يجب أن يكون منتصف كابينة الموقع على بعد ٣٠ بوصة (٧٦ سم) من أسفل سطح الأرض.

إمكانية الوصول: وفر حيز كافٍ حول قاعدة عمود الكاميرا للسماح بما يلي:

إذا كانت كابينة الموقع ستُركب على عمود، وبالتالي:

- تركيب كابينة الموقع لكاميرا المراقبة على عمود (نوع ب).
- الوصول إلى كلٍ من الكابينة الميدانية والجزء الأمامي والخلفي من كاميرا المراقبة المثبتة على العمود.

- فتح أبواب كابينة الموقع بما يعادل ٩٠ درجة على الأقل.
- توفير العمال للوصول إلى كابينة الموقع من الخارج إما من الأمام أو الخلف.
- الموقع الآمن لشاحنة الصيانة ذات السلة (على الطريق الجانبي أو خارج الرصف حتى لا تتطلب إغلاق مسار للصيانة).

إذا كانت كابينة الموقع ستُركب على قاعدة، وبالتالي:

- توفير العمال بسهولة وضمان الوصول الآمن والسهل لخارج كابينة الموقع.
- وضع كابينة الموقع بحيث يفتح الباب (الأبواب) الخارجي بمقدار ٩٠ درجة على الأقل.
- توفير قاعدة صيانة خرسانية مستوية على النحو المنصوص عليه في التفاصيل والأحكام الخاصة لجميع الكبائن في الموقع المثبتة على الأرض (القاعدة). يجب أن توفر قاعدة الصيانة مساحة سطح كافية لشخص واحد مسؤول عن الصيانة للوقوف مع فتح باب كابينة الموقع.
- تحديد موقع كابينة الموقع ضمن حرم الطريق.

٩-١-٢-١٢ اختيار عناصر كاميرا المراقبة:

تقدم عناصر قائمة التحقق التالية للمصمم إرشادات لتحديد مكونات كاميرا المراقبة لإكمال تصميم المشروع. اختيار نوع الكاميرا: أنواع مجموعات الكاميرات المتاحة للاستخدام في مشاريع وأنظمة الإنشاء مثل: أجهزة الفيديو بالشارع من النوع الثابت والنوع الأسطواني المضغوط بكاميرا فيديو مزودة ببرتوكول الإنترنت وعالية الوضوح وملونة ومن نوع قابل للحركة بجميع الاتجاهات. وكاميرا من نوع قبة مضغوطة مزودة ببرتوكول الإنترنت وعالية الوضوح وملونة.

متطلبات الكاميرا الوظيفية:

بالإضافة إلى المواصفات ذات الصلة، يجب مراعاة المتطلبات التالية أثناء التصميم:

كاميرات مزودة ببروتوكول الإنترنت التي توفر حدًا أدنى من دقة الصورة التي يمكن تكوينها عن طريق المستخدم بدقة عالية ١٠٨٠ بكسل (١٠٨٠×١٩٢٠) إلى مجموعة بتنسيق الوسيط المشترك ٣٥٢ × ٢٤٠ بكسل بمعدل ٣٠ إطارًا في الثانية على الأقل.

- تصميم كاميرا يوفر دقة بحد أدنى (بكسل لكل قدم) تبلغ ٢٠ في هذا الشأن.
- الكاميرات ذات الحساسية التي تحتوي على فيديو قابل للاستخدام في ظروف الإنارة المنخفضة المحيطة التالية.
- إنارة المواقع - ضبط فتحة التوقف F عند فتحة عريضة عند فيديو بنسبة ٥٠٪ (٥٠ وحدة دولية).
- لوكس (٠,١ شمعة إنارة بالقدم) عند ٣٠/١ من غالق الكاميرا، الوضع الملون.
- لوكس (٠,٠١ شمعة إنارة بالقدم) عند ٣٠/١ من غالق الكاميرا، وضع أحادي اللون (أبيض وأسود).
- غلاف / علبة الكاميرا المضغوطة مع الحد الأدنى من تصنيف تأثير IK١٠ (في نطاق ٣٠ ميلًا من الساحل) وIK٠٨ (لجميع المواقع الأخرى).
- حماية نوافذ الرؤية من تحلل المواد والاصفرار بسبب التعرض الطويل للأشعة فوق البنفسجية:
  - مادة صحيحة بصريًا تحتوي على مثبطات.
  - مادة مقاومة للخدش.
  - مادة الأكريليك أو البولي كربونات لنوافذ الرؤية.
  - المتطلبات الوظيفية لتركيب الكاميرا.

بالإضافة إلى المواصفات ذات الصلة، يجب مراعاة المتطلبات التالية أثناء التصميم:

- أعمدة إشارات المرور القائمة: من المستحسن استخدام عمود قائم أو عمود إشارة مرور / ذراع الصاري (استخدام مشترك) في المناطق الحضرية لتقليل الفوضى العلوية إن أمكن. يمكن استخدام وصلات الإطالة على النحو المعتمد من الجهة المختصة كما يلي:
  - وصلة إطالة رأسية لعمود إشارة المرور، بطول ٣ أمتار أو حسب الحاجة.
  - وصلة إطالة (فرعية) أفقية لعمود إشارة المرور، بأطوال مختلفة.
  - وصلات إطالة أذرع صاري الإشارة.
- أعمدة إشارات المرور الجديدة: عند تركيب إشارة جديدة، يمكن في بعض الأحيان تعديل ارتفاع عمود الإشارة أثناء عملية التصميم. ويجب التنسيق مع مهندس إشارات المرور إذا لزم الأمر.
- هياكل اللافتات المُثبتة: يمكن تثبيت الكاميرات على هياكل (دعامات) اللافتات العلوية المُثبتة باستخدام وصلة إطالة أنبوبية رأسية بطول ٣٠ قدمًا (٩ م)، حسب الحاجة، للحصول على ارتفاع كافٍ حيثما تتوفر الطاقة، ولا تتوفر خيارات الوحدة المستقلة، وفقًا لما اعتمدته الجهة المعنية.
- لا تُركّب الكاميرات على هياكل اللافتات المثبتة على قاعدة أو دعامة.
- أعمدة الكاميرا الجديدة:

- إذا لم تكن الأعمدة الحالية متاحة؛ فضع أعمدة الدوائر التلفزيونية المغلقة الجديدة خارج المنطقة الخالية، ولكن ضمن حرم الطريق. وإذا تعذّر ذلك، فضع أعمدة بطول مترين خلف حاجز الحماية.

- ضع الأعمدة لتوفير خلوص لا يقل عن ٣ أمتار (رأسيًا وأفقيًا) من خطوط خدمات الطاقة الكهربائية ومسافة ٢٠ مترًا من خطوط النقل الكهربائي.
- يمكن تعديل ارتفاعات أعمدة الإشارة الجديدة في التصميم. ويجب التنسيق مع مهندس إشارات المرور إذا لزم تعديل الارتفاع.
- أعمدة شدّ من الحديد للكاميرا بطول ١٥ مترًا: تُعد أعمدة الحديد المجلفن أحد أنواع الأعمدة المستخدم بشكل أساسي في معظم تطبيقات كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة للطرق وفقًا لمواصفات الولايات المتحدة الأمريكية. ومن شأن هذا الارتفاع تسهيل رؤية الطريق لمسافة كيلومترًا واحدًا أو أكثر في أي اتجاه، وعادة ما يكون الارتفاع كافيًا ليتجاوز معظم أوراق الشجر.
- أعمدة شدّ من الحديد للكاميرا بطول يتراوح بين ١٨ مترًا إلى ٢٥ مترًا: قد يوجد ما يبرر ارتفاعات العمود هذه في بعض المواقع بحسب التضاريس وإمكانية الاستفادة من الأرض والعوائق والجسور وهندسة المحولات الجيومترية، وما إلى ذلك، وتتيح تقنية الكاميرا الجديدة أيضًا توفير مسافة رؤية تزيد عن كيلومترًا واحدًا في الاتجاه (يمكن أن تكون المسافة المضافة من ١,٥ كيلومترًا في الاتجاه) وقد يؤدي وجود عمود أطول إلى تقليل المدى اللازم بين مواقع عمود الكاميرا لتغطية كاميرا الممر.
  - يجب أن يتأكد المصمم من توفر شاحنات مزودة بذراع تطويل ومعدات صيانة لإدارة الأعمدة العلوية.
  - عند التركيب على جسر أو هيكل لافتة، فيجب على المصمم تحديد ما إذا كانت الكاميرا قادرة على تحمل الاهتزاز الذي يحدث لهذا الهيكل وما إذا كانت الصورة صالحة للاستخدام.
  - يجب أن يعمل المصمم على التنسيق مع إدارة الجسور المعنية عند التركيب على الجسور. وإن أمكن ذلك، ينبغي عدم تركيب الكاميرات على الجسور.
  - نظام خفض الكاميرا: يستخدم نظام خفض الكاميرا مع الأعمدة التي يتجاوز ارتفاعها عن ١٥ مترًا أو في موقع الكاميرا الذي لا يتيح للشاحنة بذراع تطويل إلى الكاميرا بأمان دون إغلاق المسار المرورية. ويتيح ذلك صيانة الكاميرا من دون الاستعانة بشاحنة بذراع تطويل متخصصة، ويمكن لشخص واحد إجراء الصيانة.
  - يمكن تطبيق أنظمة الخفض الخارجية على أعمدة الكاميرا المُثبتة المستخدمة حاليًا ولا تحتوي على نظام خفض الكاميرا داخليًا (بغض النظر عن ارتفاع العمود).
  - يجب ألا تكون كابينة الموقع المثبتة على العمود على الجانب ذاته لفتحة اليد لونش خفض الكاميرا، وألا توضع أسفل الكاميرا التي سيتم خفضها.
  - يجب ألا يؤثر أي جهاز يوضع على العمود على إمكانية استخدام وسيلة الخفض.
  - يجب ألا يتطلب استخدام جهاز الخفض وقوف المشغل مباشرة أسفل الجهاز أثناء خفضه.

٩-١-٣ واجهة الاتصالات

يجب الالتزام باستراتيجية الاتصالات لكود الطرق السعودي عند معالجة واجهة الاتصالات لجميع أجهزة نظام النقل الذكي في المملكة العربية السعودية.

تقتضي الحاجة مراعاة واجهة الاتصالات بين نظام كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة ومركز إدارة المرور لتسهيل الوظائف التالية:

- تهيئة نظام كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة، وتتيح هذه الميزة للمشغل تحديد هوية الجهاز الميداني وإمكانياته. وتتيح هذه الميزة أيضًا للمشغل تهيئة الإعدادات المسبقة وحدود التدوير/ الإمالة/ التكبير والتصغير والوضع الافتراضي ومقاسات الخطوات (للتدوير/ الإمالة) ومعلمات مهلة الاتصال.
- التحكم في نظام كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة، وتتيح هذه السمة للمشغل إمكانية التحكم في وحدة التدوير/ الإمالة والعدسة والكاميرا. وتتيح للمشغل أيضًا التحكم في التكبير والتصغير وإصدار أمر للكاميرا بالتعيين المسبق للمواقع وتفعيل سمات الكاميرا (على سبيل المثال، المسّاحات والغسالات والمنفاخ والقزحية التلقائية والتركيز التلقائي)، وتعيين الإنذارات وحدود الإنذار وإزالتها وتعيين مناطق الكاميرا وأسمائها وإنشاء حاجز الخصوصية أو تعيينه للمناطق المحظورة.
- مراقبة حالة نظام كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة، وتتيح هذه السمة للمشغل مراقبة الحالة العامة للجهاز الميداني وحالة كل مستشعر وحالة النتائج وحالة كل منطقة. وتتيح هذه السمة أيضًا للمشغل تحديد الإعدادات المسبقة وموضع وحدة التدوير/ الإمالة وحالة السمات التي تدعمها الكاميرا (المسّاحات والغسالات والمنفاخ والقزحية التلقائية والتركيز التلقائي) بالإضافة إلى إنذارات المراقبة.
- يجب أن يدعم بروتوكول الاتصالات جميع السمات المطلوبة لهذا الجهاز.

تُعد معظم سمات كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة المرغوبة قياسية بالنسبة للمنتجات التجارية الجاهزة للاستعمال التي يشيع توفرها. وبحسب الاستخدام، يجب اختيار الكاميرا التي تستوفي مواصفات نظام النقل الذكي. يجب مراعاة السمات التالية الخاصة بنوع الكاميرا على أنها جزء من عملية التصميم:

- التدوير والإمالة والتكبير والتصغير مقابل الثبات.
- الإشارة التناظرية مقابل بروتوكول الإنترنت (IP).

لاحظ أن الكاميرات الثابتة تُستخدم مع مراعاة كل حالة على حدة، فضلًا عن استخدامها مع تطبيقات محددة للغاية (مثل داخل الأنفاق) أو في المناطق التي يكثر فيها وقوع الأحداث (بؤر الأحداث) للاستشعار المؤتمت عن الأحداث / نظام استشعار المركبات.

باستخدام نظام التدوير والإمالة والتكبير والتصغير، يمكن لمشغلي نظام كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة تغيير موضع الكاميرا حول محور "السّمت" بزاوية ٣٦٠ درجة وضبط ارتفاع الكاميرا لأعلى أو لأسفل (ضمن مدى بزاوية ٩٠ درجة) بحسب نوع الكاميرا المستخدمة الداعمة للتدوير والإمالة والتكبير والتصغير. ومع وجود عدسة تكبير وتصغير، فإن الكاميرا الداعمة للتدوير والإمالة والتكبير والتصغير تتيح للمشغلين عرض صورة في أي اتجاه حول الكاميرا ضمن مجال رؤية العدسة ومدى المسافة. تحدد سرعة آلية التدوير/ الإمالة معدل تغطية الكاميرا، بينما تحدد حركات الكاميرا الأفقية والعمودية منطقة التغطية.

يتوفر نوعان أساسيان من الكاميرات الداعمة للتدوير والإمالة والتكبير والتصغير:

- الكاميرات بشكل قُبّة الداعمة للتدوير والإمالة والتكبير والتصغير: توفر الأنظمة المحاطة بسطح مقبب سرعات أعلى بكثير للتدوير والإمالة والتكبير والتصغير. تتمتع أنظمة الكاميرات بشكل قُبّة بقدرات أفقية سفلية أكثر من الوحدات الخارجية، مع القدرة على النظر إلى الأسفل مباشرة. وتُعد هذه الكاميرات مفيدة للغاية في التقاطعات. ويجب الإشارة إلى أن الكاميرات بشكل قُبّة "محدودة الأفق" ولا يمكنها النظر إلى السماء أو أعلى تل شديد الميل قريب جيدًا. ومع ذلك، فإن هذا لا يمثل عيبًا كبيرًا لمراقبة حركة مرور الطرق، ما لم تُوضع الكاميرا في منطقة مليئة بالتلال.
- الكاميرات بشكل غير القُبّة الداعمة للتدوير والإمالة والتكبير والتصغير: توفر الكاميرات بشكل غير القُبّة الداعمة للتدوير والإمالة والتكبير والتصغير تنوعًا لحركة التدوير والإمالة والتكبير والتصغير، دون أن تتأثر بانخفاض الدقة مثلما تتأثر القباب الملونة في ظروف الإنارة المنخفضة. يسهل صيانة الكاميرات بشكل غير القُبّة الداعمة للتدوير والإمالة والتكبير والتصغير أكثر من نظيراتها بشكل قُبّة، وتُعد جيدة جدًا عمومًا.
- بالنسبة للاستخدام بعيد المدى على الطرق الرئيسة أو الطرق السريعة أو الطرق شبه السريعة، يجب مراعاة الكاميرات بشكل غير القُبّة الداعمة للتدوير والإمالة والتكبير والتصغير للاستخدام الخارجي. حيث تُعد أقوى من الوحدات بشكل قُبّة وتتضمن عدسات مدمجة أو إمكانية تثبيت عدسات أعلى دقة مع إمكانات تقريب (تليفوتوغرافية) أفضل. قد تحتوي هذه الأنواع من كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة أيضًا على مسّاحات مُثبتة مليئة بالنيتروجين؛ ما يحافظ على سلامة الصورة وعمليات تشغيل الكاميرا في ظل الظروف القاسية.

لا بد من استخدام الكاميرات ذات نقطة رؤية ثابتة دائمًا فيما يتعلق بالتركيبات الحرجة للمهام التي تركز على صورة واحدة فقط، وفي بعض المواقع، مثل الأنفاق والممرات السفلية الطويلة. تعد كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة ذات نقطة رؤية ثابتة مثالية لاستخدام تقنية التعرف على لوحة الترخيص و الاستشعار المؤتمت عن الأحداث ونظام الاستشعار الفيديو عن المركبات. يجب أن يكون المصممون الذين تم دعوتهم للبحث في الدوائر التلفزيونية المغلقة بهدف وضع المخطط مستعدين لتحديد مجموعة من أنواع الكاميرات بما يُلبي المتطلبات الوظيفية لهذا المخطط.

يجب أن تكون عمليات استخدام كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة الجديدة من نوع يدعم بروتوكول الإنترنت (IP) عمومًا، باستثناء الحالة التي تتطلب فيها الجهة المختصة أن تكون الكاميرا متوافقة مع تقنية الإشارة التناظرية لسبب أو لآخر (بالنسبة لتطبيقات الحالات الخاصة فقط).

قد يتضمن ذلك اشتراط فصل المشفر عن الكاميرا لأسباب تتعلق بالصيانة.

عادةً ما ترجع الحاجة إلى استخدام الكاميرات التناظرية إلى البنية التحتية القديمة التي تحتوي على بعض أجهزة الإشارة التناظرية أو حيث يُشترط فصل المكونات لأسباب تتعلق بالصيانة. عمومًا، لا توجد مشكلة في استخدام كلا النوعين من حيث النهج أو الجمع بين كليهما مع مراعاة كل حالة على حدة.

٩-١-٤ البرمجيّات القياسية:

يجب أن يوفر معيار ملف تعريف منتدى واجهة فيديو فتح الشبكة (ONVIF) مواصفات للوظائف المتعلقة بالتحكم في حالة الكاميرات والعدسات ووحدات التدوير/ الإمالة ومراقبتها. ويُحدد هذا المعيار عناصر البيانات الخاصة باستشعار وتهيئة والتحكم والمراقبة وعرض النظام الفرعي للتحكم في كاميرا الدوائر التلفزيونية المغلقة الذي يضم مجموعة تتألف من الكاميرا والعدسة ووظائف التدوير/ الإمالة وأي نواتج ترحيل قد تكون موجودة.

٩-١-٥ إرشادات الموقع/ التثبيت

يعتمد اختيار مواقع كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة على متطلبات عمليات التشغيل والصيانة. وغالبًا ما تحدد التغطية المطلوبة مواقع الكاميرا العامة. ويجب أن يُراعى ذلك في التصميم الأساسي. فضلًا عن ذلك، سيكون للتضاريس المحلية دور رئيس أيضًا. لذا، يجب أن توفر مواقع الكاميرا مسار رؤية واضح للموقع مع أقل عوائق ممكنة. ويجب أن تُراعى الاعتبارات الموضحة أدناه عند اختيار الموقع وموضع الكاميرا.

٩-١-٥-١ وضوح الرؤية:

يجب وضع الكاميرات في ظروف الإنارة المنخفضة، مثل الأنفاق، في مكان يبعد فيه مدى الرؤية الرئيس عن الضوء الساطع.

بالنسبة للتركيب بالقرب من المنحنيات الأفقية، فيجب التثبيت خارج المنحنى.

بالنسبة للتركيب بالقرب من المنحنيات الرأسية، فيجب التثبيت عند القمة.

عند تقاطع طريقين رئيسين أو عند وجود تقاطع، ضع كاميرا (كاميرات) الدوائر التلفزيونية المغلقة في مكان يمكن من خلاله مراقبة الطرق الفرعية والمنحدرات أيضًا.

يجب أن تكون النقطة العمياء من العمود موجهة إلى موقع غير حيوي من حيث الرؤية.

٩-١-٥-٢ توافر المنافع:

يجب مراعاة الاقتراب من إمدادات الطاقة والاتصالات.

إذا كان اتصال الألياف البصرية متوفرًا، فحاول وضع الكاميرا على الجانب ذاته من الطريق للتخلص من المعابر الجانبية (لا يُعد ذلك أساسيًا وفقًا للوائح الرؤية).

٩-١-٥-٣ السلامة وحماية الجهاز:

احمِ هيكل الدوائر التلفزيونية المغلقة بحاجز ضمن حرم الطريق، مع مراعاة الانحراف العرضي (للحاجز) ووصول مركبات الصيانة.

الجزر الوسطية ليست هي الموقع المفضل، ولكن يمكن اعتبار الجزر الوسطية الواسعة في حالة عدم توفر مواقع مناسبة على جانب الطريق.

للحدّ من حدوث انجراف في الموقع وتقليل تكاليف الإنشاء وإطالة الفترة التشغيلية لهيكل الجهاز؛ تجنب وضع الهيكل في أجزاء بها ميول ردم أكبر من ١ (مسافة رأسية) : ٣ (مسافة أفقية).

يجب توفير منصات عمل حيثما أمكن.

٩-١-٥-٤ اعتبارات التشغيل:

يجب توفير تغطية ذات رؤية كاملة للدوائر التلفزيونية المغلقة لشبكة الطرق على جميع الطرق الشريانية الفرعية والرئيسة والطرق الرئيسة والطرق السريعة أو شبه السريعة، بما في ذلك الطرق الريفية.

يجب توفير تغطية كاملة داخل جميع الأنفاق وعلى المداخل، بما يتوافق مع مواصفة الرابطة الوطنية للحماية من الحرائق رقم ٥٠٢ (NFPA 502).

يجب توفير تغطية كاملة للطرق بالنسبة لأعمال الطرق.

إذا أمكن، ضع الكاميرات بطريقة تعرض لافتات عرض الرسائل المتحركة القريبة للتحقق من الرسالة.

قد تتطلب المحولات الكبيرة لاثنين من الطرق الرئيسة أو الطرق السريعة أو الطرق شبه السريعة أكثر من كاميرا واحدة للحصول على جميع جوانب الرؤية المرغوبة للطرق والمنحدرات.

إن أمكن، تجنب تثبيت الكاميرات على هياكل الجسر نظرًا لاحتمال تأثر الصورة بفعل الاهتزاز.

يجب مراعاة استخدام الكاميرات الثابتة في المواقع الحساسة والتطبيقات المتعلقة بالأنفاق لتكملة التغطية الداعمة للتدوير، والإمالة والتكبير والتصغير.

يجب وضع حواجز خصوصية مناسبة ووضع قيود على جولات التدوير والإمالة والتكبير والتصغير بالقرب من المواقع الحكومية أو المناطق السكنية.

٩-١-٥-٥ اعتبارات الصيانة

أينما وحيثما أمكن، يجب وضع كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة بما يُمكّن مركبة الصيانة من الوقوف في المنطقة المجاورة مباشرة دون الحاجة إلى إغلاق مسار أو إعاقة المرور.

يجب توفير مساحة مستوية لعامل الصيانة أمام فتحة العلبة.

يجب تركيب علبة كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة بعيدًا عن المرور بما يُمكِّن القائم بأعمال الصيانة من متابعة المرور أثناء النظر إلى العلبة. سيؤدي ذلك إلى زيادة عمر الفلتر، فضلًا عن الحفاظ على سلامة القائم بأعمال الصيانة.

يجب على المصممين تجنب وضع العُلب في الأماكن التي تقتضي الضرورة فيها عبور مسارات السير النشطة.

يجب توفير تغطية كاملة لكاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة لجميع الطرق الشريانية الفرعية والرئيسة والطرق الريفية وجميع الطرق الرئيسة والطرق السريعة والطرق في جميع أنحاء المملكة العربية السعودية. يترتب على تغطية الكاميرا الكاملة للطريق وضع كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة في مكان يُمكِّن المشغل من رؤية الممر ومراقبته كاملًا، دون أي انقطاعات في التغطية.

ولتوفير تغطية كاملة ومستمرة للطريق، يجب وضع الكاميرات في مكان يوفر تغطية كاملة بنسبة ١٠٠٪ مع تداخل قابل للعرض لا يقل عن ٥٠ مترًا بين الكاميرات بحسب درجة انحناء الطريق. عند وجود انحناءات كبيرة وتفاوتات كبيرة في الميول أو في القاعدة الترابية للطريق (الممرات السفلية) أو الأنفاق، يجب استخدام المزيد من وحدات كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة. بالنسبة لجميع مشاريع الطرق المحلية التي لا تتضمن كاميرات مثبتة في التقاطعات المزودة بإشارات، يجب تركيب كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة الداعمة للتدوير والإمالة والتكبير والتصغير إذا ما اقتضت الضرورة ذلك.

وتقتضي الضرورة أيضًا توفير تغطية كاملة لكاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة داخل الأنفاق، وفقًا لمتطلبات مواصفة الرابطة الوطنية للحماية من الحرائق رقم ٥٠٢ (NFPA 502).

يجب استخدام شاحنة مزودة بكاميرا أو شاحنة بذراع تطويل، وقتما أمكن، بهدف التحقق من مواضع كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة قبل تثبيتها.

٩-١-٦ كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة في الأنفاق:

يجب أن تضمن أنظمة كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة المستخدمة في الأنفاق الامتثال لجميع متطلبات مواصفة الرابطة الوطنية للحماية من الحرائق رقم ٥٠٢ (NFPA 502)، وهي مواصفة أنفاق الطرق والجسور وغيرها من الطرق محدودة الوصول. راجع مواصفة الرابطة الوطنية للحماية من الحرائق رقم ٥٠٢ (NFPA 502) للاطلاع على المتطلبات. يجب توفير تغطية بالدوائر التليفزيونية المغلقة بنسبة (١٠٠٪) على مداخل الأنفاق وداخلها.

٩-٢ مواصفات أنظمة المراقبة بالفيديو:

يجب أن يتحمل المصمم مسؤولية تحديد المواقع المفاهيمية لأجهزة الدوائر التلفزيونية المغلقة وإجراء استقصاء ميداني أولي لهذه المواقع. وعند تخطيط تغطية الكاميرا، يجب على المصمم مراجعة الأحكام الخاصة الواردة في دليل المستخدم لتحديد الحد الأدنى من المواصفات التي يجب على الشركة المصنعة للكاميرا استيفاؤها وفقًا لما هو موضح أدناه. ويجب على المصمم وضع نهج يضمن التغطية المطلوبة للكاميرا وتنفيذه كجزء من التصميم المفاهيمي (٣٠٪)، ويخضع لمراجعة الجهة المختصة وموافقتها عليها، بالإضافة إلى تقديم حسابات الدعم أو المعلومات مع التصميم الابتدائي (٦٠٪). ويجب على المصمم أيضًا جمع معلومات من جهات خارجية فيما يتعلق بالبنية التحتية الموجودة في منطقة المشروع. فضلًا عن ذلك، تتمثل أحد العناصر الأساسية في توافر كابلات الألياف البصرية ومواقع الطاقة ومدى قربها، والقدرة على تمديدها حسب الحاجة نظرًا لقيود الميزانية مقابل مزايا أداء الألياف.

بالنسبة للكاميرات المثبتة على برج، يجب مراعاة مسافة طول الكابل الممتد من صندوق توصيلات إمداد الطاقة لتسجيل الفيديو في الميدان/ مبنى البرج وصولًا إلى الكاميرا. سيتطلب أي استخدام يتجاوز فيه طول هذا الكابل ١٠٠ مترًا توفر جهاز موسع إيثرنت، بالإضافة إلى حاقن الطاقة عبر الإيثرنت لتشغيل الجهاز الموسّع، وتوفر مواصفات ورسومات الدليل عناصر التصميم المطلوبة لهذه الحالة. ويجب على المصمم أن يُدرج في الخطط المواقع التي تتجاوز حد الـ ١٠٠ مترًا وتتطلب توفر المزيد من العناصر.

يستعرض هذا الجزء الحد الأدنى من المواصفات العامة المدرجة في تصميمات نظام المراقبة بالفيديو أو مراقبة الدوائر التلفزيونية المغلقة أو أجهزة الاستشعار بالكاميرا (بما في ذلك الكاميرات الداعمة للتدوير والإمالة والتكبير والتصغير والكاميرات الثابتة) وفقًا لرسومات تصميم المشروع التفصيلية تحقيقًا للأغراض التالية:

- المراقبة المرئية لتمكين مشغلي غرفة التحكم من تعزيز الوعي الموقعي لشبكة النقل.
- تطبيق الدعم من خلال استخدام معالجة الصور وأنظمة تقنية التعرف على لوحة الترخيص التي تستخدم الصور لتحديد المركبات الفردية.
- تشغيل الكاميرات كوسيلة إضافية لاستشعار بعض الأحداث/ القضايا المعينة تلقائيًا عند استخدامها مع معالجة الصور (على سبيل المثال، دمج الاستشعار التلقائي عن الحوادث).

يجب أن تدعم هذه المواصفات، التي تم مراعاتها أثناء مرحلة التصميم، الجوانب التالية:

- كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة الداعمة للتدوير والإمالة والتكبير والتصغير للمراقبة العامة وأمن الطريق.
- الكاميرا الثابتة لمراقبة بعض المواقع المحددة وأمنها.

- الكاميرا الثابتة لمعالجة الصور من خلال أنظمة تقنية التعرف على لوحة الترخيص وأنظمة استشعار الأحداث المؤتمت (حيث سيستخدم استشعار الأحداث المؤتمت نظام استشعار المركبات بالتصوير الفيديو) للتصوير الحراري بالأشعة تحت الحمراء بهدف استشعار ارتفاع درجة حرارة المركبات و/ أو الحرائق.
- التصوير الحراري بالأشعة تحت الحمراء لدعم مراقبة الدوائر التلفزيونية المغلقة.
- التصوير الحراري الثابت بالأشعة تحت الحمراء لاستشعار خلل مكابح المركبة.

يجب أن تدعم تهيئة أي كاميرا والمعدات المرتبطة بها (وفقًا لما يرد تفصيلًا في هذا الجزء) الأداء الأمثل بحسب المتطلبات المحددة لعملية التثبيت هذه والمتطلبات الأوسع للشبكة.

أُعدّ هذا الجزء لدعم تطوير المعدات الجديدة واختراعاتها بأكبر قدر ممكن (ويهدف على سبيل المثال إلى تحديد الأداء وليس المعدات، سواء لأنواع العناصر الحساسة للضوء أو استخدام الكاميرات بشكل قُبّة أو الكاميرات الداعمة للتدوير والإمالة والتكبير والتصغير).

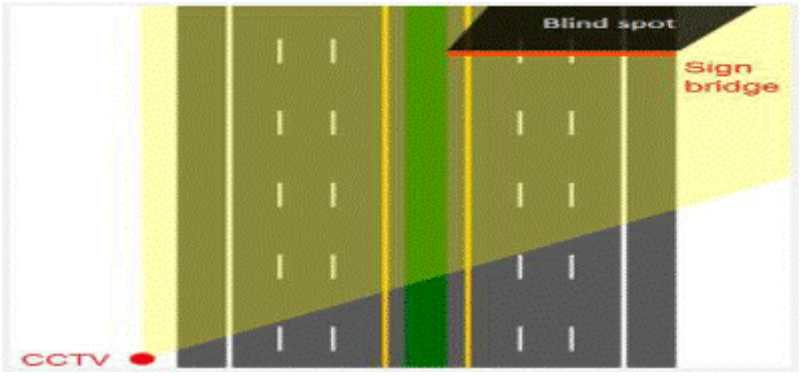
٩-٢-١ مواصفات الكاميرات

٩-٢-١-١ المتطلبات غير الوظيفية

يجب أن تستند المتطلبات غير الوظيفية على النقاط الأساسية التالية.

٩-٢-١-١-١ توفير الموقع

بالنسبة لمشاريع الدوائر التلفزيونية المغلقة (أو المشاريع المتضمنة كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة)، عادةً ما ستحدد مرحلة التصميم المفاهيمي تقنيات الاتصالات المستخدمة والمواقع العامة للكاميرا تحقيقًا لهدف التصميم النهائي بتوفير تغطية مرئية تصل إلى ١٠٠٪ للجهة المختصة. يجب على المصمم التشاور مع وحدة نظام النقل الذكي لتحديد التباعد المناسب للكاميرا لتقريبها. قد يُطلب من المصمم إجراء مزيد من الدراسات في حال تقييم تقنية/ وظائف جديدة بصفتها جزءًا من نطاق عملها، لتحديد التباعد الأمثل المطلوب لتوفير تغطية مرئية تصل إلى ١٠٠٪ باستخدام التقنية الجديدة.



الشكل (٩–٣) النقطة العمياء لتصميم أنظمة المراقبة بالفيديو.

توفر القائمة التالية إرشادات للتسهيل على المصمم تحديد مواقع كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة والكبائن في الموقع ذات الصلة.

- يتم الحصول على الحد الأقصى من التغطية باستخدام أقل عدد ممكن من الكاميرات، على الرغم من أن ظروف الطريق المحتملة التالية (المنحنيات الأفقية والرأسية والانخفاض) قد تتطلب كاميرات إضافية للتخفيف:
  - نقطة تقاطع قريبة بالمنحنيات الأفقية تقصر الرؤية على أقل من كيلومتر واحد. يجب وضع الكاميرات خارج المنحنيات الأفقية لزيادة مسافة الرؤية في كل اتجاه، حيثما أمكن ذلك.
  - في المواقع ذات الازدحام المتكرر والمناطق الأخرى موضع الاهتمام العالي.
  - على قمم منحنيات القمة الرأسية.
  - أجزاء الطرق حيث تقيد الجدران الرأسية الرؤية، خاصةً حول المنحنيات الأفقية.
  - عندما تُعترض خطوط الرؤية من قبل اللافتات الإرشادية العلوية وأعمدة الإنارة وإشارات المرور.
- ينسق المصمم مع الجهة المسؤولة عن عمليات التشغيل المروري على الطريق.
- العوائق العلوية المستقبلية - ينظر المصمم فيما إذا كانت إشارات المرور العلوية الحالية أو المخطط لها في المستقبل، أو الجسور، أو الجسور القنطرية، أو حواجز الجزر الوسطية، أو غيرها من العوائق يمكن أن تحد من تغطية الكاميرا للمنطقة (الشكل ٩-٣).
- الارتفاع -تُفضل الارتفاعات العالية (على الجسور) لكل من مسافة الرؤية والاتصالات اللاسلكية (إذا تم استخدامها)، ولكن يجب موازنة ذلك مع سهولة الصيانة. عادةً ما يترتب على الجسور ذات ارتفاع أعلى إزاحات أكبر؛ ما يتطلب توفر شاحنات

بذراع تطويل بإمكانية وصول أبعد (أفقيًا ورأسيًا) أو قد تتطلب إجراء الصيانة من أحد فروع حرم الطريق في المملكة العربية السعودية.

- توضع الكاميرات بحيث لا يغلق سطوع إنارة الطريق، بما في ذلك إنارة المصابيح، قزحية الكاميرا التلقائية ويؤثر على جودة الصورة وينتج عنه تأثيرات مزهرة.
- في حالة تأثير نقص الضوء على المنظر وكان ضروريًا للمراقبة الليلية، يتعين التفكير في نوع بديل من الكاميرا.

٩-٢-١-١-٢ الموثوقية:

- يجب أن يُصمم نظام الدوائر التلفزيونية المغلقة بغرض التشغيل المستمر لدعم فترة تشغيلية تصل إلى ١٥ عامًا بغض النظر عن الموقع ووفقًا لتوصيات التصنيع.
- يجب أن يتجاوز متوسط الوقت بين الأعطال للكاميرا والعدسة وآليات التدوير والإمالة والتكبير والتصغير (حيثما ينطبق ذلك) ٥٥,٠٠٠ ساعة، ويُثبت ذلك من خلال الحساب النظري باستخدام المواصفات الميكانيكية والكهربائية المقبولة.

٩-٢-١-١-٣ الصيانة:

- ترد المعلومات المتعلقة بجهاز خفض الكاميرا في المواصفات المدنية والإنشائية لنظام النقل الذكي (ITS).
- يجب أن تتوفر إمكانية خفض جميع الكاميرات المثبتة على العمود والمعدات ذات الصلة وصيانتها ورفعها في مكان ما على مستوى الأرض بطريقة تتيح سهولة الوصول لصيانة الكاميرا والعدسة وآلية التدوير والإمالة والتكبير والتصغير وغيرها من المعدات الموجودة في رأس الكاميرا.
- يجب ألا يتسبب خفض الكاميرا المثبتة على عمود ورفعها في إتلاف وظائف الكاميرا وعملياتها أو نقصانها.
- يجب أن تراعي الكاميرات وغيرها من معدات الدوائر التلفزيونية المغلقة عن بُعد الدقة وألا تتطلب تشغيل الموقع لإجراء إعادة معايرة محلية في غضون مدة لا تتجاوز عامًا واحدًا.
- يجب أن يسهل الوصول إلى جميع التركيبات للتمكن من صيانة المعدات واستبدالها.

٩-٢-١-١-٤ المتطلبات البيئية العامة:

- يجب أن تحافظ الكاميرا على وظائفها كاملة وأن تستمر في العمل ضمن حدود هذه المواصفات عندما تتعرض لبيئة العمل في المملكة العربية السعودية.
- يجب أن تعمل جميع المعدات وتحقق أداءً يوافق المواصفات في درجات الحرارة المحيطة، التي تتراوح من ٠ إلى ٥٥ درجة مئوية، وبنسبة رطوبة تتراوح من ١٠٪ إلى ٩٠٪ رطوبة نسبية مع التكثف.
- يجب تقييم مُبيّت كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة وصولًا إلى الحد الأدنى لاختبار (IP٦٦) وفقًا للمواصفة (EN ٦٠٥٢٩).

٩-٢-١-١-٥ بيئة التصوير الحراري

يجب أن يكون نظام الاستشعار بالتصوير الحراري قادرًا على العمل في رطوبة نسبية تتراوح من ٢٠٪ إلى ٩٠٪.

٩-٢-١-٢ المتطلبات الوظيفية:

٩-٢-١-٢-١ متطلبات عامة للكاميرا:

- يجب أن تكون دقة تدفق فيديو الكاميرا قابلة للتهيئة ويجب أن تدعم دقة عالية الجودة (HD) لا تقل عن ١,٢٨٠ × ٧٢٠ بكسل.
- يجب أن يكون معدل إطارات فيديو الكاميرا قابلًا للتهيئة بحد أقصى ٣٠ إطارًا في الثانية (fps) بدقة ١,٢٨٠ × ٧٢٠ بكسل.
- يجب أن يكون الفيديو الناتج من الكاميرا فيديو تقدميًا (غير متشابك).
- يجب أن تدعم الكاميرا على الأقل ناتجين لتدفق الفيديو المتزامن القابل للتهيئة من الكاميرا. يجب أن تكون التدفقات بالتنسيق ذاته إما (H.٢٦٤) أو تنسيق (MPEG٤) (أو أفضل من ذلك)، أو يجب أن تجمع بين تنسيقات (MPEG٤ /H.٢٦٤/ MJPEG).
- يجب أن تتيح الكاميرا التقاط لقطات للصور من أي تدفق من تدفقات الفيديو.
- يجب أن تتحول الكاميرا إلى صورة أحادية اللون تلقائيًا عند انخفاض مستوى الإنارة عن الحد القابل للتهيئة. يجب تهيئة الحد، كل على حدة، لكل موقع بحسب الظروف الخاصة بالموقع.
- يجب ألا يقل الحد الأدنى للإنارة عن ٠,٨ لكس لتوفير صورة ملونة بمستوى إشارة (٣٠ IRE) عند قياسها بسرعة حاجب العدسة تبلغ ٣٠/١ ثانية وفتحة عدسة (f-stop) تبلغ ١,٦ باستخدام مصدر هالوجين بدرجة حرارة لون ٣١٠٠ كلفن +/- ٢٠٠ كلفن (ANSI/CEA ٦٣٩-٢٠١٠). يجب أن تتيح الكاميرا الضبط التلقائي للقزحية بما يتيح التشغيل تحت مستويات الإنارة المختلفة.
- يجب أن تدمج الكاميرا تقنية ضبط الكسب التلقائي (AGC) للتعويض في مستويات الإنارة المنخفضة.
- يجب أن يكون الحد الأدنى للمدى الديناميكي العريض (WDR) للكاميرا ٨٠ ديسيبل.
- يجب ألا تتسبب وظيفة مستشعر صورة الكاميرا في إنشاء أي تشوش رأسي.
- يجب أن تدعم الكاميرا توازن اللون الأبيض من خلال العدسة وتوازن اللون الأبيض الثابت.
- فضلًا عن ذلك، يجب أن تحتوي كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة على تثبيت إلكتروني للصورة للحدّ من تأثير الاهتزازات على الفيديو.
- قد تدمج الكاميرا حاجب عدسة إلكتروني تلقائي (AES) للحفاظ على جودة الفيديو في ظل الظروف النهارية والليلية بصفته بديلًا للقزحية التلقائية.
- يجب أن تتوفر إمكانية إيقاف تشغيل حاجب العدسة الإلكتروني التلقائي إذا أُستخدمت عدسة خارجية تدعم القزحية التلقائية.
- يجب أن يتراوح الحد الأدنى لنطاق حاجب العدسة الإلكتروني التلقائي من ٦/١ إلى ١٠,٠٠٠/١ ثانية.
- يجب أن تتضمن الكاميرا نظام تخزين داخلي لحفظ الفيديو لمدة ٢٤ ساعة على الأقل بمعدل ٣٠ إطارًا في الثانية، في حال تعطل الشبكة.

٩-٢-١-٢-٢ بنود عامة للعدسات:

- يجب أن يتناسب نوع العدسة المثبتة وحجمها وأدائها مع مستشعر صورة الكاميرا الذي تعمل به والاستخدام المقصود منه.
- يجب ألا ينتج عن مُبيّت الكاميرا أو أي مكون آخر من مكونات الدوائر التلفزيونية المغلقة انعكاسًا داخليًا أو توهجًا يمكن ملاحظته ينتج عن مصادر الضوء القوية خارج زاوية الرؤية عندما تكون العدسة في أوسع زاوية للرؤية أو بسبب مصادر الضوء النقطية داخل مجال الرؤية.
- يجب ألا تتسبب عدسة كاميرات المراقبة والأمن في زيغ كروي ملحوظ عند تركيز الصورة في عند كل من المركز والزوايا في مجال الرؤية.
- يجب ألا تتسبب عدسة كاميرات المراقبة والأمن في حدوث ما يلي:
  - التشوه الوسادي أو البرميلي عبر نطاق تركيزها الكامل
  - الزيغان اللوني نتيجة عدم دقة تركيز الضوء في نقطة بؤرية واحدة
  - الضبط على أي قزحية أو إعداد التكبير والتصغير.
- يجب أن تغلق القزحية تلقائيًا في حال انقطاع التيار الكهربائي عن كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة.
- يجب أن تدمج العدسة وظيفة التركيز التلقائي.
- يجب أن يكون البعد البؤري أو مدى الأبعاد البؤرية للعدسة المختارة وفقًا لتطبيق الكاميرا الوارد تفصيلًا في الأقسام أدناه.

٩-٢-١-٢-٣ الكاميرا الثابتة:

- يجب أن تدعم الكاميرات الثابتة عدسة ذات بعد بؤري متغير مع قزحية تلقائية وتركيز تلقائي، مع وسائل يدوية متكاملة لضبط التركيز وقفل حلقة تركيز العدسة ميكانيكيًا بمجرد ضبطها.
- يجب أن تتضمن الكاميرات الثابتة على الأقل مدخلي إنذار غير خاضعين للإشراف.

- يجب أن يتوفر للكاميرات الثابتة المستخدمة لمراقبة كتف الطريق لحالات الطوارئ مجال رؤية أفقي (FoV) ضمن نطاق يتراوح من ٣ درجات إلى ٢٠ درجة.

٩-٢-١-٢-٤ الكاميرات الداعمة للتدوير والإمالة والتكبير والتصغير:

- يجب أن يكون مشغل مركز إدارة المرور قادرًا على ما يلي:
  - التمييز بين المرور المتحرك في كل من الظروف النهارية والليلية.
  - تمييز مخطط (EN ٦٢٦٧٦-٤) (أو ما يماثله، من حيث الحجم والتفصيل) الذي يقع على بعد ٥٠٠ مترًا من الكاميرا في كل من الظروف النهارية والليلية.
  - سهولة التعرف على وجه الإنسان بالنظر إلى فرد يقف عند قاعدة عمود الكاميرا في كل من الظروف النهارية والليلية.
- يجب أن تظل الصورة المركزة عند أقصى حد للتكبير ضمن نطاق التركيز عند زيادة زاوية التكبير إلى أقصى زاوية عريضة.
- يجب أن يتوفر للكاميرات الداعمة للتدوير والإمالة والتكبير والتصغير إمكانية تكبير بصري ٣٠ ضعفًا كحد أدنى مع مجال رؤية أفقي بنطاق يتراوح من ٣ درجات إلى ٥٥ درجة.
- يجب أن يعمل التدوير والإمالة اليدوية بمعدلات متغيرة بحسب مستوى التكبير الحالي.
- يجب أن تتضمن الكاميرات الداعمة للتدوير والإمالة والتكبير والتصغير الإمكانات التالية:
  - تتراوح سرعة التدوير اليدوي من ٠,١ إلى ٨٠ درجة في الثانية.
  - التمييز بين المرور في كل من الظروف النهارية والليلية.
  - تمييز مخطط (EN ٦٢٦٧٦-٤) (أو ما يماثله، من حيث الحجم والتفصيل) الذي يقع على بعد ٥٠٠ مترًا من الكاميرا في كل من الظروف النهارية والليلية
  - سهولة التعرف على وجه الإنسان بالنظر إلى فرد يقف عند قاعدة عمود الكاميرا في كل من الظروف النهارية والليلية.
- يجب أن تظل الصورة المركزة عند أقصى حد للتكبير ضمن نطاق التركيز عند زيادة زاوية التكبير إلى أقصى زاوية عريضة.
- يجب أن يتوفر للكاميرات الداعمة للتدوير والإمالة والتكبير والتصغير إمكانية تكبير بصري ٣٠ ضعفًا كحد أدنى مع مجال رؤية أفقي بنطاق يتراوح من ٣ درجات إلى ٥٥ درجة.
- يجب أن يعمل التدوير والإمالة اليدوية بمعدلات متغيرة بحسب مستوى التكبير الحالي.
- يجب أن تتضمن الكاميرات الداعمة للتدوير والإمالة والتكبير والتصغير الإمكانات التالية:
  - تتراوح سرعة التدوير اليدوي من ٠,١ إلى ٨٠ درجة في الثانية.
  - تتراوح سرعة الإمالة اليدوية من ٠,١ إلى ٤٥ درجة في الثانية.
- يجب أن تتضمن الكاميرات الداعمة للتدوير والإمالة والتكبير والتصغير الإمكانات التالية:
  - الحد الأدنى لحركة التدوير يتراوح من ٠ إلى ٣٦٠ درجة.
  - الحد الأدنى لحركة الإمالة يتجاوز ١٠ درجات فوق الخط الأفقي و-٨٠ درجة أسفل الخط الأفقي.
- بالاقتران مع البرنامج الرئيس، يجب أن تتضمن الكاميرا الداعمة للتدوير والإمالة والتكبير والتصغير ١٠٠ إعداد على الأقل للضبط المسبق للتدوير والإمالة والتكبير والتصغير يجب أن يتضمن مل موضع من مواضيع الضبط المسبق وظائف التركيز التلقائي والقزحية التلقائية والتحريك والإمالة والتكبير والتصغير.
- يجب أن تتضمن الكاميرا الداعمة للتدوير والإمالة والتكبير والتصغير إمكانية العودة إلى وضع "الوضع الافتراضي" المحدد مسبقًا عند عدم تفعيل إعداد تسلسل الجولة المحدد مسبقًا، أو عند عدم استخدام أداة التحكم في التدوير والإمالة والتكبير والتصغير في الكاميرا لأكثر من مدة محددة، ما لم تتغير الكاميرا إلى وضع التجاوز اليدوي.
- يجب أن تتضمن الكاميرا الداعمة للتدوير والإمالة والتكبير والتصغير إعداد الدقة المحددة مسبقًا بقيمة ± ٠,١ درجة للتدوير والإمالة وبنسبة ٢٪ من إجمالي نطاق التركيز والتكبير والتصغير.
- يجب أن تتضمن الكاميرا الداعمة للتدوير والإمالة والتكبير والتصغير إمكانية على المسح بين أي حدين معينين إلكترونيًا، وتنفيذ المسح من خلال تسلسل محدد مسبقًا للمواقع المحددة مسبقًا.

٩-٢-١-٢-٥ كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة المحمولة:

- يجب أن تستخدم كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة المحمولة المثبتة على جانب الطريق اتصالًا مكونًا من بروتوكول الإنترنت (IP) مع إمكانية استخدام شبكة لاسلكية (على سبيل المثال، شبكة الهاتف الخلوي (الجيل الرابع/ الجيل الخامس/ LTE) والموجات الدقيقة بين نقطتين).
- يجب أن تتوافق جميع مكونات النظام (معدات الاتصالات والألواح الشمسية والبطاريات والعاكسات، وما إلى ذلك) لأنظمة كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة المحمولة مع المتطلبات البيئية الموضحة في الأقسام السابق ذكرها.

- يجب أن يكون مصدر الطاقة المزود لأنظمة كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة المحمولة كافيًا بما يدعم التشغيل المستمر على مدار الساعة طوال أيام الأسبوع أثناء استخدامها.
- يجب أن تدعم كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة المحمولة وسائل لإنشاء تدفق فيديو بمعدل البث الثابت (CBR) للإرسال عبر الارتباط اللاسلكي المستخدم.
- يجب تهيئة تدفق الفيديو بمعدل البث الثابت لتحقيق استفادة فعالة من عرض الموجة المتاح
- يجب أن تكتشف أنظمة الدوائر التلفزيونية المغلقة المحمولة، التي تعمل دون رقابة، وترسل إنذارات لمشغلي مركز إدارة المرور، في حال حدوث تغيير غير متوقع في الموقع أو في زاوية التشغيل أو الوصول إلى الكابينة.
- في حال كان نظام الدوائر التلفزيونية المغلقة المحمولة قائمًا على مقطورة، فيجب أن تستوفي المقطورة جميع المواصفات المعمول بها بهدف استخدامها لهذا الغرض في المملكة العربية السعودية.

٩-٢-١-٢-٦ نظام استشعار المركبات بالتصوير الفيديو (VIVIDS):

- يجب تحسين تكوين الكاميرا الداعمة لنظام استشعار المركبات بالتصوير الفيديو لضمان أداء الاستشعار بما يستوفي متطلبات التشغيل.
- يجب أن ترسل الكاميرا الداعمة لنظام استشعار المركبات بالتصوير الفيديو الصور مباشرة إلى وحدة معالجة الصور لاستشعار المركبات و/ أو عدها.
- يجب أن يدعم نظام الكاميرا الداعمة لنظام استشعار المركبات بالتصوير الفيديو النقاط التالية على الأقل:
- توافر نسبة الإشارة إلى التشويش عند إنارة مستشعر ٢,٥- لكس بما لا يقل عن ٥٠ ديسيبل غير مرجح.
- يجب أن تكون سرعة حاجب العدسة والمعالجة كافية لاستشعار جميع المركبات التي تسير بسرعة تصل إلى ٢٥٠ كم/ ساعة مرورًا بمنطقة الاستشعار. يجب التحقق من الأداء من خلال إجراء حسابات تفصيلية (أي بما يشمل: سرعة المركبة وسرعة حاجب العدسة والتخزين المؤقت وسرعة المعالجة ومنطقة الاستشعار) وعروض توضيحية.
- إنشاء صورة ملونة واضحة عالية التباين تحت إنارة الموقع بمقدار ٠,٨ لكس أو فما أكثر، وصورة بالأبيض والأسود تحت إنارة الموقع بمقدار ٠,١ لكس أو فما أكثر، دون الاعتماد على إنارة الأشعة تحت الحمراء. يجب أن تقوم الكاميرا بالتبديل تلقائيًا بين الوضع الملون والوضع أحادي اللون (مقياس الرمادي) في ظروف الإنارة العادية والمنخفضة على التوالي.
- يُفضل أن تدعم الكاميرا تكوينات عدسات متعددة، لتصبح بالتالي مرنة في موقعها المادي فيما يتعلق بمنطقة الاستشعار دون الحد من أداء الاستشعار.
- يجب أن تتضمن الكاميرات الداعمة لنظام استشعار المركبات بالتصوير الفيديو إمكانية الحدّ من تأثير الاهتزاز على أدائها إلكترونيًا.

٩-٢-١-٢-٧ الكاميرات القارئة للوحة الترخيص:

- يجب أن يتضمن نظام الكاميرا الداعمة للتعرف على لوحة الترخيص إمكانية التقاط صور لوحات ترخيص جميع المركبات على الطرق، بما يشمل الذين يسيرون بسرعات تصل إلى ٢٥٠ كم/ ساعة عبر منطقة الاستشعار الخاصة بالنظام. يجب التحقق من الأداء من خلال إجراء حسابات تفصيلية (أي بما يشمل: سرعة المركبة وسرعة حاجب العدسة والتخزين المؤقت وسرعة المعالجة ومنطقة الاستشعار) والعروض التوضيحية.
- يجب أن تكون الكاميرا الداعمة للتعرف على لوحة الترخيص مجهزة بعدسة أو مجموعة عدسات بحجم يتناسب مع العرض المثالي للوحة الترخيص في كل موضع من مواضع الاستخدام الفردي (المسافة والارتفاع والزاوية خارج محور المسار). يجب توفير جرد للعدسة مقارنة بكل موقع وكاميرا محددين.
- يجب ألا يتسبب ارتفاع تركيب الكاميرا في انخفاض أي جزء من الكاميرا عن خلوص التصميم المعتمد للطريق (عادةً ما يتراوح من ٦,٠ إلى ٦,٥ مترًا بحسب مواصفات مشروع الطريق).
- يجب أن تعمل الكاميرات الداعمة للتعرف على لوحة الترخيص في كلا وضعي التوجيه الأمامي والخلفي
- يجب تحسين تكوين عدسة وموقع الكاميرا الداعمة للتعرف على لوحة الترخيص لضمان أداء الاستشعار بما يستوفي متطلبات التشغيل.
- يجب أن توفر الكاميرات الداعمة للتعرف على لوحة الترخيص صورًا ثابتة واضحة للوحات الترخيص نهارًا وليلًا. يجب أن يكون تنسيق الصورة الثابتة (JPEG) ويجب أن يُشفر قبل التخزين أو النقل إلى مركز إدارة المرور. يجب أن يستخدم معيار التشفير مفتاح الأمان المشفر بناءً على معيار التشفير المتقدم (AES).
- يجب أن تُزوَّد الكاميرا الداعمة للتعرف على لوحة الترخيص بإنارة تعمل بالأشعة تحت الحمراء لمراعاة ظروف الرؤية المنخفضة.
- يجب أن تتضمن وحدة الكاميرا، على الأقل، إمكانية تخزين ١٠٠,٠٠٠ صورة محليًا في حال انقطاع الاتصال.
- يجب أن تتضمن الكاميرات الداعمة للتعرف على لوحة الترخيص إمكانية الحدّ من تأثير الاهتزاز على أدائها إلكترونيًا.
- يجب أن يقبل نظام الكاميرات الداعمة للتعرف على لوحة الترخيص إشارة الإطلاق الإلكترونية أو الكهربائية من مصدر خارجي أو من مصادر خارجية لتفعيل وظيفة التقاط الصورة.

- يُفضل أن تتضمن الكاميرا الداعمة للتعرف على لوحة الترخيص إمكانية أداء جميع وظائف الكاميرا الداعمة لنظام استشعار المركبات بالتصوير الفيديو.
- ما لم يُحدَّد خلاف ذلك في معيار أعلى ضمن هذا الجزء (أي الدوائر التلفزيونية المغلقة مثلًا)، فيجب أن تمتثل جميع مواصفات البيانات والاتصالات مع مواصفات (NTCIP ١٢٠١) و(NTCIP ٢١٠٦) و(NTCIP 1209) تمامًا.
- يجب أن تدعم تقنية التعرف على لوحة الترخيص إمكانية التعرف التلقائي على لوحات الترخيص، بالأبجدية الإنجليزية والعربية، في جميع أنحاء العالم.

٩-٢-١-٢-٨ كاميرا التصوير الحراري:

- يجب أن تُستخدم كاميرات التصوير الحراري لاستشعار درجة حرارة المكابح الزائدة أو القريبة من الزيادة في المركبات ولاستشعار الحرائق ومصادر الحرارة غير المتوقعة.
- يجب ألا تقل دقة الكاميرا الحرارية عن ١,٢٨٠ × ٩٦٠ بكسل.
- يجب أن تتمتع كاميرا التصوير الحراري بدقة قياس درجة حرارة لا تقل نسبتها عن +/- ٣٪ أو بفارق ٢٠ درجة مئوية، أيهما أدق.
- يجب أن يتراوح مدى كاميرا التصوير الحراري لاستشعار درجة الحرارة من ٠ إلى ٥٠٠ درجة مئوية على الأقل ولا يُتوقع الاستشعار عما دون ٠ درجة مئوية.
- يجب ألا يتجاوز عدد العناصر الحساسة للضوء المعيبة، التي يكتشف بها جهاز الاستشعار الحراري الحرارة، نسبة ٠,٣٪ من إجمالي عدد العناصر الحساسة المحددة للمنتج.
- عند استخدام كاميرات تصوير حراري مختلفة لرؤية العجلات/ المكابح المقابلة، فيجب ضبطها معًا لتوفير مقارنة دقيقة لدرجات الحرارة.
- عندما تكتشف كاميرا التصوير الحراري وجود خلل في المركبة، فيجب أن ترسل إنذارًا إلى مركز إدارة المرور. ويجب على وحدة التحكم في كاميرا التصوير الحراري أيضًا إرسال إنذار إلى لافتة الرسائل الديناميكية الموضوعة في اتجاه الكاميرا، بالإضافة إلى إرسال إنذار مسموع لتحويل المركبة المشتبه بها عن الطريق.
- عند استخدام كاميرات التصوير الحراري لاستشعار وجود عطل في المكابح أو نشوب حريق، يجب أن يتمكن النظام كليًا من استشعار العطل في الكاميرا وإرسال إنذار إلى مركز إدارة المرور.
- يجب أن تتوفر إمكانية ضبط جميع معدات التصوير الحراري والتحقق منها في ظروف خاضعة للرقابة، ويتم ذلك وفقًا للمواصفات المعترف بها دوليًا وذات الصلة (على سبيل المثال، إجراء المنظمة الدولية للمترولوجيا القانونية (OIML R ١٤١) إصدار عام ٢٠٠٨) للمعايرة.

٩-٢-١-٢-٩ كاميرا عين السمكة:

يجب أن تدعم كاميرا عين السمكة النقاط التالية على الأقل:

- إمكانية توفير مجال رؤية بزاوية ٣٦٠ درجة على المحور الأفقي وزاوية ١٨٠ درجة على الأقل على المحور الرأسي.
- مستشعر صورة بدقة لا تقل عن ٨ ميجابكسل.
- إنشاء صورة ملونة واضحة عالية التباين تحت إنارة الموقع بمقدار ٠,٨ لكس أو فما أكثر، وصورة بالأبيض والأسود تحت إنارة الموقع بمقدار ٠,١ لكس أو فما أكثر، دون الاعتماد على إنارة الأشعة تحت الحمراء. يجب أن تقوم الكاميرا بالتبديل تلقائيًا بين الوضع الملون والوضع أحادي اللون (مقياس الرمادي) في ظروف الإنارة العادية والمنخفضة على التوالي.
- توافر نسبة الإشارة إلى التشويش عند إنارة مستشعر ٢,٥- لكس بما لا يقل عن ٥٠ ديسيبل غير مرجح.

٩-٢-١-٢-١٠ ترميز الفيديو:

- يجب أن يدعم أي ترميز للدوائر التلفزيونية المغلقة على الأقل مواصفة (H.٢٦٤/ MPEG٤) أو الأحدث منه.
- يجب ألا يتجاوز زمن الانتقال المشترك بين أداة الترميز وأداة فك الترميز ١٠٠ مللي ثانية.
- يجب أن يدعم الترميز وفك ترميز الفيديو لكاميرا المراقبة إرسال تدفقين متزامنين ثنائيين للفيديو على الأقل (H.٢٦٤ وMPEG٤/ MJPEG).

٩-٢-١-٢-١١ بنود عامة للبرمجيّات:

- يجب أن تتضمن جميع الدوائر التلفزيونية المغلقة وأنظمة الكاميرا إجمالًا (أي بما يشمل أي برنامج لمعالجة الصور) إمكانية الاندماج الكُلي مع حل برنامج مركز إدارة المرور، وأن تتوافق مع الأنظمة القائمة لدى وزارة الداخلية عند الاقتضاء، فضلًا عن توفير مراقبة احتياطية وخيار برنامج المراقبة المستقل.
- يجب أن يدعم اتصال الكاميرا بروتوكول الشبكة والمواصفات التالية ويتوافق معها: بروتوكول إنترنت مزود بعنوان بروتوكول إنترنت ثابت، (IPv٤، وIPv٦، وTCP، وUDP، وHTTP، وHTTPS، وFTP، وDHCP، وDNS، وIGMP، وICMP، وARP، وSMTP، و٣ /v٢c SNMP، وNTP، وRTSP، وRTP، وRTCP، وSSH).
- يجب أن تتوافق الكاميرا تمامًا مع المواصفات الفنية لملف تعريف منتدى واجهة فيديو فتح الشبكة (ONVIF) الخاصة بالاستشعار والتحكم وإدارة التدفق من الجهة المختصة والسلطات الحكومية ضمن ملف تعريف منتدى واجهة فيديو فتح الشبكة (ONVIF).
- يقع على عاتق المقاول مسؤولية الحصول على تحديثات البرمجيّات المضمنة الضرورية للجهاز (الكاميرا) الخاص بملف تعريف منتدى واجهة فيديو فتح الشبكة (ONVIF) بما يضمن التوافق بين الجهة المختصة والسلطات الحكومية والجهاز.
- ما لم يُحدَّد خلاف ذلك في مواصفة أعلى ضمن هذا الجزء (أي الدوائر التلفزيونية المغلقة مثلًا)، فيجب أن تمتثل جميع مواصفات البيانات والاتصالات مع مواصفة (NTCIP ١٢٠٥) تمامًا. يجب على الموردين استخدام جدول بيان المطابقة الوارد في مواصفة (NTCIP ١٢٠٥) للإشارة إلى مجموعة المطابقة التي يدعمها كل مكون من مكونات (NTCIP).
- يجب أن تتضمن كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة للمراقبة والأمن إمكانية تراكب نص الفيديو، بما يُمكِّن مشغل مركز إدارة المرور من التحكم في تراكب الفيديو. يجب أن يتضمن تراكب النص إمكانية تهيئة مرجع الكاميرا والموقع والوقت الحالي.
- يجب حماية جميع أنظمة كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة بكلمة مرور.

٩-٢-١-٢-١٢ برمجيّات نظام استشعار المركبات بالتصوير الفيديو:

- يجب أن يحلل نظام معالجة الصور مخرجات فيديو كاميرا الدوائر التلفزيونية المغلقة لمعالجة بيانات استشعار المركبة المجمعة وتخزينها والإبلاغ عنها.
- يجب أن يحاكي نظام استشعار المركبات بالتصوير الفيديو نظام الاستشعار تحت الأرض من خلال تقديم الحجم ومتوسط السرعة والإشغال والتصنيف والأعداد ومتوسط التقدم ومتوسط الفجوة وأعداد الاتجاهات وإنذارات الاتجاه الخاطئة.
- يجب أن يتضمن نظام استشعار المركبات بالتصوير الفيديو إمكانية الاستشعار على ما يلي، ضمن مجال الرؤية ذاته:
  - حركة المرور المقتربة.
  - المرور المتوقف والأحداث.
  - السير في الاتجاه المعاكس للمرور.
  - المشاة والحيوانات.
  - المخلفات.
  - حريق أو دخان.
- يجب أن يتضمن نظام استشعار المركبات بالتصوير الفيديو إمكانية عرض الفيديو لعامل تشغيل الموقع في الموقع فورًا أو للمشغلين داخل مركز التحكم المركزي عن بُعد.
- بمجرد ضبط الإعداد، فيجب ألا يتطلب نظام استشعار المركبات بالتصوير الفيديو إجراء تعديلات، ما لم تحدث تعديلات على هندسة الطريق.
- يجب أن يتيح برنامج نظام استشعار المركبات بالتصوير الفيديو إمكانية التهيئة والإعداد وتسجيل البيانات واسترجاعها عبر حاسوب محمول محلي أو حاسوب خاص بمركز إدارة المرور عن بعد. يجب أن يتيح البرنامج للمشغلين وعامل تشغيل الموقع ما يلي:
  - ضبط جميع سمات كاميرا الاستشعار بالفيديو ووظائفها.
  - إجراء أي أعمال معايرة.
  - ضبط حساسية الاستشعار.
  - ضبط عناوين الاتصال وأنماط التشغيل .
  - استرداد البيانات.
  - يجب أن يتضمن سجل التشغيل سجلات الأعطال والأحداث المكتشفة وقت تشغيل الأجهزة (مثل بيانات المرور المقاسة والإنذارات).
- ما لم يُحدَّد خلاف ذلك في معيار أعلى ضمن هذا الجزء (أي الدوائر التلفزيونية المغلقة مثلًا)، فيجب أن تمتثل جميع مواصفات البيانات والاتصالات مع مواصفات (NTCIP ١٢٠١ وNTCIP ٢١٠٦ و١٢٠٩) تمامًا.

٩-٢-١-٢-١٣ برمجيّات نظام الكاميرا القارئة للوحة الترخيص:

- يجب أن يستخدم برنامج التعرف على لوحة الترخيص برنامج فك تشفير يتوافق مع البرنامج المزود للكاميرا الداعمة للتعرف على لوحة الترخيص.
- يجب أن ينشئ برنامج الكاميرا الداعمة للتعرف على لوحة الترخيص ختمًا زمنيًا دقيقًا لكل صورة تُلتقط للوحة ترخيص. يجب أن يُطابق الختم الزمني لحظة التقاط الصورة بدقة.
- تحقيقًا لغرض الختم الزمني للصور، يجب على برنامج الكاميرا الداعمة للتعرف على لوحة الترخيص مزامنة وقته مع وقت مركز إدارة المرور.

٩-٢-١-٢-١٤ برمجيّات التصوير الحراري:

- يجب أن يتمكن نظام استشعار التصوير الحراري إجمالًا من تحديث حل برنامج مركز إدارة المرور بآخر التطورات، بالإضافة إلى أي برنامج/ برمجيّات مراقبة وتحكم احتياطية بالصور والإنذارات، في غضون زمن انتقال يتيح إيقاف المركبة بأمان قبل دخولها مناطق محددة (على سبيل المثال نفق).
- يجب أن ينشئ برنامج كاميرا التصوير الحراري ختمًا زمنيًا دقيقًا لكل صورة تُلتقط للوحة ترخيص. يجب أن يُطابق الختم الزمني لحظة التقاط الصورة بدقة.
- تحقيقًا لغرض الختم الزمني للصور، يجب على برنامج كاميرا التصوير الحراري مزامنة وقته مع وقت مركز إدارة المرور.

٩-٢-١-٢-١٥ برمجيّات كاميرا عين السمكة:

يجب أن يوفر برنامج كاميرا عين السمكة النقاط التالية على الأقل:

- وظيفة التدوير والإمالة والتكبير والتصغير الرقمية (ePTZ) وإنشاء رؤية بانورامية لعرض نقاط اهتمام محددة داخل مجال رؤية الكاميرا.
- القدرة على بث تدفقات التدوير والإمالة والتكبير والتصغير الرقمية والتدفقات البانورامية لمجال الرؤية كاملًا في آن واحد وبمعدلات بت ودقة صورة ومعدلات إطارات مختلفة.
- تتبع حركة الفيديو لإتاحة عرض العديد من جوانب رؤية الكاميرا دون تشويه لتتبع عناصر متعددة ضمن مجال رؤية الكاميرات.
- دعم ١٠ مناطق، على الأقل، يحددها المستخدم لكل كاميرا لاستشعار حركة الفيديو وتتبع المركبات وتصنيف العناصر. تتضمن العناصر التي يجب تصنيفها داخل مجال رؤية الكاميرا (على سبيل المثال لا الحصر) المركبات والشاحنات والمشاة وراكبي الدراجات.
- يجب أن تكون صور الكاميرا مسطحة رقميًا (غير مشوهة)، إما داخل الكاميرا نفسها أو باستخدام البرنامج المزود معها، في الوقت الحقيقي تقريبًا، لتزويد المشغلين برؤية واضحة للطريق خالية من التشويه. يجب ألا يتجاوز زمن انتقال الأجهزة أو البرمجيّات، في إنشاء صورة مسطحة من تدفق الفيديو المستقبل، ثانية واحدة. ملحوظة: لا يتضمن زمن الانتقال الموضح أعلاه التأخير بسبب معدات الإرسال أو البنية التحتية للاتصالات السلكية واللاسلكية بين الكاميرا ومركز إدارة المرور.

٩-٢-٢ مواصفات تركيب الكاميرا:

يتمثل أهم عامل لتحديد موقع كاميرا الدوائر التلفزيونية المغلقة في مدى ملاءمة الموقع لأداء الدور التشغيلي الذي صُممت لأجله. إذا تساوت جميع العوامل الأخرى، فقد يتوفر لممارس نظام النقل الذكي خيارات عديدة لتصميم نوع حامل الكاميرا.

يجب مراعاة وجود كاميرات إضافية لتكملة تغطية الدوائر التلفزيونية المغلقة، حيث قد يتعذر توفير تغطية كاملة باستخدام كاميرا واحدة.

تتمثل الخيارات الثلاثة الممكنة فيما يلي:

- التثبيت على عمود.
- على لافتة أو هيكل قائم، مثل جسر.
- داخل نفق أو على جدار أو على جدار ممر سفلي.

يُعد العمود القائم بذاته أكثر الهياكل انتشارًا لتثبيت كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة. يوصى بأن يكون ارتفاع العمود لاستخدامه في الطرق الرئيسة أو الطرق السريعة أو مشاريع الطرق ١٥ مترًا، وقد يُبرر تطبيق ارتفاعات العمود من ٢٠ إلى ٢٥ مترًا في بعض المواقع بحسب التضاريس والعوائق والجسور وهندسة المحول الجيومترية، وما إلى ذلك. ولا تتعلق الارتفاعات المناسبة لمشاريع الطرق المحلية دائمًا بزيادة الارتفاع: أعمدة بارتفاع ٦ م و٩ م و١٢ م، بالإضافة إلى نظر كود الطرق السعودي في استخدام أعمدة تتراوح من ١٥ م إلى ٢٥ م، لاستخدامها في المملكة العربية السعودية لمشاريع الطرق المحلية. يجب تقديم مثل هذه التصميمات إذا

طلبها المصمم لإجراء مراجعة رسمية والموافقة عليها كجزء من عملية الموافقة على بوابة التصميم. ويجب اتباع النهج العملي ذاته عند تركيب الأجهزة.

تتطلب المواصفات أقل قدر ممكن من الترتيبات، وعمليًا، يجب مراعاة عدد براغي التثبيت المستخدمة وأبعادها وشكل لوحة القاعدة على أساس كل عمود على حدة. توضع المواصفات لتوفير الإرشادات، إلا أنه لا يوجد سبب يبرر التزام كود الطرق السعودي، أو احتمالية الالتزام، بعدم قبول حل بديل مماثل من حيث الكفاءة، إذا قُدِّم للنظر فيه بطريقة صحيحة. بالنسبة لجميع ارتفاعات العمود، يجب ألا يزيد الانحراف عن ٢٥ ملم في سرعات الرياح ٥٠ كم/ ساعة. يجب اختيار ارتفاع العمود وموقعه بهدف توفير رؤية واضحة خالية من العوائق للطريق.

يجب استخدام نظام خفض الكاميرا في معظم تركيبات الدوائر التلفزيونية المغلقة المثبتة على عمود. يتيح استخدام نظام خفض الكاميرا تسهيل الوصول إلى الكاميرا، وفي كثير من الحالات، يُغني عن استخدام شاحنة بذراع تطويل أو مركبة مماثلة للصيانة، فضلًا عن تقليل الحاجة إلى إغلاق المسار. عادة ما يُتجنب استخدام أنظمة خفض الكاميرا مع كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة الثابتة نظرًا لأن هذه التطبيقات تتضمن تثبيتًا ثابتًا على جدران الأنفاق وأذرع صاري لافتات المرور، وما إلى ذلك، وأثناء عملية التصميم، يجب مراعاة إمكانية استخدام نظام خفض الكاميرا لكاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة الثابتة، متى كان ذلك عمليًا. ويمكن أن يتضمن ذلك نمط جهاز الخفض أو عمود قابل للطي مقسم بثقل موازن.

بالنسبة للعلبة السفلية القائمة على الرافعة المثبتة على عمود، فإنها لا تُوضع على الجانب ذاته لفتحة اليد لرافعة خفض الكاميرا أو أسفل الكاميرا في مكان يمكن خفضها إليه.

يجب على المصممين الذين يرغبون في استخدام حل آخر حصريًا لهيكل العمود تقديم نماذج تصميمات إلى الجهة المختصة للموافقة عليها. ويرجى ملاحظة أنه يُحتمل بنسبة كبيرة طلب تجربة أي عمود مقترح جديدًا.

يتوفر أيضًا للمصممين القدرة على استخدام علبة العمود المثبتة على مفصلات وسطية أو أعمدة مقسمة قابلة للطي، وتعمل جيدًا في أي طرق رئيسة أو طرق سريعة أو طرق ذات وسط محيط يصل ارتفاعه إلى ١٥ مترًا. ويتيح ذلك أيضًا توفر إمكانات تركيب علبة العمود في أماكن أعمدة الدوائر التلفزيونية المغلقة. ويتوفر للمصممين أيضًا استخدام العُلب المركبة على عمود مقسم في مشاريع الطرق المحلية بالنسبة للارتفاعات المنخفضة. وعمومًا، يُستخدم ثقل الموازنة مع هذه الأنواع من الأعمدة. ويتيح ذلك خفض العمود بسهولة لاستيفاء متطلبات صيانة الدوائر التلفزيونية المغلقة المستمرة دون التأثير على الوصول إلى العلبة.

يجب تضمين علبة نظام النقل الذكي والمكونات ذات الصلة في عملية التصميم.

تتضمن مواصفات تصميم موقع علبة نظام النقل الذكي المناسب ما يلي:

- يجب أن تكون علبة وحدة التحكم في كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة مثبتة على الأرض.
- يمكن تثبيت العلبة على عمود في الأماكن التي تتقيد فيها المساحة.
- يجب وضع العلبة المثبتة على الأرض أو العمود على مسافة لا تقل عن الحاجز، بحسب التصميم ونوع الحاجز المستخدم. يرجى الاطلاع على الرسومات القياسية للإلمام بالحدود الدنيا المناسبة.
- يجب وضع العلبة في أكثر مكان أمانًا قدر الإمكان.
- يجب توجيه العلبة بحيث يكون عامل الصيانة موجهًا نحو الطريق أثناء إجراء الصيانة في موقع العلبة.
- يجب أن تكون العلبة في مستوى لا يحتاج فيه المسؤول عن الصيانة إلى سلم متدرج لإجراء الصيانة في موقع العلبة.
- يجب وضع العلبة في أقرب مكان ممكن من الموقع المثبت فيه الكاميرا، ومع ذلك، إذا أُعيق تثبيت العلبة بالقرب من الكاميرا بسبب ظروف الموقع، فيجب تركيب العلبة على بعد مسافة تصل إلى ١٠٠ مترًا كحد أقصى، وإذا تجاوزت المسافة ١٠٠ مترًا، فيجب توفير معززات خطية لإشارات الفيديو أو الإيثرنت. إذا كانت الكاميرا من النوع الداعم لبروتوكول الإنترنت، فإن أقصى مسافة مطلقة ١٠٠ مترًا لكابل إيثرنت من النوع ٦، بحسب قيود كابل الاتصالات. في هذه الحالة، قد يُستخدم كابل الألياف البصرية أحادي النمط لتوجيه الإشارات عبر المسافات البعيدة.
- يجب توفير منصة مستوية لعامل الصيانة أمام العلبة بما يُمكِّن عامل الصيانة من الوقوف عليها أثناء الوصول إلى العلبة.
- يجب توفير ظروف كافية وآمنة قدر الإمكان لوقوف مركبات الصيانة بالقرب من العلبة، وإذا تعذر ذلك، فحدد موقع الكاميرا في مكان يمكن لأفراد الصيانة الوصول إليه سيرًا على الأقدام.
- يرجى الاطلاع على مواصفات الشركة المصنعة لتحديد أقصى مسافة بين العلبة والجهاز المقدم للخدمة في الموقع.

عندما يتعلق الأمر بتصميم العلبة، فهناك مجموعة متنوعة من الشركات المصنعة للمكونات للاختيار من بينها، وعادة ما سيؤثر ذلك على متطلبات المساحة الداخلية للعلبة. في بعض الحالات، قد تشترك أجهزة نظام النقل الذكي المجمعة في العلبة ذاتها أيضًا. سيؤثر ذلك على تصميم حجم العلبة تأثيرًا كبيرًا.

يجب على المصممين الذين يرغبون في تغيير التفاصيل الموجودة في مواصفات علبة نظام النقل الذكي أن يزودوا الجهة المختصة بمثل هذه التغييرات والسعي للحصول على الموافقة للمضي قدمًا.

١٠-نظام استشعار الأحداث المؤتمت (AID)

١٠-١ التصميم:

يتكون نظام الاستشعار المؤتمت عن الأحداث أو نظام الاستشعار بالفيديو من كاميرا فيديو مثبتة فوق الطريق أو على طوله، بزاوية تُطل على مسارات السير. تم تهيئة النظام باستخدام برنامج لجمع البيانات فقط من "مناطق" محددة مسبقًا داخل مسارات السير. تخضع صور الفيديو للمعالجة ببرنامج يستشعر المركبات وسرعتها وحجمها وإشغالها وتصنيفها في كل منطقة.

تُستخدم أنظمة الاستشعار بالفيديو لاستشعار الطرق عندما تبررها شروط أو متطلبات خاصة في تطبيقات نظام النقل الذكي الخاص بالجهة المختصة. نظرًا لأن الاستشعار بالفيديو يعد مكلفًا أكثر من غيره عمومًا بالنسبة لنظام النقل الذكي على الطرق، نظرًا لمتطلبات ارتفاع التركيب (تتراوح من ٣ إلى ٦ أمتار تقريبًا)، ومتانة التركيب، وبتباعد أقصى ٥٠ مترًا بينها في الأنفاق، وعادة ما تُستخدم في الطرق الشريانية، أي عند التقاطعات المزودة بإشارات مرورية أو عند طرق الاقتراب الموصلة إلى التقاطعات المزودة بإشارات مرورية أساسيًا. يجب على المصمم التنسيق مع الجهة المختصة قبل استخدام نظام الاستشعار بالفيديو في أي تقاطع (البروتوكول NTCIP ١٢٠٢).

١٠-١-١ غرض النظام وتسلسل التصميم:

تعرض الأجزاء الفرعية التالية إرشادات وقوائم مراجعة عالية المستوى من شأنها مساعدة استشاري نظام النقل الذكي، من خلال مواصفات ومتطلبات وعمليات متعلقة بتصميم أنظمة النقل الذكية الخاصة بالجهة المختصة. تفترض هذه المناقشة أن الأعمال الهندسية الأولية والاتفاقيات والأعمال التحضيرية تم الانتهاء منها مسبقًا.

تتضمن المعايير المبررة لاستخدام نظام الاستشعار بالفيديو بدلًا من نظام بيانات الراديو ما يلي:

- الحاجة لمشاركة الفيديو في الموقع.
- الحاجة إلى تحري دقة الحجم لكل مسار.
- الحاجة إلى تحري دقة السرعة لكل مسار.

١٠-١-٢ اعتبارات التصميم:

يتكون نظام استشعار المركبات بالتصوير الفيديو من نظام كاميرا فيديو مثبت فوق طريق أو على طوله، بزاوية تُطل على مسارات السير. تم تهيئة النظام باستخدام برنامج لجمع البيانات فقط من مناطق (تراكبات) محددة مسبقًا داخل مسارات السير، وبعد ذلك، تُشغل صورة الفيديو هذه من خلال معالجة البرمجيّات، سواء في الموقع محليًا أو في مكتب الدعم الخلفي عن بُعد، لاستشعار وجود المركبات وسرعاتها وأحجامها.

عند تصميم نظام استشعار المركبات بالتصوير الفيديو، فيجب على مصمم مشاريع الطرق المحلية أو مشاريع الطرق شبة السريعة محاولة اتباع الخطوات الموضحة أدناه.

١- مواقع أجهزة الاستشعار

أ- تُحدد مناطق مواقع أجهزة الاستشعار باستخدام النظام، إما بجمع البيانات أو استشعار الحوادث.

ب- إذا أُستخدم جهاز الاستشعار لجمع بيانات الإشارة، فقد تقتضي احتياجات النظام منطقة استشعار محددة للغاية (على سبيل المثال، مسار معين أو منحدر مدخل، أو نقطة على الخط الرئيس أو هيكل إشارة مرور). وينبغي على المصمم ألا يضع جهاز الاستشعار خارج منطقة الاستشعار هذه. وعادةً ما يكون هذا النوع من الكاميرا بنوع نقطة رؤية ثابتة مع عدسة مناسبة.

ج- إذا كانت أجهزة الاستشعار جزءًا من نظام جمع بيانات ممر، فيجب أن تكون على أبعاد متساوية ومتسقة بطول الممر لتكون فعالة. يجب تحديد أقصى حد للتباعد وفقًا لمتطلبات منطقة الاستشعار والتردد لكل تطبيق، على سبيل المثال، ما ورد في مثال الطريق المُدار، فإن تباعدًا يبلغ ٠,٥ كم تقريبًا سيكون كافيًا.

د- يجب توفير تغطية كاملة لجميع الأنفاق لاستشعار الأحداث، وفقًا لمتطلبات (NFPA ٥٠٢). في حالة التطبيق في الأنفاق، يجب استخدام نظام استشعار المركبات بالتصوير الفيديو لهذه الوظيفة حصريًا، بالإضافة إلى استخدام كاميرات ذات نقطة رؤية ثابتة، وليس الكاميرات الداعمة للتدوير والإمالة والتكبير والتصغير.

٢- هيكل جهاز الاستشعار

نظرًا لأن أجهزة الاستشعار لنظام استشعار المركبات بالتصوير الفيديو أنظمة تشغيلية فوق الطرق، فإنه يُوصى بشدة استخدامها في الهياكل القائمة مثل:

- الجسور.
- الجملونات.
- الأعمدة.
- أسقف/ جدران الأنفاق.

إذا تعذر مشاركة موقع بسبب التباعد أو احتياجات النظام الأخرى، فيجب إنشاء هياكل علوية جديدة. لا تُعد أذرع صاري إشارات المرور أفضل هيكل لتركيب كاميرات نظام استشعار المركبات بالتصوير الفيديو في المملكة العربية السعودية بسبب الانحراف المفرط في ظل ظروف الرياح. إذا أُستخدمت أذرع الصاري، فيجب استيفاء إرشادات سرعة رياح الخلوص الرأسي والانحراف الواردة في إرشادات النشر هذه والرسومات القياسية. عادة ما يجب توفير خلوص لأي هيكل فوق المسار لا يقل عن ٦,٥ مترًا.

٣- الخلوص الرأسي لجهاز الاستشعار والكمية:

يمكن لنظام استشعار المركبات بالتصوير الفيديو استشعار أكبر قدر ممكن للمركبات الموجودة في المسارات، كما هو مشمول في صورة الفيديو. على ارتفاع ٩,٠ أمتار، يمكن لمعظم أنظمة استشعار المركبات بالتصوير الفيديو استشعار ما يصل إلى ثلاثة مسارات في آن واحد. على ارتفاع ٦,٠ أمتار، يمكن لأنظمة استشعار المركبات بالتصوير الفيديو استشعار مسارين في آن واحد.

٤- تهيئة مناطق الاستشعار:

تستشعر أنظمة استشعار المركبات بالتصوير الفيديو المركبات على الطريق بحسب مناطق الاستشعار المحددة داخل البرنامج. عادةً ما يُنظر إليها على أنها "صناديق" تراكب لاستشعار افتراضي موجودة في كل مسار ذي صلة. يستخدم كل مالك لتقنية نظام استشعار المركبات بالتصوير الفيديو نظام برمجي خاص لتحديد مناطق الاستشعار. بمجرد تثبيت النظام، يجب تحديد هذه المناطق لكل مسار سير تُجمَّع البيانات منه.

يجب تعريف كل منطقة استشعار بحيث لا يعبر المنطقة سوى المركبات الموجودة داخل المسار المُستشعر. سيؤدي ذلك إلى التأكد من أن كل منطقة استشعار تجمع بيانات خاصة بالمسار، وأن المركبات لا تُحتسب أكثر من مرة.

يوجد أيضًا نظام استشعار المركبات بالتصوير الفيديو لدى مكتب الدعم الخلفي، حيث يستخدم كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة المثبتة؛ ما يضيف تحليلات إلى "النهاية الخلفية" لصورة الدوائر التلفزيونية المغلقة. تتطلب هذه الأنظمة توفر أجهزة إضافية (خوادم فيديو) تُضاف إليها التحليلات قبل استخدامها من مشغل مركز إدارة المرور. لا تؤثر هذه الأنظمة سلبًا على الفيديو الفعلي، إلا أنها يمكن أن توفر مدخلات في نظام إدارة النقل المتقدم (ATMS) القائم حاليًا، وبمجرد استشعار حدث ما، سيصدر من خلاله إنذار من خلال نظام إدارة النقل المتقدم، أو لن يكون عليه سوى توجيه الصورة إلى جدار الفيديو، وبالتالي إخطار المشغل بالحدث. وتُعد هذه الأنظمة شمولية للغاية، حيث "تعيد التعرف" على الصورة في كل مرة يجري فيها ضبط كاميرا الدوائر التلفزيونية المغلقة. وفي هذا السياق، تتمثل أحد أكبر العيوب لهذه الأنواع من الأنظمة في أنها تتطلب توفر عدد كبير من الأجهزة الإضافية للمعالجة، وعادةً ما يُضاف خادم فيديو إضافي لعدد محدود من كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة.

تفضيل استخدام كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة ذات نقطة رؤية ثابتة لنظام استشعار المركبات بالتصوير الفيديو مُستند على التجارب الدولية التي تشير إلى ترتب استخدام كاميرات داعمة للتدوير والإمالة والتكبير والتصغير على الحصول على قراءات و/ أو استخدام خاطئين. ويتعذر عودة الكاميرات الداعمة للتدوير والإمالة والتكبير والتصغير إلى الموضع الأصلي بدقة تامة بعد الاستخدام، سواء تلقائيًا أو يدويًا، لأن محركات السائر يتعذر عليها تتبع الموضع السابق بالضبط. وينتج عن ذلك "انحراف" الصورة، وقد يُمثل مشكلة كبيرة لنظام استشعار المركبات بالتصوير الفيديو، ولهذا السبب، تُحدد معظم الشركات المصنعة السائدة أنظمة الكاميرا بنقطة رؤية ثابتة بالأبيض والأسود لهذه الوظيفة.

١٠-١-٣ إرشادات الموقع/ التثبيت:

توفر عناصر قائمة التحقق التالية إرشادات للتسهيل على المصمم تحديد مواقع أنظمة الاستشعار بالفيديو والكبائن في الموقع ذات الصلة.

يجب أن يراعي المصمم ارتفاع تركيب الكاميرا (الكاميرات)، إذ يُعد أمرًا بالغ الأهمية لتحري دقة الجهاز. عمومًا، كلما زاد الارتفاع كان ذلك أفضل، يُعد التوجيه باتجاه حركة مرور المسار القادمة أفضل، ويُعد التوجيه باتجاه الغرب/ الشمال أفضل من الشرق (الشمس المشرقة) / الجنوب.

قد يُستخدم نظام الاستشعار بالفيديو في تهيئة جانبية، مباشرة بما يتوافق مع اتجاهات المسارات، أو يمكن وضعه في أي زاوية في الوسط.

بالنسبة لمعظم تطبيقات الطرق، يوفر اتجاه الزاوية دقة محسّنة. ومن الواضح أن وجود ميل في الاتجاه يقلل من حجب المركبة ويتيح تكوينات متعددة لمنطقة الاستشعار.

يوصى بشدة أن توضع أنظمة الاستشعار بالفيديو في موقع مشترك على الهياكل القائمة حاليًا التي تستوفي متطلبات وإرشادات الخلوص الرأسي، مثل الجسور وهياكل الجملون وأذرع الصاري والأعمدة، وما إلى ذلك، وفقًا لما اعتمدته الجهة المختصة.

في حال تثبيت نظام الاستشعار بالفيديو في موقع مُنحدَر، فستقتضي الحاجة وجود كاميرتين، واحدة للمنحدر والأخرى للمسار الرئيس.

التغطية الرأسية لجهاز الاستشعار. يمكن لنظام الاستشعار بالفيديو استشعار المركبات الموجودة في أكبر قدر ممكن من المسارات الظاهرة في صورة الفيديو. على ارتفاع ٩ أمتار، يمكن لنظام الاستشعار بالفيديو استشعار مسارات تصل إلى ثلاث مسارات في آن واحد. على ارتفاع ٦ أمتار، يمكن لنظام الاستشعار بالفيديو استشعار مسارين في آن واحد. بالنسبة للارتفاعات التي تقل عن ٦ أمتار، فلا يمكن الاستشعار سوى عن مسار واحدة فقط لكل كاميرا تدعم نظام الاستشعار بالكاميرا.

يجب استخدام وصلات الإطالة الأنبوبية الرأسية لتوفير الارتفاع الرأسي تحقيقًا لأفضل أداء لنظام الاستشعار بالفيديو.

الطرق الحضرية السريعة

إذا كانت أجهزة الاستشعار تشكل جزءًا من نظام جمع بيانات ممر، فيجب أن تكون متباعدة بمسافة ١,٥ كيلومتر تقريبًا، ما لم تصدر الجهة المختصة توجيهات بخلاف ذلك.

الطرق الحضرية الشريانية والطرق الأخرى

يوصى بترك مسافة ١,٥ كيلومتر تقريبًا لإجراء الاستشعار في مناطق الطرق الحضرية الشريانية.

بالنسبة للمناطق الحضرية، تُعد أذرع سارية إشارة المرور الهيكل المثالي لتركيب كاميرات نظام الاستشعار بالفيديو. وإذا كانت أذرع الصاري مستخدمة، فيجب أن تستوفي إرشادات الخلوص الرأسية الموضحة في الرسومات القياسية. إذا تعذر الاشتراك في موقع بسبب التباعد أو احتياجات النظام الأخرى، فيجب إنشاء هياكل علوية جديدة. وفي هذا السياق، يجب أن يتوافق أي هيكل فوق المسار مع مواصفات (AASHTO) للحد الأدنى من الخلوص.

الطرق الريفية السريعة والطرق الأخرى

تُوضع أنظمة الاستشعار بالفيديو عمومًا وفقًا للتوجيهات الصادرة بمراعاة كل حالة على حدة بالنسبة للطرق الريفية السريعة.

تطبيقات إشارات المرور

يجب تحديد مواقع أنظمة الاستشعار بالفيديو من النوع ٢، المستخدمة في مدخلات وحدة التحكم في إشارة المرور، وفقًا لما توصي به الشركة المصنعة وبما توافق عليه الجهة المختصة.

يجب مراعاة المتطلبات التالية أثناء التصميم، بالإضافة إلى المواصفات ذات الصلة.

يجب أن يراعي التصميم فرصة إمكانية إعداد مناطق متعددة للاستشعار باستخدام كاميرا واحدة، وبالتالي، يُعد نظام النقل الذكي للطرق عمومًا أدق من حيث الحجم والسرعة وطول المركبة (التصنيف) لكل المسار، باستخدام جهاز واحد فقط.

يجب أن يراعي المصمم التأثير المحتمل للأداء نتيجة سوء الأحوال الجوية، مثل الضباب والمطر والغبار، وانعكاس ظلال المركبة وإسقاطها في المسارات المجاورة، وحجبها، والانتقال من النهار إلى الليل، وتباين المركبة/ الطريق، ووجود الماء والاوساخ والكتل الرملية وأنسجة العنكبوت على عدسة الكاميرا.

يجب أن يراعي المصمم أن التشغيل الموثوق للإشارة الليلية يتطلب وجود إنارة في الشوارع.

يجب أن يراعي المصمم أن ارتفاع تركيب الكاميرا يجب أن يتراوح من ٩ إلى ١٥ مترًا (قياسيًا) (بالنسبة لتهيئة التركيب الجانبي) للحصول على أفضل استشعار للمركبات ولقياس سرعتها.

يجب أن يراعي التصميم أن بعض طُرز نظام الاستشعار بالفيديو معرضة لحركة الكاميرا بفعل الرياح القوية أو اهتزاز هيكل الكاميرا المثبتة عليه.

يجب تعريف كل منطقة استشعار بحيث لا يعبر المنطقة سوى المركبات الموجودة داخل المسار المُستشعر. وسيضمن ذلك التأكد من أن كل منطقة استشعار تجمع بيانات خاصة بالمسار، وأن المركبات لا تُحتسب أكثر من مرة.

تقتضي الضرورة متانة التثبيت (لا يمكن تركيب الكاميرا على سلك ببحر ممتد).

يجب أن يتيح نظام الاستشعار بالفيديو إمكانية ضبط منطقة الاستشعار لاستيعاب اختلافات المنظور نتيجة تباين ارتفاع الكاميرات وزواياها .

يجب أن يُزوَّد نظام الاستشعار بالفيديو للعمليات النهارية والليلية.

يجب أن تكون الأبعاد البؤرية قابلة للضبط بما يعادل عروض مسارات الاقتراب، وفقًا لمقاسها عند خط التوقف، أي بما يساوي ١٠٠ بالمائة من العرض الأفقي للرؤية.

١٠-٢ مواصفات نظام استشعار الأحداث المؤتمت:

يجب أن يتضمن نظام استشعار الأحداث المؤتمت تجميعات تشمل المكونات التالية على الأقل: (١) كاميرا (كاميرات) الاستشعار بالفيديو مع لوازم التركيب، (٢) أجهزة تحليل الفيديو للاستشعار المؤتمت عن الأحداث، (٣) خادم الاستشعار المؤتمت عن الأحداث، (٤) برنامج الاستشعار المؤتمت عن الأحداث، (٥) توصيل كابلات كاميرا (كاميرات) الاستشعار بالفيديو إلى علبة نظام النقل الذكي، (٦) واجهة شبكة الاتصالات.

يجب تزويد نظام استشعار الأحداث المؤتمت وتركيبه لتوفير استشعار الأحداث في الوقت الحقيقي كما هو موضح في رسومات مشروع التصميم التفصيلي. يجب أن يؤدي استشعار الأحداث المؤتمت وظائفه في ظروف الإنارة وظروف الطقس المختلفة.

يجب أن يتفاعل نظام استشعار الأحداث المؤتمت مع مجموعة من كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة، شاملة الكاميرات الداعمة للتدوير والإمالة والتكبير والتصغير، للحصول على صور البث المباشر.

يجب على نظام استشعار الأحداث المؤتمت إنذار مشغل مركز إدارة المرور في غضون ٢٠ ثانية من وقوع الحادث.

يجب أن يكتشف نظام استشعار الأحداث المؤتمت ما لا يقل عن ٩٠٪ من جميع الأحداث الواقعة داخل منطقة الاستشعار المهيئة.

يجب أن يتيح استشعار الأحداث المؤتمت وسيلة لتسجيل تدفقات الفيديو بتنسيق (MPEG ٤/ h.٢٦٤) لإمكانية استخدامها لاحقًا.

يجب أن يغطي نظام استشعار الأحداث المؤتمت ٤ مسارات على الأقل.

يجب أن يتفاعل نظام استشعار الأحداث المؤتمت مع شبكة الاتصالات القائمة على بروتوكول الإنترنت لإرسال التنبيهات والإنذارات إلى مشغلي مركز إدارة المرور.

يجب أن يتضمن نظام استشعار الأحداث المؤتمت إمكانية استشعار أنواع الأحداث التالية (على الأقل) وإنذار مشغلي مركز إدارة المرور بها:

١- الأحداث المرورية
   أ- المركبات المتوقفة.
   ب- السير المعاكس للمرور.
   ج- مستويات الخدمة.
   د- انخفاض السرعة.
   ه- تجاوز السرعة.
   و- ازدحام مروري.
٢- الأحداث غير المرورية
   أ- استشعار انبعاث دخان ونشوب حريق.
   ب- المشاة والحيوانات.
   ج- المخلفات والبضائع المفقودة.
٣- بيانات المرور
   أ- سرعة التدفق.
   ب- إشغال المنطقة.
   ج- عدّ حجم المرور.
   د- الفجوة الزمنية.
   ه- الكثافة لكل مسار.
   و- تصنيف المركبات.
٤- الإنذارات الفنية
   أ- فقدان الفيديو.
   ب- ضعف جودة الفيديو/ إعاقة رؤية العدسة.
   ج- فقدان مصدر الطاقة لأي من معدات استشعار الأحداث المؤتمت في الشارع
   د- تحريك/ العبث في أي من معدات استشعار الأحداث المؤتمت في الشارع.

يجب أن يتضمن نظام استشعار الأحداث المؤتمت إمكانية الاستشعار عما لا يقل عن ١,٠٠٠ حدث ومراقبتها في آن واحد (وفقًا لبروتوكول NTCIP ١٢٠٢).

يجب أن يتضمن نظام استشعار الأحداث المؤتمت إمكانية بث الفيديو إلى مركز إدارة المرور، بناء على طلب مشغل مركز إدارة المرور.

١١-اللافتات الإلكترونية

١١-١ التصميم:

١١-١-١١ غرض النظام وتسلسل التصميم:

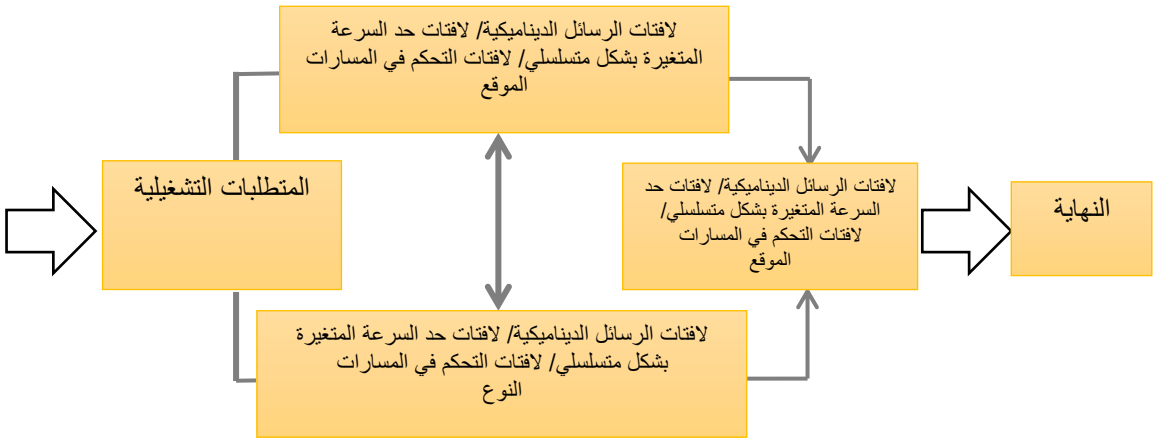
تتمثل الوظيفة الأساسية لنظام لافتات الرسائل الديناميكية/ لافتات التحكم في المسارات/ لافتات حد السرعة المتغير في توفير معلومات المتنقل وتحقيق أقصى قدر من السلامة. تتنوع طبيعة هذه المعلومات، إلا أن الهدف منها هو نشر معلومات حالة الطريق للمتنقلين حتى يتمكنوا من اتخاذ قرارات مستنيرة فيما يتعلق برحلتهم و/ أو مسارهم المقصود. وتتضمن الفوائد الثانوية، بما يتوافق مع تحسين تعليم السائق وتعزيز سلوكيات استخدام المسارات والحد من السرعة، إجراء تحسينات على استيعاب الطرق وسلامتها.

تتضمن بعض الاستخدامات النموذجية للافتات الرسائل الديناميكية إخطار المتنقلين بما يلي:

- إغلاق طريق بالكامل.
- إغلاق الأنفاق.
- إغلاق المسار (لوجود حدث ما أو للصيانة/ الإنشاء أو حوادث، وما إلى ذلك).
- الظروف الجوية/ ظروف الطريق.
- فعاليات خاصة.
- حد سرعة الطريق/ المسار.
- تغيير فتح/ إغلاق المسار.
- أوقات التنقل.
- أعمال الطريق المستقبلية.
- رسائل السلامة المجدولة (على سبيل المثال، إعلانات سائقي المركبات).
- اختبار اللافتة.

لتعزيز فعالية لافتات الرسائل الديناميكية/ لافتات التحكم في المسارات/ لافتات حد السرعة المتغير ولتقليل التهديدات المحتملة التي تهدد سلامة السائق؛ يجب مراعاة نوع اللافتة وموضعها والهيكل الداعم لها بعناية عند تصميم أي لافتة جديدة واستخدامها. وفي بادئ الأمر، يجب مراعاة المتطلبات التشغيلية لأي غرض تفي به اللافتة؛ وسيحدد ذلك الموقع العام ونوع اللافتة. بينما ستحدد هذه المتطلبات التشغيلية والموقع هيكل الدعم المطلوب. يمكن ببساطة استعراض عملية التصميم من خلال الشكل (١١-١).

تتضمن تطبيقات لافتات الرسائل الديناميكية أحجامًا متباينة (صغيرة/ متوسطة/ كبيرة) توفر جميع أنواع المعلومات بطول معين بحسب الحاجة التي يقتضيها موقع التثبيت. وتُقيَّد تطبيقات لافتات حد السرعة المتغير بحدود السرعة المحددة للمسار أو الطريق. وتشمل تطبيقات لافتات التحكم في المسارات فتح/ إغلاق/ تغيير المسار وقيود المرور المتغيرة وحد السرعة المتغير وأزمان الانتقال وتحذير الازدحام والاستخدام المؤقت لكتف الطريق وإشارات مسار الخطر. تُستخدم الإشارات ذات السهم الأخضر المتجه لأسفل أو التي تعرض حد السرعة الإلزامي (مفضل) للإشارة إلى أن المسار مفتوح للمرور المواجه للإشارة. ويشير الأكس الأحمر (X) أيضًا إلى أن المسار مغلقة أمام المرور. ويمكن أن تعرض لافتات التحكم في المسارات/ لافتات الرسائل الديناميكية/ لافتات حد السرعة المتغير الأخرى رسومات ملونة كاملة أو نصًا يتغير حسب الاستخدام المقصود منه. يجب أن تشمل اللافتات الإلكترونية، في الوقت الحاضر وفي المستقبل، جميع التطبيقات والوظائف المقدمة، مع تزويد سائقي المركبات بجميع المعلومات، حتى الفيديو أو الصور، وستدعم شبكات الجيل الخامس والألياف البصرية مثل هذا التقدم.



الشكل (١١–١) مسار تصميم اللافتات الإلكترونية.

تتنوع مواصفات/ متطلبات الصناعة المتعلقة بلافتات الرسائل الديناميكية/ لافتات حد السرعة المتغير/ لافتات التحكم في المسارات، وتستند إلى اتصالات النقل الوطنية لبروتوكول أنظمة النقل الذكية (NTCIP).

يجب الاطلاع على الجزء الحالي بالاقتران مع الأجزاء (٤-٣ و٤-٥ و٤-٦) من كود الطرق السعودي ٦٠١ (هندسة المرور) والباب (٤) من كود الطرق السعودي ٨٠١ (متطلبات المركبات ذاتية القيادة).

١١-١-٢ اعتبارات التصميم:

تهدف القائمة التالية إلى أن تكون دليلًا ذا مستوى عالٍ لمساعدة جميع المهندسين والممارسين والبائعين والاستشاريين من خلال العديد من المواصفات المرتبطة بتصميم لافتات الرسائل الديناميكية/ لافتات حد السرعة المتغير/ لافتات التحكم في المسارات. ويتوافق كل قسم في القائمة مع قسم من هذا الباب من هذا المجلد. تتضمن الأجزاء المشار إليها الخلفية والتفاصيل واللوائح المحددة أو الإرشادات المتعلقة بعملية تصميم لافتات الرسائل الديناميكية/ لافتات حد السرعة المتغير/ لافتات التحكم في المسارات.

يجب اتباع المواصفات المضمنة في هذا المجلد عند تصميم نظام لافتات الرسائل الديناميكية/ لافتات حد السرعة المتغير/ لافتات التحكم في المسارات جديدة لتقديمها. تقتضي الضرورة ملاحظة/ توضيح أنه ستوجد حالات لا يمكن فيها استيفاء جميع المواصفات الواردة في هذه الإرشادات بحسب بعض الحالات أو المواقع الصعبة. يجب على المصمم توضيح سبب اتخاذ قرار التثبيت تفصيلًا، على الرغم من عدم قدرته على استيفاء جميع المواصفات، والموافقة عليه من الجهة المختصة في النهاية. تهدف هذه العملية إلى تزويد الممارسين بالتوجيهات، بالإضافة إلى توفير مطابقة الجهة المختصة فيما يتعلق بتركيبات لافتات الرسائل الديناميكية/ لافتات حد السرعة المتغير/ لافتات التحكم في المسارات.

يجب مراعاة هذا المجلد بالاقتران مع الجزء ٤-١-١١-٢ من KSA-801 (MoMRAH, 2014) والدليل الموحد لأجهزة التحكم المروري لدى مجلس التعاون الخليجي، قبل استخدام التصميم. على وجه الخصوص، يجب النظر في KSA - ٨٠١ (MoMRAH, 2014) نظرًا لأن نشر إستراتيجية ITS العامة موصوف للمملكة العربية السعودية.

١١-١-٣ اللافتات الإلكترونية في الأنفاق:

يجب توفير اللافتات الإلكترونية (لافتات الرسائل الديناميكية/ لافتات حد السرعة المتغير/ لافتات التحكم في المسارات) داخل الأنفاق وعلى الطرق، بما يتيح لمشغل النفق إدارة المرور في مختلف الظروف والأحداث من خلال توفير معلومات/ التوجيه لمستخدمي النفق عند فتح/ إغلاق/ تغيير المسار، بالإضافة إلى قيود المرور المتغيرة وحد السرعة المتغير. ترد الخصائص الفنية لتلك اللافتات الإلكترونية في الجزء ذي الصلة من هذا المجلد.

سيُنفَّذ تشغيل اللافتات من خلال أنظمة التحكم الإشرافي والحصول على البيانات (SCADA) الخاصة بالأنفاق باتباع خطط إدارة المرور ومراقبتها المحددة مسبقًا في مستنج وثيقة الإشعار المرحلي (IAN ٠٢٠) ومواصفة (NFPA ٥٠٢) التي تحديد مستويين لمتطلبات مراقبة المرور بحسب فئة النفق:

المستوى ١: منع المرور من الاقتراب من بوابة النفق.

المستوى ٢: منع المرور من دخول مداخل النفق المباشرة.

يجب أن تتضمن وسائل منع المرور من دخول النفق ما يلي:

- لافتات التحكم في المسارات.
- لافتات الرسائل الديناميكية (DMS).
- لافتات حد السرعة المتغير.
- إشارات مرور عند مداخل النفق والبعض منها في بعض مناطق محددة داخل النفق.
- لافتات مرور حمراء (لافتات حمراء وامضة في لافتات الرسائل الديناميكية) / مصابيح كهرمانية وامضة.
- استخدام مختلف وسائل الاتصال لتعزيز مستوى الوعي العام (الراديو ولافتات الرسائل الديناميكية والبلوتوث® وخرائط جوجل ومعلومات نظام تحديد المواقع العالمي).

عند وقوع حدث أو حادث، يتلقى مركز إدارة المرور الخاص بالنفق إنذارًا تحذيرًا، ويجب أن يعمل تلقائيًا على تنشيط لافتات الرسائل الديناميكية/ لافتات حد السرعة المتغير/ لافتات التحكم في المسارات الخاصة بمدخل النفق لتحذير السائقين لتقليل السرعة أو التوقف إذا لزم الأمر. سيتابع المشغل الموقف ويُفعِّل إغلاق النفق باستخدام أمر واحد من محطة نهاية الخط لمركز إدارة المرور.

يجب أن يتوفر لدى مشغل مركز إدارة المرور تعليمات إغلاق النفق كليًا أو جزئيًا عن طريق لافتات الرسائل الديناميكية ولافتات التحكم في المسارات وأي وسائل أخرى متاحة لإغلاق النفق تلقائيًا في حال وقوع الأحداث التالية:

- نشوب حريق في النفق.
- انسكاب مادة خطرة في النفق.
- انقطاع كامل في التيار الكهربائي، شاملًا إمدادات الطاقة في حالات الطوارئ.
- تعطل كامل في الإنارة.
- حدوث مستويات عالية من التلوث الخطير.
- أسباب حرجة أخرى تتعلق بالسلامة (اصطدام مروري في الطرق، وما إلى ذلك).

يجب وضع لافتات الرسائل الديناميكية، عند الاقتضاء، على بوابات النفق وعلى طرق المداخل لإعلام المرور في الأنفاق وتحويلها وإخلاء المرور في اتجاه المقصد لأحداث الحرائق في الأنفاق.

يجب دعم لافتات الرسائل الديناميكية من خلال رسائل لافتات التحكم في المسارات ولافتات حد السرعة المتغير وإشارات المرور. يجب برمجة الرسائل المعتمدة المحددة مسبقًا في وحدات التحكم بلافتات الرسائل الديناميكية لتنفيذها.

١١-١-٤ إرشادات الموقع/ التثبيت

يجب النظر في استخدام لافتات الرسائل الديناميكية قبل جميع نقاط اتخاذ القرار الاستراتيجية الرئيسة، والجسور القنطرية للافتات حد السرعة المتغير ومداخل الطرق شبه السريعة. يمكن أيضًا استخدام لافتات الرسائل الديناميكية المفصلة حسب الطلب على الطرق المحلية تحقيقًا لأغراض معلوماتية محددة. بغض النظر عن الموقع، يجب التحقق من خصائص الموقع في المنطقة المجاورة للافتات الرسائل الديناميكية المخططة. تُحدِّد هذه الخصائص كمّ المعلومات التي يمكن عرضها. تتضمن الخصائص ذات الصلة ما يلي:

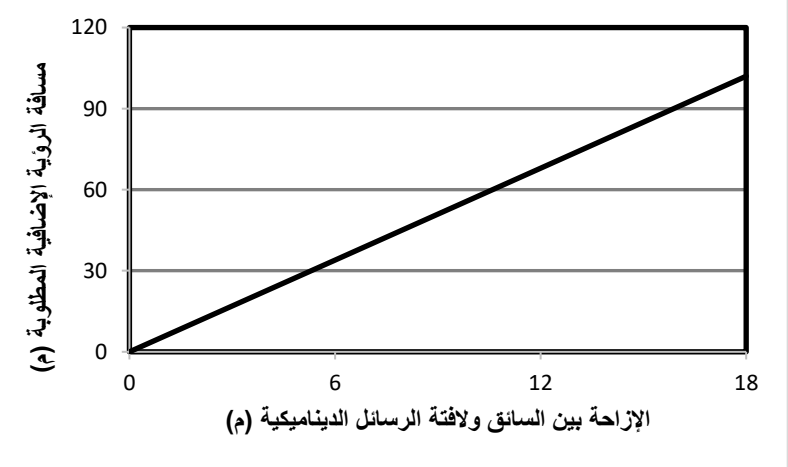
- سرعة تشغيل الطريق (عادةً ما يكون الحد الأقصى للسرعة).
- وجود أي منحنيات رأسية تؤثر على مسافة الرؤية وخصائصها.
- وجود منحنيات وعوائق أفقية، مثل الأشجار أو دعامات الجسور، التي تقيد مسافة الرؤية إلى لافتات الرسائل الديناميكية المحيطة بالمنحنى.
- موقع لافتات الرسائل الديناميكية بالنسبة لاتجاه أشعة الشمس (بالنسبة للظروف النهارية).
- وجود اللافتات الإرشادية الثابتة في المنطقة المجاورة وعددها ومعلومات عنها.
- موقع لافتات الرسائل الديناميكية قبل نقاط اتخاذ القرار والطرق البديلة المخطط لها.
- تقييم الإزعاج الخفيف المحتمل للممتلكات المجاورة أو المرافق العامة الأخرى في البيئات الحضرية.
- العناصر الجمالية بالنسبة لتطبيقات الطرق المحلية.
- يجب الأخذ في الاعتبار خصائص الموقع بالقرب من مواقع لافتات الرسائل الديناميكية المخطط لها، بما يشمل ما يلي:
  - امنح السائق الوقت الكافي (حوالي ١١ ثانية) للتعرف على اللافتة وقراءة الرسالة الموجودة على اللافتة والتقرير بشأن الاستجابة للرسالة الموجودة على اللافتة وإجراء التعديلات (إشارات الانعطاف وتغيير المسار) استجابةً للرسالة الموجودة على اللافتة.
  - حدد موقع لافتات الرسائل الديناميكية في مكان تكون مرئية فيها بوضوح، دون أن تعيقها هياكل أو نباتات أو إمدادات الطاقة الحالية وما إلى ذلك، حسب الاقتضاء، وقد يفكر المصمم في إزالة الغطاء النباتي الموجود في حال التأثير على رؤية لافتات الرسائل الديناميكية.
- يجب أن يكون مكان وضع لافتات الرسائل الديناميكية مرئيًا بوضوح ومن دون عوائق ويساعد على رؤية رسالة لافتات الرسائل الديناميكية ويتيح للسائق الوقت الكافي لقراءة الرسالة ومعالجتها والاستجابة لها
- يجب أن تُوضع لافتات الرسائل الديناميكية على مقاطع مستقيمة من الطريق إن أمكن. إذا تحتم وضع لافتات الرسائل الديناميكية على منحنى، فيجب أن تكون مائلة نحو الطريق للتحقق من أن مخروط الرؤية يصل إلى مسافة ٣٠٠ مترًا، ووفقًا لموافقة الجهة المختصة.
- ضع لافتات الرسائل الديناميكية في مكان لا يتعارض مع المرافق الموجودة تحت الأرض أو فوق الأرض.
- يجب ألا تُوضع لافتات الرسائل الديناميكية على ميل ردم أكبر من ١ (مسافة رأسية) : ٣ (مسافة أفقية) للحدّ من انجراف الموقع وتقليل تكاليف الإنشاء وإطالة عمر هيكل الجهاز.
- تعتمد متطلبات رؤية لافتات الرسائل الديناميكية على سرعة الطريق ونوعه. وتعرض المسافات ظروف النهار العادية.
- يجب أن يكون موقع لافتات الرسائل الديناميكية قريبًا من إمدادات الاتصالات والطاقة القائمة قدر الإمكان لتبسيط التصميم وتقليل التكاليف.
- يجب على المصممين تنسيق الموقع المقترح للافتات الرسائل الديناميكية مع الجهة المحلية المسؤولة عن عمليات التشغيل المروري على الطريق.

تعيين الموضع الطولي للافتات الرسائل الديناميكية/ لافتات حد السرعة المتغير/ لافتات التحكم في المسارات

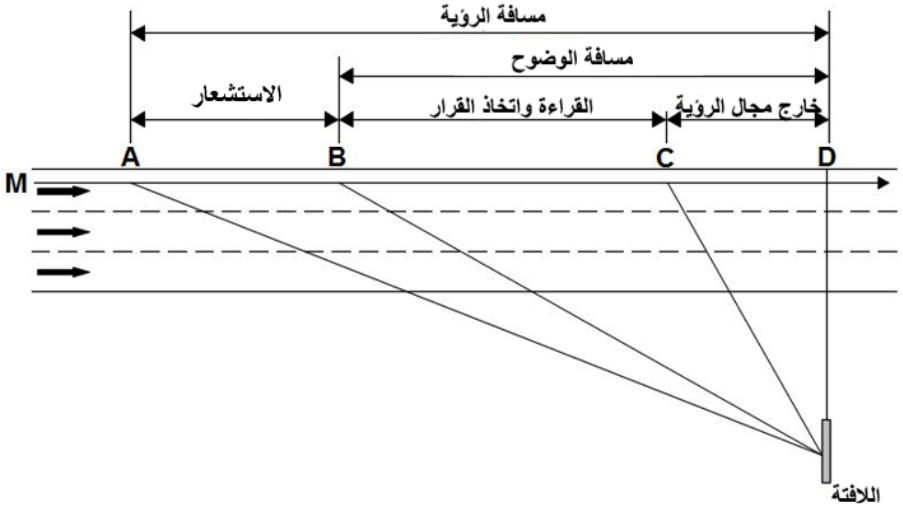
تتمثل الاعتبارات الرئيسة المتعلقة بتعيين الموضع الطولي للافتات الرسائل الديناميكية/ لافتات حد السرعة المتغير/ لافتات التحكم في المسارات في تقليل عوائق لافتات الرسائل الديناميكية/ لافتات حد السرعة المتغير/ لافتات التحكم في المسارات، ومن خلال توفير أقصى مجال رؤية لرسالة لافتات الرسائل الديناميكية/ لافتات حد السرعة المتغير/ لافتات التحكم في المسارات، وإتاحة الوقت الكافي للسائق لقراءة الرسالة ومعالجتها والاستجابة لها (الشكل ١١-٢).

يمكن تقسيم طريق الاقتراب من اللافتة إلى المناطق الثلاث التالية (الشكل ١١-٣):

- منطقة الاستشعار.
- منطقة القراءة واتخاذ القرار.
- المنطقة خارج مجال الرؤية.



الشكل (١١–٢) الإزاحة الجانبية مقابل مسافة الرؤية المطلوبة (NTCIP 1203v02.35).



الشكل (١١–٣) قابلية رؤية لافتة الرسائل الديناميكية (NTCIP 1203v02.35).

منطقة الاستشعار: عند السير بسرعات على الطريق (من ٨٠ إلى ١٢٠ كم/ ساعة)، يجب أن تكون لافتة الرسائل الديناميكية واضحة للسائق القادم ضمن مسافة تتراوح من ٣٠٠ إلى ٦٠٠ مترًا تقريبًا. ينبغي أيضًا زيادة مسافة الرؤية إذا وُضعت لافتة الرسائل الديناميكية في إزاحة عن مسار السير، وفق الجدول (١١-١) والجدول (١١-٢).

منطقة القراءة واتخاذ القرار: كقاعدة عامة، عادةً ما تحتوي لوحات الرسائل في لافتة الرسائل الديناميكية المستخدمة على الطريق على مساحة تكفي ثلاثة أسطر لكتابة ٢١ حرفًا في كل سطر.

- لنشرها في الطرق الحضرية بسرعات تشغيل أقل من ٨٠ كم/ ساعة، يجب ألا تقل منطقة القراءة واتخاذ القرار عن ٢٥٠ مترًا.
- لنشرها في الطرق بسرعات تشغيل أكبر من ٨٠ كم/ ساعة، يجب ألا تقل منطقة القراءة واتخاذ القرار عن ٣٠٠ مترًا.
- يمكن رؤية الحروف الفردية التي يبلغ ارتفاعها ٣٠ سم من على بعد مسافة ٢٠٠ مترًا تقريبًا في ظل الظروف العادية.
- يمكن رؤية الحروف الفردية التي يبلغ ارتفاعها ٤٥ سم من على بعد مسافة ٣٣٥ مترًا تقريبًا في ظل الظروف العادية.

يحتاج السائقون إلى ثانية واحدة تقريبًا لقراءة كل كلمة في الرسالة وفهمها. وبالنسبة للسير بسرعة ١٠٠ كم/ ساعة تقريبًا، فإن هذا يُشير إلى وقت كافٍ تقريبًا لقراءة رسالة مكونة من ١٠ كلمات وفهمها. يجب مراعاة ارتفاع الحرف ومخروط الرؤية والموضع الجانبي عند تحديد موضع اللافتة لتلبية متطلبات مسافة الرؤية.

المنطقة خارج مجال الرؤية: بمجرد أن يقترب السائق من اللافتة، فلن يتمكن من قراءة الرسالة. حيث تُحدَّد المسافة وفقًا لزاوية عرض اللافتة والهيكل الذي توضع عليه والموضع الجانبي لها.

الجدول (١١–١) إرشادات تعيين الموضع الطولي للافتة الرسائل الديناميكية (NTCIP 1203v02.35).

المواصفات	الإرشاد
قابلية الرؤية	• يجب أن يوفر موقع اللافتة مسافة رؤية للسائقين لا تقل عن ٢٥٠ مترًا، ومن ٣٠٠ إلى ٦٠٠ مترًا على أفضل حال. • وعلى الطرق شبة السريعة، يجب وضعها على مسافة ٢٥٠ إلى ٣٠٠ مترًا على الأقل من أقرب لافتة اتجاهية ثابتة. • يجب وضعها على مقاطع مستقيمة من الطريق، حيثما وكلما يكون ذلك ممكنًا. • إذا كانت هناك ضرورة لوضع اللافتة على أحد المنحنيات، فيجب وضعها بزاوية مائلة نحو الطريق. • يجب وضع اللافتة بزاوية لتفادي تأثير شروق الشمس وغروبها على الرؤية.
زمن رد الفعل	يجب وضع لافتتين من لافتات الرسائل الديناميكية / لافتات التحكم في المسار / لافتات حد السرعة المتغير بشكل متسلسل على مسافة لا تقل عن ٣٠٠ مترًا ؛ على مسافة ١,٠ كيلو مترًا أو أكثر على النحو الأمثل. يجب وضعهما على مسافة ٣٠٠ مترًا على الأقل من اندماج المسار أو تمدده. يجب وضعهما على مسافة تتراوح بين ١,٥٠ إلى ٦,٠ كيلو مترًا (لا تقل عن ١,٥٠ كيلو مترًا) قبل أي مسار بديل أو نقطة قرار رئيسة حيثما أمكن ذلك. يجب عدم وضعهما في حدود ٦٠ مترًا من التقاطعات المزودة بالإشارات.
التكلفة	يجب وضعها في أقرب موضع من الاتصالات والطاقة القائمة لتقليل التكاليف. يجب تجنب وضعهما على مقاطع ذات ميل ردم أكبر من من ١ (مسافة رأسية) : ٣ (مسافة أفقية) (لتقليل انجراف الموقع، وتقليل تكاليف أعمال الإنشاء، وإطالة عمر هيكل الجهاز)،

الجدول (١١–٢) مسافة رؤية لافتة الرسائل الديناميكية مقابل حد السرعة مقابل نوع الطريق (NTCIP 1203v02.35).

متطلبات مسافة قابلية القراءة	الطرق شبة السريعة	الطرق الشريانية ذات الوصول المحدود	الطرق الشريانية الرئيسة
أقل من ٨٠ كم / ساعة	غير معروف	٢٠٠ مترًا	٢٠٠ مترًا
٨٠ إلى ١٠٠ كم / ساعة	٢٥٠ مترًا	٢٥٠ مترًا	٢٥٠ مترًا
أكثر من ١٠٠ كلم / ساعة	٣٠٠ مترًا أو أكثر	٣٠٠ مترًا أو أكثر	غير معروف

تعيين الموضع العرضي

يجب وضع هيكل لافتات الرسائل الديناميكية بعيدًا بما يكفي خلف حاجز السلامة أو خارج المنطقة الخالية للالتزام بقيم الحد الأدنى من الخلوص. سيتطلب إزاحة لافتات الرسائل الديناميكية (المسافة الأفقية من اللافتة كدالة في مسار السير) زيادة مسافة الرؤية لرؤية اللافتة بوضوح والتفاعل معها.

الجدول (١١–٣) المعايير العرضية للافتة الرسائل الديناميكية (NTCIP 1203v02.35).

المواصفات	الإرشاد
جميع لافتات الرسائل الديناميكية	يجب وضع جميع اللافتات خارج المنطقة الخالية أو حمايتها بواسطة حاجز مقاوم للاصطدام داخل المنطقة الخالية.
	يجب مراعاة المسافة بين مركز لافتة الرسائل الديناميكية وخط رؤية السائق الأمامي (الإزاحة) عند وضع لافتة الرسائل الديناميكية.
	على الطرق التي يبلغ الحد الأقصى للسرعة عليها ١٠٠ كم/س، ينبغي ألا يبعد مركز اللافتة عن عدة أمتار عرضية من خط رؤية السائق الأمامي .

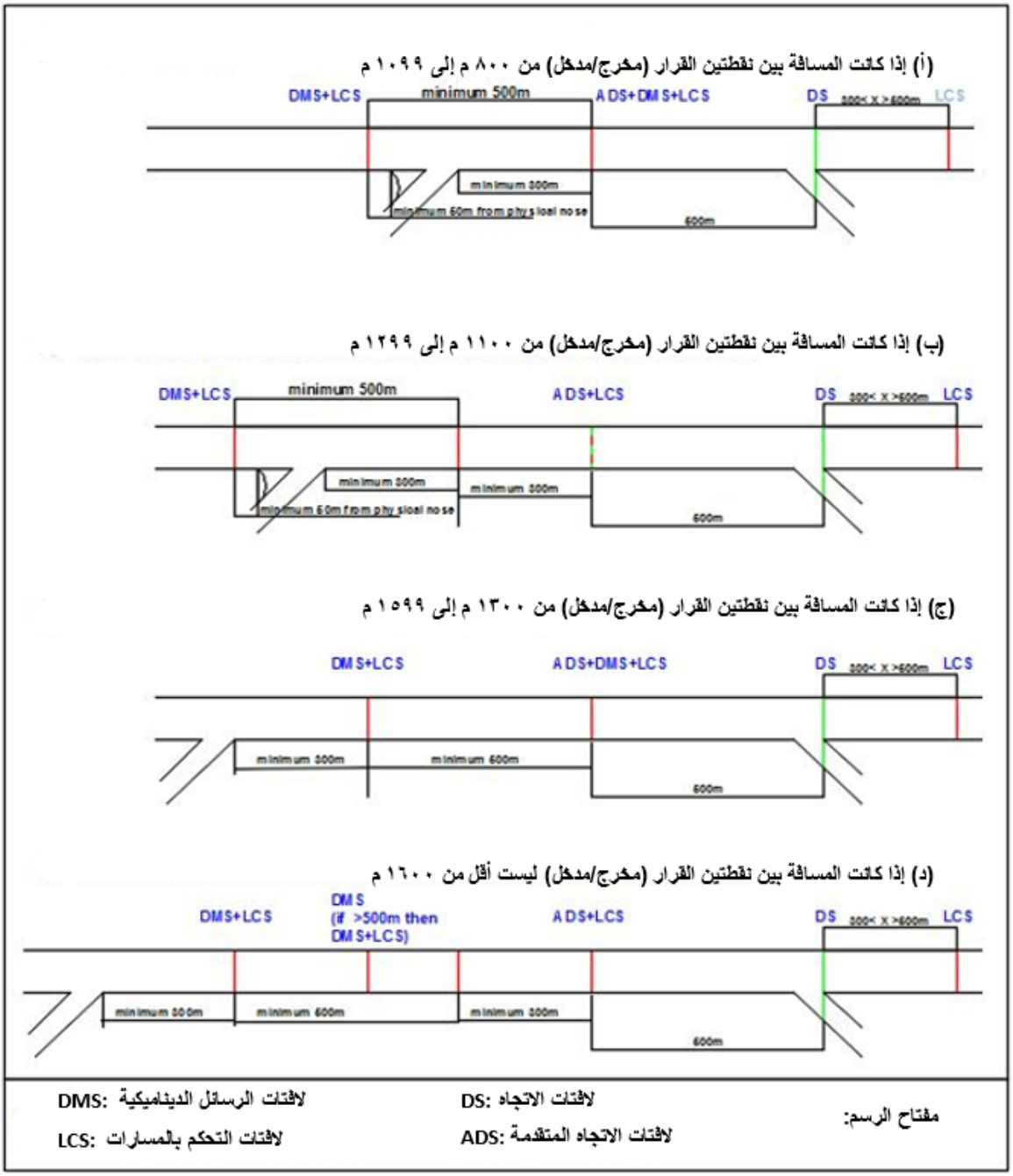
تعيين الموضع الرأسي

تؤثر المحاذاة الرأسية للطريق على رؤية لافتات الرسائل الديناميكية. إذا كان هناك عدد محدود من المواقع المحتملة المتاحة، فمن الأفضل السير في منحدر تصاعدي طفيف.

الجدول (١١–٤) المعايير الرأسية للافتة الرسائل الديناميكية (NTCIP 1203v02.35).

المواصفات	الإرشاد
جميع لافتات الرسائل الديناميكية	حيثما أمكن، يجب وضعها على مقاطع من الطريق تكون مستوية قدر الإمكان (درجة ميل أقل من ١٪). يمكن وضع اللافتات على مقاطع تصل درجة ميلها إلى ٤٪.
	يجب ألا توضع على مقاطع من الطريق التي تصل درجة ميلها ٤٪ أو أكثر (يمكن التنازل عن ذلك إذا وضعت اللافتة على ميل موجب مباشرةً بعد ميل سالب مماثل. في هذه الحالات، ينبغي النظر في توسيع مخاريط الرؤية تعويضًا عن تقليل مسافة الرؤية الناتجة عن الميل).

يحتاج المصممون إلى التأكد من أن أي وضع مخطط له فيما يخص موقع لافتات الرسائل الديناميكية لا يتعارض مع اللافتات الاتجاهية القائمة (DS) واللافتات الاتجاهية المتقدمة (ADS) على مسار الطريق. يعرض الشكل (١١-٤) إرشادات متعلقة بوضع لافتات الرسائل الديناميكية ولافتات التحكم في المسار بالتزامن مع اللافتات الثابتة.



الشكل (١١–٤) إرشادات وضع اللافتات الإلكترونية (NTCIP 1203v02.35).

١١-١-٥ اختيار نوع اللافتة

يؤثر اختيار نوع اللافتة الإلكترونية، وتهيئة شاشة العرض، والتقنية المستخدمة بصورة مباشرة أو غير مباشرة على رؤية الرسالة التي يجب عرضها على لافتات الرسائل الديناميكية ولافتات التحكم في المسار ولافتات حد السرعة المتغير الفعلية الموضوعة على الطريق.

تعرض لافتات الرسائل الديناميكية الأحرف والرموز بتنسيق مصفوفة، والتي تُصمم عادةً بأحد الأنماط الثلاثة التالية:

- مصفوفة أحرف.

- مصفوفة أسطر.
- مصفوفة كاملة.

يجب أن تكون جميع لافتات الرسائل الديناميكية الدائمة المستخدمة في المملكة العربية السعودية ملونة ومن نوع المصفوفة الكاملة. يجب أن تكون جميع لافتات الرسائل الديناميكية المتنقلة ملونة باللون الكهرماني ومن نوع المصفوفة الكاملة. تعد شاشات العرض الخاصة بلافتات الرسائل الديناميكية المصفوفة بشكل كامل أمرًا مهمًا حيث أن استخدام الرسومات والرموز أصبح مقبولًا ومستخدمًا بشكل أكبر. في هذا التنسيق، تتكون الشاشة بأكملها من مصفوفة مستمرة من وحدات البكسل.

التقنية اللازمة لجميع اللافتات المنتشرة في المملكة العربية السعودية هي الصمام الثنائي الباعث للضوء (LED). الصمامات الثنائية الباعثة للضوء هي مواد مصنوعة من أشباه الموصلات ينبعث منها الضوء عند تطبيق التيار. عادةً ما يتم "تجميع" العديد من الصمامات الثنائية الباعثة للضوء الفردية معًا لإنشاء كل وحدة بكسل. تتمتع الصمامات الثنائية الباعثة للضوء بميزة إضافية تتمثل في قدرتها على عرض اللافتات بألوان كاملة بنوع الصمام الثنائي الباعث للضوء المناسب. إمكانية الاعتماد على مصابيح الصمامات الثنائية الباعثة للضوء عالية للغاية.

الجدول (١١–٥) توصيات بشأن شاشة العرض الخاصة بلافتة الرسائل الديناميكية (NTCIP 1203v02.35).

المعايير	التوصيات
عام	• يجب أن يتراوح ارتفاع الحرف بين ٢٧ و ٤٥ سم. • يجب أن تقتصر اللافتة على ثلاثة أسطر من النص. • يجب أن يتألف كل سطر من النص ما بين ١٢ (الطرق الشريانية أو المحلية) و٢١ حرفًا (الطرق شبة السريعة).
على الطرق شبة السريعة	• يجب أن يبلغ ارتفاع الحرف ٤٥ سم. • يجب أن يحتوي كل سطر على ٢١ حرفًا.
جميع اللافتات	• خلية ضوئية لضبط شدة إنارة الشاشة تلقائيًا بما يتناسب مع الإنارة المحيطة.
المتنقلة	• يجب أن يتراوح ارتفاع الحرف بين ٢٨ و ٤٥ سم. • يجب أن تكون اللافتة قادرة على عرض ما بين سطر وأربعة أسطر من النص. • يجب أن يحتوي كل سطر من النص على ٨ أحرف على الأقل.

زاوية الرؤية

تعتمد زاوية الرؤية على موقع تركيب لافتة الرسائل الديناميكية ومستوى انحناء الطريق. هناك ثلاث زوايا نموذجية مستخدمة في تطبيقات المرور: ١٥ درجة و ٣٠ درجة و ٧٠ درجة. تُعدّ زاوية العرض التي تبلغ ٣٠ درجة زاوية نموذجية، ومع ذلك، في بعض الحالات، يمكن للمصممين التفكير في استخدام زاوية عرض تبلغ ١٥ درجة بحيث لا تعيق قدرة اللافتة على قراءة بيئة السرعة بصورة صحيح. ينبغي على المصممين السعي للحصول على موافقة الجهة المختصة على أي زوايا عرض باستثناء الزوايا التي تبلغ ٣٠ درجة.

إمكانية الوصول إلى اللافتات

تشترط الجهة المختصة استخدام اللافتات التي تبسط إمكانية الوصول لإجراء أعمال الصيانة. يجب تصميم الجسور لملاءمة خدمة اللافتات وتسهيل عملية الصيانة. فيما يلي استعراض سريع لإيجابيات وسلبيات لافتات الوصول الخلفي أو المشي داخلها أو الوصول الأمامي.

الجدول (١١–٦) إمكانية الوصول إلى اللافتات (NTCIP 1203v02.35).

نوع الوصول	الإيجابيات	السلبيات	اعتبارات أخرى
المشي داخلها	تهيئة بيئة آمنة للعامل من المرور النشط.	تستهلك تكاليف باهظة بشكل دوري.	ضرورة وجود ممر ضيق أو رصيف للوصول إلى لافتة الرسائل الديناميكية.
الوصول الأمامي	تسمح اللافتة الأصغر حجمًا والأخف وزنًا باستخدام هيكل أصغر.	ربما يتطلب إغلاق المسار من أجل تركيب اللافتة العلوية.	تُستخدم عادةً شاحنة ذات سلة للوصول إلى اللافتة. يرجى مراعاة تثبيت الممر الضيق لتلافي الاستعانة بشاحنة ذات سلة وتجنب إغلاق المسارات.
الوصول الخلفي (مفضل)	تسمح اللافتة الأصغر حجمًا والأخف وزنًا باستخدام هيكل أخف من حيث الوزن. توفر سهولة الوصول من جسر الرافعة بيئة عمل أكثر سلامة للخدمات. يمكن تصميم اللافتات للعمل بدون تكييف هواء وتكون أكثر فعالية من حيث التكلفة فيما يخص صيانتها.	تتطلب لافتات الوصول الخلفي تصميمات محددة للجسور من أجل استيعابها، ومع هذا فإن المشقة الناتج عن هذا الأمر يعوضها سهولة الوصول وعدم تعطل المرور.	ضرورة وجود سلم أو صندوق للوصول إلى لافتات الرسائل الديناميكية. الحد من الحاجة إلى استعمال اللافتات المغلقة ذات الامتداد الكامل عبر الطريق السريع. تجنب تعطل المرور أثناء الخدمة. الحد من درجة التعقيد حيث أن معظم هذه اللافتات لا تستلزم استخدام تكييف الهواء.

١١-١-٦ اختيار الهيكل الإنشائي الداعم

هناك ثلاثة أنواع من الهياكل الدائمة تسمح بها الجهة المُختصة لتركيب لافتات الرسائل الديناميكية، وهي إما علوية أو جسرية، وكابولية، ومركزية (الجدول ١١-٧). تركب جميع اللافتات الكبيرة والمتوسطة الحجم إما على هياكل علوية أو كابولية. سيستثنى استخدام الهياكل المركزية في المناطق الحضرية للافتات المتوسطة / الصغيرة فقط، ومع ذلك، سيتطلب الحصول على موافقة خاصة من الجهة المُختصة بشأنها. ارشادات التثبيت الأفقي وطبيعة الطريق هما عاملان رئيسان في تحديد نوع الهيكل الذي يجب تركيب لافتات الرسائل الديناميكية عليه. ينبغي ألا تُعدّ لافتات الرسائل الديناميكية المتنقلة بديلًا مقبولًا طويل الأجل للافتات الرسائل الديناميكية الدائمة. يجب توزيع اللافتات المتنقلة على أنها تركيبات مؤقتة فقط.

الجدول (١١–٧) مقارنة أنواع الدعامات الخاصة بلافتات الرسائل الديناميكية (NTCIP 1203v02.35).

نوع الدعامة	الإيجابيات	السلبيات	اعتبارات أخرى
علوية	الأفضل من حيث الرؤية تتمتع بإمكانيات ممتازة في المواقع المشتركة	ذو تكلفة مرتفعة عادةً ما تتطلب صيانة مكثفة بسبب حجمها	بديل جيد إذا كان حرم الطريق المحدود متاحًا يمكن استخدامها على أي نوع من أنواع الطرق يمكن استخدامها على الطرق ذات الحجم الكبير
كابولية	أقل تكلفة من العلوية بديل صالح للحلول الكاملة المدى.	قد تشكل الرؤية مشكلة إذا كانت أحجام الشاحنات أو مرور المركبات عالية الجوانب مرتفعة	بديل جيد إذا كان حرم الطريق محدودًا يمكن استخدامها على أي نوع من أنواع الطرق
المتنقلة	بديلًا جيدًا بصورة مؤقتة.	شاشة أصغر من حيث الحجم ترتبط الصيانة بطبيعة المركبات الخاصة بالمقطورة ومكونات البطارية	مناسبة لأنشطة الإنشاء وإجراءات الطوارئ المؤقتة.

عرض الطريق (بما في ذلك جميع المسارات وكتف الطريق) وخصائص السرعة وحرم الطريق المتاح تحدد موقع تثبيت لافتات الرسائل الديناميكية ونوع الهيكل الخاص بها.

سينظر في استخدام الهياكل المركزية كاستثناء في المناطق الحضرية للافتات المتوسطة فقط، ومع ذلك، سيتطلب الحصول على موافقة من الجهة المُختصة بشأنها.

ينبغي ألا تُعدّ لافتات الرسائل الديناميكية المتنقلة بديلًا مقبولًا طويل الأجل للافتات الرسائل الديناميكية الدائمة. ينبغي فقط نشر اللافتات المتنقلة على أنها تركيبات مؤقتة فقط.

إرشادات التصميم الإنشائي

يحتوي المخطط التالي على المعلومات التي يجب تقديمها لكل هيكل من هياكل لافتات الرسائل الديناميكية. ويحتوي هذا المخطط على جوانب تصميم لافتات الرسائل الديناميكية المطلوبة من قبل الجهة المُختصة.

كما ستستغل الإرشادات الخاصة بهياكل اللافتات المقدمة من الجهة المُختصة في إنشاء جميع أنواع الهياكل. وستتم جميع حسابات التصميم والخطط والتفاصيل وفقًا للمواصفات المدنية والإنشائية الخاصة بأنظمة النقل الذكية. وسيعطى كل هيكل من هياكل لافتات الرسائل الديناميكية رقم هيكل خاص به.

ترتيب تفضيل الجهة المُختصة لأنواع هياكل الدعم الخاصة بلافتات الرسائل الديناميكية هو:

١- الجملون العلوي.
٢- الكابولي.
٣- المركزي.

تتطلب هياكل الدعم المركزية التي تدعم لافتات الرسائل الديناميكية تبريرات وموافقات خطية. لا يُسمح بهياكل الدعم المركزية إلا إذا تبين أن الهياكل العلوية أو الكابولية ليست صالحة.

ستشمل حسابات التصميم ما يأتي:

- قائمة بفرضيات التصميم.
  - وزن اللافتة وأبعادها ومدى انحرافها.
  - أي عمليات تحميل غير قياسية.

- تصنيف خطورة الكلل.
- تصميم سرعة الرياح.

- تصميم الأساس
  - سينفذ حفر اختباري في كل موقع من مواقع أساس لافتات الرسائل الديناميكية. وعند منح الاستثناءات وعدم اكتمال أعمال الحفر، تستخدم ظروف التربة الأسوأ الموجودة في الرسومات القياسية. ويجب أن توافق الإدارة الجيوتقنية بالجهة المختصة على الإجراءات والافتراضات الخاصة بتصميم الأساسات.
  - سيستخدم التحليل للأعمدة المحفورة (الغاطسة) وفقًا لاتصالات النقل الوطنية لبروتوكول أنظمة النقل الذكية (NTCIP).
- قد يلزم إجراء المزيد من الحسابات إذا لم تستوفى مواصفات التصميم المحددة في المواصفات المدنية والإنشائية لأنظمة النقل الذكية. القائمة التالية للعناصر التي قد تحتاج إلى حسابات هي قائمة غير شاملة، وربما تختلف حسب نوع الهيكل وتفاصيله:
  - اتصال لوح القاعدة/العمود.
  - تصميم لوح القاعدة.
  - تصميم براغي التثبيت.
  - الوصلات الوترية.
  - التوصيلات المثبتة بالبراغي.
  - توصيلات السلم.
  - فحوصات اللحامات المتنوعة.
  - تحميل الممرات الضيقة وتوصيلاتها.

ملحوظة: تحدد الرسومات القياسية الحد الأدنى من أحجام الألواح والبراغي واللحام، وما إلى ذلك. وقد يلزم إجراء المزيد من الحسابات من أجل استخدام الأحجام الكبيرة من الألواح والبراغي واللحام، وما إلى ذلك.

ستشمل رسومات التصميم التفصيلية ما يأتي:

- ورقة الملاحظات العامة.
- يجب أن توضح أوراق الرسم علبة لافتات الرسائل الديناميكية وتوصيلها.
- يجب أن توضح أوراق الرسم، على الأقل، وجهات النظر والتفاصيل القابلة للتطبيق الموضحة في الرسومات القياسية الخاصة بأنظمة النقل الذكية.
- يجب أن تقدم التفاصيل الخاصة بتوصيل اللوحة.
- يجب أن تتضمن تفاصيل التوصيل بالكامل إلى جانب رموز اللحام.
- رقم هيكل فريد مقدم من الجهة المُختصة.
- مطلوب حزمة رسم مستقلة لكل هيكل من هياكل لافتات الرسائل الديناميكية. لا تقبل الهياكل المتعددة التي تقدم بدون ورقة تفاصيل.

١١-٢ المواصفات:

١١-٢-١ لافتات الرسائل الديناميكية (DMS):

لافتة الرسائل الديناميكية هي لافتة علوية قادرة على عرض الرسائل النصية والجوانب القياسية المبرمجة مسبقًا داخل مصفوفة من الصمامات الثنائية الباعثة للضوء (LED). يجب أن تشتمل لافتات الرسائل الديناميكية على مصابيح ثنائية اللون باستخدام مصفوفات من الصمامات الثنائية الباعثة للضوء.

يهدف استخدام معدات لافتات الرسائل الديناميكية إلى السماح لمراكز إدارة المرور بتقديم شاشات كاملة وواضحة لعرض المعلومات الإلزامية والارشادية في الوقت المناسب وبطريقة آمنة وموثوقة ومتسقة، في جميع الظروف الجوية، وبالتالي المساهمة في استخدام الطرق بشكل آمن وفعال.

تُستخدم لافتات الرسائل الديناميكية لتزويد السائقين بمعلومات حول الازدحام والحوادث والأحداث ورسائل السلامة المرورية حتى يتمكن السائقون من اتخاذ قرارات مدروسة بشأن رحلتهم (على سبيل المثال، إغلاق النفق) أو تلقي معلومات حول الحملات الوطنية الهامة (على سبيل المثال، استخدام أحزمة الأمان).

تنشر لافتات الرسائل الديناميكية التي تتضمن معلومات بشأن وقوف المركبات على الطرق المؤدية إلى مواقف المركبات وتوفر معلومات بشأن توافر أماكن وقوف المركبات.

يوضح هذا الجزء تفاصيل توريد وتركيب وتشغيل لافتات الرسائل الديناميكية على أحد الطرق وفقًا للرسومات و/أو المواصفات التفصيلية الخاصة بتصميم المشروع بهدف دعم توفير لافتات رسائل ديناميكية موثوقة وقادرة على العمل في الظروف البيئية المتوقعة في المملكة العربية السعودية.

تتألف لافتات الرسائل الديناميكية من مصفوفة شاشة العرض، ومصفوفات من المصابيح، وبرنامج تشغيل شاشة العرض، وواجهة مخصصة لوحدة التحكم الخاصة بلافتات الرسائل الديناميكية الموجودة على جانب الطريق.

يجب أن تكون لافتات الرسائل الديناميكية قادرة على عرض المعلومات المتعلقة بتهيئة مسار الطريق.

تحدد هذه المواصفات متطلبات لافتات الرسائل الديناميكية ووحدة التحكم ذات الصلة الموجودة على جانب الطريق.

يستخدم مصطلح نظام لافتات الرسائل الديناميكية للإشارة إلى لافتة الرسائل الديناميكية ووحدة التحكم ذات الصلة الموجودة على جانب الطريق والتوصيلات الخاصة بها. ولهذا، تحدد هذه المواصفات متطلبات لافتات الرسائل الديناميكية:

- وحدة التحكم الخاصة بلافتات الرسائل الديناميكية الموجودة على جانب الطريق
- كابلات وحدة التحكم الموجودة على جانب الطريق من لافتة رسائل ديناميكية إلى أخرى.
- يجب أن يتضمن تركيب لافتات الرسائل الديناميكية، على الأقل، ما يأتي:
- لافتات رسائل ديناميكية كاملة الألوان.
- وحدة التحكم الخاصة بلافتات الرسائل الديناميكية الموجودة على جانب الطريق.
- علبة مثبتة على الأرض خاصة بلافتات الرسائل الديناميكية.
- برنامج نظام لافتات الرسائل الديناميكية.
- مجموعة لتركيب لافتة الرسائل الديناميكية على هيكل.

يجب أن تشتمل لافتة الرسائل الديناميكية الخاصة بمواقف المركبات على واجهة لافتة تعرض، وفقًا للتصميم التفصيلي، عدد مواقف المركبات المتاحة في مواقف سيارات معينة.

يجب أن يتوافق الأداء البصري الخاص بلافتات الرسائل الديناميكية مع متطلبات الجزء ٧ من (EN ١٢٩٦٦).

يجب أن يعلن مورد المعدات عن تسمية (تسميات) الأصناف الخاصة بالمعلمات الضوئية للافتات الرسائل الديناميكية.

يجب أن يفي الأداء المادي للافتات الرسائل الديناميكية بمتطلبات الجزء ٨ من (EN ١٢٩٦٦). يجب أن تتوافق لافتات الرسائل الديناميكية مع فئة درجة الحرارة T١.

يجب أن يتوافق الأداء الهيكلي للافتات الرسائل الديناميكية مع (EN ١٢٩٦٦).

يجب أن تكون حماية الدخول هي (IP٦٥) كحد أدنى.

يجب أن يتوافق الأداء الكهربائي للافتات الرسائل الديناميكية مع (EN ١٢٩٦٦).

يجب أن تعمل جميع المعدات المثبتة في موقع معين في آنٍ واحد عبر واجهات الاتصالات القياسية التي تقدم دون أن تتعرض للتلف.

يجب تصميم جميع المعدات لمدة لا تقل عن خمسة عشر (١٥) عامًا لعمر الخدمة المتوقع. وينبغي تصميم المعدات للعمل بشكل مستمر لأدنى فترة تشغيل بغض النظر عن موقعها داخل المملكة العربية السعودية.

ومع ذلك، لتوفير المرونة اللازمة في برمجة التجديد المستقبلية، يجب تصميم الهياكل والحاويات الخاصة بمعدات العرض للحفاظ على السلامة الهيكلية الكاملة لمدة ثلاثين (٣٠) عامًا، بدون إجراء أي صيانة. ومع ذلك، من المتعارف عليه أن أي فترة طويلة من الخدمة تتجاوز عمر الخدمة المتوقع الذي يبلغ خمسة عشر (١٥) عامًا قد تخضع لعملية تجديد شاملة، بما في ذلك صيانة أي نظام طلاء مستعمل على الحاوية أو الهيكل.

يجب ألا يقل الحد الأدنى لعمر الخدمة المطلوب فيما يخص الصمامات الباعثة للضوء / وحدات البكسل عن خمس (٥) سنوات وألا يقل عمر الخدمة الافتراضي للإلكترونيات عن عشر (١٠) سنوات كحد أدنى.

يجب أن تحافظ معدات العرض على خصائص أدائها البصري وفقًا لفئات الأداء المذكورة (EN ١٢٩٦٦) على مدار العمر التشغيلي المتوقع (١٥ عامًا)، بناءً على الحد الأدنى المتوقع لدورة التشغيل اليومية البالغة ٣٣٪.

يجب أن تصمم المعدات بحيث لا يقل الحد الأدنى لفترة الصيانة الروتينية الموصى بها عن ٦ أشهر.

يجب أن تتضمن جميع لافتات الرسائل الديناميكية نقاط ارتكاز سلامة مثبتة للسماح للعامل بتأمين حزام الأمان / المانع للسقوط.

لمنع موظفي الصيانة من العمل في الأماكن المرتفعة دون داع، يجب أن توفر المعدات مرافق فحص وإعادة هيكلة شاملة (بما في ذلك توفير تحديثات كاملة للبرمجيّات) على جانب الطريق وأن تكون قادرة على إعادة برمجتها بالكامل بجانب تحديثات البرمجيات من الخزانة الموجودة على جانب الطريق، بشرط أن يكون لدى المستخدم أوراق اعتماد صالحة للوصول إلى المعدات.

يجب أن تحافظ لافتات الرسائل الديناميكية بما في ذلك جميع الكابلات والمكونات الخاصة بها على وظائفها الكاملة مع الاستمرار في العمل ضمن حدود هذه المواصفات عند تعرضها لبيئة العمل في المملكة العربية السعودية.

يجب أن يراعي التصميم التأثيرات البيئية للافتات الرسائل الديناميكية خلال جميع مراحل عمرها الافتراضي.

يجب وضع لافتات الرسائل الديناميكية دائمًا في وضع رأسي ولا يجوز تكديسها تحت أي ظرف من الظروف.

يجب تسليم جميع تصاميم اللافتات، بما في ذلك رسومات التصنيع وتجميعها وحسابات التصميم ومواصفات المكونات.

يجب تقديم منهجية لاختبارات الأداء البصري التي تؤكد كفاءة لافتات الرسائل الديناميكية في تلبية المتطلبات الخاصة بمواصفات أنظمة النقل الذكية إلى صاحب العمل قبل تسليمها في موقع المشروع.

يجب غلق جميع المعدات وتعبئتها بإحكام لضمان عدم تعرضها لأي ضرر أثناء التسليم أو التخزين.

يجب على المقاول إصلاح أي منتج تالف أو استبداله على الوجه الذي يرضي صاحب العمل. يتحمل المقاول أي تكاليف مرتبطة بعمليات الإصلاح أو الاستبدال.

يجب تأكيد موقع التركيب ونوع اللافتة وإعدادات التثبيت ولافتات الرسائل الديناميكية الواجب تركيبها مع صاحب العمل قبل بدء عملية التركيب.

يجب مراجعة مسافة رؤية اللافتة مقابل المتطلبات المنصوص عليها في إرشادات نشر أنظمة النقل الذكية الخاصة بالجهة المختصة.

يجب أن يتوافق هيكل التثبيت وموقع عمليات التركيب مع وثائق التصميم.

يجب وضع جميع المعدات اللازمة للتحكم في لافتات الرسائل الديناميكية وتشغيلها وتوصيلها إما في حاوية خاصة بأنظمة النقل الذكية المتوافقة مع متطلبات الجزء المعني من مواصفات أنظمة النقل الذكية.

يجب أن يوضح هذا الجزء تفاصيل تصميم وتوريد وتركيب وتشغيل لافتة الرسائل الديناميكية على الطريق بما يتوافق مع الرسومات و/أو المواصفات التفصيلية الخاصة بتصميم المشروع.

يجب أن تكون شاشة لافتة الرسائل الديناميكية عبارة عن مساحة عرض مصفوفة كاملة الألوان كما هو محدد في الجزء ٧,٢ من (EN ١٢٦٩٩).

يجب أن يتوافق عرض العارضة مع تصنيف (EN ١٢٩٦٦ B٥) أو على نحو أفضل. يتعين على المقاول الحصول على موافقة الجهة المُختصة بشأن مواصفات عرض العارضة الخاصة بالمشروع / الموقع كشرط أساسي لتركيب الجهاز في الموقع / المكان المحدد.

يجب أن توفر أجهزة العرض شاشة خالية من الانعكاسات الناتجة عن مصادر الضوء الخارجية المحتملة (على سبيل المثال، مصابيح المركبات الأمامية وإنارة الشوارع).

يجب أن تكون وحدات شاشة الصمامات الثنائية الباعثة للضوء قابلة للتبديل بشكل كامل. يمكن أن تتكون وحدة شاشة الصمامات الثنائية الباعثة للضوء من لوحة دائرة واحدة أو اثنتين. في حال استخدام لوحتين، يجب تركيبهما فعليًا مع بعضهما البعض باستخدام أجهزة متينة مقاومة للتآكل. لا يتطلب إزالة وحدة شاشة العرض أو لوحة الصمامات الثنائية الباعثة للضوء الاستعانة بأدوات خاصة.

يجب أن تحتوي وحدات شاشة العرض الخاصة بلافتات الرسائل الديناميكية على إلكترونيات صلبة للتحكم في بيانات وحدات البكسل وقراءة حالتها.

يجب تركيب الوحدات بحيث تبعث الصمامات ثنائية الانبعاث الضوئي الضوء من خلال ثقوب البكسل الخاصة بلوحة الواجهة بحيث لا تحجب لوحة الواجهة أي جزء من مخروط العرض لأي من الصمامات الثنائية الباعثة للضوء الموجودة في أي وحدة بكسل.

يجب الحفاظ على حجم ووزن الوحدات القابلة للاستبدال إلى الحد الأدنى بحيث تكون مناسبة لأن يتعامل شخص واحد بسهولة وأمان مع الوحدات الثقيلة القابلة للاستبدال التي تقع على مستوى منخفض داخل الحاوية، حيثما أمكن. يجب تصميم الوحدات القابلة للاستبدال وتنظيمها على نحو يمنع تركيبها بطريقة خاطئة أثناء الصيانة.

يجب تركيب الصمامات الثنائية الباعثة للضوء بشكل فردي مباشرةً على لوحة الدوائر المطبوعة.

يجب أن تتكون كل وحدة بكسل، على الأقل، من سلسلة مستقلة من الصمامات الثنائية الباعثة للضوء تكون خاصة بكل لون من الألوان. يجب أن تحتوي جميع وحدات البكسل على كمية متساوية من سلاسل الصمامات الثنائية الباعثة للضوء. يجب ألا يؤدي تعطل أي سلسلة من الصمامات الثنائية الباعثة للضوء أو أي وحدة بكسل إلى تعطل أي سلسلة أو وحدة بكسل أخرى في لافتات الرسائل الديناميكية.

يجب أن تحتوي كل وحدة بكسل على كمية من الصمامات الثنائية الباعثة للضوء المنفصلة اللازمة لإطلاق ضوء أبيض بأقل شدة ضوئية تبلغ ١٢,٤٠٠ كانديلا لكل متر مربع عند قياسها باستخدام جهاز قياس شدة الإنارة خلال تركيب لوحة الواجهة الأمامية الخاصة بلافتات الرسائل الديناميكية.

يجب أن يختار المقاول درجة البكسل لتلبية متطلبات الموقع / المشروع. في جميع الأحوال، يجب ألا تتجاوز درجة البكسل ٢٠ ملم.

يجب تصنيع حزم الصمامات الثنائية الباعثة للضوء من الإيبوكسي المقاوم لضوء الأشعة فوق البنفسجية. كما يجب حماية الصمامات الثنائية الباعثة للضوء من الظروف البيئية الخارجية، بما في ذلك الرطوبة والرياح والغبار والرمل والقذارة.

يجب أن تتوافق الألوان المنبعثة من الصمامات الثنائية الباعثة للضوء مع (EN ١٢٩٦٦). مورد المعدات مسؤول عن تصنيف الفئة C١ أو C٢ الخاصة بمعلمات القياس الضوئي الملون.

يجب اختبار ألوان الصمامات الثنائية الباعثة للضوء وفقًا للمواصفة (EN ١٢٩٦٦).

يجب أن يتوافق مقياس التجانس مع المواصفة (EN ١٢٩٦٦).

ينبغي أن يصنف مصنع الصمامات الثنائية الباعثة للضوء تلك المصابيح بحيث لا يقل عمرها افتراضي عن ٦٥,٠٠٠ ساعة من التشغيل المستمر مع الحفاظ على ٧٠٪ كحد أدنى من السطوع الأصلي (L٧٠ ≥ ٦٥,٠٠٠ ساعة).

يجب أن تتواصل كل لوحة من لوحات برنامج التشغيل الخاص بالصمامات الثنائية الباعثة للضوء مع وحدة التحكم الخاصة بلافتات الرسائل الديناميكية الموجودة على جانب الطريق باستخدام بروتوكول شبكة قابل للعنونة.

يجب أن تقيس وحدة التحكم الخاصة بلافتات الرسائل الديناميكية الموجودة على جانب الطريق وترصد باستمرار مجموع جهد مصدر الطاقة الكهربائي الخاص بوحدات الصمامات الثنائية الباعثة للضوء ويرسل قراءات الجهد إلى واجهة لافتات الرسائل الديناميكية الخاصة بمركز إدارة المرور أو حاسوب محمول محلي عند الطلب.

يجب ألا يؤثر إزالة أي وحدة من وحدات الصمام الثنائي الباعث للضوء أو تعطلها على عمل أي وحدة أخرى من وحدات الصمام الثنائي الباعث للضوء أو أي مكون من مكونات اللافتة. يجب ألا يؤثر إزالة وحدة واحدة أو أكثر من وحدات الصمام الثنائي الباعث للضوء على السلامة الهيكلية لأي جزء من اللافتة.

يجب أن تشتمل خطوط لافتات الرسائل الديناميكية على أبعاد أحرف تتوافق مع متطلبات اتصالات النقل الوطنية لبروتوكول أنظمة النقل الذكية. يجب أن تتمكن مساحة شاشة العرض الخاصة بلافتات الرسائل الديناميكية من عرض ما لا يقل عن ثلاثة (٣) أسطر من أحرف اللغة الإنجليزية باستخدام خط ٤٥٠ ملم يستوفي نسبة الارتفاع والعرض وتباعد الأحرف كما هو مفصل في اتصالات النقل الوطنية لبروتوكول أنظمة النقل الذكية. يجب تحديد ارتفاع الخط العربي الذي يُعادل ٤٥٠ ملم من الخط الإنجليزي وفقًا لاتصالات النقل الوطنية لبروتوكول أنظمة النقل الذكية. يجب أن يكون امتداد لافتات الرسائل الديناميكية كما هو محدد في وثائق المشروع. إذا لم يكن طول الامتداد واضحًا في وثائق المشروع، فحينئذٍ يجب على المقاول اقتراح الامتدادات المناسبة للموقع المحدد والحصول على تأكيد صاحب العمل قبل إحراز تقدم كبير في المشروع.

يجب أن تتمكن لافتات الرسائل الديناميكية من عرض أحرف الكود القياسي الأمريكي لتبادل المعلومات (ASCII) من ٣٢ إلى ١٢٦، بما في ذلك جميع الحروف الكبيرة والصغيرة والأرقام من ٠ إلى ٩، في أي مكان من سطر الرسالة.

يجب أن تتمكن لافتات الرسائل الديناميكية من عرض الأحرف الإنجليزية والعربية.

يجب أن تتمكن لافتات الرسائل الديناميكية من عرض الرسوم التخطيطية والرموز البيانية.

يجب تحميل لافتات الرسائل الديناميكية في المصنع مقترنة بالخطوط الموضحة في اتصالات النقل الوطنية لبروتوكول أنظمة النقل الذكية.

يجب أن تتمكن لافتات الرسائل الديناميكية المصفوفة الملونة بالكامل من عرض الألوان الموضحة في اتصالات النقل الوطنية لبروتوكول أنظمة النقل الذكية.

يجب أن تكون وحدة التحكم الخاصة بلافتات الرسائل الديناميكية الموجودة على جانب الطريق عبارة عن نظام مستقل قائم على المعالجة الدقيقة التي لا تتطلب اتصالًا مستمرًا ببرنامج التحكم في لافتات الرسائل الديناميكية الموجود في مركز إدارة المرور لتنفيذ معظم وظائف التحكم في لافتات الرسائل الديناميكية.

يجب أن تكون لافتات الرسائل الديناميكية قابلة للعنونة من قبل بروتوكول الإنترنت باستخدام حاسوب محمول محلي / حاسوب شخصي أو من خلال مركز إدارة المرور.

يجب أن تتوافق وحدة التحكم الخاصة بلافتات الرسائل الديناميكية الموجودة على جانب الطريق مع المتطلبات التشغيلية الدنيا التالية:

- التواصل باستخدام اتصالات النقل الوطنية لبروتوكول أنظمة النقل الذكية المدمجة عبر شبكة بروتوكول الإنترنت المهيأة.
- احتوائها على ذاكرة لتخزين الرسائل والجداول الزمنية الدائمة القابلة للتغيير وغيرها من الملفات الضرورية لتشغيل وحدة التحكم الموجودة على جانب الطريق.
- احتوائها على واجهة مستخدم للوحة الأمامية مع شاشة LCD رسومية وواجهة حاسوب محمول، على الأقل، للتشغيل والفحص المباشر كما هو موضح هنا.
- احتوائها على (٣) ثلاثة منافذ اتصال (RS٢٣٢) على الأقل.
- احتوائها على (١) منفذ اتصال (RS٤٢٢) مع موصل (RJ٤٥) على الأقل.
- قدرتها على عرض الرسائل المتغيرة بصيغة نصية حرة من خلال مركز إدارة المرور.
- احتوائها على (١) منفذ إيثرنت مع موصل (RJ٤٥) على الأقل.
- احتوائها على برامج ثابتة (برمجيّات مدمجة) تراقب جميع أجهزة الاستشعار الخارجية والداخلية ومدخلات الاتصالات والتحكم في وحدات شاشة العرض وفقًا لتوجيهات برنامج التحكم الخارجي وواجهة اللوحة الأمامية.

يجب أن تتمكن وحدة التحكم الخاصة بلافتات الرسائل الديناميكية الموجودة على جانب الطريق من تعديل سطوع مصفوفة شاشة الصمامات الثنائية الباعثة للضوء يدويًا أو تلقائيًا بناءً على ظروف الإنارة المحيطة.

يجب أن تتمكن وحدة التحكم الخاصة بلافتات الرسائل الديناميكية الموجودة على جانب الطريق من مراقبة الرسائل النشطة في الوقت الراهن وعرضها (إن وجدت) بما في ذلك الرسائل الرسومية المعروضة على شاشة عرض شاشة الكريستال السائل (LCD) للوحة الأمامية الخاصة بوحدة التحكم الموجودة على جانب الطريق. يجب أن تحاكي هذه الشاشة شاشة العرض الخاصة بلافتات الرسائل الديناميكية.

يجب أن توجه وحدة التحكم الخاصة بلافتات الرسائل الديناميكية الموجودة على جانب الطريق جميع وحدات الصمامات الثنائية الباعثة للضوء لإجراء فحوص تشخيصية لجميع وحدات البكسل الخاصة بها بعد ذلك، يجب على وحدة التحكم الموجودة على جانب الطريق جمع نتائج اختبار وحدة البكسل وتقديم تقرير عنها. إذا أبلغ الاختبار عن وجود عيوب في أكثر من ٢٪ من وحدات بكسل الصمامات الثنائية الباعثة للضوء، فيجب إصدار إنذار للمشغل المسؤول في مركز إدارة المرور. يجب أن يبدأ الاختبار إما موضعيًا أو من خلال برنامج التحكم عن بعد.

يجب أن تتمكن وحدة التحكم الخاصة بلافتات الرسائل الديناميكية الموجودة على جانب الطريق أيضًا من الاستشعار المؤتمت في الوقت الحقيقي عن حالة كل وحدة من بكسلات الشاشة والإبلاغ عن حالة التشغيل / الإيقاف الخاصة بها.

يجب على وحدة التحكم الخاصة بلافتات الرسائل الديناميكية الموجودة على جانب الطريق مراقبة الحالة الوظيفية لمصادر الطاقة المنظمة الموجودة في لافتات الرسائل الديناميكية والإبلاغ عنها من خلال مراقبة مخرجات التشخيص الموجودة على المصادر. يجب على وحدة التحكم الموجودة على جانب الطريق مراقبة الجهد الكهربائي الناتج لكل مصدر من مصادر الطاقة وحالة كل صمام من صمامات المخرجات.

يجب أن تراقب وحدة التحكم الخاصة بلافتات الرسائل الديناميكية الموجودة على جانب الطريق الحالة التشغيلية للمراوح والإبلاغ عنها.

يجب أن تراقب وحدة التحكم الخاصة بلافتات الرسائل الديناميكية الموجودة على جانب الطريق قراءات جميع مستشعرات الضوء ودرجة الحرارة والرطوبة المثبتة في مبيت لافتات الرسائل الديناميكية. يجب أن تبلغ وحدة التحكم عن أي عطل يحدث في أجهزة الاستشعار.

يجب أن تتمكن وحدة التحكم الخاصة بلافتات الرسائل الديناميكية الموجودة على جانب الطريق من إبلاغ عامل الموقع تلقائيًا (عن طريق لوحة LCD محلية) والبرامج الخاصة بمركز إدارة المرور بوقوع أحداث مهمة وأعطال المعدات.

يجب على وحدة التحكم الخاصة بلافتات الرسائل الديناميكية الموجودة على جانب الطريق أن تراقب باستمرار مستشعرات درجة حرارة المبيت الخاص بلافتات الرسائل الديناميكية ويجب أن تغلق تلقائيًا لافتات الرسائل الديناميكية إذا تجاوزت درجة حرارة العلبة الداخلية حد السلامة. يجب أن تكون القيمة القياسية لهذا الحد القياسي +٦٠°C ويجب أن يكون قابلًا للتهيئة في وحدات التحكم الموجودة على جانب الطريق. وفي حال توقف لافتات الرسائل الديناميكية تلقائيًا، سترسل هذه اللافتات إشعارًا إلى النظام المركزي (على سبيل المثال الموجود في مركز إدارة المرور).

إذا اقتربت درجة الحرارة من الحد القياسي، تقلل وحدة التحكم الموجودة على جانب الطريق من مستوى سطوع واجهة اللافتة. وإذا استمرت درجة الحرارة في الارتفاع وتجاوزت الحد القياسي، يجب على وحدة التحكم الموجودة على جانب الطريق إطلاق إشعارًا تحذيريًا وتفريغ واجهة اللافتة. وستظل واجهة اللافتة فارغة حتى تبدأ درجة الحرارة في الانخفاض. وبمجرد أن تنخفض درجة الحرارة، سترفع وحدة التحكم الموجودة على جانب الطريق تدريجيًا مستوى سطوع واجهة الشاشة، وتعود في النهاية إلى مستوى السطوع الكامل.

عندما تكتشف وحدة التحكم الخاصة بلافتات الرسائل الديناميكية الموجودة على جانب الطريق أنه تم إعادة تشغيلها بسبب إعادة الضبط اليدوي أو وجود حالة خطأ، فإنها ترسل إشعارًا إلى النظام المركزي.

عندما تكتشف وحدة التحكم الخاصة بلافتات الرسائل الديناميكية الموجودة على جانب الطريق انقطاع التيار الكهربائي، يجب أن تشير وحدة التحكم الموجودة على جانب الطريق تلقائيًا إلى ذلك على شاشة اللوحة الأمامية LCD وترسل إشعارًا إلى النظام المركزي.

عند فقدان الاتصال، يجب على لافتات الرسائل الديناميكية تفريغ واجهة اللافتة تلقائيًا.

يجب أن يسمح برنامج واجهة مركز إدارة المرور الخاص بلافتات الرسائل الديناميكية بإمكانية الاتصال بين مستخدمين متعددين ولافتات متعددة عبر نفس شبكة الاتصالات.

يجب أن توفر الشركة المصنعة للافتات الرسائل الديناميكية برنامج واجهة مركز إدارة المرور الخاص بلافتات الرسائل الديناميكية. ويعمل هذا البرنامج على أجهزة الحاسوب والخوادم وأجهزة الحاسوب المحمولة المستخدمة داخل مركز إدارة المرور.

يجب أن يوفر برنامج واجهة مركز إدارة المرور الخاص بلافتات الرسائل الديناميكية واجهة مستخدم رسومية سهلة الاستخدام (GUI)، وتدعم ما لا يقل عن ٧٠٠ لافتة رسائل دينامكية. ويجب أن تكون البرامج قابلة للتطوير بهدف زيادة عدد لافتات الرسائل الديناميكية بدون حد.

يجب أن يدعم برنامج واجهة مركز إدارة المرور الخاص بلافتات الرسائل الديناميكية الاتصال عبر أي مزيج من شبكة التسلسلية المبرمجة المخصصة، أو شبكة الألياف البصرية، أو المودم الخلوي للاتصال الهاتفي، أو مودم عنوان IP الخلوي، أو راديو الطيف المنتشر، أو الإيثرنت، أو غيرها.

يجب أن يدعم برنامج واجهة مركز إدارة المرور، الخاص بلافتات الرسائل الديناميكية، وظائف التحكم في لافتات الرسائل الديناميكية ومراقبتها، وفحصها، الموضحة في هذه المواصفات.

يجب أن يتمكن برنامج واجهة مركز إدارة المرور الخاص بلافتات الرسائل الديناميكية من التحكم في لافتات الرسائل الديناميكية عن بعد من خلال مركز إدارة المرور، وموضعيًا في موقع هذه اللافتات؛ باستخدام حاسوب محمول/حاسوب شخصي.

يجب أن يدعم برنامج واجهة مركز إدارة المرور الخاص بلافتات الرسائل الديناميكية مستويات مختلفة من الحقوق، والصلاحيات؛ للتحكم في لافتات الرسائل الديناميكية، والقدرة على إنشاء الرسائل، وتعديلها داخل البرنامج، وإمكانية تعديل إعدادات هذه اللافتات، أو تشغيل المحتوى عليها.

يجب أن يتضمن برنامج واجهة مركز إدارة المرور الخاص بلافتات الرسائل الديناميكية نظامًا؛ لتسجيل الأحداث.

يمكن برنامج واجهة مركز إدارة المرور الخاص بلافتات الرسائل الديناميكية مسؤولي النظام، وغيرهم من المستخدمين المصرح لهم من تهيئة معلومات النظام، ووظائفه.

يجب أن يرصد برنامج واجهة مركز إدارة المرور الخاص بلافتات الرسائل الديناميكية وتيرة حزم الاتصال، من خلال وحدة التحكم الخاصة بلافتات الرسائل الديناميكية الموجودة على جانب الطريق. وإذا اكتشفت البرمجيّات أن عدم حوادث اتصال بين وحدة التحكم الخاصة بلافتات الرسائل الديناميكية الموجودة على جانب الطريق، ومركز إدارة المرور لفترة أطول من المهلة القابلة للتهيئة، فسيقوم البرنامج تلقائيًا بتنشيط رسالة فقدان الاتصال.

يجب تركيب لافتات الرسائل الديناميكية على النحو المبين في الرسومات /أو المواصفات التفصيلية الخاصة بتصميم المشروع.

يجب ألا تركب لافتات الرسائل الديناميكية بدون ضمان تشغيل الخدمة الكهربائية اللازمة للموقع.
يجب أن يعمل نظام التهوية/التبريد بعد تركيب لافتات الرسائل الديناميكية.
يجب تحميل مكتبات الرسائل مسبقًا في وحدة التحكم الخاصة بلافتات الرسائل الديناميكية الموجودة على جانب الطريق قبل نشرها.

٢-٢-١١ لافتات التحكم في المسارات:

لافتة التحكم في المسارات هي: لافتة علوية قادرة على عرض الجوانب القياسية المبرمجة مسبقًا داخل مصفوفة من الصمامات الثنائية الباعثة للضوء (LED).

يوضح هذا الجزء تفاصيل توريد، وتركيب، وتشغيل لافتة (لافتات) التحكم في المسارات على الطريق؛ بما يتوافق مع الرسومات /أو المواصفات التفصيلية الخاصة بتصميم المشروع.

تهدف معدات العرض الإلكترونية الخاصة بلافتات التحكم في المسارات إلى السماح لمراكز إدارة المرور بتقديم شاشات كاملة وواضحة؛ لعرض المعلومات الإلزامية، والارشادية في الوقت المناسب، وبطريقة آمنة، وموثوقة، ومتسقة، في جميع الظروف الجوية، وبالتالي الإسهام في استخدام الطرق بشكل آمن، وفعال.

يجب أن توضع لافتات التحكم في المسارات فوق وسط كل مسار سير؛ لتوفير معلومات حول حدود السرعة، وإغلاقات المسارات، وتغييراتها. وحيثما يتطلب التصميم، يجب أن تُركب لافتات التحكم في المسارات -أيضًا- على الكتف الصلب.

يجب أن تحدد هذه المواصفات متطلبات لافتات التحكم في المسارات، ومعدات وحدة التحكم المحلية المرتبطة بها. لافتة التحكم في المسارات هي: لافتة مخصصة للمسارات، وقادرة على عرض الجوانب القياسية المبرمجة مسبقًا داخل مصفوفة مركزية من الصمامات الثنائية الباعثة للضوء (LED). وتتضمن لافتات التحكم في المسارات مصابيح ثنائية الألوان، وحلقة حمراء؛ لعرض حدود السرعة الإلزامية المتغيرة.

يجب أن تتكون لافتات التحكم في المسارات من مصفوفة مركزية، وحلقة حمراء، ومصابيح، وبرنامج؛ لتشغيل شاشة العرض، وواجهة لوحدة التحكم الخاصة بلافتات التحكم في المسارات الموجودة على جانب الطريق، وعند الحاجة واجهات لمعدات إنفاذ قانون السرعة.

يستخدم مصطلح نظام لافتات التحكم في المسارات؛ للإشارة إلى مجموعة من لافتات التحكم في المسارات، ووحدة التحكم ذات الصلة الموجودة على جانب الطريق، والتوصيلات الخاصة بها. ولهذا تحدد هذه المواصفات متطلبات لافتات التحكم في المسارات:

- وحدة التحكم الخاصة بلافتات التحكم في المسارات الموجودة على جانب الطريق.
- كابلات وحدة التحكم الموجودة على جانب الطريق من لافتة تحكم في المسارات إلى أخرى.

يجب أن يتضمن تركيب لافتات التحكم في المسارات -على الأقل- ما يأتي:

- لافتات تحكم في المسارات ديناميكية كاملة الألوان.
- وحدة التحكم الخاصة بلافتات التحكم في المسارات.
- علبة مثبتة على الأرض خاصة بوحدة التحكم الخاصة بلافتات التحكم في المسارات.
- برنامج نظام لافتات التحكم في المسارات.
- مجموعة لتركيب لافتة التحكم في المسارات على هيكل.

يجب أن يتوافق الأداء البصري الخاص بلافتات التحكم في المسارات مع متطلبات المواصفة (EN ١٢٩٦٦).

يجب أن يعلن مورد المعدات عن تسمية (تسميات) الأصناف الخاصة بالمعلمات الضوئية للافتات التحكم في المسارات.

يجب أن يفي الأداء المادي للافتات التحكم في المسارات بمتطلبات المواصفة (EN ١٢٩٦٦). كما يجب أن تتوافق لافتات التحكم في المسارات، مع فئة درجة الحرارة T١؛ ويجب أن تكون حماية الدخول (IP٦٥) على الأقل.

يجب أن يتوافق الأداء الهيكلي للافتات التحكم في المسارات مع (EN ١٢٩٦٦).

يجب أن يتوافق الأداء الكهربائي للافتات التحكم في المسارات مع (EN ١٢٩٦٦).

يجب تصميم جميع المعدات لمدة لا تقل عن خمسة عشر (١٥) عامًا لعمر الخدمة المتوقع. ويجب تصميم المعدات للعمل بشكل مستمر لأدنى فترة تشغيل بصرف النظر عن موقعها داخل المملكة العربية السعودية.

ومع ذلك، ولتوفير المرونة اللازمة في برمجة التجديد المستقبلية، يجب تصميم الهياكل، والحاويات الخاصة بمعدات العرض؛ للحفاظ على السلامة الهيكلية الكاملة لمدة ثلاثين (٣٠) عامًا، بدون إجراء أي صيانة. ومع ذلك فمن المتعارف عليه أن أي فترة طويلة من الخدمة تتجاوز عمر الخدمة المتوقع، الذي يبلغ خمسة عشر (١٥) عامًا قد تخضع لعملية تجديد شاملة، بما في ذلك صيانة أي نظام طلاء مستعمل على الحاوية، أو الهيكل.

يجب ألا يقل الحد الأدنى لعمر الخدمة المطلوب فيما يخص الصمامات الباعثة للضوء / وحدات البكسل عن خمس (٥) سنوات، وألا يقل عمر الخدمة الافتراضي للإلكترونيات عن عشر (١٠) سنوات كحد أدنى.

يجب اقتراح إجراءات الصيانة الروتينية، والوقائية؛ لصيانة المعدات، وتحديد أي معدات، أو قطع غيار، أو مكونات تُعدُّ ضرورية؛ لكي تحقق لافتات التحكم في المسارات مدة الخدمة المتوقعة.

يجب أن تحافظ معدات العرض على خصائص أدائها البصري؛ وفقًا لفئات الأداء المذكورة (EN ١٢٩٦٦) على مدار العمر التشغيلي المتوقع (١٥ – عامًا)، بناءً على الحد الأدنى المتوقع لدورة التشغيل اليومية الإجمالية بنسبة ٣٣٪.

يجب أن تصمم المعدات بحيث لا يقل الحد الأدنى لفترة الصيانة الروتينية الموصى بها عن ٦ أشهر.

يجب أن تُقدم وثائق تفصيلية توضح بالتفصيل إجراءات الصيانة.

لمنع موظفي الصيانة من العمل في الأماكن المرتفعة دون داع، يجب أن توفر المعدات مرافق فحص، وإعادة هيكلة شاملة (بما في ذلك توفير تحديثات كاملة للبرمجيّات) على جانب الطريق، وأن تكون قادرة على إعادة برمجتها بالكامل بجانب تحديثات البرمجيات من الخزانة الموجودة على جانب الطريق، بشرط أن يكون لدى المستخدم أوراق اعتماد صالحة؛ للوصول إلى المعدات.

يجب أن تحافظ لافتات التحكم في المسارات بما في ذلك جميع الكابلات، والمكونات الخاصة بها على وظائفها الكاملة، مع الاستمرار في العمل ضمن حدود هذه المواصفات عندما تتعرض لبيئة العمل في المملكة العربية السعودية.

يجب أن يراعي التصميم التأثيرات البيئية للافتات التحكم في المسارات خلال جميع مراحل عمرها الافتراضي.

يجب وضع لافتات التحكم في المسارات دائمًا في وضع عمودي، ولا يجوز تكديسها تحت أي ظرف من الظروف.

يجب تقديم منهجية لاختبارات الأداء البصري، التي تؤكد كفاءة لافتات التحكم في المسارات في تلبية المتطلبات الخاصة بمواصفات أنظمة النقل الذكية إلى صاحب العمل قبل تسليمها في موقع المشروع.

يجب غلق جميع المعدات، وتعبئتها بإحكام؛ لضمان عدم تعرضها لأي ضرر أثناء التسليم، أو التخزين.

يجب تأكيد موقع التركيب، وترتيب التركيبات المطلوب تثبيتها مع صاحب العمل قبل بدء عملية التركيب.

يجب مراجعة مسافة الرؤية مقابل المتطلبات المنصوص عليها في إرشادات نشر أنظمة النقل الذكية الخاصة بوزارة النقل، والخدمات اللوجستية.

يجب أن يتوافق هيكل التثبيت، وموقع عمليات التركيب مع وثائق التصميم الخاصة بالجسور. ويجب أن يتوافق هيكل تركيب الوحدات الخاصة بلافتات التحكم في المسارات الموجودة في بوابات الأنفاق، مع وثائق تصميم المشروع.

يجب وضع جميع المعدات اللازمة؛ للتحكم في لافتات التحكم في المسارات، وتشغيلها، وتوصيلها في GME المتوافقة مع متطلبات الجزء المعني من مواصفات أنظمة النقل الذكية.

يجب أن تكون شاشة لافتات التحكم في المسارات عبارة عن مساحة عرض مصفوفة كاملة الألوان كما هو محدد في المواصفة (EN ١٢٩٦٦).

يجب أنيتوافق عرض العارضة مع تصنيف (EN ١٢٩٦٦ B٦)، أو على نحو أفضل.

تتطلب مخالفة المشروع المتطلبات الخاصة بعرض العارضة المذكور أعلاه الحصول موافقة خطية من الجهة المُختصة.

يجب أن توفر أجهزة العرض شاشة خالية من الانعكاسات الناتجة عن مصادر الضوء الخارجية المحتملة (على سبيل المثال: مصابيح المركبات الأمامية، وإنارة الشوارع).

يجب أن تكون وحدات شاشة الصمامات الثنائية الباعثة للضوء قابلة للتبديل بشكل كامل. ولا يتطلب إزالة وحدة شاشة العرض، أو لوحة الصمامات الثنائية الباعثة للضوء الاستعانة بأدوات خاصة.

يجب تثبيت كل وحدة من وحدات شاشة الصمامات الثنائية الباعثة للضوء في الجزء الخلفي من لوحات الواجهة الأمامية لشاشة العرض؛ باستخدام أجهزة متينة مقاومة للتآكل. ولن تكون هناك حاجة إلى استخدام أدوات؛ لإزالة الوحدات، واستبدالها.

يجب تركيب الوحدات؛ بحيث تبعث الصمامات ثنائية الانبعاث الضوئي الضوء من خلال ثقوب البكسل الخاصة بلوحة الواجهة بحيث لا تحجب لوحة الواجهة أي جزء من مخروط العرض لأي من الصمامات الثنائية الباعثة للضوء، الموجودة في أي وحدة بكسل.

يجب تركيب الصمامات الثنائية الباعثة للضوء بشكل فردي مباشرةً على لوحة الدوائر المطبوعة. على أن يكون نطاق الصمامات الثنائية الباعثة للضوء أقل من ٣٠ ملم.

يجب ألا يؤدي تعطل أي سلسلة من الصمامات الثنائية الباعثة للضوء، أو أي وحدة بكسل إلى تعطل أي سلسلة، أو وحدة بكسل أخرى في لافتات التحكم في المسارات.

يجب أن تحتوي كل وحدة بكسل على كمية من الصمامات الثنائية الباعثة للضوء المنفصلة اللازمة؛ لإطلاق ضوء أبيض بأقل شدة ضوئية تبلغ ١٢٤٠٠ كانديلا لكل متر مربع عند قياسها؛ باستخدام جهاز قياس شدة الإنارة خلال تركيب لوحة الواجهة الأمامية الخاصة بلافتات التحكم في المسارات.

يجب أن تتوافق الألوان المنبعثة من الصمامات الثنائية الباعثة للضوء مع

يجب اختبار ألوان الصمامات الثنائية الباعثة للضوء وفقًا لـ

يجب أن يتوافق مقياس التجانس مع المواصفة (EN ١٢٩٦٦).

يجب أن يصنف مصنع الصمامات الثنائية الباعثة للضوء تلك المصابيح؛ بحيث لا يقل عمرها افتراضي عن ٦٥٠٠٠ ساعة من التشغيل المستمر مع الحفاظ على ٧٠٪ كحد أدنى من السطوع الأصلي (L٧٠ ≥ ٦٥٠٠٠ ساعة).

يجب أن يتحكم المعالج الدقيق في كل لوحة من لوحات برنامج تشغيل الصمام الثنائي الباعث للضوء في، وأن تتواصل مع وحدة التحكم الخاصة بلافتات التحكم في المسارات؛ باستخدام بروتوكول شبكة قابل للعنونة. ويقوم المعالج الدقيق بمعالجة الأوامر الصادرة عن وحدة التحكم الخاصة بلافتات التحكم في المسارات الموجودة على جانب الطريق؛ لعرض البيانات، وإجراء الاختبارات التشخيصية، والإبلاغ عن حالة البكسل، والتشخيص.

يجب أن تقيس وحدة التحكم الخاصة بلافتات التحكم في المسارات، وترصد باستمرار مجموع جهد مصدر الطاقة الكهربائي الخاص بوحدات الصمامات الثنائية الباعثة للضوء، ويرسل قراءات الجهد إلى مركز إدارة المرور، أو أي حاسوب محمول محلي عند الطلب.

متطلبات الأحرف والخطوط والألوان:

يجب أن تشتمل مساحة شاشة العرض الخاصة بلافتات التحكم في المسارات على مساحة نشطة لا تقل عن ١,٢ مترًا في ١,٢ مترًا.

يجب أن تعرض لافتات التحكم في المسارات الأحرف بارتفاع لا يقل عن ١٥٠ ملم.

يجب أن تتمكن لافتات التحكم في المسارات من دعم الخصائص التالية:

١- عرض الأحرف الأبجدية الرقمية، بما في ذلك الأحرف، والأرقام، وعلامات الترقيم.
٢- عرض الرموز الرسومية.
٣- عرض الأحرف الإنجليزية، والعربية.
٤- اختيار نمط خط معين للحروف.
٥- المحاذاة الأفقية للنص المعروض على الشاشة، بما في ذلك المحاذاة إلى اليسار، والوسط، واليمين.
٦- المحاذاة الرأسية للنص المعروض على الشاشة، بما في ذلك المحاذاة إلى الأعلى، والوسط، والأسفل.
٧- ضبط المسافة أفقيًا بين الأحرف، أو رأسيًا بين أسطر النص.
٨- عرض صور نقطية رسومية بأحجام مختلفة تتراوح بين الصغيرة جدًا، وتلك التي بحجم مصفوفة لافتة التحكم في المسارات بأكملها.

يجب تحميل لافتات التحكم في المسارات في المصنع مقترنة بالخطوط الموضحة في اتصالات النقل الوطنية لبروتوكول أنظمة النقل الذكية.

يجب أن تشتمل لافتة التحكم في المسارات ذات المصفوفة كاملة الألوان على مكتبة من الرموز الشائعة المدرجة في اتصالات النقل الوطنية لبروتوكول أنظمة النقل الذكية؛ لتسهيل إدخال الصور الرسومية.

يجب أن تتمكن لافتة التحكم في المسارات ذات المصفوفة كاملة الألوان من عرض الألوان الموضحة في اتصالات النقل الوطنية لبروتوكول أنظمة النقل الذكية.

وحدة التحكم الخاصة بلافتات التحكم في المسارات الموجودة على جانب الطريق:

يجب أن تكون وحدة التحكم الخاصة بلافتات التحكم في المسارات الموجودة على جانب الطريق عبارة عن نظام مستقل قائم على المعالجات الدقيقة، التي لا تتطلب اتصالًا مستمرًا ببرنامج التحكم في لافتات التحكم في المسارات؛ لتنفيذ معظم وظائف التحكم في لافتات الرسائل الديناميكية.

يجب أن تكون وحدة التحكم الخاصة بلافتات التحكم في المسارات الموجودة على جانب الطريق قابلة للمعالجة؛ بواسطة بروتوكول الإنترنت باستخدام حاسوب محمول محلي / حاسوب شخصي، أو من خلال مركز إدارة المرور.

يجب أن تتوافق وحدة التحكم الخاصة بلافتات التحكم في المسارات الموجودة على جانب الطريق مع المتطلبات التشغيلية الدنيا التالية:

١- التواصل باستخدام اتصالات النقل الوطنية لبروتوكول أنظمة النقل الذكية المدمج.
٢- احتوائها على ذاكرة؛ لتخزين الرسائل، والجداول الزمنية الدائمة، القابلة للتغيير، وغيرها من الملفات اللازمة؛ لتشغيل وحدة التحكم.
٣- احتوائها على واجهة مستخدم للوحة الأمامية، مع شاشة LCD رسومية، ولوحة مفاتيح؛ للتشغيل، والفحص المباشر كما هو موضح هنا.
٤- احتوائها على (٣) ثلاثة منافذ اتصال (RS٢٣٢) على الأقل.
٥- احتوائها على (١) منفذ اتصال (RS٤٢٢) مع موصل (RJ٤٥) على الأقل.
٦- احتوائها على (١) منفذ إيثرنت مع موصل (RJ٤٥) على الأقل.
٧- احتوائها على برامج ثابتة (برمجيّات مدمجة) تراقب جميع أجهزة الاستشعار الخارجية، والداخلية، ومدخلات الاتصالات والتحكم في وحدات شاشة العرض؛ وفقًا لتوجيهات برنامج التحكم الخارجي، وواجهة اللوحة الأمامية.
٨- يجب أن تكون وحدة التحكم الموجودة على جانب الطريق قادرة على التحكم فيما يصل إلى ١٦ وحدة من وحدات لافتات التحكم في المسارات؛ بما في ذلك اتجاهات الطرق الرئيسة المخصصة لسير المركبات، والأكتاف الصلبة ومخارج المنحدرات

يجب أن تُركب وحدة التحكم الخاصة بلافتات التحكم في المسارات الموجودة على جانب الطريق، ومعدات الاتصال المرتبطة بها في علبة مثبتة على الأرض.

يجب أن تثبت وحدة التحكم الخاصة بلافتات التحكم في المسارات الموجودة على جانب الطريق في رف معدات قياسي EIA ٤٨٠ ملم (١٩ بوصة) (أو IEC ٦٠٢٩٧) بما يتوافق مع متطلبات مساحة ٤U كحد أقصى أو على النحو المحدد في EN ١٢٦٧٥.

يجب أن تتمكن وحدة التحكم الخاصة بلافتات التحكم في المسارات الموجودة على جانب الطريق، من تعديل مستوى سطوع مصفوفة شاشة الصمامات الثنائية الباعثة للضوء يدويًا، أو تلقائيًا.

يجب أن تتمكن وحدة التحكم الخاصة بلافتات التحكم في المسارات الموجودة على جانب الطريق من مراقبة الرسائل النشطة في الوقت الراهن، وعرضها -إن وجدت- بما في ذلك الرسائل الرسومية المعروضة على شاشة LCD الخاصة باللوحة الأمامية الخاصة بوحدة التحكم. وتحاكي هذه الشاشة شاشة لافتات التحكم في المسارات، وتتمكن من التبديل من خلال شاشات لافتات التحكم في المسارات الفردية.

يجب أن توجه وحدة التحكم الخاصة بلافتات التحكم في المسارات الموجودة على جانب الطريق جميع وحدات الصمامات الثنائية الباعثة للضوء؛ لإجراء فحوص تشخيصية لجميع وحدات البكسل الخاصة بها بعد ذلك، ويجب على وحدة التحكم جمع نتائج اختبار وحدة البكسل، وتقديم تقرير عنها. يجب أن يبدأ الاختبار؛ إما موضعيًا، أو من خلال برنامج التحكم عن بعد.

يجب أن تتمكن وحدة التحكم الخاصة بلافتات التحكم في المسارات الموجودة على جانب الطريق -أيضًا- من الاستشعار المؤتمت في الوقت الحقيقي عن حالة كل وحدة من بكسلات الشاشة، والإبلاغ عن حالة التشغيل / الإيقاف الخاصة بها.

يجب على وحدة التحكم الخاصة بلافتات التحكم في المسارات الموجودة على جانب الطريق مراقبة الحالة الوظيفية لمصادر الطاقة المنظمة الموجودة في لافتات التحكم في المسارات، والإبلاغ عنها من خلال مراقبة مخرجات التشخيص الموجودة على المصادر.
يجب على وحدة التحكم مراقبة الجهد الكهربائي الناتج لكل مصدر من مصادر الطاقة، وحالة كل صمام من صمامات المخرجات.

يجب على وحدة التحكم الخاصة بلافتات التحكم في المسارات الموجودة على جانب الطريق مراقبة حالة المراوح المركبة في وحدة لافتات التحكم في المسارات، ووحدة التحكم الخاصة بلافتات التحكم في المسارات، والإبلاغ عنها.

يجب أن تراقب وحدة التحكم الخاصة بلافتات التحكم في المسارات الموجودة على جانب الطريق قراءات جميع مستشعرات الضوء ودرجة الحرارة، المثبتة في مبيت لافتات التحكم في المسارات.

يجب أن تكون وحدة التحكم الخاصة بلافتات التحكم في المسارات الموجودة على جانب الطريق قادرة على إبلاغ مشغل الصيانة تلقائيًا (عن طريق لوحة LCD محلية)، ونظام التحكم المركزي الخاص بوقوع أحداث مهمة، وحدوث أعطال في النظام الفرعي.

يجب على وحدة التحكم الخاصة بلافتات التحكم في المسارات الموجودة على جانب الطريق أن تراقب باستمرار مستشعرات درجة حرارة المبيت الخاص بلافتات التحكم في المسارات، ويجب أن تغلق تلقائيًا لافتات التحكم في المسارات إذا تجاوزت درجة حرارة المبيت الداخلية حد السلامة. يجب أن تكون القيمة القياسية لهذا الحد القياسي + ٦٠ °C ويجب أن يكون قابلًا للتهيئة في وحدة التحكم.

إذا اقتربت درجة الحرارة من الحد القياسي، تقلل وحدة التحكم من مستوى سطوع واجهة اللافتة. وإذا استمرت درجة الحرارة في الارتفاع، وتجاوزت الحد القياسي، يجب على وحدة التحكم إطلاق إشعارًا تحذيريًا، وتفريغ واجهة اللافتة. وستظل واجهة اللافتة فارغة حتى تبدأ درجة الحرارة في الانخفاض. وبمجرد أن تنخفض درجة الحرارة، سترفع وحدة التحكم تدريجيًا مستوى سطوع واجهة الشاشة، وتعود في النهاية إلى مستوى السطوع الكامل.

عندما تكتشف وحدة التحكم الخاصة بلافتات التحكم في المسارات الموجودة على جانب الطريق أنه أُعيد تشغيلها؛ بسبب إعادة الضبط اليدوي، أو وجود حالة خطأ، فإنها ترسل إشعارًا إلى مركز إدارة المرور.

عندما تكتشف وحدة التحكم الخاصة بلافتات التحكم في المسارات الموجودة على جانب الطريق انقطاع التيار الكهربائي، يجب أن تفرغ وحدة التحكم تلقائيًا اللوحة الأمامية الخاصة بلافتات التحكم في المسارات.

يجب أن يسمح برنامج واجهة مركز إدارة المرور الخاص بلافتات التحكم في المسارات بإمكانية الاتصال بين مستخدمين متعددين، ولافتات متعددة عبر نفس شبكة الاتصالات السلكية، واللاسلكية.

يجب أن يوفر مورد المعدات الخاصة بلافتات التحكم في المسارات برنامج واجهة مركز إدارة المرور الخاص بلافتات التحكم في المسارات. يعمل هذا البرنامج على أجهزة الحاسوب المكتبية، والمحمولة.

يجب أن يوفر مركز إدارة المرور الخاص بلافتات التحكم في المسارات واجهة مستخدم رسومية سهلة الاستخدام، وأن تدعم ما لا يقل عن ١٢,٠٠٠ لافتة تحكم في المسارات. تكون البرمجيّات قابلة للتطوير؛ بهدف زيادة عدد لافتات التحكم في المسارات بدون حد.

يجب أن يدعم برنامج واجهة مركز إدارة المرور الخاص بلافتات التحكم في المسارات، وظائف التحكم في لافتات التحكم في المسارات ومراقبتها، وفحصها الموضحة في هذه المواصفات.

يجب أن يتمكن مركز إدارة المرور الخاص بلافتات التحكم في المسارات من التحكم في لافتات التحكم في المسارات عن بعد من خلال مركز إدارة المرور وموضعيًا في موقع هذه اللافتات؛ باستخدام حاسوب محمول شخصي.

يجب أن يدعم مركز إدارة المرور الخاص بلافتات التحكم في المسارات مستويات مختلفة من الحقوق، والصلاحيات؛ للتحكم في لافتة التحكم في المسارات، والقدرة على إنشاء الرسائل، وتعديلها داخل البرنامج، وإمكانية تعديل إعدادات هذه اللافتات، أو تشغيل المحتوى عليها.

يجب أن يتضمن برنامج واجهة مركز إدارة المرور الخاص بلافتات التحكم في المسارات نظامًا؛ لتسجيل الأحداث.

يمكن برنامج واجهة مركز إدارة المرور الخاص بلافتات التحكم في المسارات مسؤولي النظام، وغيرهم من المستخدمين المصرح لهم من تهيئة معلمات النظام، ووظائفه.

يرصد مركز إدارة المرور الخاص بلافتات التحكم في المسارات وتيرة حزم الاتصال بين مركز إدارة المرور، ولافتات التحكم في المسارات. وإذا اكتشفت البرمجيّات أن عدم حدوث اتصال بين وحدة التحكم الخاصة بلافتات التحكم في المسارات الموجودة على جانب الطريق، ومركز إدارة المرور لفترة أطول من المهلة القابلة للتهيئة، يقوم البرنامج تلقائيًا بتنشيط رسالة فقدان الاتصال.

يجب أن تشتمل علبة وحدة التحكم الخاصة بلافتات التحكم في المسارات على لوحة توزيع كهربائية، وقواطع دوائر كهربائية تتوافق مع متطلبات (IEC ٦٠٣٦٤).

يجب تركيب الأسلاك الخاصة بوحدات شاشة الصمام الثنائي الباعث للضوء، ودوائر التحكم البيئي، ومكونات لافتات التحكم في المسارات الأخرى في مبيت لافتات التحكم في المسارات بطريقة منظمة، ومهنية.

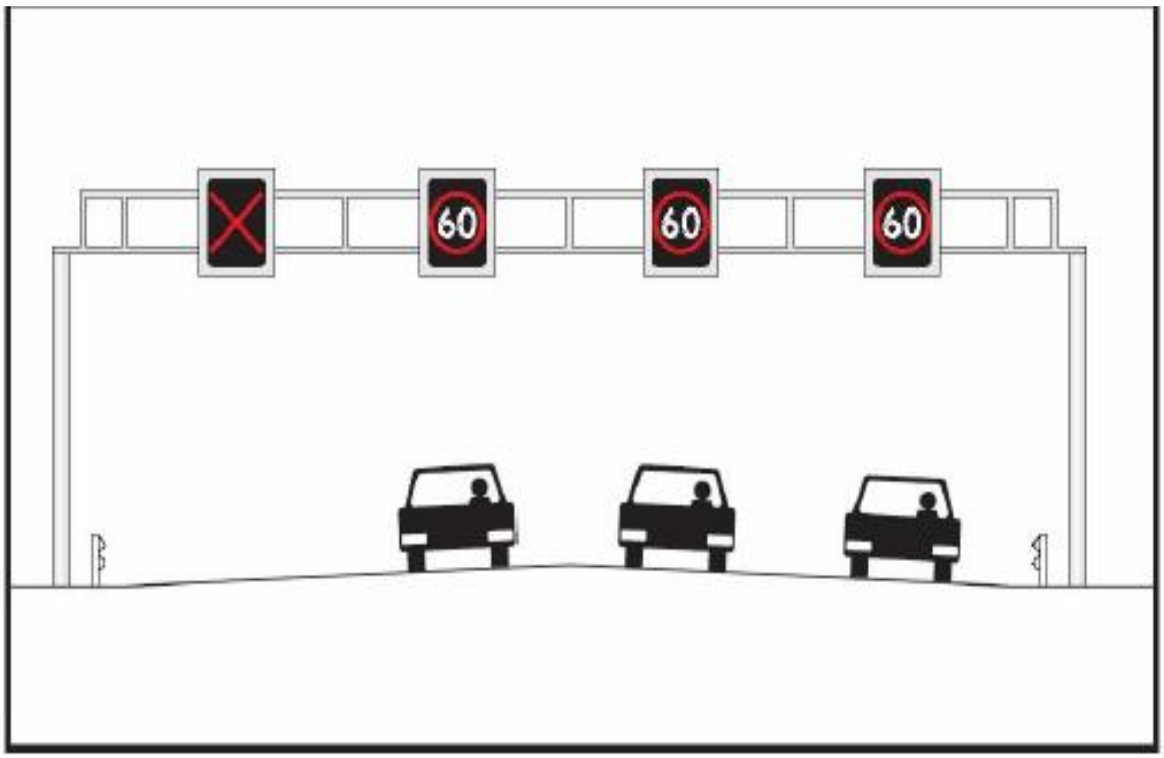
يجب أن يكون حجم الكابلات مناسبًا؛ بما يتوافق مع المواصفة (IEC ٦٠٣٦٤).

١١-٢-٣ لافتات حد السرعة المتغير:

سيُستخدم هذا الجزء كدليل؛ لاختيار مواقع أجهزة الاستشعار الخاصة بالطرق السريعة الرئيسة، ولافتات حد السرعة المتغير وتثبيتها، والمباعدة بينها بشكل مثالي؛ للتحسين الأمثل للمرور، وإدارته بشكل فعال على الطرق السريعة، والجسور الطويلة، وفي الأنفاق.

ومع ذلك، يلزم ملاحظة أنه لا يمكن تغطية كل أوضاع الطريق السريع ضمن هذه الإرشادات، وأما مقترحات التثبيت ومسافة التباعد فهي للاسترشاد فقط. والمواصفات التقنية المطابقة لإرشادات التصميم هي المواصفات المعروضة نفسها في الجزء (١١-٢-١) "لافتات الرسائل الديناميكية"، والجزء (١١-٢-٢) "لافتات التحكم في المسارات". وبوجه عام، يجب الإشارة إلى أن الشاشة الباعثة للضوء المخصصة للافتات حد السرعة المتغير يجب أن تنفذ باستخدام تقنية الصمام الثنائي الباعث للضوء كما هو موضح في الشكل (١١-٥)، ويجب أن تمتثل لما يأتي:

١- استخدام الصمامات الثنائية الباعثة للضوء ذات اللون الأبيض؛ من أجل الأرقام.
٢- يجب أن تكون الحلقة الحمراء مكونة من الصمامات الثنائية الباعثة للضوء ذات اللون الأحمر: يومض الجزء الداخلي من الحلقة؛ بهدف تنبيه السائقين إلى أن السرعة التنظيمية هي بخلاف الحد الافتراضي للسرعة.
٣- يجب أن تومض الحلقة الوامضة الخاصة بجميع اللافتات في نفس الموقع بالتزامن.



الشكل (١١–٥) مفهوم لافتات حد السرعة المتغير (Guideline Transport and Main Roads Australia).

تستخدم لافتات حد السرعة المتغير شاشات الصمام الثنائي الباعث للضوء الرقمية، المكونة من وحدات بكسل بيضاء على خلفية سوداء غير لامعة. وتتكون الحلقة من وحدات بكسل حمراء على خلفية سوداء غير لامعة. وتكون اللافتة قادرة على عرض أي حد من حدود السرعة بداية من شاشة عرض فارغة تمامًا إلى ١٢٠ كم/ساعة (على سبيل المثال فارغة و ٤٠ و ٥٠ و ٦٠ و ٨٠ و ٩٠ و ١٠٠ و ١٢٠ كم/ساعة). وعندما يُخفض الحد الأقصى للسرعة من خلال حد السرعة الاسمية، يجب أن تكون الحلقة (أو غيرها من الأجهزة البارزة) قادرة على إطلاق الوميض. ويجب ألا تكون الحلقة فارغة تمامًا؛ حيث يجب عرض بعض وحدات البكسل الخاصة بالحلقة باستمرار. وتكون اللافتات القريبة من بعضها متزامنة مع معدلات الوميض، وأن يكون لشاشاتها مظهر موحد. وتكون شاشة العرض مرئية، وملحوظة في جميع ظروف الطقس، والإنارة المحيطة، إلى جانب توحيد اللون، وشدة الإنارة المحيطة بواجهة اللافتات. وتكون شدة الإنارة الخاصة بالشاشات متغيرة، ويمكن التحكم فيها تلقائيًا؛ بواسطة جهاز استشعار الضوء.

يجب تطبيق منطقة لافتات السرعة المتغيرة على طريق سريع، أو جسر طويل، أو في نفق؛ للسماح بتخفيض الحد الأقصى للسرعة المحددة عندما تتعرض السلامة على الطرق، والأداء للخطر، وحيث تكون حدود السرعة الثابتة المنخفضة غير مناسبة على الدوام. تنفذ منطقة الحد الأقصى للسرعة المتغيرة؛ عن طريق استخدام لافتات حد السرعة المتغير، ولافتات ثابتة مختارة.

تتمثل الأهداف الرئيسة لمنطقة لافتات حد السرعة المتغير في التحكم في الحد الأقصى للسرعة المحدد داخل المنطقة من أجل:

١- إدارة سرعة التشغيل، وينتج عنه تحسين معدلات تدفق المرور؛ بوساطة تقليل احتمالات تعطل التدفق، والازدحام.
٢- عند حدوث أي ازدحام، تدار سرعة تشغيل المرور، التي تقترب من الازدحام، و تغادره؛ لاستعادة معدل التدفق الأمثل بأسرع ما يمكن.
٣- تقليل احتمالية وقوع حوادث مرورية (خاصة الحوادث الثانوية)، بوساطة تقليل سرعة المركبات عند اقترابها من حادث، أو صف انتظار، أو توقف.
٤- تقليل فروق السرعة بين حركات المرور الرئيسة، وحركة المرور عند منحدر المدخل؛ لتحسين مستوى السلامة، والمساعدة في منع تعطل تدفق المرور.

٥- الحد من المخاطر المحتملة لإصابة العامة، وموظفي الطوارئ، عند وقوع الحوادث، أو العمال أثناء عملية الصيانة/الإنشاء بوساطة تقليل الحد الأقصى للسرعة، التي تقترب من الموقع، وتمر من خلاله.
٦- إدارة السلامة أثناء سوء الأحوال الجوية، أو أحوال الطرق، بوساطة تقليل الحد الأقصى للسرعة إلى حد السرعة المناسب للظروف السائدة.

١١-٢-٣-١ اعتبارات التثبيت الاستثنائية:

يجب أن يراعي تثبيت الجهاز الخاص بلافتات حد السرعة المتغير -خاصة- اختناقات الطريق السريع المرورية، والازدحام، والمتطلبات الواردة في النقاط التالية التي حُددت؛ لتركيب الجهاز:

- تحليل المرور.
- جهاز استشعار الأحداث/ تركيب لافتات حد السرعة المتغير.

في حالة وجود جهاز معزول، تُراعى تقديرات التركيب التالية:

- ارتفاع معدلات الطلب على المرور (عند مدخل المنحدر).
- الاختناقات المرورية الهندسية (الجيومترية).
- الاختناقات المرورية، الناتجة عن المرور بشكل متعرج.
- ارتدادات صفوف الانتظار الرئيسة (عند مخرج المنحدر).
- مواقع حوادث الاصطدام المتكررة.
- التقديرات المتعلقة بتركيب نظام الاسترجاع الخاص بلافتات حد السرعة المتغير.
- مطابقة التركيب ثنائي الاتجاه.
- المقاطع الأساسية .
- تركيب لافتات الرسائل الديناميكية.
- تركيب كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة .
- تركيب اللافتات الثابتة.
- محطات الأرصاد الجوية.

عملية التركيب هي: عملية تكرارية - تحدد النقاط المذكورة أعلاه الجولة الأولى، مع الحاجة إلى الجولتين الثانية، والثالثة؛ للنظر في المتطلبات المدنية، والكهربائية، وتحسين عملية التركيب مع الاتجاه المعاكس للسير.

تحليل المرور:

يجب إجراء دراسة تحليلية؛ بشأن المرور؛ لتحديد الاختناقات المرورية الرئيسة القائمة، أو المستقبلية، ومواقع حوادث الاصطدام المتكررة، وتأثيرات الطرق المتفرعة المزدحمة عند الخروج من المنحدرات، والدخول إليها، وتحويلات الطريق المحتملة.

تُحدد الاختناقات المرورية من خلال نقطة بداية صف الانتظار، والتدفق غير المقيد إلى نقطة نهايته. وتتميز الاختناقات المرورية بثلاث خصائص رئيسة هي : انخفاض التدفق، وتفريغ صف الانتظار، والانتقال قبل صف الانتظار.

- يبلغ متوسط تفريغ التدفق نسبة ١٠٪ أقل من التدفقات المقاسة قبل تكون صف الانتظار.
- قلما تنحرف تدفقات تفريغ صف الانتظار عن المعدل المتوسط بنسبة تصل إلى أكثر من خمسة بالمائة؛ كما أنها تتغير تدريجيًا بمرور الوقت.
- فترات الانتقال قبل صف الانتظار، التي تسبق مدى الانهيار كما هو محدد في دراسة تصميم المرور.

يُقترح أنه يمكن -أيضًا- تحديد الاختناقات القائمة بوساطة مراجعة تسجيلات كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة، أو بيانات زمن الانتقال.

يمكن تصنيف الاختناقات المرورية التي تحدث على الطرق السريعة على النحو التالي:

- ارتفاع معدلات الطلب على المرور (على سبيل المثال: عند منحدر مدخل).
- النوع الثاني - الاختناقات المرورية الهندسية الجيومترية (على سبيل المثال: انخفاض عدد المسارات الرئيسة، والميول الشديدة، والمنعطفات الحادة).
- أجزاء التناسج (على سبيل المثال: عند مدخل ومخرج متقاربين جدًا، إلى جانب طلب المرور على التناسج).

كما يمكن أن يحدث الازدحام عندما ترتد صفوف الانتظار عند الطرق الشريانية إلى الطريق السريع قادمة من صفوف الانتظار الموجودة عند تقاطع المخرج مع الطريق الشرياني. وعلى الرغم من أن هذا يعد صف انتظار عند الطريق الشرياني، إلا أنه ينبغي أيضًا إدارة تأثيرات صفوف الانتظار على الطريق الرئيس، والطريق الشرياني.

ومن الضروري -بعد ذلك- مراجعة تاريخ وقوع الحوادث، والأحداث على الطريق السريع. إذ يمكن أن يحدد هذا التاريخ المناطق، التي يحتمل أن تحدث فيها أحداث عشوائية، أو تقع بشكل متكرر.

جهاز استشعار الأحداث/ تركيب لافتات حد السرعة المتغير:

تعتمد الخوارزميات المحددة من قبل إدارة هندسة المرور، والتصميم المتخصص على مقاييس موقع جهاز الاستشعار الخاصة بالسرعة، والإشغال، والحجم. وتعتمد فعالية الخوارزميات على تركيب أجهزة الاستشعار.

تستند السرعات المعروضة على لافتات حد السرعة المتغير إلى بيانات جهاز الاستشعار في اتجاه المقصد، حيثما أمكن، وينبغي عدم وضع أجهزة الاستشعار في مناطق تغيير المسارات عالية التكرار. ويؤدي هذا -عادة- إلى حدوث خلل في البيانات، يؤثر بانتظام على أداء خوارزميات لافتات حد السرعة المتغير؛ غير أنه من المسلم به أنه يتعذر تجنب ذلك دائمًا.

عُرّفت مواقع تركيب لافتات حد السرعة المتغير، وأجهزة الاستشعار؛ بناءً على اختناقات الطريق السريع المرورية، والسمات الهندسية الجيومترية، كما هو موضح في الأقسام اللاحقة. وبالرغم من عدم توضيح أجهزة الاستشعار الموجودة عند المداخل والمخرج، إلا أنها مطلوبة.

يجب أن تتضمن الخوارزميات المستخدمة خصائص مثل: يعتمد HF (التدفق العالي)، و QD (استشعار صف الانتظار)، و QP (حماية صف الانتظار) على مقاييس موقع جهاز الاستشعار الخاصة بالسرعة، والإشغال، والحجم؛ لتخفيضات السرعة الموصى بها في لافتات حد السرعة المتغير. وعند النظر في تركيب أجهزة الاستشعار على طريق سريع، ومواقع لافتات حد السرعة المتغير، يوصى باتباع الخطوات التالية:

١- تمييز مواقع الاختناقات المرورية المعروفة على رسومات / خطط / مخططات الطريق السريع. وعند تحديد الاختناقات المرورية. يجب مراعاة ظروف الطريق السريع بعد تشغيل إشارات منحدرات الدخول.
٢- عند مقدمة الاختناقات المرورية، تُوضع مواقع أجهزة الاستشعار، عند نقطة بداية الاختناق المروري في المواقع المناسبة لجمع خوارزميات البيانات التي تتطلب: دراسة المواقع المناسبة، وتقليل وقت الاستشعار من خلال الحد الأدنى من الفصل المكاني؛ بالإضافة إلى جودة بيانات جهاز الاستشعار العالية، عن طريق تحديد المواقع في مناطق التناسج المنخفض. مع توفير التفاوت المسموح لوضع جهاز الاستشعار؛ للسماح بمرونة التصميم.
٣- عندما تُحدد الأماكن المناسبة لمواقع جهاز الاستشعار، توضع لافتات حد السرعة المتغير في مواقع مثالية، أو نطاقات مطابقة، لتحقيق التحكم الأمثل في السرعة:

أ- يشير نطاق المطابقة في سياق هذا المجلد إلى منطقة يمكن وضع لافتات حد السرعة المتغير فيها؛ لتحقيق عملية التحكم، مما يعني أنه ليس موقعًا دقيقًا.

ب- كما يمكن اعتماد نطاق المطابقة لوضع جهاز الاستشعار، بالإضافة إلى وضع لافتات حد السرعة المتغير لتحديد كيفية ارتباط مواقع أجهزة الاستشعار، وربط هذه اللافتات ببعضها؛ بوساطة التحليل المتقاطع.

٤- أخيرًا، يجب إعادة تعيين حد السرعة المسموح على الطريق السريع في اتجاه المقصد بعد الاختناقات المرورية المعروفة، من خلال وضع لافتات حد السرعة المتغير، التي ستعرض الحد الأقصى للسرعة الافتراضية. ويطلق على هذا اسم لافتات استرجاع حد السرعة المتغير، ويستخدم لتحسين درجة الامتثال.

باختصار، يستحسن العمل خارج الاختناقات المرورية المعروفة، وترك أعمال التركيب حول مقاطع الطريق الأساسية حتى نهايتها. وهذا يضمن أن المناطق الخاصة بلافتات حد السرعة المتغير توفر بعض المزايا؛ لتحقيق أفضل مستوى ممكن من التحكم.

١١-٢-٣-١-١ ارتفاع الطلب المروري عند منحدر الدخول

الشكل (١١-٦) والشكل (١١-٧) أدناه، تمثل تخطيطًا نموذجيًا للمنحدر مع تكوينات الدمج المتوازي/المستدق وتكوينات إضافة المسار على المنحدر، على التوالي.

تجدر الإشارة إلى أن لافتات حد السرعة المتغير المبينة يمكن أن تمثل موقع لافتات حد السرعة المتغير، المثبتة على العمود، أو موقع لافتة حد السرعة المتغير/لافتة التحكم في المسارات المثبتة على جسر. وجرى تبسيط الرسوم البيانية الموضحة في الشكل (١١-٦) إلى لافتة ديناميكية؛ للتوضيح فقط. يمثل الرمز (XX) الموجود داخل الحلقة الحمراء شاشة متغيرة فحسب. والرموز الظاهرة في الشكل هي كما يلي:

D1 - بيانات جهاز الاستشعار المستخدمة لإشارات منحدر الدخول (بيانات تفريغ التدفق)، وخوارزمية التدفق العالي.

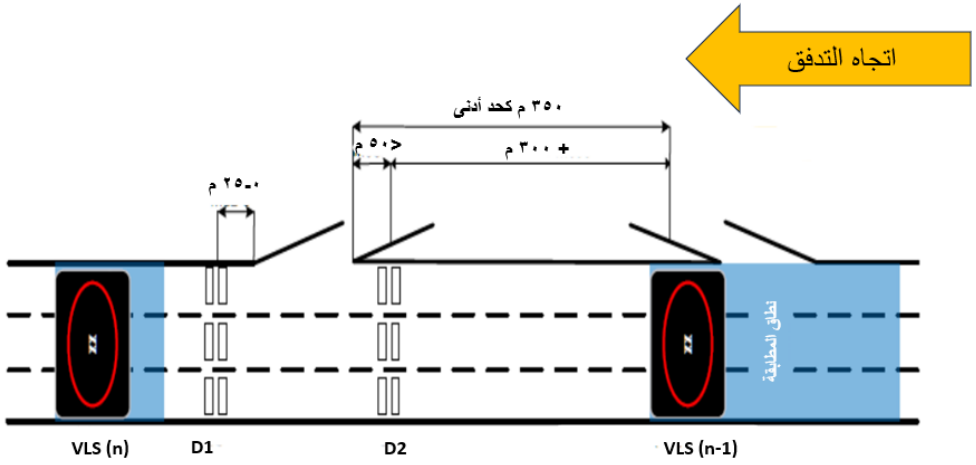
D2 - بيانات جهاز الاستشعار المستخدمة؛ لاستشعار صفوف الانتظار – الموجودة عند المنطقة المستدقة أو بعدها مباشرةً.

VSLS (n) - يشار إليها باسم لافتات استرجاع حد السرعة المتغير ، ويجب تغذيتها بالبيانات الصادرة عن جهاز الاستشعار الموجود في اتجاه المقصد (غير موضح). نظرًا لعدم توقع وقوع أي ازدحام في اتجاه مسار واجهة الاختناقات المرورية، وسترسل الخوارزمية المحددة توصية إلى لافتات استرجاع حد السرعة المتغير، التي ستسمح لسائقي المركبات بزيادة سرعاتهم. يجب أن تكون المسافة من نهاية الاستدقاق؛ وفقًا للمجلد ١، دليل إدارة المرور - متطلبات تكميلية. يجب أن يراعى عند وضع لافتات حد السرعة المتغير أفضل توقيت؛ لإعادة تعيين السرعة، مع مراعاة درجة امتثال السائق للسرعة.

VSLS (n-١) - يشار إليها باسم لافتة حد السرعة المتغير للتحكم. تعتمد المسافة من جهاز الاستشعار الموجود في اتجاه المقصد على الوقت الذي يستغرقه صف الانتظار للانتشار من خلال اللافتات الموجودة في اتجاه المنبع.

تقبل سرعة ٣٠٠ مترًا كسرعة متحفظة؛ لزيادة صف الانتظار، وتستخدم كسرعة أولية لصف الانتظار، بعد استشعار أي حادث، أو صف انتظار، وقبل حساب الخوارزمية لسرعة صف الانتظار، من البيانات المجمعة.

إذا لم تكن هناك أي بيانات حول التدفق، أو استشعار صف انتظار في موقع واحد من مواقع أجهزة الاستشعار، فتستخدم سرعة صف الانتظار الأولية. وعند توفر بيانات التدفق، يستخدم الأسلوب المتوقع. أما في حال تعذر توفر بيانات حول التدفق، واستشعار صف انتظار في أكثر من موقع من مواقع أجهزة الاستشعار، فيستخدم الأسلوب الملحوظ.



الشكل (١١–٦) مدخل منحدر ذو اندماج متوازٍ أو مُستدق (Guideline Transport and Main Roads Australia).

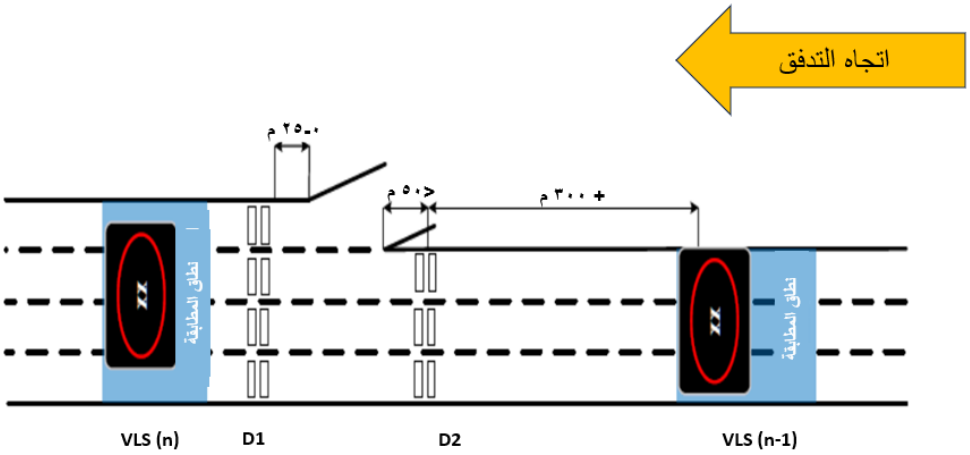
يوضح الشكل (١١-٧) حالة إضافة مسار على الطريق السريع عند منحدر الدخول. والرموز الظاهرة في الشكل هي كما يلي:

D1- بيانات جهاز الاستشعار المستخدمة في خوارزمية إشارات منحدر الدخول (بيانات تفريغ التدفق)، يجب أن تستند المسافة إلى تصميم الاندماج. وتبلغ مسافة التصميم الدنيا ٣٢٠ مترًا من شريط التوقف الموجود عند إشارة مدخل المنحدر إلى بداية الاستدقاق. من المنطقة المستدقة الصلبة إلى بداية الاستدقاق، يجب أن يكون هناك ما لا يقل عن ٨ ثوانٍ؛ للسير بسرعة تشغيل الخط الرئيس، بالإضافة إلى استدقاق ١٠٠ مترًا (٣٤٥ مترًا بسرعة ١١٠ كم/ساعة و ٢٧٥ مترًا لسرعة ٨٠ كم/ساعة).

D٢- بيانات جهاز الاستشعار المستخدمة؛ لاستشعار صف انتظار معين.

VSLS (n) - يشار إليها باسم لافتات استرجاع حد السرعة المتغير، ويجب تغذيتها بالبيانات الصادرة عن جهاز الاستشعار الموجود في اتجاه المقصد. المسافة من نهاية الاستدقاق «المفترض» إلى لافتات حد السرعة المتغير تتراوح من ٢٠٠ إلى ٤٠٠ مترًا. يجب أن يراعى عند وضع هذه اللافتات أفضل توقيت؛ لإعادة تعيين السرعة، مع مراعاة درجة امتثال السائق للسرعة.

VSLS (n-١) - يشار إليها باسم لافتات التحكم بحد السرعة المتغير. وتعتمد المسافة من جهاز الاستشعار الموجود في اتجاه المقصد على الوقت الذي يستغرقه صف الانتظار؛ للانتشار من خلال لافتات حد السرعة المتغير.



الشكل (١١–٧) مسار مضاف عند منحدر الدخول (Guideline Transport and Main Roads Australia).

١١-٢-٣-١-٢ اختناقات الهندسة الجيومترية:

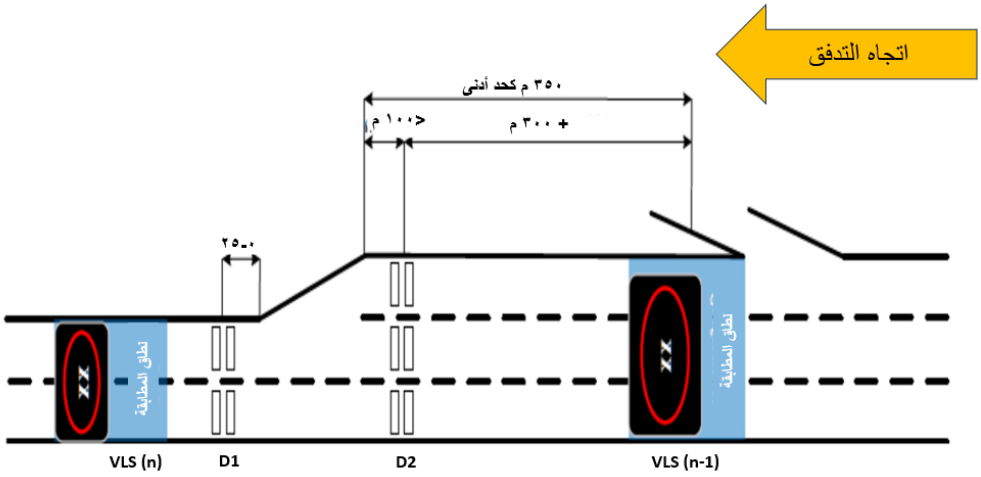
يوضح الشكل (١١-٨) حالة انخفاض عدد المسارات الرئيسة، أو انخفاض عدد المسارات الرئيسة في اتجاه المقصد لمنحدر الخروج. والرموز الظاهرة في الشكل هي كما يلي:

D١ - بيانات جهاز الاستشعار المستخدمة في تحفيز التدفق العالي.

D٢ - بيانات جهاز الاستشعار المستخدمة؛ لاستشعار صف انتظار نظام إدارة استخدام المسارات.

VSLS (n) - يشار إليها باسم استعادة لافتات حد السرعة المتغير. وتُغذى لافتات حد السرعة المتغير بالبيانات الصادرة عن جهاز الاستشعار الموجود في اتجاه المقصد (غير موضح)؛ نظرًا لعدم توقع وقوع أي ازدحام في اتجاه المقصد بعد الاختناق المروري، وسترسل الخوارزمية توصية إلى لافتات استرجاع حد السرعة المتغير، التي ستسمح لسائقي المركبات بزيادة سرعاتهم. ويجب أن يراعى عند وضع لافتات حد السرعة المتغير أفضل توقيت؛ لإعادة تعيين السرعة، مع مراعاة درجة امتثال السائق للسرعة.

VSLS (n-١) - يشار إليها باسم لافتات التحكم بحد السرعة المتغير. وتعتمد المسافة من جهاز الاستشعار الموجود في اتجاه المقصد على الوقت الذي تستغرقه صف الانتظار للانتشار من خلال لافتات حد السرعة المتغير. ويجب أن تغير الخوارزميات السرعة في الدقيقة، وبناءً على انتشار صف انتظار يسير بسرعة متحفظة بمعدل ٣٠٠ مترًا/دقيقة في اتجاه المنبع، فحينئذٍ يلزم وجود مسافة لا تقل عن ٣٠٠ مترًا.



الشكل (١١–٨) انخفاض عدد المسارات الرئيسة، أو انخفاض عدد المسارات الرئيسة في اتجاه المقصد لمنحدر الخروج (Guideline Transport and Main Roads Australia).

الميول الحادة:

يمكن أن يتسبب جزء من الطريق ذو ميول حادة في تباطؤ بعض سائقي المركبات. إذا وُضع جهاز الاستشعار على الميول الحادة، التي تتسبب في انخفاض سرعات المركبات، فهناك خطر من احتمال تشغيل الخوارزمية قبل الأوان. ولذلك، ينبغي أن توضع أجهزة الاستشعار على مسافة قصيرة في اتجاه المنبع وفي اتجاه المقصد من الجزء ذي الميول؛ يوضع جهاز الاستشعار في اتجاه المنبع لإدارة صفوف الانتظار، وجهاز الاستشعار في اتجاه المقصد؛ لاستشعار ظروف الاسترجاع.

المنعطفات الحادة:

قد يتسبب جزء من الطريق ذو منحنى حاد في تباطؤ بعض سائقي المركبات. وقد يكون هذا مبالغًا فيه عندما تعرض اللافتة الاستشارية سرعة أقل بكثير من السرعة الافتراضية على سبيل المثال، ٧٠ كم/ساعة في منطقة تصل السرعة فيها إلى ١١٠ كم/ساعة. نظرًا لأن الخوارزميات مصممة؛ بناءً على حد السرعة الافتراضي على الطريق، فقد يؤدي وضع جهاز الاستشعار في داخل المنحنى إلى تشغيل الخوارزميات في وقت سابق لأوانه؛ لذلك من الضروري وضع مواقع أجهزة الاستشعار في اتجاه المنبع قبل المنحنى.

١١-٢-٣-١-٣ اختناقات التناسج:

هناك نوعان من اختناقات التناسج، أحدهما موضح في الشكل (١١-٩). والنهج العام لوضع أنظمة النقل الذكية في هذين النوعين من الاختناقات المرورية هو نفسه في الأساس. ومع ذلك، بالنسبة لإشارات منحدرات الدخول، تتغير المسافة من المنطقة المستدقة الصلبة، وجهاز الاستشعار؛ اعتمادًا على الوضع الراهن. والشكل (١١-٩) هو مثال على اختناق تناسج مع إضافة مسار. والمسافة بين المنطقة المستدقة والنقطة D٣ (جهاز استشعار إشارات منحدر الدخول) تتراوح بين ٢٥٠ - ٣٥٠ م. ومع ذلك، إذا لم ينتج عن منحدر الدخول إضافة مسار، فستكون هذه المسافة ٢٥ مترًا؛ وفقًا للنوع الأول من منحدر الدخول مع اندماج متوازٍ، أو مستدق.

والرموز الظاهرة في الشكل هي كما يلي:

D١- بيانات جهاز الاستشعار المستخدمة؛ لاستشعار صف الانتظار.

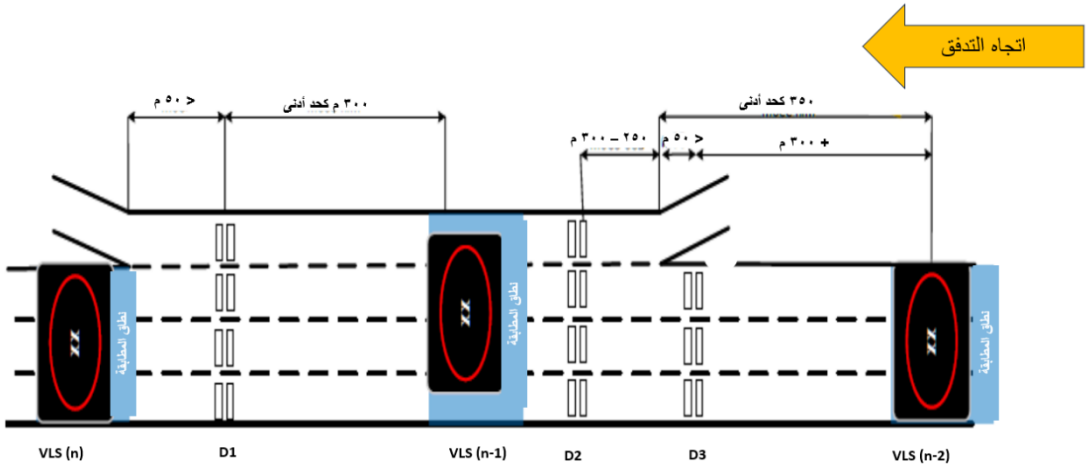
D٢ - بيانات جهاز الاستشعار المستخدمة لخوارزمية إشارات منحدر الدخول (بيانات تفريغ التدفق). يجب أن تعتمد المسافة على تصميم الاندماج. تبلغ مسافة التصميم الأقل ٣٢٠ مترًا من شريط التوقف الموجود عند إشارة منحدر الدخول. من المنطقة المستدقة الصلبة إلى بداية الاستدقاق، يجب أن يكون هناك ما لا يقل عن ٨ ثوانٍ؛ للسير بسرعة تشغيل الخط الرئيس، بالإضافة إلى استدقاق ١٠٠ مترًا (٣٤٥ مترًا بسرعة ١١٠ كم/ساعة و ٢٧٥ مترًا لسرعة ٨٠ كم/ساعة).

D3 - بيانات جهاز الاستشعار المستخدمة؛ لاستشعار صف الانتظار (انظر موقع وضع منحدر الدخول).

VSLS (n) - لافتات استرجاع حد السرعة المتغير.

VSLS (-1n) - لافتات استرجاع حد السرعة المتغير عند منحدر الدخول أو لافتات التحكم بحد السرعة المتغير عند منحدر الخروج.

VSLS (n-2) - لافتات التحكم بحد السرعة المتغيرة عند منحدر الدخول.



الشكل (١١–٩) اختناق تناسج نموذجي (Guideline Transport and Main Roads Australia).

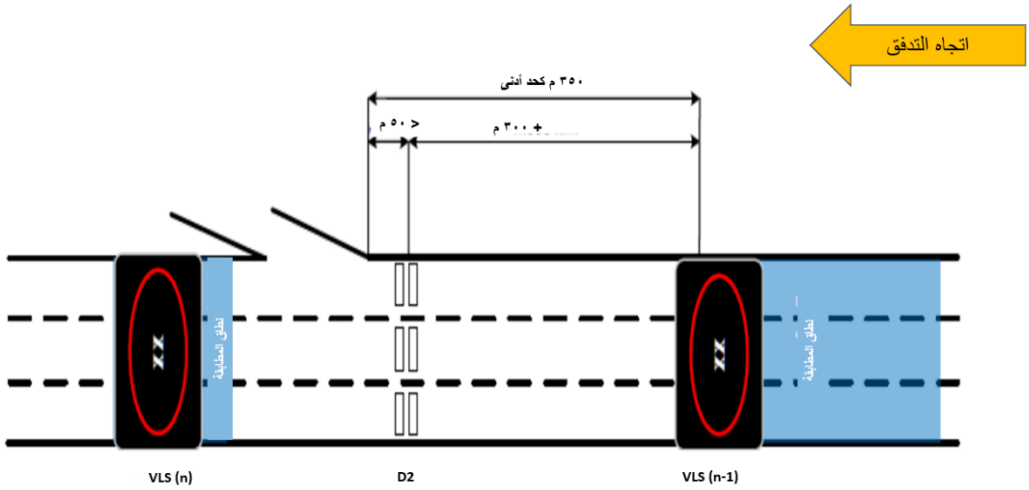
٤-١-٣-٢-١١ ارتداد صف الانتظار للطريق الشرياني عند منحدر الخروج:

يوضح الشكل (١١-١٠) حالة ارتداد صف الانتظار عند منحدر الخروج. والرموز الظاهرة في الشكل هي كما يلي:

D2 - بيانات جهاز الاستشعار المستخدمة؛ لاستشعار صفوف الانتظار - الموجودة عند المنطقة المستدقة أو بعدها مباشرةً.

VSLS (n) - يشار إليها باسم لافتات استرجاع حد السرعة المتغير. تُغذى لافتات حد السرعة المتغير بالبيانات الصادرة عن جهاز الاستشعار الموجود في اتجاه المقصد (غير موضح)، بعد ارتداد صف الانتظار. نظرًا لعدم التنبؤ بوقوع أي ازدحام في اتجاه المقصد بعد مقدمة الاختناق، سترسل الخوارزمية توصية إلى لافتات استرجاع حد السرعة المتغير التي ستسمح لسائقي المركبات بزيادة سرعاتهم. يجب أن يراعى عند وضع لافتات حد السرعة المتغير أفضل توقيت؛ لإعادة تعيين السرعة، مع مراعاة درجة امتثال السائق للسرعة.

VSLS (n-١) - يشار إليها باسم لافتات التحكم بحد السرعة المتغير. وتعتمد المسافة من جهاز الاستشعار الموجود في اتجاه المقصد على الوقت الذي يستغرقه صف الانتظار للانتشار عبر لافتات حد السرعة المتغير. يجب أن تغير الخوارزميات السرعة في الدقيقة، وبناءً على انتشار صف انتظار يسير بسرعة متحفظة بمعدل ٣٠٠ مترًا/دقيقة في اتجاه المنبع، فحينئذٍ يلزم وجود مسافة لا تقل عن ٣٠٠ مترًا.



الشكل (١١–١٠) ارتداد صف الانتظار عند منحدر الخروج (Guideline Transport and Main Roads Australia).

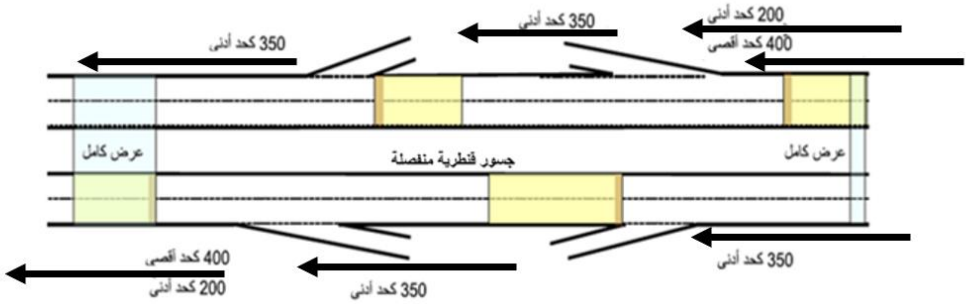
١١-٢-٣-٢ مواقع الأحداث المتكررة:

عندما يكون أحد أجزاء الطريق معرضًا بشدة لأحداث غير المخطط لها، مثل: الاصطدامات، أو المركبات المعطلة، فإنه يُنصح بوضع جهاز استشعار متطابق مع متطلبات خوارزمية استشعار صفوف الانتظار.

- وضع جهاز استشعار على الطريق الرئيس على مسافة ٥٠ - ١٥٠ مترًا في اتجاه المنبع من منطقة الأحداث المعروفة.
- وضع لافتة حد السرعة المتغير على مسافة ٣٠٠ مترًا تقريبًا في اتجاه المنبع من جهاز الاستشعار الموضوع لاستشعار صف الانتظار.

١١-٢-٣-٣ اعتبارات تثبيت النظام:

يكون تثبيت الأجهزة أكثر تعقيدًا عند اعتبار كلا الاتجاهين، وفرص تثبيت الجسور القنطرية ذات العرض الكامل. كما هو موضح في الشكل (١١-١١)، يمكن إنشاء «مناطق مطابقة» الجسور القنطرية الاتجاهية وذات العرض الكامل على طول الطريق، كما نُوقش سابقًا في هذا المجلد. ضمن مثال المحولات، قد لا تكون الجسور القنطرية ذات العرض الكامل ممكنة بين منحدرات المداخل والمخارج، وتكون الجسور القنطرية المنفصلة مرغوبة لدعم التحكم في الاختناق.



الشكل (١١–١١) اعتبارات وضع الجهاز (Guideline Transport and Main Roads Australia)

إن الغرض من منطقة المطابقة الخاصة بلافتات حد السرعة المتغير هو: تسليط الضوء على فرص تصميم الجسور القنطرية ذات العرض الكامل لكلا الاتجاهين من الطريق؛ لأجل تقليل التكلفة الرأسمالية للمشاريع.

وهناك العديد من مبادئ التصميم الرئيسة عند وضع الأجهزة، كما هو موضح في الجدول (١١-٨).

الجدول (١١–٨) (NTCIP 1203v02.35 and European standard EN 12966).

مبادئ التصميم الرئيسة	تعليق
جهاز استشعار واحد لكل لافتة من لافتات حد السرعة المتغير	التحقق
جهاز استشعار واحد عند الاختناقات المرورية الرئيسة	التحقق السريع من الأحداث
حيز كافي بين لافتات حد السرعة المتغير وأجهزة الاستشعار	تعظيم إمكانية التحقق من الأحداث، وتغيير حد السرعة قبل تزايد صف الانتظار إلى لافتات حد السرعة المتغير في اتجاه المنبع.
تقليل المسافة بين لافتات حد السرعة المتغير إلى أدنى حد: المسافة من منحدر الخروج إلى لافتة استرجاع حد السرعة المتغير في اتجاه المقصد. المسافة من نهاية استدقاق منحدر الدخول إلى لافتة استرجاع حد السرعة المتغير في اتجاه المقصد.	تقليل عدم الامتثال إلى أدنى حد بسبب خفض السرعة المفرط، أو عرض رموز التحكم في استخدام المسارات وتحسين المرونة التشغيلية.

بالإضافة إلى مبادئ التصميم الرئيسة المذكورة أعلاه، هناك ثلاث خطوات لتحديد وضع الأجهزة.

١- نفذ جولة لوضع أنظمة النقل الذكية المعزولة (لافتات حد السرعة المتغير) في كل اتجاه، وارسم نطاقات مطابقة لاحتياجات الخوارزمية / التحكم.
٢- عندما تتداخل نطاقات المطابقة في كل اتجاه، سيكون من الملائم وجود جسر قنطري كامل العرض؛ لخفض تكاليف التركيب/المشروع.
٣- يمكن للمصممين تحويل النطاقات الاتجاهية؛ لتتماشى مع الوضع ذي العرض الكامل؛ ومع ذلك، يجب على المصممين - دائمًا- النظر في كيفية تأثير ذلك على التحكم.

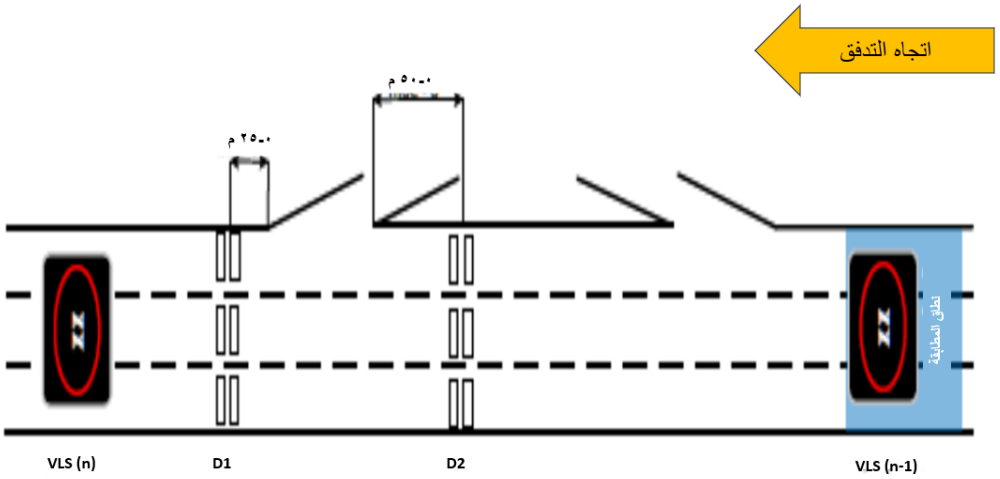
هناك مثالان على ذلك:

١- تقليل لافتات حد السرعة المتغير لمسافة التباعد بين أجهزة الاستشعار - وسيقلل هذا من إمكانية التحقق من الأحداث وتغيير حد السرعة، قبل انتشار المرور عند منبع لافتات حد السرعة المتغير؛ لأن الجهاز قريب جدًا من جهاز الاستشعار.
٢- زيادة المسافة بين لافتات استرجاع حد السرعة المتغير والاختناقات المرورية - وسيؤدي ذلك إلى زيادة حالات عدم الامتثال لتخفيضات السرعة المفرطة، أو عمليات إغلاق المسارات؛ لأن لافتات حد السرعة المتغير بعيدة جدًا عن الاختناقات المرورية.

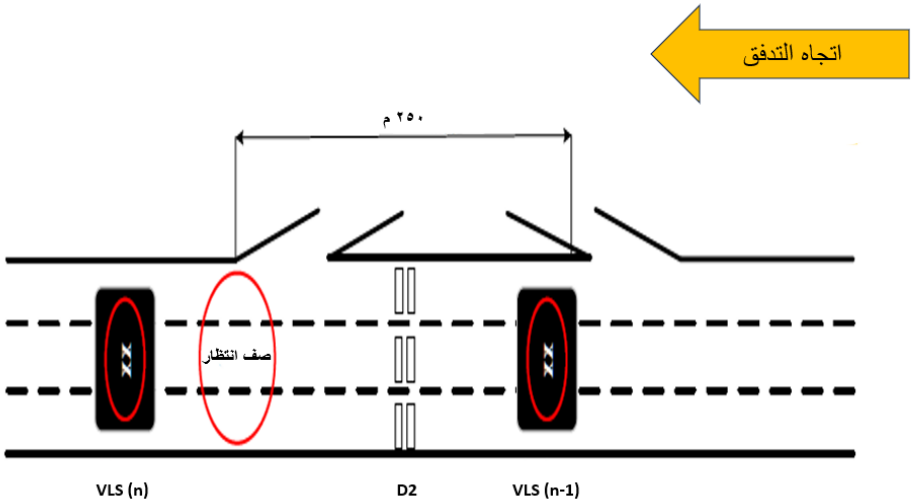
١١-٢-٣-٤ المخارج القريبة من المداخل، أو المخارج القريبة من المخارج، أو المداخل القريبة من المداخل:

يمكن أن تختلف المسافة بين منحدرات الخروج ومنحدرات الدخول بشكل كبير، وفقًا لاتصالات النقل الوطنية لبروتوكول أنظمة النقل الذكية (NTCIP)، فإن الحد الأدنى للمسافة هو ١٥٠ مترًا. وفي ظل هذه الظروف قد يكون من الصعب وضع الأجهزة المثالية بين منحدرات الخروج ومنحدرات الدخول. ومن الممكن التحكم في سرعات الاندماج في مدخل المنحدر عبر لافتات حد السرعة المتغيرة (VSLS (n-1) الموجودة في اتجاه المنبع لمنحدر الخروج. وفي حال الضرورة، يمكن وضع لافتة حد السرعة المتغيرة (VSLS (n-1)) بين منحدر الخروج ومنحدر الدخول، ولكن من منظور تشغيلي، يجب -أيضًا- ربط لافتة حد السرعة المتغيرة

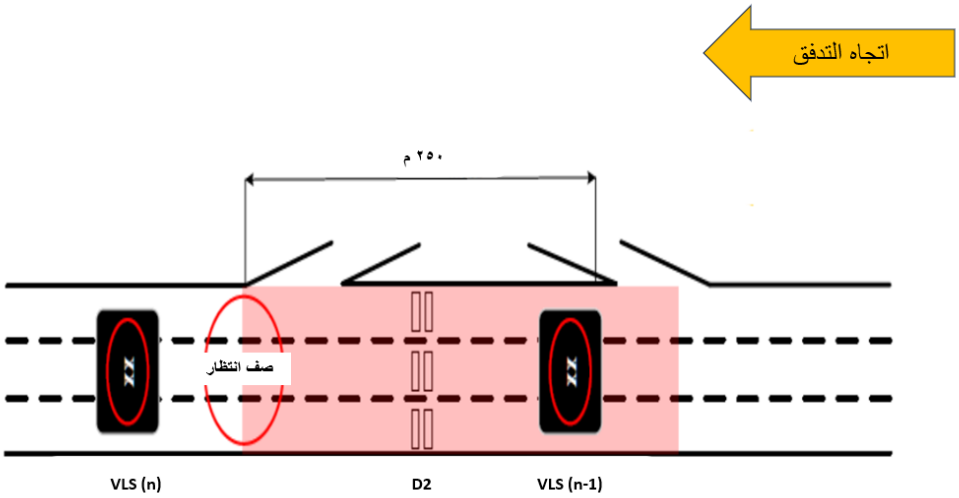
((VSLS (n-1) في اتجاه المنبع أو منحدر الخروج بمُستشعر الخط الرئيس مباشرة في اتجاه المنبع للمنطقة المستدقة لمنحدر الدخول. وإذا تشكل صف انتظار عند الاندماج، فسوف تتفاعل لافتة حد السرعة المتغيرة ((VSLS (n-1) في تناغم مع الاحتمالية الكبيرة بأن يمر صف الانتظار عبر لافتة حد السرعة المتغيرة ((VSLS (n-1) الأولى قبل تغير السرعة. انظر الأشكال (١١-١٢) و (١١-١٣) و (١١-١٤).



الشكل (١١–١٢) التهيئة النموذجية للمنحدرات المتقاربة (Guideline Transport and Main Roads Australia).



الشكل (١١–١٣) وضع لافتة حد السرعة المتغير بين منحدر الخروج ومنحدر الدخول (الفترة الزمنية ١) أُستشعر صف انتظار عند اندماج منحدر الدخول والذي يتزايد بمعدل ٣٠٠ مترًا / دقيقة (Guideline Transport and Main Roads Australia).



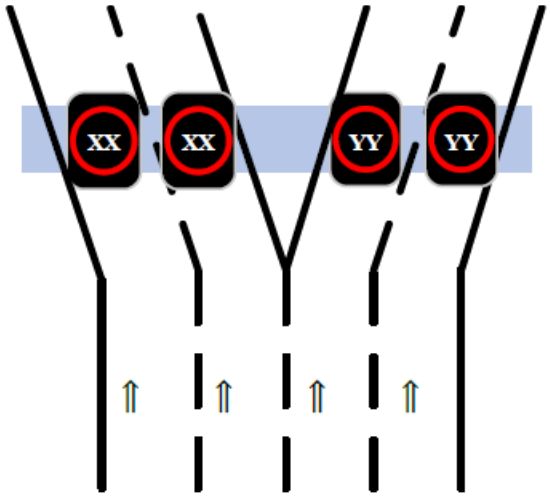
الشكل (١١–١٤) وضع لافتة حد السرعة المتغير بين منحدر الدخول ومنحدر الخروج (الفترة الزمنية ٢) امتد صف الانتظار لما بعد لافتة حد السرعة المتغير (VSLS) ((n-1)) دون أي انخفاض في السرعة (Guideline Transport and Main Roads Australia).

١١-٢-٣-٥ اعتبارات التثبيت الأخرى:

من المستحسن وضع الجسر القنطري الأول؛ (للتحكم في المسار) في اتجاه المنبع لمنحدر خروج؛ لزيادة التحكم التشغيلي. وفي أثناء الإغلاق الكامل، يستطيع السائقون الخروج من المرفق.

يجب مراعاة وضع لافتات حد السرعة المتغير المركبة على جسر قنطري على طرق/ مرافق متوازية في نفس الاتجاه. ويُدعم هذا الاستخدام عندما تكون الطرق عبارة عن مرافق منفصلة فعليًا، (وليس الطريق نفسه المعلن كطريق عام)، إما عن طريق منطقة مستدقة مطلية أو صلبة في الموقع الذي يُركّب فيه الجسر القنطري، وعليه سيتضح جليًا أن السرعات المتغيرة المعروضة تتعلق بطرق مختلفة.

في الشكل (١١-١٥)، يظهر الخط الرئيس، وهو يتشعب إلى طريقين منفصلين. ويعرض الطريق على جهة اليسار سرعة (XX) كم/س، ويعرض الآخر سرعة (YY) كم/س، وكلتا السرعتين مرئيتين لسائق المركبة، الذي يقترب من المفترق.



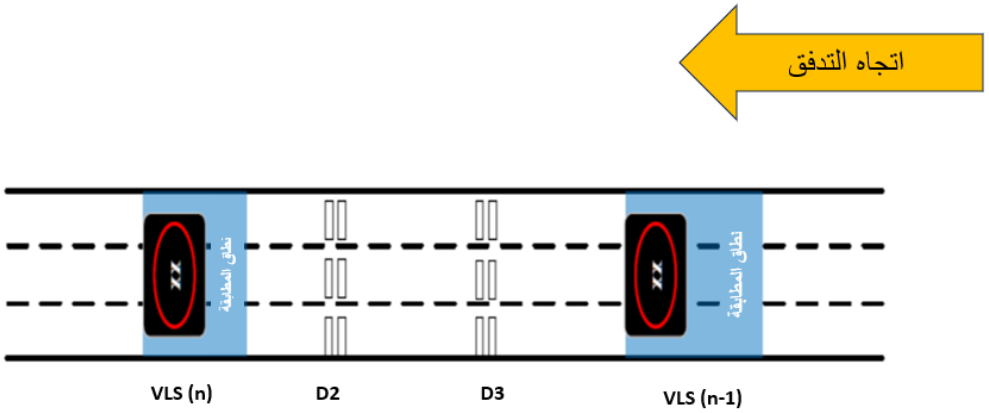
الشكل (١١–١٥) افتراق طرق متوازية (Guideline Transport and Main Roads Australia).

الخطوة ٣: المقاطع الأساسية:

يجب مراعاة توفير مسافة فاصلة أكبر للجهاز، وفقًا للإرشادات، في أقسام الطريق "الأساسية" (الشكل ١١-١٦). وتعد هذه الأجهزة المُكررة ضرورية؛ لتتبع صفوف الانتظار المتحركة، وللتنبؤ بزمن الانتقال.

التباعد بين أجهزة الاستشعار: يُرجى الرجوع إلى دليل إدارة المرور، واستخدام الطرق المجلد ٤: *دليل أنظمة النقل الذكية والتقنية الكهربائية*، الجزء ٥.

التباعد بين لافتات حد السرعة المتغير: يُرجى الرجوع إلى دليل إدارة المرور، واستخدام الطرق المجلد ١: *دليل إدارة المرور*، الجزء ١٠, ٥,٧-١.



الشكل (١١–١٦) مثال على جزء أساسي (Guideline Transport and Main Roads Australia).

الخطوة ٤: تركيب لافتات الرسائل الديناميكية:

تُحدد المواقع الاستراتيجية؛ لتركيب أجهزة الاستشعار، ولافتات حد السرعة المتغير؛ وفقًا للخطوات المذكورة أعلاه. وتوفر الإرشادات المذكورة أعلاه المرونة، التي تتمتع بها عملية تثبيت وتباعد لافتات الرسائل الديناميكية.

الخطوة ٥: تركيب كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة:

يجب تزويد مشغلي إدارة المرور الرئيس بالنتائج الوظيفية التالية، بوساطة التغطية بالدوائر التلفزيونية المغلقة:

- التكدسات المرورية، وتصميم المواقع، ودمجها؛ وفقًا لما حُدّد في دراسة المرور.
- التحقق من وضوح جميع لافتات الرسائل الديناميكية (على سبيل المثال: لافتات الرسائل الديناميكية، لافتات الرسائل القابلة للتغيير، لافتات حد السرعة المتغير، لافتات التحكم في المسار، حد السرعة المتغير/لافتات التحكم في المسار، نظام إشارات المنحدرات، وأجهزة العرض الإدارية الأخرى).
- المتابعة، والتحكم في معدات التصوير من مركز إدارة المرور الرئيس /أو موقع (مواقع) معين آخر.
- متابعة كل هاتف/نقطة مساعدة -حسب الضرورة.
- متابعة البنية التحتية الإدارية.

متابعة تشغيل نظام إدارة المركبات الثقيلة الأساسي، بما في ذلك الحفاظ على الأمن في مواقع التقاطعات ذات الصلة.

- أي متطلبات أخرى خاصة بالمشروع يحددها التصميم الوظيفي لأنظمة النقل الذكية.

الخطوة ٧: محطات الطقس:

من المعتاد عليه على الطريق، أن يُركّب ١ – ٢ جهاز استشعار للطقس، لكل ٢٠ كم من الطريق. وقد يختلف هذا؛ تبعًا لظروف الطقس التي يُتعرض لها بشكل متكرر في المنطقة المحلية.

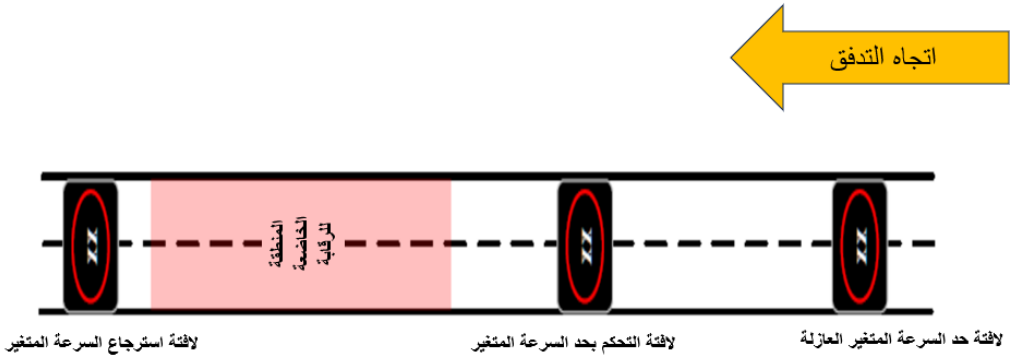
لذلك فمن الضروري أن يؤثر كل جهاز استشعار للطقس على السرعات المكتوبة على لافتات حد السرعة المتغير. وستستمد جميع اللافتات الموجودة داخل المنطقة المعلومات من جهاز استشعار الطقس هذا.

قد تتداخل منطقة التأثير الناتج عن أجهزة استشعار الطقس المختلفة، لا سيما عند وجود أجهزة استشعار متعددة تقيس ظروف الطقس المختلفة. وعلى سبيل المثال، عندما يُثبّت جهاز استشعار عن الرياح عند نقطة ربط طبوغرافي، ويُثبّت جهاز استشعار المطر في موقع آخر، وقد تؤثر أجهزة استشعار الطقس هذه بشكل منفصل على السرعات في عدد من لافتات حد السرعة المتغير.

١١-٢-٣-٦ ٦ اعتبارات الاستخدام في البيئات الريفية:

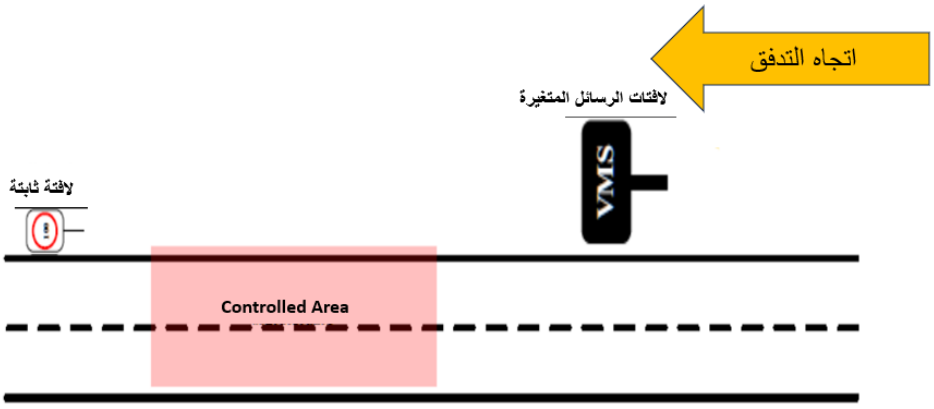
في البيئة الريفية، يمكن السعي إلى توفير التكاليف من خلال مراعاة الاحتياجات التشغيلية، والهندسية الجيومترية. كما يمكن النظر في استخدام الأجهزة البديلة؛ لتحقيق النتيجة نفسها.

أما بالنسبة إلى بيئة الطرق الحضرية ذات المسارين (المفردة)، سيُنظر في ترتيب لافتة حد السرعة المتغير (VSLS) التالية: لافتة حد السرعة المتغير عازلة، ولافتة تحكم بحد السرعة المتغير قبل منطقة مشكلة ثم لافتة استرجاع حد السرعة المتغير (الشكل ١١-١٧).



الشكل (١١–١٧) اعتبارات الاستخدام في البيئات الريفية –لافتة استرجاع حد السرعة المتغير (Guideline Transport and Main Roads Australia).

في البيئة الريفية التي تشهد انحدارًا حادًا، إضافة إلى مسافة رؤية جيدة، وحجم منخفض، قد لا تكون هناك حاجة إلى لافتة حد السرعة المتغير العازلة. وقد يكون من الأفضل استبدال لافتات التحكم بحد السرعة المتغير بلافتة رسائل ديناميكية، أو لافتة رسائل قابلة للتغيير؛ لإبلاغ السائق بتغيير حالة المرور؛ ولتقليل السرعة. كما يمكن استبدال لافتة استرجاع حد السرعة المتغير بلافتة ثابتة (انظر الشكلين ١١-١٨ و ١١-١٩).



الشكل (١١–١٨) اعتبارات الاستخدام في البيئات الريفية – لافتة استرجاع ثابتة (Guideline Transport and Main Roads Australia).



الشكل (١١–١٩) لافتات حد السرعة المتغير في الطريق (Guideline Transport and Main Roads Australia).

يجب أن يساعد التصميم، والتركيب على الحصول على التشغيل الجيد في ظل ظروف الموقع المحددة، إذ تُعدُّ استمرارية تقديم الخدمة والسلامة من الضوابط الرئيسة كما يجب أن يسهل التصميم عمليات الفحص، والتنظيف، والإصلاحات. ويجب تحديد الأجهزة؛ لضمان التشغيل المرضي في ظل تغيرات الحمل، التي يمكن تلبيتها في النظام، بما في ذلك الدوائر القصيرة.

يجب أن يتطابق الرسم القياسي مع التركيب المحدد؛ حتى يتمكن المصمم من إنهائه. وفي حال تطلبت اللافتة المعينة المستخدمة، أو تفاصيل التثبيت المحددة إجراء تغييرات على الرسومات القياسية لتكون صحيحة، ودقيقة من الناحية الفنية، يجب إجراء هذه التغييرات.

يتحمل المصمم المسؤولية الكاملة عن جميع جوانب التصميم، ويجب عليه التحقق من جميع التفاصيل؛ لضمان دقة التصميم وملاءمته للتركيب. ويتضمن ذلك تضمين جميع تفاصيل بائعي المعدات، والحماية، وحسابات الكابلات.

يجب أن تتوافق جميع المعدات، التي تشملها هذه المواصفات، مع التوافق الكهرومغناطيسي، وحماية المواصفات العامة للبيئات السكنية، والتجارية، والصناعية الخفيفة.

١٢-إشارات المرور

١٢-١ التصميم:

١٢-١-١ الغاية من النظام، وتسلسل التصميم:

توسعت تقنية التحكم المروري بالإشارات بشكل كبير، وأصبحت عنصرًا حاسمًا في التحرك الآمن، والفعال للأشخاص والمواد. ويعد التخطيط السليم، والتصميم المناسب، والتركيب الصحيح لنظام التحكم المروري بالإشارة أمرًا بالغ الأهمية لعمليات التشغيل المروري والسلامة. فستؤثر التجهيزات سيئة التخطيط والتصميم، في أحسن الأحوال، على التأخير الحاصل، وفي أسوأ الأحوال، إلى حدوث مشاكل خطيرة تتعلق بالسلامة.

في معظم الحالات، يؤثر تركيب إشارة المرور على الطريق إيجابيًا، أو سلبيًا على المركبات، والأشخاص المُتحكّم بهم. يعمل التحليل الدقيق لعمليات التشغيل المروري، والعوامل الأخرى في العديد من التقاطعات المحكمة بإشارات، وغير المحكمة بإشارات، إلى جانب قرار المهندسين ذوي الخبرة، على توفير مجموعة من المبرّرات، التي تحدد الحد الأدنى من الظروف التي يمكن بموجبها تبرير عمليات تركيب الإشارات. وعليه فيجب أن يكون اختيار جهاز التحكم هذا، واستخدامه مسبوقًا بدراسة هندسية شاملة للطرق، وظروف المرور.

ينبغي إجراء الدراسات الهندسية بخصوص تشغيل الإشارات؛ لتحديد ما إذا كان نوع عملية التركيب، وبرنامج التوقيت يلبي المتطلبات الحالية لحركة المرور.

قبل تصميم نظام التحكم المروري بالإشارة، يجب جمع أنواع مختلفة من البيانات. وتُستخدم البيانات المجموعة لإجراء الدراسة الهندسية؛ لتحديد ما إذا كان هناك ما يبرر تركيب الإشارة. وتتمثل الاستخدامات الأخرى للبيانات في تحديد مراحل إشارات المرور المناسبة؛ للتقاطع، وكيف تؤثر هذه العملية على التصميم، وتصنيف المركبات، وتحديد كيفية تأثير تنوع المركبات على الاستخدام، وما إلى ذلك.

وعند جمع البيانات، من الضروري جمع الإحصاءات المتعلقة بالمشاة عند وجود مشاة. وتعد هذه المعلومات مطلوبة لإجراء الدراسات، وتعيين توقيت الإشارة. كما ستساعد هذه البيانات في اتخاذ قرار إضافة مرافق المشاة، بما في ذلك أنظمة إشارات المشاة التي يمكن الوصول إليها، إلى التقاطع.

وفي هذا الجزء، ستُناقش بعض عناصر جمع البيانات المطلوبة لأنظمة إشارات التحكم المروري.

وتمثل إحصاءات المرور النوع الأساسي من البيانات، المجموعة في مجال هندسة المرور. وبكل بساطة، تتضمن إحصاءات المرور إحصاء عدد المركبات، التي تمر من نقطة معينة في فترات زمنية مختلفة. ومن الممكن أن تتراوح بين ٢٤ ساعة في اليوم، ٣٦٥ يومًا في السنة، وخمس دقائق من فترة الذروة. وفيما يلي، توضيح للأنواع الشائعة لإحصاءات المرور والفواصل الزمنية الخاصة بالإحصاء، وإحصاء المرور المنتظم.

يتمثل الاستخدام الأساسي لبيانات حجم الحركة المرورية في تحديد متوسط حركة المرور اليومية (٢٤ ساعة) على جزء معين من الطريق. ويعد المنتج الأكثر شيوعًا لتجميع بيانات حجم الحركة المرورية خريطة المرور، التي تحدد حجم المرور على الطرق الرئيسية. كما تُستخدم إحصاءات المرور لتحديد أكبر كثافة للمرور على جزء من الطريق خلال فترة محددة، مثل فترة الذروة (على سبيل المثال: ٦-٩ صباحًا، ٣-٦ مساءً، أو ساعة الذروة أو ٥ و١٥ دقيقة خلال فترة الذروة.

والإحصاءات الاتجاهية هي: الإحصاءات التي تُجرى لحركات المرور على الطريق حسب اتجاه الحركة. وفي جزء من الطريق، تتضمن الإحصاءات الاتجاهية إحصاءات لكل تحرك يتجاوز النقطة التي يُسجّل عندها الإحصاء. وعند التقاطع، تُجرى إحصاءات اتجاهية لكل تحرك ممكن؛ وكذلك من خلال التحركات؛ حسب اتجاه الحركة، والانعطاف لليسار، واليمين؛ حسب اتجاه الحركة.

تُعدُّ إحصاءات المسارات إحصاءات مرورية اتجاهية، تُسجل لكل مسار على الطرق متعدد المسارات.

تعداد المشاة هو: عدد الأشخاص الذين يمشون في المنطقة محل الدراسة. ويُحصى -غالبًا- عدد المشاة فقط بين الساعة ٨ صباحًا، و٦ مساءً.

يجب أن تتوافق سمات وتفاصيل تصميم إشارات المرور مع المتطلبات التحليلية لكود الطرق السعودي ٦٠١ (هندسة المرور) وكود الطرق السعودي ٦٠٢ (الدليل الموحد لأجهزة التحكم المروري). ويرد وصف موجز عام في الأقسام التالية.

تتزايد أهمية توحيد تصميم إشارات المرور، وتركيبها، وتشغيلها كلما ازداد استخدام هذه الأجهزة. وتستجيب حركة المرور بشكل أكثر أمانًا، وسرعة مع إشارات المرور الموحدة؛ مقارنة بالإشارات المتغيرة على نطاق واسع من حيث التصميم، والتشغيل.

وإضافة إلى المقاييس، والمواصفات الخاصة بالتصميم، والتركيب، والتشغيل، يحتوي هذا المجلد على عدد من الإجراءات والتقنيات اللازمة والموصى بها. يجب أن يتوافق تصميم إشارات المرور، وتركيبها، وتشغيلها مع المقاييس والمواصفات الواردة في كود الطرق السعودي ٦٠١ (هندسة المرور) وكود الطرق السعودي ٦٠٢ (الدليل الموحد لأجهزة التحكم المروري).

عندما يكون حجم المرور داخل التقاطع كثيفًا، فقد يكون لإشارات التحكم المروري التأثير الإيجابي التالي.

- قد تقلل من عدد بعض أنواع الحوادث، خاصة حوادث الزاوية اليمنى.
- سيؤدي ذلك إلى توفير حركة مرور أكثر تنظيمًا عبر التقاطع.
- سيوفر للسائقين، والمشاة فرصًا أكثر أمانًا لعبور الشارع.
- قد يزيد من عدد المركبات التي تعبر التقاطع بأمان.
- وفي ظل ظروف مواتية، يمكن تنسيق تشغيل مجموعات الإشارات المجاورة؛ للسماح بالحركة المستمرة، أو شبه المستمرة للمرور على طول شارع، أو على شبكة شارع.

إن سوء التخصيص، أو التشغيل، أو الصيانة لأجهزة التحكم المروري، او وضع الإشارة عند تقاطع يتمتع بكثافة حركة مرور منخفضة سيكون له التأثيرات السيئة التالية:

- سيتسبب في تأخير حركة المرور دون مسوغ .
- قد يتسبب ذلك في زيادة معدل الحوادث (خاصة حوادث التصادم الخلفي).
- قد ينجم عن ذلك عدم اتباع بعض السائقين لدلالات الإشارة، أو اتخاذ طريق آخر؛ لتجنب الإشارة المرورية.

لا ينبغي النظر في تركيب الإشارات المرورية إلا إذا كانت الآثار الإيجابية تفوق الآثار السلبية.

يجب مقارنة المعلومات التي تم الحصول عليها من دراسات هندسة المرور مع المعايير الموضحة في الجزء (٥-٢) من كود الطرق السعودي ٦٠٢ (الدليل الموحد لأجهزة التحكم المروري))، لتحديد ما إذا كانت الإشارات مبررة.

٢-١-١٢ إرشادات الموقع وتوضيعها:

يجب على المصمم إجراء التحقق الميداني من مسح التقاطع للتحقق من التصميم الهندسي للتقاطع والتأكد من دقة المخطط الأساسي لإشارة المرور.

يوصى بشدة أن يقوم المصمم بالتقاط صور للملاحظات الرئيسية للتحقق من بيانات المسح لجميع المقاربات، وجميع خصائص الطريق في حرم الطريق التابع للجهة المختصة.

يمكن دمج الزيارة الميدانية الأولية مع اجتماع مع ممثل المنطقة / المحافظة المناسب. يمكن للمصمم أن يجتمع مع فني إشارة المرور التابع للجهة المختصة المحلية لمناقشة موقع مصدر الطاقة والموقع المحتمل لوحدة التحكم في الإشارة، وما إلى ذلك.

يجب على المصمم التنسيق مع ممثل المنطقة / المحافظة التابع للجهة المختصة لتحديد أي متطلبات لمعدات أنظمة النقل الذكية، والمتطلبات التشغيلية لإشارة المرور المطلوبة مثل مراحل الإشارة، والمرافق المخصصة للمشاة، وأولوية المركبات، وأي متطلبات تشغيلية أخرى قد تؤثر على التصميم المقترح.

إذا لم يتم توفير إضاءة في التقاطع، فقد يرغب ممثلو الجهة المختصة في المنطقة / المحافظة في إجراء تحليل مذكرة إضاءة التقاطع لتحديد ما إذا كان ينبغي توفير الإضاءة أم لا.

يجب على المصمم التحقق مما يلي:

- استيفاء متطلبات مسافة الرؤية لرؤية رؤوس إشارات المرور من خلال الرجوع إلى كود الطرق السعودي ٣٠١ (التصميم الهندسي للطرق) والفصول ذات الصلة من كود الطرق السعودي ٦٠٢ (الدليل الموحد لأجهزة التحكم المروري (MUTCD)).
- يمكن لعلامات الرصف الحالية والمقترحة و/أو التصميم الهندسي للتقاطع أن تستوعب نصف قطر الدوران المناسب لمركبات الركاب/الشاحنات/الحافلات كما هو محدد من قبل ممثلي الجهة المختصة.

إذا تم إجراء تعديلات على التصميم الهندسي للتقاطع كجزء من مشروع تصميم الإشارة، فيجب على المصمم استخدام برامج متخصصة للتحقق من إمكانية إجراء حركات الانعطاف المناسبة داخل التقاطع، بما في ذلك مراحل الانعطاف المتزامنة لليسار.

يجب وضع موقع معابر المشاة (بعلامات محددة وغير المحددة بعلامات)، و منحدرات الرصيف المرتبطة بها وفقًا لـ إلى كود الطرق السعودي ٣٠١ (التصميم الهندسي للطرق) وكود الطرق السعودي ٦٠٢ (الدليل الموحد لأجهزة التحكم المروري (MUTCD)) وسياسة عبور المشاة المحددة. من الناحية المثالية، ينبغي تصميم معابر المشاة لتكون امتدادًا لرصيف المشاة.

تحديد ما إذا كان سيتم وضع علامات على معابر المشاة وفقًا لممثل المنطقة/المحافظة التابع للجهة المختصة والإشارة إلى كود الطرق السعودي ٦٠٢ (الدليل الموحد لأجهزة التحكم المروري (MUTCD)) للتثبيت السياسة المميزة الصادرة عن الجهة المختصة.

يجب أن تستوفي مواقع أزرار ضغط المشاة المعايير المنصوص عليها في كود الطرق السعودي ٦٠٢ (الدليل الموحد لأجهزة التحكم المروري (MUTCD))..

بالنسبة لأي نوع من الأعمدة: - يجب التأكد من استيفاء إرشادات المنطقة الخالية والإزاحة الجانبية كما هو موضح في كود الطرق السعودي ٦٠٢ (الدليل الموحد لأجهزة التحكم المروري (MUTCD)) أو إجراء التعديلات اللازمة. الخلوص الكافي للمنافع العلوية. يجب التحقق من متطلبات الشركة السعودية للكهرباء والاتصال بمزود الطاقة المحلي. يجب أن تكون الخلوصات النموذجية من المنافع العلوية ذات الصلة بالإشارات المرورية الرئيسة هي الحد الأدنى وفقًا لقانون سلامة خطوط الجهد العالي العلوية الصادر عن الجهة المختصة، ولكنها قد تكون أعلى ويجب التحقق منها مع مزود الطاقة المحلي والشركة السعودية للكهرباء. قد تحمل أعمدة الكهرباء المجاورة أيضًا كابلًا أو هاتفًا أو خطوط مرافق اتصالات أخرى. وينبغي التحقق من الحد الأدنى من الموافقات لهذه الكابلات من قبل مالك المنافع المناسب. نظرًا لاحتمال أن تتطلب أساسات الإشارات المرورية عمقًا كبيرًا اعتمادًا على نوع التربة والأحمال الهيكلية (عادةً ما يتم تحديدها أثناء تصميم العمود من قبل المقاول)، يجب على المصمم تجنب وضع الأعمدة والأساسات فوق أي منافع تحت الأرض. ويمكن تحديد الموافقات المحددة من مختلف أنواع المنافع بالتنسيق مع مزود الخدمة.

تأكد من التأكد من أن معابر المشاة ومنحدرات الرصيف ومناطق الهبوط المطلوبة لمنحدرات الرصيف خالية من العوائق لاستخدام المشاة. يجب أخذ مواقع رؤوس إشارات المشاة في الاعتبار عند تحديد أعمدة إشارات المرور لتقليل استخدام أعمدة الركائز لاستخدام إشارات المشاة، إن أمكن.

يجب أن تؤخذ الخطط المستقبلية للتوسيع أو التحسينات في الاعتبار عند تحديد موقع الأعمدة.

لأغراض الإنشاء، يجب وضع أعمدة وأذرع إشارات المرور الجديدة على الجانب السفلي من مواقع الأعمدة الحالية بحيث تظل الإشارة الحالية قيد التشغيل حتى الانتهاء من الإنشاء، عندما يكون ذلك ممكنًا.

قم بمراجعة المقاطع العرضية الحالية أو المقترحة للتأكد من أن أذرع الصاري ورؤوس الإشارة واللافتات قد استوفت أو تجاوزت الحد الأدنى من الخلوص الرأسي فوق الطريق ولكن لن يتم تركيبها أعلى من الحد الأقصى المسموح به للارتفاع فوق الطريق.

وضع علامات على الأعمدة على المخططات: يجب وضع علامات على أعمدة / أذرع الصاري على المخططات وفي وسيلة الإيضاح بدءًا من العمود (أ) باعتباره العمود الأقرب إلى وحدة التحكم، ثم كل من عمود / ذراع الصاري بترتيب متتابع في اتجاه عقارب الساعة. بعد تسمية الأعمدة الأساسية، يجب تسمية وحدة التحكم وموقع القاعدة بنفس المنهجية.

بالنسبة لقاعدة الأعمدة: - ضع في اعتبارك استخدام المشاة عند وضع قواعد الأعمدة التي تحتوي على مؤشرات للمشاة أو أزرار ضغط، بحيث تفي بمتطلبات كود الطرق السعودي ٦٠٢ (الدليل الموحد لأجهزة التحكم المروري (MUTCD)). يمكن استخدام أعمدة القاعدة لدعم مرحلة الانعطاف لليسار / الانعطاف لليسار المزدوج المحمي في الأقسام في المنتصف. يمكن استشارة ممثل المنطقة/المحافظة التابع للجهة المختصة لتحديد التفضيلات المتعلقة بالموضع المسموح به لأعمدة الاشارات في المنتصف.

بالنسبة للأعمدة المشتركة (أعمدة الإشارة مع وحدات الإنارة) وإضاءة الشوارع الأخرى: - تأكد من أن التقاطع بأكمله مضاء وفقًا للمعايير المقبولة. يوفر باب الإضاءة في هذا المجلد مزيدًا من التفصيل حول متطلبات إضاءة التقاطع.

فحص الموافقات للمنافع العلوية العامة والهياكل. التنسيق مع ممثلي المنافع المحلية القريبة من الاعمدة وكذلك ممثل الجهة المختصة المحلي فيما يتعلق بمعايير التصميم والصيانة.

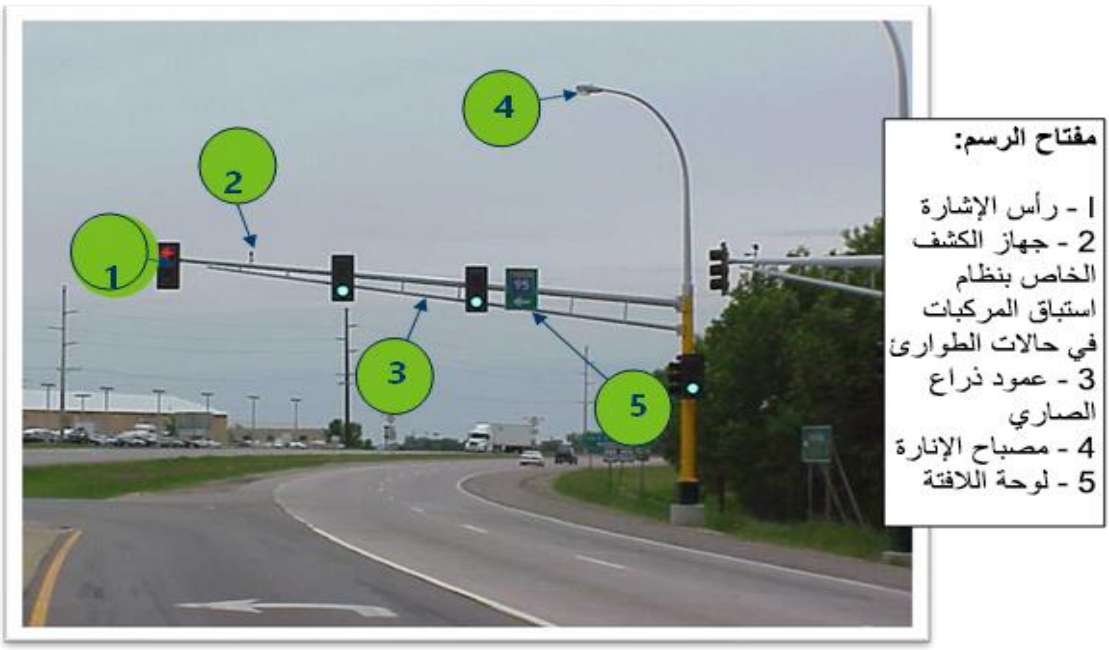
الأعمدة الحالية المراد تعديلها - يجب على المصمم إعداد الوثائق التي تقارن بين الحمولة الحالية والمقترح وتقديمها إلى مهندس إنشائي وجسور في الجهة المختصة أو من ينوب عنه للحصول على الموافقة. إذا لم تتوفر معلومات عن معلمات التصميم المستخدمة عند تركيب عمود ذراع الصاري للإشارة المرورية في الأصل، فقد لا يكون من الممكن إضافة أحمال جديدة إلى ذراع الصاري الموجود.

٣-١-١٢ اعتبارات التركيب

في هذا الجزء، ستتعرف على بعض عناصر الموقع الشائعة المستخدمة مع إشارات المرور. تُخصص الألواح القياسية للعناصر التي ستُصنع خارج الموقع ويتم إحضارها إلى موقع المشروع للتركيب، بينما تُستخدم المخططات القياسية لإعداد العناصر التي سيتم إنشاؤها في الموقع وتركيبها.



الشكل (١٢–١) جزء الإشارات القياسية (MDOT, 2019).

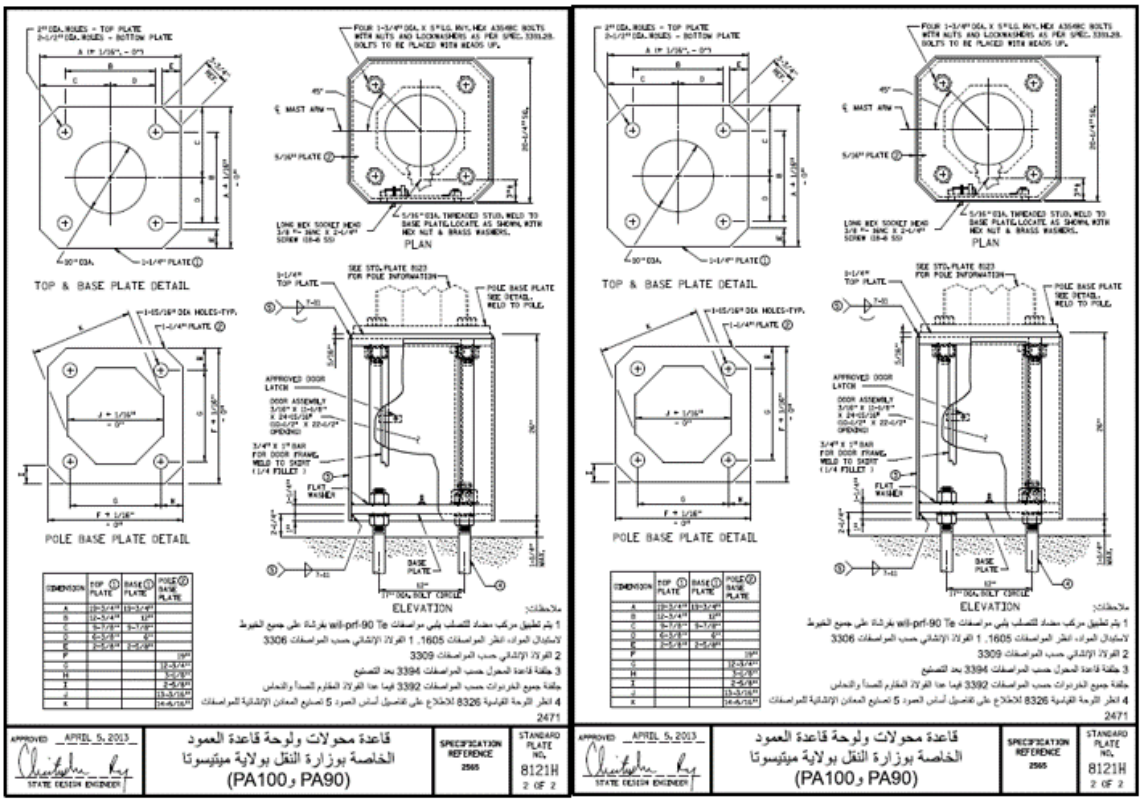


الشكل (١٢–٢) جزء الإشارات القياسية (MDOT, 2019)

توجد أعلاه صورة لتقاطع مزود بإشارات، بالإضافة إلى صورة توضح عمود ذراع الصاري، وبعض المكونات الشائعة الموجودة عليه. وتتضمن هذه المكونات أجهزة الاستشعار أولوية مركبات الطوارئ (EVP) ورؤوس إشارات المرور (محمية ومسموح بها) ومصباح؛ لإنارة الطريق، ولافتات إرشادية.

قاعدة محول:

توجد أدناه قاعدة محول قياسية، ولوح قاعدة العمود.

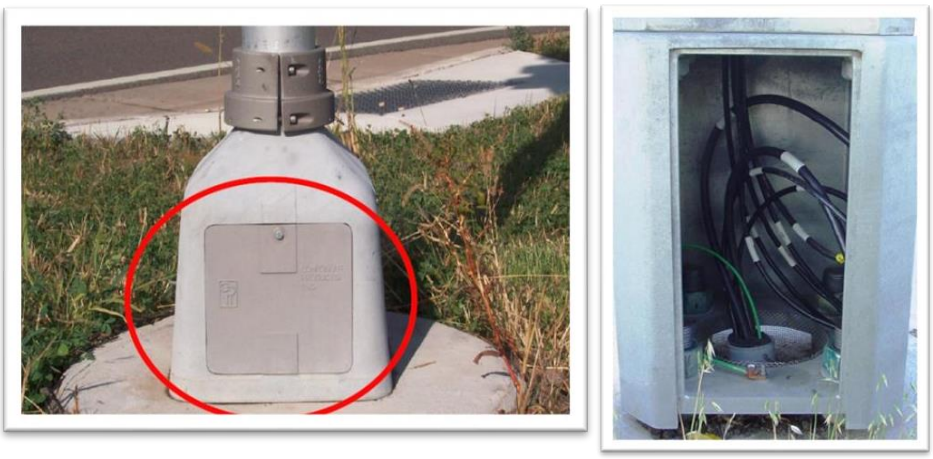


الشكل (١٢–٣) عمود وقاعدة محول قياسية (MDOT, 2019).

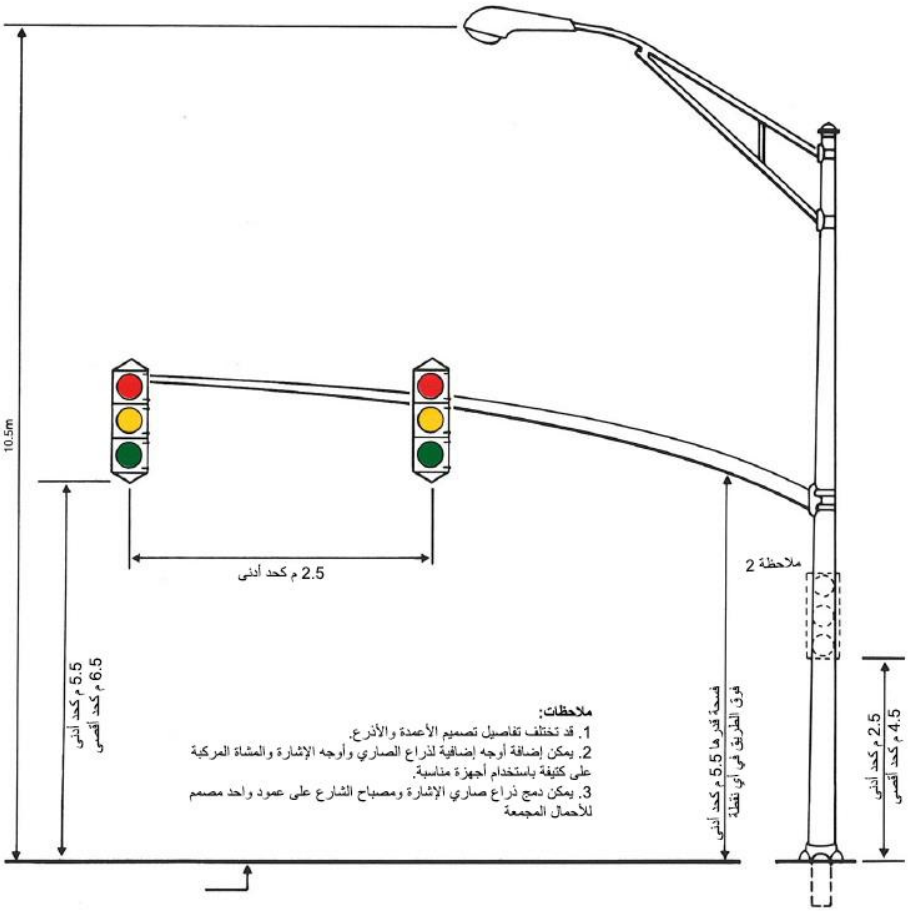
تُظهر الصور أدناه قاعدة عمود، ومحول.



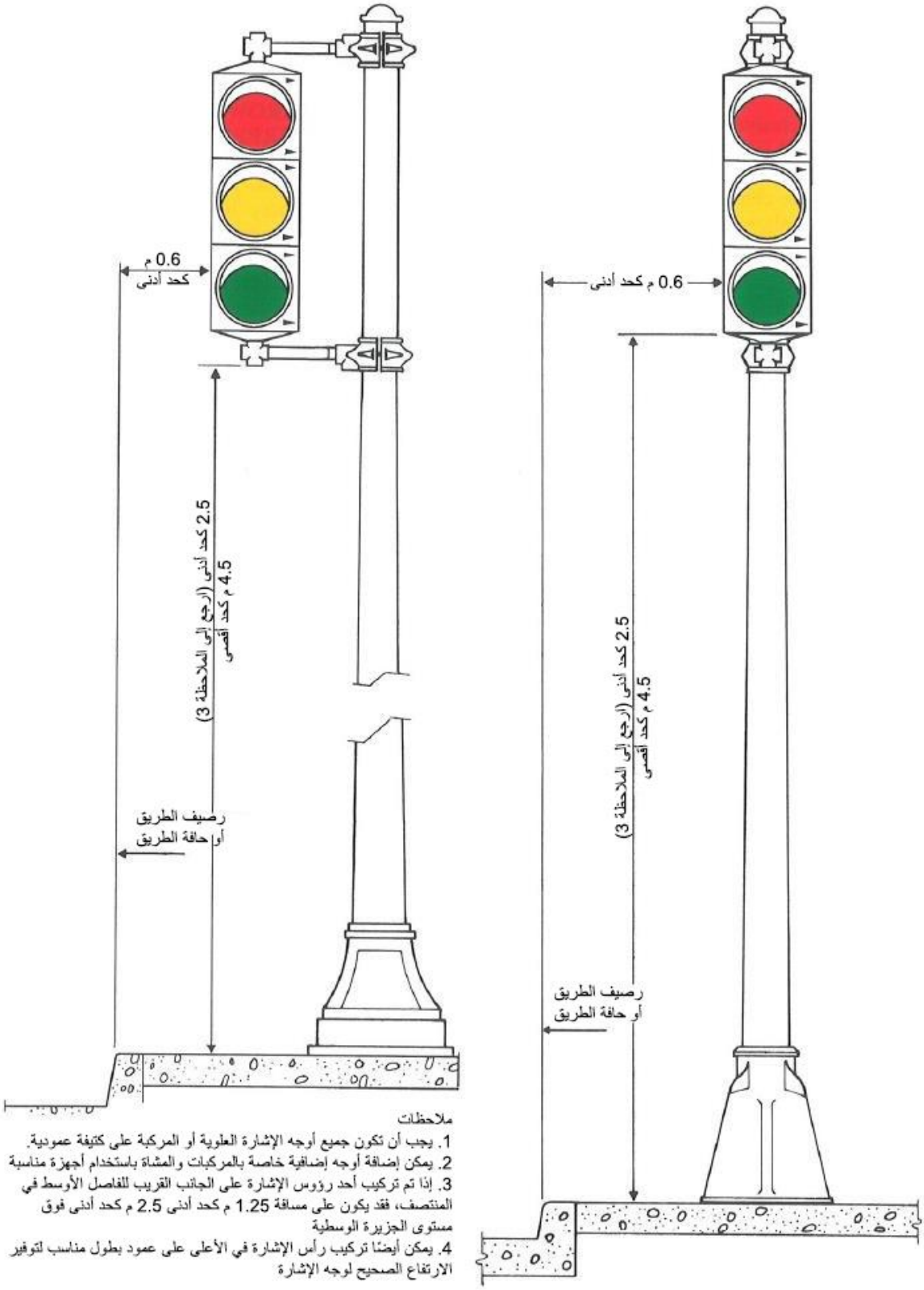
الشكل (١٢–٤) عمود وقاعدة محول قياسية (MDOT, 2019).



الشكل (١٢–٥) عمود وقاعدة محول قياسية (MDOT, 2019).



الشكل (١٢–٦) تركيب ذراع الصاري النموذجية لرؤوس الإشارة (كود الطرق السعودي ٦٠٢)



ملاحظات

1. يجب أن تكون جميع أوجه الإشارة العلوية أو المركبة على كتيفة عمودية.
2. يمكن إضافة أوجه إضافية خاصة بالمركبات والمشاة باستخدام أجهزة مناسبة
3. إذا تم تركيب أحد رؤوس الإشارة على الجانب القريب للفاصل الأوسط في المنتصف، فقد يكون على مسافة 1.25 م كحد أدنى 2.5 م كحد أدنى فوق مستوى الجزيرة الوسطية
4. يمكن أيضًا تركيب رأس الإشارة في الأعلى على عمود بطول مناسب لتوفير الارتفاع الصحيح لوجه الإشارة

الشكل (١٢–٧) قاعدة نموذجية وحوامل رأس إشارات تثبيت قصيرة (كود الطرق السعودي ٦٠٢)

١٢-٢ المواصفات:

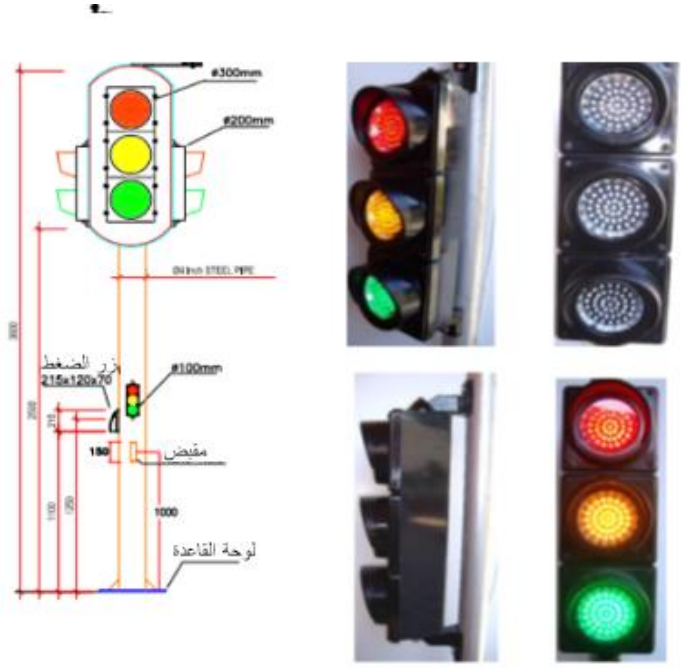
تكون المعدات، والمواد الخاصة بنظام إشارات المرور منتجات قياسية من الجهة المصنعة، التي تقدم بانتظام عناصر من الأنواع والأصناف اللازمة بموجب متطلبات هذه المواصفات. كما تكون جميع منتجات أنظمة إشارات المرور من جهة تصنيع واحدة معتمدة من قِبل الجهة المختصة، بعد شرائها.

تكون إشارات المرور، وملحقاتها جديدة تمامًا، ومن أعلى مستويات الجودة المتاحة.

تكون جميع المعدات/المواد الكهربائية لأنظمة إشارات المرور، وملحقاتها مناسبة لظروف العمل، يمكن استخدام المواصفات الإرشادية ذات الصلة بإشارات المرور الخاصة بالهيئة الملكية للجبيل وينبع (RCJY, 2006)، القسم ٠٢٨٩٢، الجزء ١,١٠.

يفحص المقاول - كجزء من مسؤوليته الكاملة- تصنيفات المعدات، والأجهزة الكهربائية لأنظمة إشارات المرور وأحجامها على النحو المحدد في وثائق العقد. وعندما يوضح هذا الفحص عدم كفاية التصنيف، والأحجام المحددة، يجب على المقاول إخطار الجهة المختصة، واتخاذ الإجراءات اللازمة، وإجراء التغييرات واخذ الموافقات اللازمة.

يجب أن تتوافق جميع المواصفات الفنية مع متطلبات كود الطرق السعودي ٦٠١(هندسة المرور) و كود الطرق السعودي ٦٠٢(الدليل الموحد لأجهزة التحكم المروري).



الشكل (١٢–٨) إشارة مرور نموذجية بإنارة (LED) (MoTLS, 2018).

١٢-٢-١ مواصفات تركيب إشارات المرور:

١٢-٢-١-١ معدات الإشارات المرورية:

يكون كل وجه إشارة مركبة من النوع القابل للتعديل المطابق للأحكام الواردة في (ANSI D١٠,١).

تتوافق مصابيح إشارات المرور لأوجه إشارة المركبات مع (ITE ST-٠١٠) كما هو محدد في الفقرة ١,٠٤ أو ما يعادلها من المواصفات المعتمدة. كما تتوافق العدسات، وتركيبات العاكسات، وأسلاك مقابس المصابيح، وتوزيع قدرة الشمعة، مع مواصفات (ANSI D١٠,١) أو ما يعادلها.

تُصنع العدسات من الزجاج المنشوري بقطر ٣٠٠ ملم، أو ٢٠٠ ملم.

تكون تقنية الصمام الثنائي الباعث للضوء (LED) بقطر ٣٠٠ ملم، أو ٢٠٠ ملم، ولا تزيد على ١٢ صمامًا ثنائيًا، أو ١١٠ فولت، أو التعديل التحديثي، أو التركيب، أو كما هو مطلوب في رسومات العقد.

يفي كل صندوق قطاع إشارة بمتطلبات (ANSI D١٠،١)، إما من الألومنيوم المصبوب، أو الألومنيوم المصبوب الدائم.

يُزوَّد كل قطاع إشارة بواقٍ دائري كامل قابل للإزالة يتوافق مع (ANSI D ١٠،١).

تكون فتحات التهوية من سبائك الألومنيوم المطابقة لمتطلبات (B209MASTM)، وسبائك ٥٠٥٢-H٥٢.

تكون الألواح الخلفية من سبائك الألومنيوم المطابقة لمتطلبات (ASTM B٢٠٩M)، وسبائك ٣٠٠٣-H١٤ بسمك ١,٣ ملم، ومطلية باللون الأسود الداكن على الجانبين.

تتسم مصابيح إشارة المرور برؤية واضحة، وتكون بتصنيف ١٩٥٠ لومن وبخرج أولي ١٢٧ فولت، وبعمر افتراضي يصل إلى ٨٠٠٠ ساعة، ما لم ينص على خلاف ذلك في وثائق العقد.

تكون التركيبات، ووحدات الانزلاق من النحاس المصبوب، أو من الألومنيوم من النوع ٣٥٦-T٦، أو الحديد القابل للطرق طبقًا لمتطلبات (ASTM A53M).

الرؤية المبرمجة لأوجه إشارة للمركبات:

تتوافق الرؤية المبرمجة لأوجه الإشارة ، مع الأحكام المذكورة أعلاه المخصصة لأوجه إشارات المركبات، والواقيات والألواح الخلفية، والتركيبات، ووحدات الانزلاق.

ويكون لكل قطاع من قطاعات الرؤية المبرمجة للإشارة مؤشر دائري، أو مؤشر سهم تقريبي، يبلغ قطره ٣٠٠ ملم. كما يتوافق تكوين اللون، والسهم مع متطلبات (ANSI D١٠،١).

يُزوَّد كل قطاع إشارة بوصلة قابلة للتعديل تسمح بميل تدريجي من ٠ إلى ١٠ درجات فوق، أو أسفل الأفقي، مع الحفاظ على محور عمودي مشترك عن طريق المقرنات، والتركيبات. كما يسمح التوصيل الطرفي بتعديل خارجي إزاء محور التركيب بزيادات قدرها ٥ درجات.

تكون الإشارة قابلة للتركيب بأدوات عادية، وقابلة للصيانة من دون استخدام أدوات. كما تُعدّل عند ٤ درجات تحت الأفقي، ما لم ينص على خلاف ذلك.

أما قبل البرمجة، فيوفر كل قطاع إشارة به مؤشر أصفر حدًا أدنى من شدة الإنارة يبلغ ٣,٠٠٠ شمعة على المحور البصري وحدًا أقصى ٣٠ شمعة عند ١٥ درجة أفقيًا من المحور. ويكون كل قطاع من قطاعات الإشارات هذه قادرًا على برمجة رؤيته؛ لتحقيق شدة الإنارة الآتية:

١- بحد أدنى ٣,٠٠٠ شمعة على المحور البصري، وبحد أقصى ١٠٠ شمعة عند ½ إلى ٢ درجة أفقيًا من المحور و١٠ شمعات بحد أقصى عند ٢ إلى ١٥ درجة أفقيًا من المحور. وبموجب الشروط نفسها. تكون شدة المؤشر الأحمر، والمؤشر الأخضر على الأقل ١٣٨ و١١٠ % على التوالي من المؤشر الأصفر.
٢- يتضمن كل وجه إشارة، أو كل قطاع إشارة وسائل متكاملة؛ لتنظيم شدة الإنارة بين الحدود؛ بما يتناسب مع إنارة الخلفية الفردية. وينبغي ألا تقل شدة المصباح عن ٩٧ % من شدة الإنارة غير المتحكم فيها عند ١,٠٠٠ لوكس ويجب أن تنخفض إلى ٢ ± ١٥ % من الحد الأقصى؛ لشدة الإنارة عند أقل من ١ لوكس.
٣- ويعمل جهاز التعتيم على نطاق جهد مطبق يتراوح بين ٩٥ و١٣٠ فولت، ٦٠ هرتز ونطاق درجة حرارة يتراوح بين ٠ و٥٠ درجة مئوية.
٤- يُبرمج المقاول الرأس على النحو الذي أوصت به الجهة المصنعة، ووفقًا لتوجيهات الجهة المختصة.

أجهزة تركيب الإشارة:

تتكون مجموعات تركيب أوجه الإشارة من ٣٢ أنبوبًا فولاذيًا قياسيًا من الحديد، والتركيبات، ووحدات الانزلاق اللازمة.

ينبغي ألا تتجاوز أبعاد عناصر مجموعة التركيب بين المحاور من خلال مركز المقصورة الطرفية، أو وحدة الانزلاق ٢٧٥ ملم ما لم يكن ذلك مطلوبًا؛ لتوفير محاذاة مناسبة لوجه الإشارة، أو وفق توجيهات أخرى من قِبل الجهة المختصة.

تُوجّه كل مجموعة تركيب؛ لتوفير أقصى خلوص أفقي للطريق المجاور.

تكون جميع عناصر مجموعة التركيب؛ إما عمودية، أو مستوية، ومنظمة بشكل متماثل، ومجمعة بإحكام. وتُبنى على النحو ذاته؛ مما يسمح بإخفاء جميع الموصلات.

تكون مجموعات التركيب مانعة لتسرب الماء، وخالية من الحواف، أو النتوءات الحادة، التي قد تلحق الضرر بعزل الموصل.

بالنسبة إلى الإشارات المركبة أعلى العمود، تُستخدم وحدة انزلاق. كما تتلاءم وحدة الانزلاق هذه مع طرف العمود. وتُزوَّد كل وحدة انزلاق ببراغي فولاذية مطلية بالكادميوم.

تُزوَّد كل مجموعة تركيب بتركيبات مسننة، وقفل موجب، والتي عند اقترانها بتركيبات مماثلة على أوجه الإشارة، يجب أن تمنع الأوجه من الدوران. كما تسمح التركيبات بالتثبيت بزيادات، لا تتجاوز ٧ درجات.

تفاصيل أوجه الإشارة:

يسمح الضبط بالدوران بزاوية ٣٦٠ درجة حول محور رأسي. ويكون عدد الأجزاء، ونوعها على النحو المبين في وثائق العقد.

ما لم ينص على خلاف ذلك في وثائق العقد، وتتضمن جميع أوجه إشارة المركبات ٣ أجزاء مرتبة رأسيًا؛ أحمر في الأعلى، وأصفر في الوسط، وأخضر في الأسفل.

تفاصيل الوحدة الضوئية:

تتكون كل وحدة ضوئية من عدسة، وعاكس، أو مجموعة عاكسات، ومقبس مصباح، ومصباح إشارة مرور برؤية واضحة.

وتُصنع العاكسات من الزجاج المطلي بالفضة، أو الألومنيوم العاكس، المغطى بطبقة من طلاء الأنودي.

وينبغي ألا تتعرض العدسات البلاستيكية للالتواء؛ نتيجة الحرارة الصادرة من المصباح المزود بأعلى قوة كهربائية.

تفاصيل الصندوق:

يكون كل جزء مكتملًا بقطعة ،وباب مفصلي مثبت للعدسة، وأجزاء أخرى من النظام الضوئي، بالإضافة إلى حشيات مانعة لتسرب الماء، وجهاز بسيط لقفل الباب. ويُركّب النظام الضوئي بطريقة تسمح بفتح مختلف الأجزاء؛ للوصول إليها، أو إزالتها بسهولة. كما تكون الأجزاء قابلة للتبديل، ومبنية بحيث يمكن إزالتها، أو إضافتها. وثمة فتحة في الجزء العلوي، والسفلي من كل جزء لمرور أنبوب مقاس ٣٢ ملم.

تكون جميع المسامير والبراغي، ومسامير المفصلات، وأجهزة قفل الأبواب المكشوفة من الحديد المقاوم للصدأ. كما تكون جميع البراغي، والتركيبات الداخلية من الحديد المقاوم للصدأ، أو مادة معتمدة غير فولاذية، ومقاومة للتآكل.

تُصنع جميع الحشيات، بما فيها الباب، والعدسة، وحشيات العاكس، باستثناء حشيات حامل المصباح، من النيوبرين. وتُصنع حشيات حامل المصباح من مادة لا تتأثر بالحرارة. ولن تكون ثمة حاجة إلى حشية حامل المصباح؛ عندما لا يتصل حامل المصباح مباشرة بالعاكس.

يُنشأ كل قطاع من قطاعات الإشارة بطريقة لا ينتج عنها عطل هيكلي للصندوق؛ نتيجة ضغط حمل الرياح البالغ ١٢٠ كجم/متر مربع على المنطقة المتوقعة من غطاء وجه الإشارة بالكامل، بما في ذلك اللوح الخلفي، والواقيات.

تفاصيل اللوح الخلفي:

ينبغي ألا يظهر أي ضوء في الخلفية بين اللوح الخلفي، ووجه الإشارة، أو بين الأجزاء.

عندما يتألف اللوح الخلفي من جزأين، أو أكثر، تُثبت الأجزاء بمسامير ملولبة، أو بمسامير من الألومنيوم، تُثبت بعد التركيب؛ لتفادي فكها.

الطلاء:

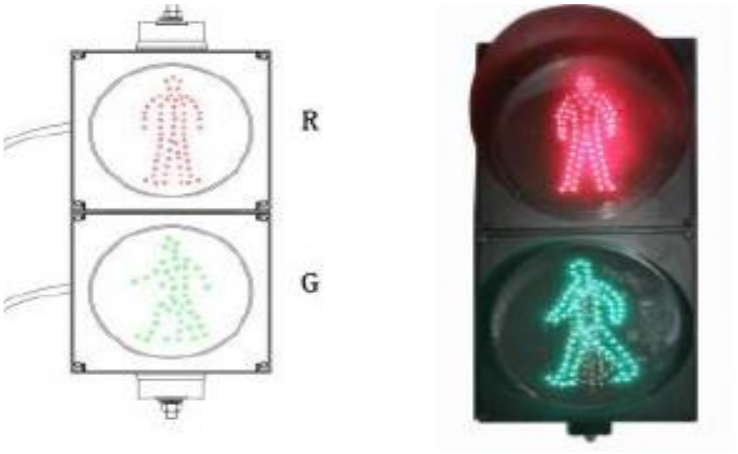
فيما يتعلق بإرشادات الطلاء، يمكن استخدام المواصفات الإرشادية للإشارات المرورية للهيئة الملكية للجبيل وينبع (RCJY, 2006)، القسم ٠٢٨٩٢، الجزء ٢,١٧.

تُطلى الأسطح الداخلية للأغطية، وأسطح فتحات التهوية، والريش وأسطح الألواح الخلفية باللون الأسود الداكن.

وتُطلى -كذلك- الأسطح الخارجية الأخرى لمعدات الإشارة، باستثناء الأعمدة المجلفنة، والأعمدة، وأذرع الصاري، باللون الأصفر، الذي يُطلى به الطريق.

٢-١-٢-١٢ إشارة المشاة:

تتوافق مكونات مجموعة، أو وحدة رأس إشارة المشاة، مع أحدث متطلبات معهد مهندسي النقل الخاصة بـ "معيار، ورأس إشارة المشاة للوجه القابل للتعديل" للإشارات الساطعة، والدليل الموحد لأجهزة التحكم المروري.



الشكل (١٢–٩) إشارة مرور نموذجية بإنارة (LED) (MoTLS, 2018).

الإشارات:

يجب أن تتوافق إشارات المشاة مع المتطلبات المنصوص عليها في الجزء (٥-٦) من كود الطرق السعودي ٦٠٢ (الدليل الموحد لأجهزة التحكم المروري)

تكون إشارة المشاة من نوع المصابيح المتوهجة، الموضوعة في غلاف من الألومنيوم، المصبوب، والمقاوم للماء والغبار، ومصمم لعرض رسائل وجه عدسة إشارة المشاة البديلة كما هو موضح في رسومات العقد. وتكون الرسائل لافتة للانتباه، ومقروءة بوضوح عند إضاءتها. وتنشأ الرسائل المضيئة؛ بواسطة رموز بأشكال محددة، مضاءة بواسطة المصابيح المتوهجة. ويكون رمز علامة الرسالة للإشارة إلى "رجل واقف" باللون الأحمر، ورمز علامة الرسالة للإشارة إلى "رجل يمشي" باللون الأخضر.

الصندوق:

يكون صندوق رأس الإشارة مصنوعًا من سبائك الألومنيوم المصبوب المطابقة لمتطلبات (ASTM B85). ويتألف الصندوق رأس إشارة المشاة من مجموعة من جزأين منفصلين، من النوع القابل للتمدد، للتركيب الرأسي، مثبتين إلى حد كبير معًا بطريقة تمنع تسريب الماء، ودقيقة؛ لتشكيل وحدة ذات مظهر جذاب.

يضم كل جزء وحدة ضوئية فردية.

توجد فتحة دائرية في أعلى، وأسفل كل رأس؛ لحمل إطار أنبوب داعم. ويُعزز الجزء الخاص بجزء الصندوق المحيط بالفتحة، ويكون مسننًا؛ بحيث يمكن استخدام التركيبات المسننة؛ لتثبيت الصندوق.

ويتضمن الجزء العلوي، والسفلي من الصندوق ما يلزم من فتحات أخرى؛ لاستيعاب أجهزة الربط؛ ولتثبيت الأجزاء معًا، وينبغي ألا تسمح هذه الفتحات بدخول الجزيئات الغريبة. كما يُفهرس كل جزء فهرسة إيجابية إزاء أي جزء مجاور؛ لتفادي المحاذاة الخطأ.

باب الصندوق:

يُجهّز كل جزء من أجزاء الصندوق بباب به فتحة، وتركيبات للوحدة الضوئية، والواقي. وينبغي ترتيب الباب؛ لتسهيل الوصول إلى مكونات الوحدة الضوئية، والأسلاك. ويكون الباب مفصلًا من جانبه الأيسر، بحيث لا يمكن إزالته من دون استخدام الأدوات عند موضعين، ويُزوّد بجهاز قفل الباب البسيط والفعال المصنوع من الفولاذ، المقاوم للصدأ؛ لضمان الإغلاق المحكم.

ويكون الباب مصممًا بحزوز؛ لحمل حشية من النيوبرين؛ بهدف توفير طبقة مرنة مانعة للتسرب بين الباب، الصندوق. ويُصنع باب كل جزء من الصندوق من سبائك الألومنيوم المصبوب المطابق لمتطلبات (ASTM B85). كما يُصنع جهاز قفل الباب، وبراغي تثبيت الواقي من الحديد المقاوم للصدأ. تكون جميع البراغي، والصواميل، وحلقات الإحكام، ودبابيس المفصلات، وأجزاء المزلاج والمشابك، والأجزاء المستخدمة، في تركيب مُبيّت الإشارة مصنوعة؛ إما من النحاس البحري، أو النَّبت الأخضر، أو البرونز الفوسفوري، أو الحديد المقاوم للصدأ.

الكتائف:

تُدعم رؤوس الإشارة، ما لم تكن مركبة أعلى العمود، بكتائف تركيب تتكون من مجموعات من أنابيب فولاذية قياسية وتركيبات فولاذية قابلة للطرق. وتكون جميع العناصر عمودية، ومستوية، ومرتبة بشكل متناسق، ومكونة بصورة آمنة. كما تُبنى على هذا النحو؛ بحيث تُخفى جميع الموصلات داخل الأعمدة، والتركيبات.

الواقيات:

يُزوَّد كل جزء من الصندوق بواقي رأس قابل للإزالة. ويُطلى واقي الرأس من الداخل باللون الأسود الداكن؛ لمنع الانعكاس؛ وللتخلص من طيف الشمس.

يُثبت الواقي بإحكام على الباب، ولا يُسمح بوجود أي ترشيح ملموس للضوء بين الباب، والواقي. ويُصنع الواقي من الألومنيوم المطابق لمواصفة (ASTM B209M). وينبغي ألا يقل سمكه عن ١,٣ متر.

الكتلة الطرفية:

تُركّب كتلة طرفية داخل الصندوق، وفي الجزء الخلفي في الجزء العلوي منه. ويكون للكتلة الطرفية موصلات؛ لتوصيل جميع الأسلاك الميدانية، وأسلاك المصابيح بشكل مستقل.

الوحدة الضوئية:

تتكون الوحدة الضوئية من عدسة، وعاكس، وإطار عاكس، ومقبس، ومصباح إشارة مرور قياسي بقدرة ٦٧ واط. ويتعين تصميم المعدات اللازمة الأخرى؛ لتوفير مؤشرات واضحة للعين بزاوية لا تقل عن ٤٥ درجة ومن ٣٠ إلى ٩١ مترًا في جميع الظروف الضوئية، والجوية؛ باستثناء الضباب الكثيف. ويُصمم على هذا النحو؛ بحيث يُتخلص من تأثيرات طيف الشمس. ويسهل الوصول إلى الوحدة الضوئية؛ لأغراض الصيانة.

يكون للعدسات وجه من الأكريليك، بسمك تقريبي يبلغ ٥ ملم. وتتضمن العدسة العلوية رمزًا بشكل محدد، ورسالة، وتتضمن العدسة السفلية رمزًا بشكل محدد، ورسالة مكونة من كلمة لكل رسم. وتكون الخلفية معتمة. وتُغطى الرسائل في مقدمة العدسة بمادة خزفية معتمة، وتُجفف بالحرارة؛ لتكوين طبقة لاصقة دائمة، لا تتقشر، أو تتشقق. ويركب الوجه، أو العدسة في حشية ثابتة من النيوبرين تشمل بالكامل حواف الزجاج، وتثبت في باب الإشارة؛ بواسطة مشابك، أو براغي. كما يُشكل الوجه مع الحشية، والمُبيّت حجرة مانعة للأتربة، ومقاومة للرطوبة.

يُصنع العاكس من ألومنيوم الزاك العاكس، وبطلاء أنوديك يبلغ سمكه بحد أدنى ٠,٠٠٣ ملم، أو ما يعادله، ويكون مغزولًا، أو مثقبًا من معدن لا يقل سمكه عن ٠,٦٤ ملم، ومجهزًا بخرزة، أو حافة بارزة على الحافة الخارجية؛ لتقوية العاكس، والتأكد من ثباته على الشكل الصحيح. ويكون السطح العاكس خاليًا تمامًا من أي عيوب، أو خدوش، أو تشوهات، أو تشويه ميكانيكي.

تُنشئ فتحة في الجزء الخلفي من العاكس لحامل المصباح؛ بحيث لا تكون هناك بقع داكنة على العدسة. ويكون العاكس من النوع الذي يتحمل الضغط، وغير مثبت، ويضمن -كذلك- إغلاقًا كاملًا أمام حشية العدسة. ويُصنع إطار العاكس من الألومنيوم المصبوب، ويُصمم بالكامل حول العاكس، ويكون منظمًا؛ لضمان الحفاظ على أوضاع التمركز المناسبة. ويُحافظ على الوضع الصحيح بعد فتح الوحدة، وإغلاقها؛ لاستبدال المصباح، وغيرها من أعمال الصيانة. وتُوفر حشية من النيوبرين مانعة لتسرب الغبار، وتكون متصلة بالأطراف المفلكنة معًا. ويُوفر -أيضًا- حشية إضافية مانعة لتسرب الغبار بين حامل المصباح، والعاكس.

مقبس المصباح:

يصمم مقبس المصباح؛ بحيث يحتفظ الطرف، أو الوصلة المركزية بحركة النابض، ولا يلتف، أو يدور عند تركيب المصابيح. وتُثبّت الحلقة، أو الوصلة الخارجية بشكل آمن على قاعدة المقبس؛ حتى لا تنفك، أو تنكسر، أو تدور عند استبدال المصابيح.

ويُركب مقبس المصباح؛ بحيث يحتفظ بهذا الوضع عند إدخاله، وتعديله بشكل صحيح. ويُصنع مقبس المصباح من مادة مقاومة للحرارة مصممة لحمل مصباح إشارة مرور بقدرة ١٠٠ واط، ويكون من النوع المقاوم للاهتزاز، والعوامل الجوية، وكذلك مقاومًا للتشكيل، ومحميًا من درجات حرارة تشغيل الوحدة، ومدعومًا بشكل كبير، ومستقلٍ عن العاكس.

يكون كل مقبس مصباح من النوع القابل للتعديل، ويكون موصلًا بأسلاك بطرفين مغطيين بالمطاط، أو سلك من النوع (TW ٦٠٠ V) لا يقل طوله عن ١,٥ ملم. وتكون المقابس موصلة بأسلاك؛ بحيث يُوصّل سلك أبيض بغطاء المقبس، وسلك أسود بالطرف السفلي، أو النهائي للمقبس. وتُوصل هذه الأسلاك ا بالمكان المناسب، على الكتلة الطرفية المركبة في الصندوق.

التثبيت:

تكون جميع رؤوس إشارة المشاة مزودة بأجهزة قفل موجبة، وتركيبات مصممة؛ لمنع الرؤوس من الدوران؛ بسبب قوى خارجية. ويُستخدم مركب غلق خيطي معتمد في جميع المواضع، التي تستخدم فيها صواميل الغلق، وحلقات الإحكام في تركيب الرؤوس.

١٢-٢-٢ مواصفات الهيكل الداعم:

تُصمم جميع أنواع تركيبات عمود إشارة المرور، كما هو موضح في رسومات العقد، ؛ وفقًا للشروط الآتية:

١- سرعة الرياح: ٨٠ كم/ساعة.
٢- نطاق درجة الحرارة: ٠ إلى ٥٠ درجة مئوية.
٣- نطاق الرطوبة النسبية: ١٠ إلى ١٠٠٪.

تُصمم الأعمدة وفقًا لمتطلبات "مواصفات (AASHTO) القياسية الحالية للدعامات الهيكلية للافتات المرورية، والمصابيح، وإشارات المرور" ووفقًا للمتطلبات الإضافية الموضحة هنا. وتراعى جميع تصميمات الهياكل الفولاذية كذلك "مواصفات تصميم عامل الأحمال والمقاومة للدعامات الهيكلية للافتات المرورية، والمصابيح، وإشارات المرور".

يقدم المقاول شهادة من الجهة المصنعة، أو المورد تفيد بأن ذراع صاري إشارة المرور، والعمود، والملحقات الأخرى، قد صُنعت وفقًا للتصميم المعتمد، وأن المواد المقدمة تتوافق مع المواصفات، وأن تصميم اللحام، وتصنيعه، يتوافق مع كود اللحام الإنشائي D١,١M الخاص بجمعية اللحام الأمريكية.

وعند الضرورة، تُقدَّم كذلك الحسابات، والرسومات التفصيلية؛ للتحقق من الامتثال لهذه المواصفات.

أعمدة يصل طولها إلى ٤,٥ أمتار:

١- ركائز
أ- تكون ركائز الأعمدة بسُمك ٨٠، من النوع S، من الأنابيب الفولاذية غير الملحومة من الدرجة "ب" المطابقة لمتطلبات (ASTM A53M):
i. الحد الأدنى من قوة الخضوع: ٢٤٠ ميجا باسكال.
ii. سمك الجدار: ٨,٥ مم.
iii. القطر الخارجي: ١١٤ مم.
ب- تُصمم الأطراف لتركيبات أعلى العمود.
ج- تكون الأعمدة مجلفنة بتقنية الغمر الساخن؛ طبقًا لمواصفات (ASTM).

الأعمدة التي يزيد طولها على ٤,٥ أمتار، والأعمدة ذات أذرع الصاري:

١- ركائز

أ- تكون الركائز من الدرجة "أ"، فئة السمك ٣، أنابيب فولاذية مدببة مطابقة لمتطلبات (ASTM A595):
i. الحد الأدنى من قوة الخضوع: ٣٨٠ ميجا باسكال.
ii. أدنى سمك للجدار: ٤,٨٥ مم.
ب- يكون لكل ركيزة لحام طولي واحد فقط. ولن يُسمح بوجود أي فواصل أفقية وسيطة، أو لحامات.
ج- تكون الركائز دائرية في الجزء العرضي، ومتجانسة السمك، ومستدقة بصورة منتظمة من القاعدة إلى الأعلى.
د- وتتضمن كل ركيزة عمودًا علويًا قابلًا للإزالة.
ه- تكون الأعمدة ذات أذرع الصاري محدبة؛ لتعويض انحراف الحمولة الساكنة.

٢- ألواح الحافة البارزة:

أ- عندما تكون ثمة حاجة إلى أذرع الصاري، تُزوَّد الركيزة بلوح حافة بارزة فولاذي، ذي حجم مناسب ليتناسب مع اللوح الملحوم، بطرف ذراع الصاري.

ب- تتوافق ألواح الحافة البارزة مع متطلبات (ASTM A575)، الدرجة ١٠٢٠ وتكون ملحومة بالركيزة، كما تُدعم بألواح جانبية ملامسة للركيزة، وألواح التقوية العلوية، والسفلية.
ج- يوفر لوح الحافة البارزة الحد الأدنى من قوة الخضوع البالغة ٣٨٠ ميجا باسكال.
د- يتضمن لوح الحافة البارزة فتحة أسلاك بقطر ٦٣,٥ ملم، و٤ فتحات لمسامير ذات مقاومة شد عالية مقاس ٣٢ ملم.

٣- أذرع الصاري:

أ- بالنسبة إلى الأعمدة التي يزيد طولها على ٤,٥ أمتار، تُصنّع أذرع الصاري من المواد نفسها المحددة أعلاه للركائز.
ب- يكون طول ذراع الصاري أفقيًا، كما هو مطلوب في رسومات العقد.
ج- تُصنع جميع أذرع الصاري، وتُشحن في قطعة واحدة. ولن تُقبل أذرع الصاري المكونة من قطعتين المرتبطة ببعضها بواسطة وصلة انزلاق.
د- يُلحم لوح حافة بارزة فولاذي مطابق لمواصفة (ASTM A575)، من الدرجة ١٠٢٠، بنهاية طرف ذراع الصاري؛ لتوفير وسيلة للاتصال القوي بالركيزة.
ه- يتضمن لوح الحافة البارزة فتحة أسلاك غير مرئية، و٤ فتحات مسامير؛ لتتناسب مع تلك الموجودة في لوح الحافة البارزة على الركيزة.
و- تتوافق المسامير مع مواصفة (ASTM A325M)، وتكون مجلفنة؛ وفقًا لمواصفة (ASTM A153M).
ز- يوفر لوح الحافة البارزة، والمسامير، والصواميل قوة خضوع لا تقل عن ٣٨٠ ميجا باسكال.
ح- تتضمن كل ذراع صاري غطاءً من الألومنيوم، قابلًا للإزالة، مثبتًا بمسامير عند الطرف، ومنافذ من حلقات معدنية للأسلاك، ومجموعات علاقات إشارة من النوع الموضح في رسومات العقد. وتُنشأ الوحدة بالكامل بطريقة تسمح بإخفاء الأسلاك من الداخل.

الفتحات اليدوية:

١- يُنشئ مدخل يد معزز بحجم كافٍ مع غطاء؛ للسماح بالوصول إلى الأسلاك في كل عمود بالقرب من القاعدة، بما يتوافق مع الأبعاد الموضحة في رسومات العقد.
٢- تُثبت الأغطية بواسطة براغي برؤوس مسطّحة من الفولاذ، المقاوم للصدأ مطابقة لمتطلبات (ASTM A276) من النوع ٣٠٤.

عروة التأريض:

١- يُزوَّد كل عمود بعروة تأريض من سبيكة نحاسية، يسهل الوصول إليها من مدخل اليد.

لوح قاعدة التثبيت:

١- يُصنع لوح قاعدة التثبيت من الحديد المطابق لمتطلبات (ASTM A36M).
٢- بدلًا من ذلك، يمكن أن يكون لوح قاعدة التثبيت مصبوبًا بالحديد المطابق لمتطلبات (ASTM A27M)، من الدرجة ٤٨٥ - ٢٧٥ (٧٠ - ٤٠).
٣- يعمل لوح القاعدة على تداخل الركيزة، ويُلحّم في الركيزة بواسطة لحامين منحنيين كهربائيين ثابتين؛ واحد في الأسفل، والآخر في الجزء العلوي من لوح القاعدة. ويكون التصميم على هذا النحو؛ بحيث تحسن الوصلات الملحومة القوة الكاملة للعمود.
٤- يُصمم لوح قاعدة التثبيت؛ بهدف تثبيت مجموعة لحام القاعدة، ولوح القاعدة بقاعدة خرسانية؛ باستخدام ٤ مسامير تثبيت -على الأقل-.

مسامير التثبيت:

١- تُصنع مسامير التثبيت؛ لتركيب الأعمدة في القواعد الخرسانية المسلحة من الحديد عالي القوة، مع الحد الأدنى من قوة الخضوع تبلغ ٣٤٥ ميجا باسكال.
٢- يكون طول الجزء الملولب من مسامير التثبيت ١٥٠ ملم. وتكون الأبعاد الأخرى كما هو مبين في رسومات العقد.
٣- يُزوَّد كل مسمار بصامولتين سداسيتين، وحلقات إحكام مسطحة؛ صامولة واحدة للتسوية، وأخرى للتثبيت. وتكون قوة الصواميل مساوية؛ لحمل قوة الصمود للمسامير، أو تفوقها.
٤- تكون المسامير، والصواميل السداسية، المجلفنة بطريقة الغمس الساخن؛ بما يتوافق مع (ASTM A153M).

أغطية مسامير التثبيت:

١- عند الحاجة، تتوافر ٤ أغطية من مادة حديدية مجلفنة، أو مسامير التثبيت، المصنوعة من الألومنيوم، التي تتصل بقاعدة

العمود.

٢- تتلاءم أغطية مسامير التثبيت بإحكام، وتتمتع بمظهر أنيق.

التخميد:

١- تخمد الأعمدة، حسب الضرورة؛ لمنع الاهتزاز الناجم عن الرياح، ما يضر بعمر المصابيح.

اللحام:

١٠- يُلحّم وفقًا لكود اللحام الإنشائي (D١,١M) لجمعية اللحام الأمريكية، ويُجرى بوساطة عمال لحام معتمدين؛ وفقًا لكود جمعية اللحام الأمريكية.

١١- تكون لحامات درزات اللحام الطولية للأنبوب خالية من الشقوق، والتقطيع، وتُجرى؛ باستخدام عمليات تلقائية، وتُفحص بصريًا بالمناطق المشكوك فيها، التي فُحصت بواسطة الجسيمات المغناطيسية إلى (AWS D١,١M).

١٢-٢-٣ مواصفات التحكم في إشارات المرور:

١٢-٢-٣-١ التحكم في إشارات المرور

أ - إنشاء كابينة التحكم:

١- تُصنع كبائن التحكم من الألومنيوم، أو الألواح الفولاذية المجلفنة، وتكون مجهزة بجميع أجهزة التحكم، والوقاية الإضافية اللازمة كما هو محدد في وثائق العقد، كما يجب أن تكون مناسبة للتركيب بمفردها في الأماكن الخارجية المقاومة للطقس من النوع 3S، وفقًا لمواصفة (NEMA ٢٥٠).

٢- تُصنع كبائن التحكم من صفائح الألومنيوم بسمك ٣ ملم -على الأقل-.

٣- تتضمن كبائن التحكم بابًا رئيسًا يكون مزودًا بقفل قلاب مزود بمفتاح، وباب إضافي مزود بقفل لمفتاح الأمان. ويتوافر مفتاحان لكل قفل. كما يكون لكل مفتاح أمان عمود بطول ٤٥ ملم -على الأقل-. وتُصنع مسامير مفصلات الباب من الفولاذ غير القابل للصدأ.

٤- يُزوَّد باب كابينة جهاز التحكم بباب بحد إيقاف يُفتح عند ١١٠ درجات، و١٨٠ درجة، ± ١٠ درجات. وتُزوَّد أداة الإيقاف بمقبض يمكن تشغيله عندما يصل الباب إلى أقصى وضع للفتح، وسيبقى الباب مفتوحًا بشكل آمن؛ حتى يُحرّر.

٥- يبلغ الحد الأقصى لعرض باب الكابينة ١,١٥٠ م، وارتفاعه ١,٣٧٥ م.

٦- تُوفّر أرفف، أو كتائف معدنية كبيرة؛ لدعم وحدة التحكم، والأجهزة المساعدة.

٧- ينبغي ألا تكون البراغي، ومسامير الماكينة بارزة خارج الجدار الخارجي للكابينة.

٨- تتضمن كبائن التحكم فتحات خروج من الأسفل؛ لإدخال الكابلات، والقنوات.

٩- ينبغي ألا تكون الألواح الطرفية، في حال وجودها بالقرب من أسفل الكابينة، على مسافة قريبة من ١٥٠ ملم من الأسفل.

١٠- يُوضع مانع تسرب مرن، مكون من مركب مجلفن، أو معجون، بين كل كابينة تحكم، وأساس لوح خرساني لمنع دخول الغبار، والماء، والأوساخ إلى الكابينة.

ب - تهوية كابينة التحكم:

١- تُزوَّد كل كابينة تحكم بفتحات تهوية، كل منها مزود بمرشح هوائي شبكي من المعدن دائم، ومثبت بإحكام في مكانه. ويسمح مرشح الهواء للمروحة بتمرير مقدار الهواء المحدد.

٢- تُزوَّد كل كابينة بمروحة كهربائية ذات محمل كروي، أو أسطواني؛ بسعة لا تقل عن ٣ أمتار مربعة في الدقيقة. وتُركَّب المروحة في مبيت محكم مقاوم للمطر، مثبت بأعلى كابينة التحكم. ويُوفر حاجز للحشرات على جانب مدخل المروحة.

٣- يُتحكم في المروحة بالحرارة، ويمكن ضبطها يدويًا؛ لتعمل من ٣٢ إلى ٥٢ درجة مئوية مع فرق لا يزيد على ٦ درجات مئوية بين التشغيل، والإيقاف التلقائي. وتندمج دائرة مروحة الكابينة بنسبة ١٢٥٪ من سعة محرك المروحة المركب.

٤- توضع المروحة، وفتحة التهوية في مواضع متقاربة؛ لتوجيه الجزء الأكبر من تدفق الهواء فوق وحدة التحكم.

ج - أسلاك كابينة التحكم:

١- تكون جميع الموصلات المستخدمة في أسلاك كابينة وحدة التحكم ٠,٥ ملليمتر مربع، أو أكبر، بحد أدنى ١٩ جديلة. وتتوافق الموصلات مع المواصفة (IEC ٦٠٢٢٨)، أو ما يعادلها من المواصفات المعتمدة. ويكون العازل بسُمك لا يقل عن ٠,٢٥ ملم، ويكون من النايلون المغلف بالبولي فينيل كلوريد؛ بما يتوافق مع المواصفة (IEC ٦٠٢٢٧) أو يكون

من البولي فينيل كلورايد المعالج بالأشعة، أو البولي هالوكربون، أو البولي كلورو ألكينج، إلا أن عزل الموصلات ٢,٥ ملليمتر مربع وأكبر قد يكون ٨٣ UL من النوع النايلون الحراري.

٢- تتوافق مقدمة الكاشف الحلقي، من الأطراف الميدانية في الكابينة إلى وحدة الاستشعار، مع الآتي:
أ- ويوضع الكابل الذي يتضمن موصلات مقاس ٢,٥ متر مكعب، أو أكبر مع كل موصل معزول؛ إما بسلك تفريغ نحاسي محمي، أو مغلف بالقصدير، في طرف واحد فقط من الكابل. ويُصنّع الكابل بطبقة عازلة لا يقل سمكها عن ٠,٥ ملم، أو بغطاء خارجي من الكروم الفينيل بسُمك لا يقل عن ٠,٦ ملم.

٣- يكون مقاس موصلات التيار المتردد غير الأرضية لمرحلات الضوء الخارجية، وأجهزة التبديل ذات الحالة الصلبة ٢,٥ ملليمتر مربع. تُزوَّد الموصلات بتيار متردد غير أرضي لما لا يزيد على ٣ مرحلات، أو أجهزة تحويل. وتكون سعة ناقل التيار المتردد الأرضي بضوء الإشارة داخل الكابينة هي السعة نفسها لقاطعة الكابينة الرئيسة.

٤- تُرتب الأسلاك داخل كبائن التحكم بدقة، وتُباعد، وتُوضع في أنابيب بلاستيكية؛ وفقًا لأحدث مراجعة للكود الكهربائي الوطني.

٥- تتوافق جميع الأسلاك، والكابلات المستخدمة في أسلاك كابينة وحدة التحكم مع متطلبات رمز اللون الآتية:
أ- يُحدد سلك، أو كابل أرضي لأي دائرة بلون أبيض تمامًا، أو رمادي محايد.
ب- يُحدد الكابل الأرضي للجهاز بلون أخضر تمامًا، أو بلون أخضر تمامًا، أو مزود بلون أخضر مع خطوط صفراء.
ج- تُحدد الكابلات غير الأرضية على النحو المبين في وثائق العقد.

٦- تنتهي الموصلات المستخدمة في أسلاك الكابينة بعروات طرفية ذات حجم مناسب من النوع النابض على الجانب الخلفي من الكتلة الطرفية. وتُستخدم جميع الموصلات المجعدة بأداة مناسبة تمنع فتح المقابض؛ حتى يكتمل التجعيد.

٧- في حال تأريض التيار المباشر، يُوصل بأرض المعدات فقط.

٨- تُوفّر كتلتان طرفيتان، أو أكثر للوصلات الميدانية. وتُركب المحطات الطرفية الميدانية ضمن نطاق ٤٥٠ ملم من وجه الكابينة، وتوجه لاستخدام مفك البراغي من فتحة الباب. وتكون جميع المحطات الطرفية بحد أدنى ١٥٠ ملم فوق القاعدة الأساسية. كما يلزم توفير ثلاثين محطة طرفية احتياطية.

٩- عندما تُوصّل عدة موصلات بالمحطة الطرفية نفسها، ينبغي ألا تُلف معًا، ولكن تُوصّل بشكل فردي بالمحطة الطرفية؛ باستخدام موصل العروة بتصميم مجراف. كما يمكن وضع وصلتين من وصلات العبور المعدنية المسطحة، أو المستقيمة، أو على شكل حرف U، أسفل المسمار الطرفي. ويُربط ما لا يقل عن سنين كاملين من جميع البراغي الطرفية بالكامل عند إحكام ربط البرغي. ولا يجوز أن تمتد أي أجزاء مباشرة إلى ما وراء الحاجز.

١٠- يتضمن قضيب الناقل المحايد ١٠ محطات طرفية كحد أدنى تقع على بعد ١٥٠ ملم -على الأقل- من أي جهد. كما توفر وحدة التحكم قضيبًا ناقلًا محايدًا احتياطيًا.

١١- تُزوَّد كل كابينة وحدة تحكم بجهاز مقاوم الارتفاع المفاجئ للتيار.

د – ملحقات كابينة التحكم:

١- يُوفّر ملصق مطبوع، أو محفور، أو مطبوع بالشاشة الحريرية بصورة دائمة؛ لتحديد الجهاز، ورقم الوظيفة وفقًا لمواصفة (ANSI Y٣٢,٢٠) أو ما يعادلها للأجهزة التالية، ولجميع عناصر المعدات الأخرى القابلة للفك:
أ- مقابس المرحلات، وأجهزة التبديل.
ب- مفاتيح التلامس.
ج- المفاتيح والصمامات، والقواطع.
د- أجهزة المراقبة، والاستشعار.
ه- أحزمة التوصيل لمعدات التحكم، ووحدات الكاشف، وجهاز المراقبة، وجميع العناصر الأخرى، المتعلقة بالأجهزة.
وتكون الملصقات ضمن نطاق ٠,٧٥ ملم من الموصل.

٢- تتوافق الملصقات مع التسميات الموجودة على مخطط الأسلاك بالكابينة. وتوضع ملصقات جميع المعدات المثبتة على الرف على وجه الرف الموجود أسفل العنصر. وتكون ملصقات المعدات المثبتة على الحائط أسفل العنصر.

٣- تكون جميع الملصقات، والتسميات الأبجدية الرقمية الموجودة في كابينة وحدة التحكم، أو عليها باللغتين العربية والإنجليزية.

٤- تُحدد جميع مدخلات المعدات والأجهزة، ومخرجاتها، والمحطات الطرفية الخاصة بها من خلال تسميات المرحلة على النحو الموضح في وثائق العقد.

٥- تُركّب المعدات الإضافية المثبتة على الحائط والأسلاك، على ألواح قابلة للفك. وتكون المعدات الملحقة قابلة للفك من المقابس من دون إزالة أي معدات أخرى. كما يلزم ترتيب كل مقبس، أو مجموعة مقابس، وكابلات توصيل بحيث يمكن تنفيذ أي عمل مطلوب على الجزء الخلفي من المقابس، أو الكابلات بإزالة ما لا يزيد على ٦ مثبتات.

٦- تُوفّر مفاتيح اختبار الاتصال اللحظية؛ لإجراء مكالمات على كل مركبة، ومرحلة المشاة. وتوفر المفاتيح تغذية مرتدة باللمس، وتُصنف عند أمبير واحد، كحد أدنى، للحمل المقاوم عند تيار متردد ١٢٠ فولت، وتيار مستمر ٢٨ فولت. وتكون الوصلات مطلية بالفضة، أو بالذهب، وتكون ملحقة بها.

٧- توفر مجموعة لوح التحكم، يمكن الوصول إليها بسهولة من الجزء الأمامي للكابينة. وتتكون مجموعة لوح التحكم من:
أ- مفتاح تحكم يجب أن يكون سلكيًا؛ لتنشيط دوائر توقيت وحدة التحكم أثناء إيقاف تشغيل مصابيح الإشارة، أو تشغيلها بواسطة جهاز وميض. وينبغي تسمية المفتاح ،وتصنيفه لتيار الحمل.
ب- توفير مقبس مناسب.
ج- يعمل مفتاح "وميض الإشارة"، عند وضعه في وضع "وميض"، على تشغيل الوميض كما هو محدد في "عمليات تشغيل الوميض". وعندما يُوضع المفتاح المذكور في وضع "الإشارة"، تستأنف وحدة التحكم عملية التحكم كما هو موضح في "جهد التشغيل".
د- يعمل مفتاح "إيقاف عداد الوقت"، عند ضبطه في وضع "إيقاف الوقت"، على توقف وحدة التحكم عن حساب الوقت عندما يُضبط مفتاح "الوميض التلقائي" في لوح الأمان على وضع "الوميض". وعندما يكون في وضع "إيقاف التشغيل"، ينبغي ألا تتوقف وحدة التحكم عن حساب الوقت عندما يُضبط مفتاح لوح الأمان على وضع "الوميض".

٨- تتوفر مجموعة لوح الأمان، الواقعة خلف الباب الإضافي. ويتكون هذا اللوح من الآتي:
أ- مفتاح "الوميض التلقائي" الذي عند ضبطه على وضع "وميض"، يعمل على دخول وحدة التحكم في وضع الوميض، وإزالة الطاقة من ناقل الإشارة. وعند ضبطه على الوضع "تلقائي"، يعمل على استئناف تشغيل وحدة التحكم على النحو الموضح في "جهد التشغيل".
ب- مفتاح "إطفاء المصابيح" الذي عند ضبطه على وضع "إيقاف التشغيل"، يعمل على إطفاء مؤشرات الإشارة.
ج- يتوافر كذلك سلك يدوي لا يقل طوله عن ١,٨ متر، ويكون مزودًا بمفتاح يدوي مغطى بالمطاط؛ لتشغيل إشارة المرور يدويًا. وتُقدم جميع المراحل أثناء التشغيل اليدوي.

٩- يتوافر غطاء معدني صلب قابل للفك، خلف لوح الأمان؛ لتغطية أطراف المفاتيح.

١٠- تتضمن الكابينة إنذارًا واضحًا ضد التشغيل، من دون تركيب جهاز رصد التعارض.

هـ. تركيبات وحدة التحكم:

١- المتطلبات الأساسية على وجه التحديد:
أ- ينبغي أن تفي جميع المعدات/الأجهزة بالحد الأدنى من متطلبات الرابطة الوطنية لمصنعي الأجهزة الكهربائية (NEMA)، أو ما يعادلها.
ب- على وجه التحديد، تكون وحدة التحكم، ومفاتيح الحمل، ذات الحالة الصلبة، وذات الصلة قابلة للبرمجة؛ بواسطة وصلات سلكية ملحومة لعدد ١٢ وحدة قناة، ويجب أن تتوافق وحدة جهاز الوميض مع مواصفات (NEMA TS ٢).
ج- توفر وحدة التحكم توقيتًا رقميًا للحالة الصلبة. وتُصنع وحدات التحكم من مرحلتين، وثلاث مراحل من إطارات من ٤ مراحل. وتُنشئ وحدات التحكم من ٤ إلى ٨ مراحل من إطارات من ٨ مراحل. ويكون لكل مرحلة خيار توقيت للمشاة، وكثافة الحجم. كما تزوَّد وحدة التحكم بوحدات نمطية للمرحلة ملحقة.
د- تكون وحدة التحكم قادرة على العمل في الأوضاع الآتية:
i. الوقت الثابت.
ii. تحكم نصف حثّي.
iii. تحكم حثّي بالكامل.
iv. حثّية المركبة، إشغال جهاز الاستشعار.
v. حثّية المركبة، كثافة الحجم.
vi. استشعار المركبات بالموجات الدقيقة.
vii. استشعار المركبات بالكاميرا.
ه- وتكون وحدة التحكم قياسية حسب المرحلة، مما يؤدي إلى استخدام وحدة نمطية واحدة -كحد أقصى- لكل مرحلة.
و- تكون وحدة التحكم قابلة للاستخدام، عند التقاطعات المعزولة، وكذلك عند التقاطعات في نظام إشارة المرور المترابط.
ز- تكون جميع الوحدات النمطية الملحقة، بما في ذلك الوحدات النمطية للمرحلة، والوحدة النمطية لتسلسل الفاصل الزمني، والوحدة النمطية لإمداد الطاقة، والوحدة النمطية لوحدة المعالجة المركزية قابلة للتبديل بين إطارات وحدة التحكم من ٢ إلى ٨ مراحل، من دون الحاجة إلى تغيير الأسلاك.
ح- تستخدم وحدة التحكم أحدث التقنيات الرقمية وإلكترونيات الحالة الصلبة؛ باستخدام المعالجات الدقيقة، والدوائر المتكاملة، ذات الطاقة المنخفضة.
ط- تشير تسميات نوع تركيبات وحدة التحكم، كما هو موضح أدناه، ومبين في رسومات العقد، إلى الترابط بين كل تقاطع مزود بإشارة:
i. يشير نوع وحدة التحكم ١ إلى تقاطع مزود بإشارة مشغل بالكامل،

وليس داخل نظام مترابط. وتُوضع وحدات التحكم من النوع ١ عند التقاطعات المعزولة.

ii. يشير نوع وحدة التحكم ٢ إلى وحدة التحكم الرئيسية لسلسلة متدرجة التوقيت من التقاطعات المزودة بإشارة مترابطة. ، وتُنسق برمجة هذه الأنظمة عند وحدة التحكم الرئيسة.

iii. يشير نوع وحدة التحكم ٣ إلى كل وحدة تحكم ضمن سلسلة متدرجة التوقيت، من التقاطعات المزودة بإشارة مترابطة منسقة بواسطة وحدة التحكم الرئيسة (النوع ٢).

و - المتطلبات الميكانيكية:

١- تكون وحدة التحكم مثبتة على الرف، وقابلة للتشغيل، عندما تكون بمفردها، أو مع معدات تحكم أخرى.
٢- تُجمع دوائر التشغيل، المتعلقة بالوظائف، أو المراحل، والمكونات المرتبطة بها في تركيبات الدوائر المطبوعة الملحقة.
٣- تُجمع الوحدات النمطية في هيكل ملحق، مع توفير دليل، أو مسار؛ لتسهيل الإدخال، أو الإزالة. وتكون كل وحدة نمطية قابلة للفك من الجزء الأمامي من الهيكل المعدني؛ بواسطة صامولة محكمة، وترتيب براغي لا يتطلب استخدام أدوات خاصة.
٤- تكون جميع الوحدات النمطية، التي تدعم وظائف غير متشابهة ذات مفاتيح ميكانيكية، ومتداخلة كهربائيًا بعدم إدخالها في الفتحة الخطأ، مما يسبب حدوث عطل في جهاز التحكم.
٥- تكون وحدة التحكم سلكية تمامًا لمجموعة كاملة من الوحدات؛ بحيث لا تكون هناك حاجة إلى أجهزة، أو أسلاك إضافية، سواء استُخدم إطار وحدة التحكم، أملم يُستخدم بأقصى عدد ممكن، من الوحدات النمطية للمرحلة.
٦- تُركّب مفاتيح وحدة التحكم، وموصلات الإدخال/الإخراج، وغيرها من المكونات المطلوبة؛ لتشغيل وحدة التحكم على الألواح الأمامية، وتعديلها. كما تُوصّل إلى جميع الأجزاء، والأطراف المكونة عند إزالة الوحدات النمطية للمرحلة من العلبة المعدنية بسهولة؛ لإجراء عمليات الضبط، أو الاختبار، أو الخدمة. كما يمكن استخدام بطاقات أو كابلات تمديد لوحة الدائرة؛ لتسهيل الاختبار. ويوفر المقاول بطاقة تمديد لوحة الدائرة الكهربائية لكل وحدة تحكم، لاستخدامها من قِبل الهيئة الملكية.
٧- تتضمن جميع الوحدات النمطية للمرحلة مؤشرات الصمام الثنائي الباعث للضوء (LED) لعرض الآتي:
أ- المرحلة ضمن الخدمة.
ب- المرحلة التالية للخدمة.
ج- دعوة المشاة.
د- استدعاء المركبة.
ه- تشغيل المركبات.
٨- تُوفّر مؤشرات الصمام الثنائي الباعث للضوء (LED) على كل وحدة تحكم لعرض الفترة، (أو الفترات)، للمرحلة ضمن الخدمة.
٩- تتضمن كل وحدة نمطية للمرحلة مفاتيح استدعاء؛ لتوفير توقيت المشاة، والتوقيت الأدنى للإشارة الخضراء، والتوقيت الأقصى للإشارة الخضراء، وإيقاف التشغيل. بالإضافة إلى ذلك، تتضمن كل وحدة نمطية للمرحلة مفاتيح؛ لتمكين قفل جهاز الاستشعار، أو عدم قفله، ومؤشرات السير الوامضة، أو الثابتة من داخل وحدة التحكم، من دون استخدام معدات خارجية، أو تغييرات في الأسلاك.
١٠- تُحدد جميع فترات التوقيت عن طريق الإعدادات الإيجابية على مفاتيح الإبهام المُعايرة، والمشفرة بالألوان.
١١- تحتوي كل وحدة نمطية للمرحلة على إعدادين ممكنين لأقصى توقيت (الحد الأقصى ١ والحد الأقصى ٢). وتكون قابلة للتحديد على أساس كل حلقة.
١٢- تتوفر مؤشرات الصمام الثنائي الباعث للضوء (LED) في كل وحدة تسلسل للفاصل الزمني لعرض الآتي:
أ- الحد الأدنى من اللون الأخضر.
ب- ممر.
ج- اللون الأصفر.
د- اللون الأحمر.
ه- السير.
و- خلوص المشاة.
ز- فجوة.
ح- قوة الإيقاف/الحد الأقصى للخروج.
ط- المتغير الأولي.
ي- الحد الأقصى ١.
ك- الحد الأقصى ٢.
ل- تقليل.
م- استراحة.

ز- متطلبات التشغيل:

١- توفر وحدة التحكم السمات لكل مرحلة، والسمات لكل حلقة، والسمات لكل وحدة كما هو محدد في (NEMA TS ٢)، وكما أُكِّد عليه بشكل أكبر في هذه المواصفات.
٢- تكون وحدة التحكم ذات الأربع مراحل قادرة على التشغيل من ٢ إلى ٤ مراحل.
٣- تكون وحدة التحكم من ٥ إلى ٨ مراحل قادرة كذلك على تشغيل مرحلتين و٣ و٤ مراحل.
٤- يمكن حذف أي مرحلة، أو حركة للمشاة إما عن طريق:
أ. قلة الطلب.
ب. أو تفعيل مدخلات وحدة التحكم من مصدر خارجي.
٥- تكون وحدة التحكم قادرة على العمل؛ باستخدام أجهزة استشعار مغناطيسية، أو مقياس مغناطيسي، أو جهاز استشعار للحلقات.
٦- يخدم التشغيل اليدوي جميع المراحل والفترات على التوالي، مع تحديد توقيت الفترات الزمنية للإشارة الصفراء، والحمراء بشكل مستقل عن التشغيل اليدوي.
٧- يتم تجاهل المرحلة أو تخطيها من دون تشغيل تلقائيًا.
٨- تؤدي إزالة وحدة نمطية للمرحلة، أو تعذّر وجودها إلى تخطي وحدة التحكم للمرحلة المفقودة.
٩- لن تُزال الوحدات النمطية للمرحلة أثناء تشغيل وحدة التحكم. ولا تعرض أي مؤشرات الصمام الثنائي الباعث للضوء أي عروض قبل إزالة وحدة المرحلة النمطية للخدمة.
١٠- تحدث جميع المراحل في عملية متتالية؛ ما لم يرد خلاف ذلك في رسومات العقد. كما تحدث برمجة الحلقة الواحدة والحلقة المزدوجة، والرباعية اليسرى بالطريقة الموضحة في الشكل ٣أ.
١١- تكون وحدة التحكم قادرة على ضبط إشارة المرور في وضع "تشغيل الوميض"، إذا اكتشف جهاز رصد التعارض تعارضات، أو دوائر قصيرة، أو جهدًا كهربيًا منخفضًا، أو أي قيم شاذة.
١٢- يكون لوحدة التحكم القدرة على العمل في وضع تعتيم المراحل في أي وقت من اليوم؛ بهدف تقليل وهج عرض مؤشر الإشارة أثناء الليل.
١٣- أثناء انقطاع التيار الكهربائي لمدة لا تتجاوز ٠,٥ ثانية، يجب أن تستمر مجموعة وحدة التحكم ذات الحالة الصلبة في التشغيل الدوري ويجب أن تحتفظ بجميع عمليات التشغيل المسجلة قبل الانقطاع.
١٤- بعد انقطاع التيار الكهربائي لمدة تزيد عن ثانية واحدة، يجب أن يبدأ تشغيل الإشارة في المرحلة "أ" باللون الأخضر ويجب إجراء المكالمات في جميع المراحل. بعد انقطاع التيار الكهربائي لمدة تتراوح بين ٠,٥ و١ ثانية، يجب أن تستمر مجموعة وحدة التحكم في التشغيل الدوري أو تبدأ في المرحلة "أ" باللون الأخضر.

ح- متطلبات التداخل:

١- يجب توفير التداخلات عند الحاجة بالطريقة الموضحة أدناه. ولتمييزها عن المراحل الأساسية، تُحدَّد التداخلات بالأحرف الأبجدية - أ، ب، ج، د.
٢- توليد التداخل.
أ- وحدات تحكم تتألف من ٤ إلى ٨ مراحل:
i. ينبغي أن يكون توليد التحكم لدلالات إشارات التداخل؛ لأجل وحدات تحكم قابلة للتوسع إلى ٤ مراحل، أو أكثر قابلًا للبرمجة وداخليًا لوحدة التحكم، وأن يوفر محركات مفاتيح التحميل "أخضر- أصفر- أحمر" لكل إشارة من إشارات التداخل الأربعة.
ب- توقيت الفسحة:
i. تُحدد إشارة تداخل تغيير إشارة المرور الصفراء، وفسحة إشارة المرور الحمراء بإحدى طريقتين:
١- مرحلة إنهاء التداخل.
٢- تعديل مستقل لكل إشارة تداخل.
ج- برمجة التداخل:
i. ينبغي أن تكون طريقة برمجة التحكم في إشارات التداخل ؛عن طريق استخدام مجموعة لوحات دوائر مطبوعة قابلة للتبديل، ومدمجة، كما هو موضح أدناه:
١- حجم اللوحة ٥٠٠ ملم × ١١٥ ملم.
٢- تقترن منطقة التلامس بموصل ٤٤/٢٢ على بُعد مسافة قدرها ٤ ملم.
٣- يتحقق الاستقطاب عن طريق قطع لوحة الدوائر المطبوعة في موضع التلامس "٢١-ذ"،

وإدخال مفتاح في الموصل في ذلك الموضع.

٤- ينبغي ألا تحتوي لوحات البرمجة على مكونات سوى الوصلات السلكية، التي يجب أن تُلحم في موضعها.

٥- ينبغي الوصول للوحة البرمجة من الجهة الأمامية للوحة التحكم؛ دون فك الوحدة من الكابينة.

٦- من الضروري تزويد لوحة البرمجة بمقبض.

د- البرمجة النموذجية: عند برمجة تداخل، يفترض وضع وصلة تمرير على لوحة الدوائر المطبوعة للبرنامج بين مسند كل مرحلة؛ لدمجها في التداخل، ومسند الحلقة المقابلة للتداخل. وسيكون عدد وصلات التمرير مماثلًا لعدد المراحل الموجودة في التداخل.

ه- متطلبات التوسع:

١- من المفترض أن تكون كل وحدة تحكم قابلة للتوسع على النحو الآتي:

أ- يفترض أن تكون الوحدة المكوَّنة من ٣ مراحل قابلة للتوسع إلى ٤ مراحل.

ب- يفترض أن تكون الوحدات المكونة من ٤ و٥ و٦ و٧ مراحل قابلة للتوسع إلى ٨ مراحل.

٢- تؤدي كل وحدة تحكم وظائفها؛ كما لو كانت الوحدات النمطية للمراحل القابلة للتوسع مدمجة في وحدة التحكم، لكن لم تصدر استدعاءات، أو لم تكن بحاجة إلى صيانة.

و- متطلبات الواجهة:

١- تكون مواصفات الواجهة على النحو المحدد في متطلبات (NEMA TS 2).

٢- تكون الموصلات الكهربائية كافة داخل وحدة التحكم، وخارجها من خلال موصل متعدد الأطراف من نوع "إم. إس." على النحو المحدد في متطلبات (NEMA TS 2). وتلزم حماية الموصلات وتركيبها بإحكام في اللوحة الأمامية من وحدة التحكم.

٣- ينبغي توصيل موصلات الإقران؛ باستخدام قطع مزاوجة، ومشابك كابلات مناسبة بأحد طرفي كابل التوصيل، الذي يبلغ طوله ١,٢٥ ملم على الأقل.

ز- متطلبات التنسيق:

١- ينبغي تحقيق إمكانية استخدام وحدة التحكم في التشغيل المنسق؛ دون تعديلها داخليًا، وذلك من خلال إضافة بسيطة للمعدات الملحقة، والأسلاك المرتبطة إلى كابينة وحدة التحكم. كما ينبغي -أيضًا- أن يشتمل نوعا مجموعة وحدة التحكم ٢ و٣ على معدات تنسيق تتوافق مع متطلبات المُنسِّقين.

ح- متطلبات الصيانة:

١- ينبغي تصميم المعدات للصيانة الميدانية من جانب أفراد غير هندسيين.

٢- ينبغي توفير نقاط اختبار؛ لفحص الجهد الكهربائي الأساسي، وينبغي أن يسهل الوصول إليها عند فتح المعدات في وضع الخدمة.

٣- ينبغي تصميم المعدات؛ بحيث يسهل تركيبها، وصيانتها.

٤- ينبغي على المقاول أن يرتب مع الشركة المصنعة لوحدات التحكم بإشارات المرور؛ لتقدم -على الأقل- مهندس تطبيق مؤهل؛ ليكون موجودًا لمساعدة المقاول في التشغيل الأولي، لكل عملية من عمليات تركيب إشارات المرور، للمدة الزمنية اللازمة لتشغيل كل نظام.

٥- توضع نسختان ورقيتان للأسلاك الميدانية، وأسلاك الكابينة في ظرف كبير، ومتين مصنوع من البلاستيك بمقاس ٣٠٥ × ٤٦٠ ملم، ويوضع الظرف بشكلٍ دائم داخل باب كابينة وحدة التحكم. وينبغي أن يوفر المقاول نُسخًا إلكترونيةً من مخططات أسلاك توصيل الإشارات لكل تقاطع.

٢-٣-٢-١٢ وحدة التنسيق:

أ- المكونات:

١- ينبغي على المنسق أن يستخدم الدوائر المتكاملة الحديثة، وأجهزة الحاسوب إلى أبعد حد ممكن، وأن يدمج تقنيات التوقيت الرقمي.

٢- ينبغي أن تكون جميع الوحدات إضافية، وأن تكون الوحدات المشابهة قابلة للتبديل بين المنسقين.
٣- ينبغي أن تتوافق كافة الدوائر المطبوعة مع مواصفات الرابطة الوطنية لمصنعي الأجهزة الكهربائية درجة (FR٤) نوع (G١٠) من الإيبوكسي الزجاجي، أو ما يعادله بمسار نحاسي إضافي ثقيل.
٤- ينبغي أن تتكون كافة دوائر التوقيت بالكامل من الدوائر الإلكترونية الرقمية الصلبة.
٥- ينبغي تأدية وظائف التحويل؛ من خلال استخدام الدوائر الإلكترونية ذات الحالة الصلبة.
٦- ينبغي أن تُستخلص كافة المكونات؛ من حيث قدرة تبديد الحرارة، والجهد المتعلق بها؛ بحيث لا ينشأ تقصير في عمر المواد، أو تحول في القيم مع أقصى درجة حرارة محيطة، وأقصى جهد مطبق.
٧- إن هدف التصميم لجميع المكونات؛ وفق ظروف التشغيل على مدار ٢٤ ساعة يوميًا يجب ألا يقل عن ٣ سنوات.
٨- ينبغي أن تلبي وحدة التنسيق، أو تفوق كافة المواصفات البيئية، والكهربائية لـ (NEMA TS ٢).
٩- ينبغي أن يكون المنسق لديه القدرة على التشغيل بصفته وحدة رئيسية، أو وحدة ثانوية، وينبغي أن ينسق الإشارة داخل النظام المحدد. وينبغي التزويد بمفاتيح الوقت، وتركيبها؛ لإحداث تغيير في القرص، والإزاحة في الموقع الرئيسي.
١٠- ينبغي أن توفر مفاتيح الوقت معلومات الوقت من اليوم، واليوم من الأسبوع للمفتاح الرئيسي، ومفتاح التوقيت.

ب- ثبات طول الدورة:

ينبغي أن يكون المنسق من ذلك التصميم؛ بحيث قد يحدد طول أي دورة على ٣ أرقام معنوية. وستتمثل دقة التحديد في دقة خط تيار متردد يبلغ ٦٠ هرتز، ± ١٠٠ مللي ثانية، إذا تمثل جهد الخط في أية قيمة بين ٩٥، و١٣٥ فولت تيار متردد حينما تتراوح درجة الحرارة المحيطة بين ٠، و٥٠ درجة مئوية. وينبغي أن يتضمن الأداء هذا عمليات البدء الباردة والساخنة، وأن يتحقق دون استخدام أجهزة تسخين، أو تبريد مستهلِكة للطاقة من أي نوع. وينبغي أن يكون توقيت طول الدورة رقميًا، ومشتقًا من خط التيار المتردد الذي يبلغ ٦٠ هرتز.

ج- الطاقة الكهربائية:

ينبغي أن تُصمم وحدة المنسق للاستخدام في ٢٣٠ فولت تيار متردد، ٦٠ هرتز، أحادي الطور، أو وفق ما هو محدد في وثائق العقد.

د- متطلبات التصميم الميكانيكي:

١- ينبغي وضع المنسق في عُلبة مصنعة بشكل متين، ومن الصفائح المعدنية، وينبغي أن يتكون من وحدة عرض، وتحكم، و١، أو ٢، أو ٣ وحدات دورة، ووحدة ربط.
٢- ينبغي ألا تتجاوز الأبعاد الخارجية لوحدة المنسق ٤٥٠ ملم عرضًا × ٢٨٠ ملم ارتفاعًا × ٢٤٠ ملم عمقًا، أو وفق ما هو محدد في وثائق العقد.
٣- ينبغي أن تتضمن اللوحة الأمامية لوحدة العرض، والتحكم مؤشرات حالة النظام، ومفاتيح التحديد اليدوي لطول الدورة، ووضع تحديد انتقال الدورة.
٤- ينبغي أن تتضمن اللوحة الأمامية الخاصة بالوحدة النمطية للدورة وسائل برمجية؛ لتمكين تحديد طول الدورة، والإزاحات، وفترات السماح، وقيم عمليات الإيقاف الإجباري.
٥- ينبغي تزويد اللوحة الأمامية بموصلات متعددة الأطراف من نوع M.S.
٦- ينبغي أن تتم التوصيلات الكهربائية من المنسق إلى دوائر الخرج، والدخل من خلال إدخال موصل تزاوج من نوع M.S في الموصل الموجود باللوحة الأمامية. وينبغي أن يكون المنسق قابل للاستبدال بشكل كامل في كابينة من نوع خارجي؛ دون استخدام أدوات، أو دون الحاجة إلى قطع، وإعادة توصيل الأسلاك الفردية القادمة من الدوائر.
٧- ينبغي أن تكون دائرة إدخال الربط البيني لوحدة المنسق من الوحدة الرئيسية اسمية بمعدل ١٢٧ فولت تيار متردد، ٦٠ هرتز للتزامن، وتحديد الإزاحة، وتحديد الدورة، والتشغيل الحر.

ه- برمجة المنسق:

١- ينبغي على المنسق أن يزود برمجة اللوحة الأمامية بجميع معلمات التوقيت، والتشغيل من خلال مفاتيح الإبهام. ينبغي أن توفر اللوحة الأمامية إشارة مرئية واضحة للبرامج المحددة. لا يلزم إزالة، أو تغيير الأسلاك، أو وصلات التلامس، أو استخدام أية أداة في القيام بعمليات تحديد، أو تعديل البرنامج.
٢- ينبغي توفير مجموعة متطابقة من تسهيلات البرمجة في كل وحدة نمطية للدورة.
٣- كما يجب أن يكون نطاق تعديلات التوقيت للوحدات النمطية للدورة؛ وفق ما هو محدد.

و- مؤشرات:

١- ينبغي أن يكون لكل وحدة عرض، وتحكُّم اثنين من الصمام الثنائي الباعث للضوء (LED) وشاشة رقمية لعرض ما يلي:

أ) الدورة المحلية (اقرأ عن الدورة المحلية المنقضية بزيادات قدرها ١ ثانية).

ب) الدورة سارية المفعول.

ج) الإزاحة سارية المفعول (تصدر الشاشة وميضًا عند تغير الإزاحات).

د) العد حتى الإزاحة المحلية ساري المفعول.

٢- ينبغي احتواء وحدة العرض، والتحكم على مؤشرات LED لعرض التالي:

أ) تطبيق التعليق (يُضاء عندما تُعلَّق وحدة التحكم في المرحلة المنسقة).

ب) المدة النشطة لفترة السماح ١.

ج) المدة النشطة لفترة السماح ٢.

د) المدة النشطة لفترة السماح ٣.

هـ) المدة النشطة لعملية الإيقاف الإجباري ١.

و) المدة النشطة لعملية الإيقاف الإجباري ٢.

ز) المدة النشطة لعملية الإيقاف الإجباري ٣.

ز- الخصائص التشغيلية:

١- استجابةً للوحدة الرئيسية، ينبغي أن تقدم وحدة المنسق أدنى حد من التحكم الإشرافي التالي على وحدة التحكم المحلية بالتقاطع.

أ) التحديد التلقائي لأي واحد يصل إلى ثلاثة أطوال الدورة ١، أو٢، أو٣.

ب) التحديد التلقائي لأي عملية من عمليات الإزاحة الثلاث - الداخلة (١)، أو الخارجة (٢) أو المتوسطة (٣) - كل دورة.

ج) ينبغي التحكم بتحديد الدورة، والإزاحة بمعدل ١٢٧ فولت تيار متردد، ٦٠ هرتز، أو ربط بيني لنوع مسبق، أو تيار متردد ٢٤ إلى ١٢٠ فولت ٦٠ (سلك ٨) أو ½ موجة أو تيار متردد ٢٤ إلى ١٢٠ فولت (سلك ٤)، أو تيار مستمر ٢٤ إلى ١٢٠ فولت (سلك ٨).

د) الإطلاق التلقائي لوحدة التحكم المحلية ذات التشغيل الكامل من وحدة التحكم الرئيسية من أجل التشغيل المستقل (الحر)، والكامل عندما لا تُستخدم أجهزة الاستشعار الرئيسية. وإذا لم تُستخدم أجهزة الاستشعار الرئيسية، تؤدي المطالبة بالتشغيل الحر إلى التشغيل المستقل والجزئي لوحدة التحكم المحلية.

٢- ينبغي أن يكون طول الدورة قابل للبرمجة بشكل مستقل بين ٠ و١٥٩ ثانية وبزيادات قدرها ١ ثانية.

ح- الإزاحات:

١- ينبغي أن يكون هناك ٣ إزاحات -كحد أدنى- لكل دورة قابلة للبرمجة بشكل مستقل بين ٠ و١٥٩ ثانية، وبزيادات قدرها ١ ثانية.

ط - التشغيل الحر:

١- ينبغي توفير طرق للأوضاع الثلاثة التشغيلية الحرة المتحكم بها عن بعد.

أ) التحديد التلقائي عندما تتوقف كافة خطوط الإزاحة.

ب) تحديد الربط البيني المباشر من خلال الربط البيني عن طريق تأكيد إدخال دبوس الموصل. يستمر التشغيل الحر طالما تم تأكيد الإدخال بصرف النظر عن متطلبات الربط البيني الأخرى.

ج) التحديد التلقائي عندما تُحدد مجموعة إزاحة، ودورة معينة بواسطة التحكم الرئيسي.

٢- سيتم البدء التلقائي للتشغيل الحر لوحدة التحكم الخاصة بالتقاطع إذا لم يتم تلقي إشارة تزامن للتحكم الرئيسي لثلاث دورات متتالية.

ي- فترات السماح:

١- ينبغي أن يُجهَّز المنسق، لتوفير فترات السماح كما يلي:

أ) ينبغي أن تكون فترات السماح الثلاث قابلة للبرمجة بالكامل؛ لتبدأ وتنتهي بزيادة قدرها ١ ثانية للدورة. وخلال فترة السماح الأولى، سيطلق المنسق وحدة التحكم من المرحلة المنسقة؛ لخدمة طلب المشاة، أو الطلب على المركبة بالمرحلة ب.

ب) تعقب فترتي السماح الثانية والثالثة فترة السماح الأولى، و وتُعدُّ "نوافذ" إضافية في الدورة، التي يمكن برمجة المنسق فيها للإجابة بالتحديد على طلبات المشاة، أو الطلبات على المركبات بالمرحلة ب.

٢- ينبغي أن تُبرمج عمليتا البدء، والإيقاف لفترات السماح للمركبة بشكل مباشر، من خلال مفاتيح الإبهام الموجودة على لوحة الوحدة النمطية للدورة.

٣- عندما تتبع وحدة التحكم مرحلة غير رئيسية، فإن كافة المراحل التالية مع الطلب على المركبات /أو طلب المشاة ينبغي أن تُقدم بالترتيب العادي للمراحل إلى وحدة التحكم هذه.

ك- عمليات الإيقاف الإجباري:

١- ينبغي تجهيز المنسق؛ ليوفر ما يصل إلى ثلاث عمليات إيقاف إجباري تتعلق بالمرحلة المستقلة.
٢- تؤدي وظيفة عمليات الإيقاف الإجباري إلى قيام وحدة التحكم المحلية بإنهاء حرم الطريق في المرحلة المبرمجة.
٣- ينبغي أن يُبرمج توقيت عمليات الإيقاف الإجباري بشكل مباشر، من خلال مفاتيح الإبهام الموجودة على لوحة وحدة الدورة.
٤- ينبغي أن تكون عمليات الإيقاف قابلة للبرمجة لأي ثانية واحدة من الدورة المحددة، وأن يُحافظ عليها حتى انتهاء الإشارة الخضراء.

ل- تغيرات الإزاحة:

١- ينبغي أن تكون تغيرات الإزاحة من خلال التشغيل الثابت، أو طريق قصير. وينبغي أن تكون عملية البحث عن الإزاحة من خلال طريق قصير كالتالي:

أ) ينبغي أن يبحث المنسق عن إزاحة جديدة في الاتجاه الأقصر.

ب) ينبغي ألا يتجاوز معدل تغير الإزاحة ٢٠٪ من النقاط كل دورة.

ج) ينبغي ألا تكون الإزاحة الجديدة بعيدة عن أي إزاحة موجودة بأكثر من ٥٠٪، وأن تُحقَّق فيما لا يزيد عن ثلاث دورات.

م- متطلبات كابل التوصيل الداخلي:

١- ينبغي ربط المنسق داخليًا مع وحدة التحكم الرئيسية من خلال وظائف توصيلات داخلية تتكون من ١٢ موصل بحجم ٣,٥ ملم^2 على النحو الآتي:

أ) الإزاحة ١: موصل واحد.

ب) الإزاحة ٢: موصل واحد.

ج) الإزاحة ٣: موصل واحد.

د) الدورة خطوط (دورة ب، دورة ج): ٢ موصلات.

ه) اتصال النظام: موصل واحد.

و) مشترك: موصل واحد.

ز) التشغيل الحر: موصل واحد.

ح) قطع الغيار: ٤ موصلات.

٢- ينبغي تنشيط خطوط الإزاحة في كل الأوقات، ما عدا فترة التزامن عندما تُفصل الطاقة عنها.

١٢-٢-٣-٣ المعدات والمكونات الاضافية لتجميعات أجهزة التحكم

أ – الخصائص الكهربائية

ما لم يُنص على خلاف ذلك في وثائق العقد، يجب أن تكون المعدات، والأجهزة الكهربائية مناسبة للتشغيل؛ وفقًا للخصائص الكهربائية التالية:

أ- المرحلة: مفردة
ب- درجة الحرارة: ٥٠ درجة مئوية كحد أقصى
ج- الجهد الكهربائي: ٢٣٠ فولت
د- التردد: ٦٠ هرتز

ب- معدات الخدمة:

١- يجب توفير مفتاح فصل قابل للانصهار مع أداة قفل، إلى جانب كابينة وحدة التحكم، وتثبيته في الجانب الخارجي للكابينة، وينبغي أن يكون مفتاح الفصل من نوع (NEMA ٣S) الخارجي المقاوم للعوامل الجوية، وفقًا لمواصفات الرابطة الوطنية لمصنعي الأجهزة الكهربائية رقم ٢٥٠.
٢- تجب تغطية علب مفتاح الفصل القابل للانصهار بغطاء علوي مفصلي، ومشبك لغطاء منع التسرب، وتوفير قفل للمقبض

في وضعي "التشغيل"، و"إيقاف التشغيل". وينبغي ألا يكون غطاء كابينة مفتاح الخدمة متداخلًا مع مقبض التشغيل.

٣- ينبغي أن يكون تصنيف التيار، والجهد الكهربي لمفتاح الفصل وفق ما هو محدد في وثائق العقد.

ج – المحولات

يجب توفير محول مع خزانة التحكم. يجب أن يكون المحول أحادي الطور، ١٠ كيلو فولت أمبير، ٦٠ هرتز، أو كما هو محدد في وثائق العقد، ويجب تركيبه على الجدار الداخلي للخزانة، ويجب أن يكون المحول داخليًا من النوع (NEMA 1). الغرض من المحول هو تكييف جهد الشبكة المتوفر (110Vac) أو (230Vac) مع الجهد المقنن لوحدة التحكم. في نفس الوقت يوفر المحول عزلًا كلفانيًا لتدفقات الشبكة.

د - مفتاح التحويل التلقائي

يتم استخدام مفتاح التحويل التلقائي (ATS) لتحويل الطاقة من مصدر الطاقة العادي إلى مصدر الطاقة الاحتياطية. ستعمل الطاقة الاحتياطية وتشغيل نظام الإشارة تلقائيًا عند فشل مصدر الطاقة العادي.

ه - وحدة ترحيل عزل التوصيل البيني

١- يجب أن يتم تجهيز وحدة ترحيل عزل التوصيل البيني القادرة على العزل الكهربائي لأنظمة إشارات المرور المترابطة مباشرة وتركيبها على جدار خزانة التحكم عند كل تقاطع خاضع للإشراف في نظام إشارات المرور المترابط.
٢- يجب أن تتكون كل وحدة مرحل عزل من الصندوق وكتلة طرفية ومرحلات خفيفة ومآخذ وحاملات منصهرات مع وظيفة مخصصة متكاملة.
٣- يجب أن يكون الغلاف مصنوعاً من صفائح معدنية غير قابلة للتآكل، ويجب أن يبلغ الحد الأقصى لأبعاده ١٠٠ × ١٠٠ × ٣٠٠ ملم.
٤- يجب تركيب الكتلة الطرفية داخليًا في الجزء الخلفي من المبيت ويجب أن يكون من السهل الوصول إليها. يجب أن تدخل الموصلات أو الكابلات المنفصلة إلى الوحدة وتخرج منها عبر الكتلة الطرفية.
٥- يجب أن يكون كل مرحل في حالة صلبة.
٦- يجب تركيب حاملات المصهر وأضواء المؤشر على اللوحة الأمامية القابلة للإزالة للصندوق. يجب أن تكون أضواء المؤشر مرئية بوضوح ويجب أن تضاء عند تنشيط المرحل الخاص بها.
٧- يجب وضع علامات على كتلة الأطراف والمرحلات وحامل المصهر وأضواء المؤشر لتحديد الوظيفة المحددة التي يتم تنفيذها.

و - أجهزة المراقبة

١- يجب تركيب جهاز مراقبة تعارض الحالة الصلبة خارجيًا ومستقلًا كهربائيًا عن كل وحدة تحكم في الحالة الصلبة. في حالة وجود مؤشرات متضاربة للإشارة الخضراء، يجب أن يتسبب جهاز المراقبة في تشغيل نظام الإشارة في عملية الوميض. يجب أن يتم تثبيت عملية الوميض ولا يتم تحريرها إلا عند تشغيل مفتاح إعادة الضبط. ومع ذلك، إذا كان هناك فشل كامل في توصيل الطاقة إلى مجموعة وحدة التحكم، فقد يتم تحرير القفل. يجب أن يؤدي تشغيل الشاشة إلى تنشيط دائرة توقيت التوقف لوحدة التحكم.
٢- يتم تعريف اللون الأخضر المتضارب على أنه يحدث عندما يظهر ٢٥ فولت جذر متوسط المربع أو أكثر، عند ٦٠ هرتز، لمدة ٥٠٠ مللي ثانية أو أكثر، على أي دائرة خضراء موجودة في وحدة تحكم تعمل بشكل طبيعي. يجب ألا يتسبب اللون الأخضر المتعارض الذي يستمر لمدة أقل من ٢٠٠ مللي ثانية، أو الجهد المتعارض الذي يقل عن ١٥ فولتًا في التربيع التربيعي، في قيام جهاز المراقبة بوضع نظام الإشارة في وضع التشغيل الوامض.
٣- يجب مراقبة جميع مصادر الطاقة التي توفر الجهد للدوائر المنطقية، باستثناء الدوائر المنطقية للكاشف. إذا انخفض أي جهد إلى مستوى لا تعمل فيه المعدات بشكل صحيح، فستبدأ الإشارة في عملية الوميض.
٤- يؤدي تشغيل جهاز مراقبة الإشارة إلى تعطيل جميع وظائف مفتاح "الفلاش الأوتوماتيكي" الموجود في لوحة الشرطة.
٥- يجب أن يكون من الممكن إزالة جهاز المراقبة دون التسبب في تحول التقاطع إلى عملية وميض مع فتح باب الخزانة للخدمة. ومع ذلك، يجب أن يتم توصيل الخزانة بحيث، مع إغلاق باب الخزانة وإزالة جهاز المراقبة، سيدخل التقاطع في عملية الوميض.

ز - أجهزة تبديل الحالة الصلبة

١- يجب التحكم في دوائر ضوء الإشارة خارجيًا لكل وحدة تحكم في الحالة الصلبة عن طريق أجهزة تبديل الحالة الصلبة المكونة من ٣ دوائر والتي يجب أن تكون مثبتة بالقابس على القاعدة. يجب أن تتمتع كل دائرة بقدرة لا تقل عن ١٠٠٠ واط لحمل محولات مصابيح التنغستن أو أنابيب الغاز عند ١٢٠ فولت تيار متردد.
٢- يجب أن يستخدم جهاز التبديل تبديل نقطة الصفر مع التشغيل عند نقطة الجهد الصفري، ٥ درجات، وإيقاف التشغيل عند نقطة التيار صفر، ± ٥ درجات، لخط الطاقة الجيبي.

٣- يجب أن يكون الإدخال إلى جهاز التبديل هو المنطق الحقيقي السلبي. يجب أن يتسبب الإدخال منخفض المستوى (٠ إلى ٦ فولت) في توصيل جهاز الإخراج. يجب أن يؤدي الإدخال عالي المستوى (أكبر من ١٦ فولت) إلى توصيل جهاز الإخراج. يجب أن تحدث المنطقة الانتقالية لدوائر الإدخال من الحالة الموصلة إلى الحالة غير الموصلة (والعكس) بين ٦ و١٦ فولت.

٤- أثناء التشغيل العادي (لا توجد دائرة أو دائرة واحدة مفعلة)، يجب ألا يستخدم جهاز التبديل أكثر من ٢٠ مللي أمبير من +١٥ إلى +٢٤ فولت، مصدر تيار مستمر. يجب ألا يطبق مفتاح الحمل أكثر من ٣٠ فولت، الذروة، على خط دخل الإشارة، ولا يجب أن يُطلب من مصدر إشارة الدخل أن يغرق أكثر من ١٠ مللي أمبير. يجب أن يكون لجهاز التبديل معدل (PRV) لا يقل عن ٤٠٠.

٥- يجب أن تزود أجهزة التبديل ذات الحالة الصلبة بمؤشر ضوئي لكل مدخل لدائرة المصباح. يجب أن يكون الضوء مرئيًا عند عرض جهاز التبديل المثبت.

٦- يجب أن يكون بناء جهاز التبديل بحيث لا يتعرض الأفراد الذين يقومون بإدخال أو إزالة الوحدات للأجزاء الحية. يجب توفير سحب اليد.

٧- يجب أن يتزاوج جهاز التبديل مع المقبس. يجب أن تكون أجهزة التبديل قابلة للتركيب في حامل تبديل الحمل.

٨- لا يجوز لأي جهاز آخر داخل خزانة التحكم استخدام مقبس يقبل جهاز التبديل.

ح – تبديل الوقت

١- يجب أن تكون مفاتيح الوقت للتحكم في وظائف القرص مدفوعة بمحرك متزامن، ومجهزة بزنبرك احتياطي لمدة ١٠ ساعات، وجهاز حذف لمدة ٧ أيام، ويجب أن توفر ما لا يقل عن ٣ فتحات و٣ عمليات إغلاق لكل فترة ٢٤ ساعة. يجب حذف أي يوم واحد أو مجموعة من الأيام.

٢- يجب أن تتم جميع وظائف التبديل من عمود مشترك أو بطرق أخرى لضمان حدوث جميع عمليات التبديل فيما يتعلق بالتبديل الآخر. يجب أن يكون مفتاح الوقت قابلاً للضبط على الوقت خلال فترة ١٥ دقيقة. يجب أن يكون المفتاح قابلاً للإيقاف والتشغيل خلال ٣٠ دقيقة. تعتبر مفاتيح وقت الحالة الصلبة مقبولة.

ط – مقبس مناسب

يجب أن يكون المقبس المناسب مزدوجًا، ١٢٠ فولت تيار متردد، ٣ أقطاب، (15R-5) تكوين NEMA، نوع التأريض.

ي – وامض

١- يجب أن يكون الوامض جهازًا صلبًا، بدون نقاط اتصال أو أجزاء متحركة، وينتج ما بين ٥٠ إلى ٦٠ ومضة في الدقيقة مع دورة تشغيل تتراوح من ٤٠ إلى ٦٠٪. يجب أن يتم تركيب آلية المتعري في قاعدة المكونات الإضافية مع تركيب المكونات الإضافية.

٢- يجب أن يكون السطح السفلي للوامض بين ٥٢ و٥٤ مم أسفل الخط المركزي لتكوين الموصل. يجب ألا يمتد أي جزء من الوامض لأكثر من ٢٢ مم إلى اليسار ولا أكثر من ٢٨ مم إلى يمين الخط الأوسط لتكوين دبوس الموصل كما يُرى من الأمام.

٣- يجب أن تستخدم الوامضات مفتاح نقطة الصفر مع التشغيل عند نقطة الجهد الصفري، ٥ درجات، وإيقاف التشغيل عند نقطة التيار صفر، ± ٥ درجات، لخط الطاقة الجيبي.

٤- يجب أن توفر الوامضات دائرتين للإخراج للسماح بالوميض البديل لأوجه الإشارة، ويجب أن تكون قادرة على حمل ما لا يقل عن ١٠ أمبير لكل دائرة عند ١٢٠ فولت.

ك – مرحلات الخدمة الثقيلة

١- يجب أن تكون المرحلات الثقيلة مصممة للخدمة المستمرة. يجب أن تعمل المرحلات أثناء درجات الحرارة المحيطة من - ٠ إلى ٥٠ درجة مئوية. يجب أن يعمل كل مرحل في مقبس دبوس.

٢- يجب أن يتم تزويد المرحلات بقطبين مزدوجين، وملامسات رمي مزدوجة. يجب أن تكون نقاط الاتصال من الفضة الخالصة أو سبائك الفضة أو مادة بديلة ممتازة. يجب أن تكون نقاط الاتصال وأذرع الاتصال قادرة على حمل تيار ٢٠ أمبير، لكل اتصال، عند ٢٤٠ فولت تيار متردد، ٦٠ هرتز.

٣- يجب أن يكون استهلاك الطاقة للملفات ١٠ فولت أمبير أو أقل، ويجب أن تكون مصممة للخدمة المستمرة على جهد ٢٤٠ فولت تيار متردد.

٤- يجب أن تكون المرحلات الثقيلة محاطة بغطاء بلاستيكي شفاف قابل للإزالة.

٥- يجب تركيب مقاوم للتسرب، والذي يسمح بمرور كمية صغيرة من التيار عبر ملف المرحل إذا ظلت نقاط الاتصال مغلقة بعد فتح دائرة الملف، مع كل مرحل للتغلب على تأثيرات المغناطيسية المتبقية.

ل – مرحلات الخدمة الخفيفة

١- يجب أن تكون مرحلات الخدمة الخفيفة محاطة بغطاء بلاستيكي شفاف قابل للإزالة، ويجب أن يتم تمييزها بشكل دائم بجهد الملف.

٢- يجب أن تكون المرحلات ذات الملفات المقدرة بـ ٢٤٠ فولت، أو أكثر، من النوع ثلاثي الأقطاب، مزدوج الرمية، مع معدل اتصال يبلغ ٢ أمبير عند ٢٤٠ فولت، تيار متردد. يجب أن تكون المرحلات مزودة بقابس لتركيب مقبس الدبوس.
٣- يجب أن تكون المرحلات ذات الملفات المقدرة بـ ٢٤ فولت، أو أقل، من النوع ثنائي القطب، مزدوج الرمية، مع معدل اتصال يبلغ ٢ أمبير عند ٢٤٠ فولت تيار متردد. يجب أن تكون المرحلات مزودة بقابس للتركيب في مقبس الدبوس.
٤- يجب أن تحتوي المرحلات المستخدمة لتبديل الجهود المنطقية على وصلات مصممة لتبديل الجهد والتيار. يجب أن يكون الحد الأدنى لتصنيف الاتصال ١ أمبير عند ٢٤٠ فولت تيار متردد.

م – تبديل المفاتيح

١- يجب أن تحتوي مفاتيح التبديل على أقطاب كما هو مطلوب ويجب أن يتم تصنيفها بنسبة ٢٠٠٪ من تيار الدائرة للدوائر التي تبلغ ١٠ أمبير أو أقل و ١٢٥٪ من تيار الدائرة للدوائر التي تزيد عن ١٠ أمبير.
٢- يجب أن تكون قواطع الدائرة الكهربائية المستخدمة كمفاتيح تبديل من النوع (UL 489) أو ما يعادلها من معايير تشغيل التبديل.
٣- يجب تركيب عبوة الفيوز في حوامل الفيوز المثبتة على اللوحة. يجب أن يكون نوع الفيوز وتصنيفه على النحو الموصى به من قبل الشركة المصنعة للفيوز أو كما هو محدد في وثائق العقد لنوع الحمولة المراد حمايتها.
٤- يجب تصميم وبناء الوصلات المستخدمة لربط أجزاء مختلفة من الدوائر معًا للتطبيق المعني. يجب تصميم الموصلات لتوفير اتصال إيجابي لجميع الدوائر وسهولة إدخال وإزالة نقاط الاتصال المتزاوجة. يجب أن تكون الموصلات ذات مفاتيح دائمة لمنع التوصيل غير الصحيح للدوائر. يجب تزويد الموصلات أو الأجهزة التي يتم توصيلها بالموصلات بوسائل إيجابية لمنع كسر أي دائرة فردية بسبب الاهتزاز أو سحب كابل التوصيل أو قوة تخريبية مماثلة. يجب أن تتوافق الموصلات مع المواصفة (UL 486A) أو ما يعادلها.

ن – تركيبات الإنارة

١- يجب أن تزود كل خزانة وحدة تحكم إشارة المرور بتركيبة إضاءة فلورسنت مثبتة في الجزء العلوي الداخلي للخزانة بالقرب من الحافة الأمامية. يجب أن يتم تزويد التركيبات بمصباح أبيض بارد (F15T8) يتم تشغيله من صابورة مصباح عامل الطاقة العادي (UL 1029).
٢- يجب أن يكون مفتاح "التشغيل/الإيقاف" الخاص بتركيبات الإنارة عبارة عن مفتاح يعمل بالباب يعمل على تشغيل الضوء عندما يكون الباب مفتوحًا وإيقافه عندما يكون الباب مغلقًا.

س - مانع الصواعق

١- يجب أن يقلل مانع الصواعق من تأثيرات عابري جهد خط الكهرباء ويجب أن يكون له تصنيفات على النحو التالي:
أ- جهد الذروة المتكرر: ٤٠٠ فولت.
ب- تصنيف الطاقة، الحد الأقصى: ٢٠ جول.
ت- تبديد الطاقة، المتوسط: ٠,٨٥ وات.
ث- ذروة التيار للنبضات أقل من ٧ ميكروثانية: ١٢٥٠ أمبير.
٢- يجب أن يكون التيار الاحتياطي ١ مللي أمبير أو أقل لمدخل جيبي ٦٠ هرتز.

ع – الكتل الطرفية

١- يجب أن يكون جهد جميع الكتل الطرفية ٦٠٠ فولت تيار متردد، كحد أدنى، ويجب أن تكون مزودة بأطراف لولبية ذات رأس ربط من النحاس المطلي بالنيكل أو الفضة أو الكادميوم.
٢- يجب أن يتم تصنيف الكتل الطرفية للخدمة الشاقة بـ ٢٠ أمبير، ويجب أن يتم تزويدها بـ ١٢ عمودًا مع أطراف طرفية لولبية. يجب أن تكون الكتل الطرفية من النوع العازل المزود بقضبان قصيرة في كل موضع من المواضع الـ ١٢ وبها شرائط تعليم متكاملة.
٣- يجب أن يتم تصنيف الكتل الطرفية للخدمة الخفيفة عند ٥ أمبير، ويجب أن يتم تزويدها بـ ١٢ عمودًا مع براغي رأس رابط.
٤- يجب أن توفر أدوات منع التداخل اللاسلكي (RIS) طاقة تيار متردد على التوالي، ويجب أن توفر أدوات منع التداخل الحد الأدنى من التوهين بمقدار ٥٠ ديسيبل عبر نطاق تردد يتراوح بين ٢٠٠ كيلو هرتز إلى ٧٥ ميجا هرتز، عند استخدامها فيما يتعلق بالتركيبات العادية. يجب أن يكون مانع التداخل محكم الإغلاق في علبة معدنية مملوءة بمركب عازل مناسب.
٥- يجب أن يكون الحد الأدنى للتصنيف الحالي لمثبط التداخل اللاسلكي كما هو محدد في وثائق العقد.
٦- يجب أن تكون أطراف التوصيل (RIS) عبارة عن مسامير نحاسية مطلية بالنيكل ذات طول خارجي كافٍ لتوفير مساحة لتوصيل موصلين مقاس ١٠ مم، ويجب أن يتم تركيبها بحيث لا يمكن قلب الأطراف في العلبة. يجب أن تكون الأطراف غير المؤرضة معزولة بشكل صحيح عن بعضها البعض ويجب أن تحافظ على مسافة تسرب سطحية لا تقل عن ٦ مم بين أي موصل تيار مكشوف وأي جزء معدني آخر، مع عامل عزل يتراوح من ١٠٠ إلى ٢٠٠ ميجا أوم يعتمد على ظروف الدائرة الخارجية. يجب أن تكون المكثفات مصممة لـ ١٢٥٪ أمبير على دوائر ذات سلك واحد ٢٤٠ فولت، ٦٠ هرتز، ويجب أن تفي بمتطلبات المواصفة (UL 1414) أو معايير مماثلة معتمدة.

ف – أولويات التحكم

يجب أن يتجاوز كل جهاز أو أداة تحكم أو عنصر من المعدات تشغيل تلك العناصر المذكورة أدناه، ويجب أن يفسح المجال لعمله لتلك العناصر المذكورة أعلاه:

أ- انقطاع الطاقة.
ب- إعادة تشغيل الطاقة.
ج- وامض.
د- مقدم السكك الحديدية.
ه- مقدم سيارة الطوارئ.
و- محدد المرحلة.
ز- ربط.
ح- التبديل مرة.
ط- التشغيل العادي لوحدة التحكم.

ص – زر ضغط للمشاة

١- يجب أن تكون أزرار الضغط الخاصة بالمشاة ذات بنية مقاومة للتلاعب بشكل كبير ويجب أن تتكون من نوع زر ضغط مباشر مع مفتاح اتصال لحظي واحد في غلاف من سبائك الألومنيوم المصبوب لتلبية الحد الأدنى من متطلبات (ASTM B85)، والتي يجب أن يتم ربطها بلافتة ارشادية تظهر إصبع اليد اليمنى ورسائل مكتوبة باللغتين العربية والإنجليزية كما هو موضح في رسومات العقد.
٢- يجب أن يحتوي المفتاح على وصلات عمل مفاجئة، متصلة بواسطة زنبرك نحاس البريليوم ثلاثي الشفرات، ويجب أن يكون تصنيفه عند ١٠ أمبير، ١٢٥ فولت. يجب ألا تحتوي أزرار الضغط الخاصة بالمشاة على أي رافعات أو مقابض أو مفاتيح تبديل خارجيًا أو داخليًا، ويجب أن تعمل على ١٢ فولت تيار متردد.



الشكل (١٢–١٠) زر ضغط نموذجي للمشاة (MoTLS, 2018).

٣- يجب أن تكون المجموعة مقاومة للعوامل الجوية وأن تكون مبنية بحيث يتعذر تركيبها، ويجب أن تكون مصممة بحيث يمكن إزالتها كوحدات من الصندوق لغرض الفحص والصيانة. يجب أن تكون نقاط اتصال أزرار الضغط معزولة بالكامل عن الغلاف ويجب إغلاقها فقط عندما يتم تشغيل أزرار الضغط بالضغط، وتعود على الفور إلى وضع الفتح الطبيعي عند تحرير الضغط. يجب أن يكون الجزء الخلفي من السكن من النوع المنحني لتوفير تركيب جامد. يجب أن يكون مدخل الكابل من الخلف بحيث يمكن إخفاء جميع الأسلاك دون الحاجة إلى قناة خارجية، إلا في حالة الإشارة إلى ذلك في المخططات.

١٢-٢-٤ التمديدات الكهربائية لإشارات المرور والتجهيزات الأخرى:

أ – الأسلاك والكابلات

١- الكابلات الكهربائية

أ- يجب أن تتوافق موصلات إشارات المرور مع المواصفة (UL 83) أو ما يعادلها، ويجب أن تكون مناسبة للتشغيل عند تصنيف ٦٠٠ فولت. يجب أن تكون تفاصيل عزل الموصل كما يلي:

١) كابل معزول بالحرارة، مقاوم للرطوبة، درجة حرارة التشغيل القصوى ٦٠ درجة مئوية، مناسب للمواقع الرطبة أو الجافة، النوع (TW) وفقًا للمواصفة (ASTM D2219).
٢) كابل معزول بالحرارة، مقاوم للحرارة والرطوبة، درجة حرارة التشغيل القصوى ٧٥ درجة مئوية، مناسب للمواقع الجافة والرطبة، نوع (THW).

٣) كابل معزول بالمطاط أو البولي إيثيلين المتقاطع، مقاوم للحرارة والرطوبة، درجة حرارة التشغيل القصوى ٩٠ درجة مئوية، مناسب للمواقع الجافة والرطبة، من النوع (RHW أو XLPE).

ب- يجب أن يكون عزل الموصل بلون ثابت أو من الألوان الأساسية مع شريط دائم اللون. ويجب أن تكون هذه الألوان والخطوط مشتركة في الصناعة.

ج- يجب أن تكون خطوط التعريف مستمرة على كامل طول الموصل.

٢- كابل الاستشعار

أ- يجب أن يتكون كابل توصيل الكاشف من موصلين نحاسيين صلبين مقاس ٤ ملم² مع عزل كل موصل بوزن جزيئي مرتفع يبلغ ٠,٧٥ مم كحد أدنى وبولي إيثيلين ملون مثبت بالحرارة ومطابق لمتطلبات (ASTM D1248)، النوع الأول، الفئة ب، الدرجة ٤.

ب- يجب أن تكون الموصلات ملتوية معاً بما يقارب ٦ لفات لكل متر. يجب استخدام مواد حشو غير ممتصة لتشكيل قلب أسطواني ثابت ومضغوط. يجب أن يتم تطبيق شريط أساسي غير ممتص بشكل حلزوني فوق القلب.

ج- يجب أن يزود الكابل بغلاف خارجي يتكون من كلوريد البوليفينيل الأسود المبثوق والمطابق للمواصفة (ASTM D1047).

د- يجب أن يتكون كابل التوصيل البيني/الاتصال من اثني عشر موصلاً نحاسيًا صلبًا بقطر ٤ مم٢، أو كما هو محدد في وثائق العقد.

ه- يجب أن تكون موصلات أوعية المصباح من النحاس المجدول، ودرع مجدول، وغطاء بوليستر شفاف، وبجهد ٦٠٠ فولت وبحجم ١,٥ مم² أو أكبر أو كما هو محدد في وثائق العقد. يجب أن يكون سمك العزل ٠,٨ مم أو كما هو موضح في رسومات العقد، ويجب أن تكون درجة حرارة التشغيل - من ٥٥ إلى ١٠٥ درجة مئوية عند تصنيف ٦٠٠ فولت، ويجب أن يكون العزل من (PVC) المشع بالألوان، ويجب أن يتوافق العزل مع (MIL-W-16878-1)، النوع B، يجب أن تكون السترة من مادة (PVC).

ب – ترتيب الكابلات

١- الدوائر

يجب تركيب موصلات إشارة السيارة بكميات ضرورية لأداء التشغيل الوظيفي لنظام الإشارة، وبالإضافة إلى ذلك، يجب تشغيل ٣ موصلات احتياطية، بحجم يساوي أكبر موصل ضوء إشارة في التشغيل، بشكل مستمر دون وصلات بين الأطراف كتل في الخزانات وقواعد المقصورة ورؤوس الإشارة.

٢- التركيب

أ- عندما تعمل موصلات الإشارة في أعمدة تحتوي على موصلات إنارة الطريق من نقطة خدمة مختلفة، يجب أن تكون موصلات الإشارة أو موصلات الإنارة مغطاة في قناة معدنية مرنة أو صلبة، إلى نقطة لا يعد فيها النوعان من الموصلات موجودين في نفس مجرى السباق.

ب- يجب أن تكون الموصلات المؤقتة، التي يقل ارتفاعها عن ٣ أمتار فوق الدرجة، محاطة بقناة معدنية مرنة أو صلبة.

ج- يجب ترك ما لا يقل عن ١ متر من الارتخاء لكل موصل عند كل قطب وما لا يقل عن ١,٥ متر من الارتخاء في كل صندوق توصيل.

د- يجب ترك ما لا يقل عن متر واحد من الارتخاء لكل موصل عند كل وصلة.

ه- يجب أن يتم ربط نهايات الموصلات الاحتياطية أو الموصلات المنتهية في صناديق السحب بشريط لاصق.

و- يجب أن يتم ربط الموصلات داخل التركيبات أو الخزانات مع روابط كابلات من النايلون ذاتية التثبيت، أو أربطة مشمعة أو أي طريقة أخرى معتمدة.

ز- يجب توفير تعريف الموصل كما هو موضح في رسومات العقد.

ح- يجب أن يتم تحديد الموصلات بشكل دائم لتعمل. يجب أن يتم وضع التعريف على كل موصل، أو على كل مجموعة من الموصلات التي تشتمل على مرحلة إشارة، في كل صندوق توصيل وبالقرب من نهاية الموصلات المنتهية.

ط- يجب أن يتم تحديد الهوية عن طريق وضع العلامات المباشرة أو العلامات أو الأشرطة المثبتة على الموصلات بطريقة لا تتحرك على طول الموصلات.

ي- يتم وضع العلامات بالطرق الميكانيكية.

ج – أعمدة الموقع

١- يجب أن تكون أعمدة الموقع من الخشب أو المعدن، قطعة واحدة، بالأبعاد الموضحة في رسومات العقد.

٢- يجب طلاء أعلى الأعمدة وتطبيق المعالجة الحافظة بمواد معتمدة وعلى الأبعاد كما هو موضح في رسومات العقد.

١٣-الاتصالات

١٣-١ التصميم:

١٣-١-١ غرض النظام وتسلسل التصميم:

هناك حاليًا العديد من خيارات الاتصالات المتاحة للمصممين، منها: كابلات الألياف البصرية وخطوط البيانات المؤجرة واللاسلكية والنطاق العريض لنقل الفيديو الميداني، والبيانات و/أو مرور الشبكة الصوتية إلى/من مركز إدارة المرور.

ينبغي أن يختار المصممون وسائط الاتصال المناسبة، و/أو الخدمة التي تناسب كل مشروع من مشاريع أنظمة النقل الذكية. وفي بعض الأحوال، قد يتم الجمع بين أكثر من وسيلة من وسائل الاتصال لتلبية الاحتياجات والشروط المحددة للمشروع.

ينبغي أن يقوم بروتوكول التواصل لأجهزة أنظمة النقل الذكية لطرق المملكة العربية السعودية على تلك المستخدمة لشبكة الاتصال واسعة النطاق (WAN) عبر بروتوكول الإنترنت (IP). وفي هذا الوقت، من المقرر أن تكون شبكة الاتصال الواسعة النطاق شبكة إيثرنت فايبر (قد تكون متعددة جيجابت (عند الضرورة)) التي من المتوقع أن تعمل على طول الطريق الذي يربط بين أجهزة أنظمة النقل الذكية والأنظمة الفرعية. وينبغي بناؤها كحلقة إضافية.

وستُنقل البيانات بين العُقد على كابلات الألياف البصرية، وسوف تُحوَّل إلى طريقة اتصالات سلكية ولاسلكية محلية (على سبيل المثال: ثابتة عبر دوائر نحاسية، أو شبكات الواي فاى اللاسلكية، أو تقنية الواي ماكس، أو تقنية (LTE ٤G)، أو أعلى، أو تقنية (MIMO) لوصلات ميكروويف المخصصة من نقطة إلى نقطة، إلخ.) في العُلب على جانب الطريق.

ستُستخدم حلقة شبكة إيثرنت (WAN) لنقل كافة معلومات التحكم، والمراقبة، والفيديو. وستقدم طوبولوجيا الحلقة تكرارًا (أي حلقة مغلقة) بحيث يمكن التواصل مع جميع العقد، حتى وإن قُطعت الحلقة في مكان واحد.

كما سيتم توفير ربط الاتصالات بمركز إدارة المرور لمكونات أنظمة النقل الذكية المنفذة كجزء من هذا المشروع وفقًا لإستراتيجية اتصالات أنظمة النقل الذكية التابعة للجهة المختصة.

سوف يتم تصميم جميع الاتصالات التي تتم من ميدان إلى مركز (F٢C)، ومن مركز إلى مركز (C٢C) والمرتبطة بأنظمة النقل الذكية لزيادة قابلية التشغيل البيني. وسيطالب المصمم بالتوافق مع (AASHTO/ITE/NEMA NTCIP) لكافة اتصالات (F٢C وC2C). ولا يُسمح باستخدام بروتوكولات الاتصال الخاصة.

قد تستخدم الأجهزة الميدانية عن بُعد لأنظمة النقل الذكية الموجودة في المواقع النائية الاتصال اللاسلكي بأقرب موقع يحتوي على نقطة إسقاط ألياف. وينبغي ألا تكون سعة وأمن الاتصال اللاسلكي أدنى من الاتصال السلكي المماثل.

١٣-١-٢ اعتبارات التصميم:

توفر الأقسام الفرعية التالية إرشادات وقوائم مراجعة عالية المستوى لمساعدة المصممين من خلال مواصفات ومتطلبات وعمليات تصميم أنظمة النقل الذكية المرتبطة بأنظمة الاتصالات وتصميم الشبكة. تفترض هذه المناقشة أن الأعمال الهندسية الأولية والاتفاقيات والأعمال التحضيرية تم الانتهاء منها مسبقًا.

يمكن للمصمم الاستفادة من معلومات الاتصالات ذات الصلة الواردة في الدليل الهندسي التوجيهي للهيئة الملكية للجبيل وينبع (RCJY, 2020)، على سبيل المثال القسم ٥,٧.

ينبغي على المصمم أن يأخذ في الاعتبار تقديرات التصميم الرئيسة كما يلي بالنسبة لتصميم نظام اتصالات (C٢F) لدعم نشر أنظمة النقل الذكية:

- تحديد خصائص الاتصال المطلوبة، وبشكل رئيس النطاق الترددي المطلوب (في كيلوبايت، أو ميجابايت أو جيجابايت).
- التحقق من خيارات الاتصالات المتاحة في/بالقرب من موقع (مواقع) النشر المخطط لها.
- التنسيق مع الجهة المُختصة وهيئة الاتصالات والفضاء والتقنية لضمان تلبية متطلباتهما.
- في حالة استخدام البنية التحتية العامة، التأكيد مع مزودي خدمة الاتصالات من توفر خدمة الاتصال المطلوبة في موقع النشر.
- المقارنة بين التكاليف والفوائد والجوانب الأمنية ذات الصلة لخيارات الاتصال المختلفة. اختيار طرق الاتصال المناسبة بناءً على الخيارات المتاحة في موقع النشر.
- دمج طرق الاتصال المحددة في التصميم العام للاتصالات.
- تُعدّ الاتصالات الموجهة من خلال الإنترنت العام مقبولة فقط حسب كل حالة على حدة. ينبغي قبول أي اتصال باستخدام الإنترنت العام لأسباب أمنية.
- التحقق من أن أنظمة الاتصالات والمكونات الإلكترونية الهامة تقع فوق مستوى ارتفاع الفيضان.

سيقوم موظفو أنظمة النقل الذكية بقسم هندسة المرور في الجهة المُختصة إلى جانب موظفي خدمات المعلومات بتوفير معلومات حول أجهزة أنظمة النقل الذكية الموجودة والاتصالات وتقنية الشبكات المستخدمة بالفعل حالة مطالبة المصمم بذلك. ورغم ذلك، يعتبر المصمم هو المسؤول عن تحديد الجهاز وتوفير معلومات الموقع.

١٣-١-٢-١ خصائص ومتطلبات أجهزة أنظمة النقل الذكية:

إن كل نظام من أنظمة النقل الذكية يحمل معه احتياجات اتصال معينة. ويعتبر نمط الاتصال ومتطلبات النطاق الترددي هما العاملان الأساسيان في تقييم ما يحتاجه النظام أو الجهاز للعمل بشكل فعال.

ينبغي على المصمم أن يراعي عرض الموجة النموذجي في الجدول (١٣-١) متطلبات أجهزة أنظمة النقل الذكية المقترحة عند اختبار وسائط الاتصال والتصميم العام.

الجدول (١٣–١) عرض الموجة لمعدات أنظمة النقل الذكية (NTCIP).

الرقم	نوع النظام	نمط الاستخدام النموذجي	الحد الأدنى لعرض الموجة
١	كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة الداعمة للتدوير والإمالة والتكبير والتصغير	مستمر	من ٥١٢ كيلوبت في الثانية إلى ٣ ميجابايت في الثانية
٢	كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة الثابتة	مستمر	من ٢٥٦ كيلوبت في الثانية إلى ٣ ميجابايت في الثانية
٣	DMS	فترات منتظمة، متقطعة، قصيرة	١٢٨ كيلوبت في الثانية
٤	محطة نظام معلومات الطقس على الطرق	"	"
٥	محطة نظام الراديو الاستشاري على الطرق	"	"
٦	جهاز استشعار المركبات	فترات متقطعة وقصيرة	٢٥٦ كيلوبت في الثانية
٧	وحدة التحكم في إشارات المرور	فترات منتظمة، متقطعة، قصيرة	≤ ١٢٨ كيلوبت في الثانية

باستثناء كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة، تتضمن عادةً جلسة الشبكة النموذجية بين جهاز أنظمة النقل الذكية ومركز إدارة المرور كمية صغيرة من البيانات. وقد تتم جلسات الاتصال هذه فقط عند وجود احتياجات معينة، أو قد تُعقد بصورة دورية عادةً كل عشر دقائق أو أطول.

وعادةً ما يمكن دعم جلسة الشبكة بكمية صغيرة من محتوى الإرسال ونمط استخدام متقطع من خلال اتصالات منخفضة النطاق الترددي مع نطاق ترددي من ٥٦ إلى ١١٥ كيلوبت في الثانية. ونظرًا لفترات التوقف الطويلة بين جلسات الشبكة، لا يلزم تشغيل عملية ربط الاتصالات طوال الوقت (على الدوام)؛ وقد يكفي ترتيب الاتصالات حسب الحاجة أو عند الطلب.

تتطلب كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة، ما لم تُستخدَم بدقة لنقل الصور الثابتة، جلسة شبكة مستمرة ودائمة التشغيل. ويتطلب النقل المستمر لصور الفيديو المتدفقة، ونقل أوامر التدوير والإمالة والتكبير والتصغير إلى الكاميرا نطاق ترددي كبير نسبيًا للاتصال. وتُستخدَم عادةً خدمة ٣ ميجابت في الثانية أو أعلى لنقل الفيديو إلى مركز إدارة المرور مع أنه يمكن استخدام عرض نطاق ترددي أقل لتدفقات الفيديو بمعدل إطارات منخفض (إطارات لكل ثانية) أو دقة أقل.

ينبغي دمج كافة إشارات المرور في نظام إدارة إشارات المرور. كما ينبغي أن ينسق المصمم مع الجهة المختصة بإشارات المرور التشغيلية كما هو مطلوب لدمج إشارات المرور في التصميم العام لنظام الاتصالات.

١٣-١-٢-١-١ أنماط الاتصال (المتقطعة مقابل المستمرة):

باستثناء كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة، تتضمن عادةً جلسة الاتصالات النموذجية بين وحدة تحكم جهاز أنظمة النقل الذكية ومركز إدارة المرور كمية صغيرة من البيانات (٣ كيلو بت أو أقل). وقد تتم جلسات الاتصالات هذه فقط عند وجود احتياجات معينة، أو تُعقد بصورة دورية عادةً كل عشر دقائق أو أطول. وقد يسهل دعم جلسة الاتصالات مع محتوى الإرسال هذا ونمط الاستخدام ذاك عن طريق وسائل اتصالات ذات عرض موجة منخفض بمعدل نطاق ترددي يتراوح بين ٩,٦ كيلوبت في الثانية إلى ٥٦ كيلوبت في الثانية (مثل تلك التي توفرها خدمات الاتصال الهاتفي ذات البث الصوتي). وبسبب فترات التوقف الطويلة بين جلسات الاتصالات، لا يلزم تشغيل عملية ربط الاتصالات طوال الوقت أو على الدوام)؛ ويكفي ترتيب "الاتصال الهاتفي".

تتطلب كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة، ما لم تُستخدم لنقل الصور الثابتة بدقة، جلسة اتصال مستمرة ومفتوحة على الدوام، وتُعدّ الوسائل المستخدمة لدعم نطاق الاتصالات الترددي الكبير نسبيًا مطلوبة لنقل صورة الفيديو.

١٣-١-٢-١-٢ التوافر:

تُعدّ الترتيبات المحتملة لنظام الاتصال (F٢C) المناسبة لأنظمة النقل الذكية هي:

- كابل ألياف بصرية مملوك أو مؤجر.
- خط أرضي مؤجر، كابل هاتف مع خدمة ترحيل الإطارات بسعة عدد كسري ١-T (١-E) أو بسعة عدد صحيح -T(١-E) ١.
- خدمة الراديو ذات النطاق العريض، نظام راديو بيانات يتضمن تقنية (WiMAX)، أو تقنية (LTE)، أو تقنيات التردد الراديوي (RF) للأنظمة ذات الأداء المماثل (تقنيات MIMO).
- خدمة البيانات الخلوية ذات النطاق العريض، خدمة بيانات من آلة إلى آلة (M٢M) تتضمن تقنيات (LTE/5G/4G).
- الإنترنت عبر الأقمار الصناعية، خدمة بيانات من خلال مزود الخدمة التجارية.

لا يقتصر توافر الخدمة على توافر البنية التحتية الحالية لتوسيعها إلى مواقع النشر، بيد أنه يشمل أيضًا جلسة إرسال فعلية قابلة للاستخدام عندما تدعو الحاجة إلى مثل هذا الإرسال. وتتأثر خدمات الاتصالات التجارية ذات "الاستخدام المشترك" بطبيعتها إلى حد كبير بالزيادات الكبيرة في الاستخدام والتي تحدث عادةً في أماكن الأحداث أو الكوارث الكبرى وبالقرب منها.

في ترتيب الاستخدام المشترك، قد يشارك عدد كبير من المستخدمين نطاق ترددي ثابت للبيانات؛ لذا لا يمكن ضمان الحد الأدنى لعرض الموجة الوارد في الجدول (١٣-٢) ما لم تُجرَ ترتيبات أولوية خاصة. عندما يقدم مزود الخدمة خدمة البيانات ذات الأداء المضمون (عرض الموجة، وجودة الخدمة)، فإنه يُستحسن الحصول على هذا النوع من الترتيبات لتدفقات البيانات ذات النطاق الترددي المرتفع مثل تلك المرتبطة بنقل الفيديو.

يقدم كل خيار من خيارات الاتصال المحتملة قدرات ومخاطر وقيود فريدة. وفيما يلي موجز بتقديرات التصميم الرئيسة والنقاط الإيجابية والسلبية لكل منها.

ما لم يُذكر خلاف ذلك على وجه التحديد، استخدم كابل الألياف البصرية أحادي الوضع لجميع البنية التحتية الأساسية للاتصالات. استخدم خدمات البيانات الخلوية لعمليات نشر أنظمة النقل الذكية المحمولة، ولبعض التركيبات الثابتة للافتات الرسائل الديناميكية.

الجدول (١٣–٢) عرض الموجة للكابلات (NTCIP).

طريقة الاتصال	النطاق الترددي النموذجي المتاح
كابل الألياف البصرية	يصل إلى ٤٠ جيجابت في الثانية لكل طول موجي للضوء (الخيار الرئيس)
خط أرضي مؤجر	عدد كسري (٤/١ أو ٢/١) ١-T (١-E) عدد صحيح ١T (١-E)، T-٣ (٣-E)
خدمة الراديو ذات النطاق العريض	تصل إلى ٣٠٠ ميجابت في الثانية، حسب التقنية المستخدمة
خدمة البيانات الخلوية ذات النطاق العريض	تصل إلى ٤ ميجابت في الثانية، حسب خطة الخدمة
خدمة الإنترنت عبر الأقمار الصناعية	تصل إلى ٥ ميجابت في الثانية حسب خطة الخدمة

١٣-١-٢-١-٣ كابل الألياف البصرية:

اعتبارات التصميم:

تحقق من إمكانية تركيب الكابل من خلال المسار المقصود.

النقاط الإيجابية:

- عرض الموجة غير محدود عمليًا.
- ليس هناك أخطار جراء الارتفاع المفاجئ في الجهد.
- النقاط السلبية:
- احتمالية وجود صعوبات في تحقيق حرم طريق واضح للتركيب.
- ارتفاع تكلفة تركيب البنية التحتية للكابل.

١٣-١-٢-١-٤ الخطوط الأرضية المؤجرة:

اعتبارات التصميم:

- تدعم عرض الموجة الذي يقتصر على(E-١) T-١ على مدى أقل من ٢ كم دون استخدام أجهزة إعادة الإرسال.
- يلزم اتخاذ تدابير للحد من الارتفاع المفاجئ في الجهد.

النقاط الإيجابية:

- استثمار أولي أقل.

النقاط السلبية:

- رسوم الاستخدام المتكرر.
- الاعتماد على مزود الخدمة لخدمات الإصلاح.
- احتمالية انتشار الارتفاع المفاجئ في الجهد من نظام الطرف الثالث.

خدمة الراديو ذات النطاق العريض

اعتبارات التصميم:

- باستثناء المسارات ذات المدى القصير التي يمكن تقييمها بصريًا، يوصى بإجراء دراسة مسار للتركيبات الجديدة، ويجريها استشاري الاتصالات أو القائم على تكامل النظام. وتتوقع دراسة المسار قوة الإشارة والموثوقية وهامش التلاشي للوصلة الراديوية المقترحة. في حين أن العوامل الرئيسة في هذه العملية تتمثل في التضاريس والارتفاع والمسافة، ينبغي أن تأخذ دراسة المسار في الاعتبار أيضًا كسب الهوائي وخسارة خط التغذية وقدرة المرسل وحساسية المستقبل للوصول إلى التنبؤ النهائي.
- حماية السطح والتأريض المناسب.
- يلزم اتخاذ تدابير للحد من الصواعق للتركيبات الخارجية.
- يمكن تحقيق الحد الأقصى لكل من عرض الموجة للبيانات ومسافة الإرسال بشكل منفرد كما تزعم الشركة المصنعة، بيد أنه لا يمكن تحقيق كليهما في آن واحد.

النقاط الإيجابية:

- ارتفاع النطاق الترددي (حيث يصل إلى ٣٠٠ ميجابت في الثانية، ويصل إلى ٥٠ كم حسب التقنية المستخدمة).
- إمكانية عمليات تهيئة جهاز إعادة إرسال من نقطة إلى نقطة ومتعددة النقاط حسب التقنية المستخدمة.
- انخفاض تكلفة البنية التحتية.

النقاط السلبية:

- لا يتوفر دائمًا مسار إرسال واضح.
- يلزم طلب/اقتناء ترخيص الترددات اللاسلكية ما لم تُستخدم نطاقات التردد اللاسلكي المعفاة من الترخيص.
- قد تدعو الحاجة إلى تقليم دوري للأشجار للحفاظ على وضوح خط الرؤية.

١٣-١-٢-١-٥ خدمة البيانات الخلوية ذات النطاق العريض:

اعتبارات التصميم:

- عادة ما تركز تغطية النظام الخلوي خارج المراكز السكانية على طول الطرق الشريانية الرئيسة، والتي تتزامن تقريبًا مع المناطق التي تمس الحاجة فيها إلى نشر أنظمة النقل الذكية.
- تحقق من وجود قوة إشارة خلوية كافية متوفرة في موقع النشر المخطط له. وببساطة قد يتضمن هذا استخدام جهاز حاسوب محمول مزود بوحدة محول لاسلكي متوافق وهوائي لقياس قوة الإشارة وتأكيد عرض الموجة للتحميل.
- تحقق من توفر خدمة من آلة إلى آلة (M٢M) بنطاق ترددي مضمون في منطقة النشر ذات الصلة.

النقاط الإيجابية:

- تسمح بقدر كبير من المرونة في تخطيط مواقع نشر الجهاز.
- متوفرة في معظم الطرق الرئيسة الإقليمية أو الطرق أو الطرق.
- لا يلزم أن يكون ارتفاع الهوائي عاليًا جدًا.
- انخفاض تكاليف الإنشاء والبنية التحتية.

حيثما أتيحت الخدمة، توفر خدمة من آلة إلى آلة نطاقًا ترددًا مضمونًا و(مرتفعًا).

النقاط السلبية:

- نسبة توافر قنوات البيانات منخفضة في/بالقرب من المناطق ذات الكثافة السكانية.
- يلزم اتخاذ تدابير أمنية كبيرة عندما يتم توجيه نقل البيانات عبر المجال العام.
- تكبد تكاليف متكررة.

١٣-١-٢-١-٦ خدمة الإنترنت عبر الأقمار الصناعية:

اعتبارات التصميم:

تحقق من وجود قوة كافية لإشارة بيانات الأقمار الصناعية ومتوفرة في موقع النشر المخطط له. قد يتضمن هذا استخدام جهاز حاسوب محمول مزود بوحدة محول لاسلكي متوافق وهوائي لقياس قوة الإشارة وتأكيد عرض الموجة للتحميل.

النقاط الإيجابية:

- متاح عمليًا في كل مكان.
- تكاليف التركيب لا تذكر.

النقاط السلبية:

- يتأثر توافره بارتفاع الاستخدام.
- تتأثر جودة الإشارة بأحوال الطقس.
- يلزم اتخاذ تدابير أمنية هامة.
- يتطلب خط رؤية بالأقمار الصناعية، وقد يلزم تقليم الأشجار.

١٣-١-٢-٢ واجهة الاتصالات:

تُعدّ الواجهة حد مشترك تُمرَّر عبره المعلومات. وهي مكون الجهاز أو البرنامج التي تربط مكونين آخرين أو أكثر بغرض نقل المعلومات من أحدهما إلى الآخر.

يناقش هذا الجزء واجهة الاتصالات المنطقية بين مركز إدارة المرور والأجهزة على جانب الطريق التي يتحكم فيها المركز أو يراقبها.

١٣-١-٢-٢-١ مواصفات الاتصالات المفتوحة:

حيثما توفرت هذه المواصفات، ينبغي أن تستخدم بروتوكولات التواصل مواصفات اتصالات البيانات المفتوحة. تشمل مزايا اعتماد المواصفات المفتوحة ما يلي:

- التشغيل المشترك. يتمثل التشغيل المشترك في هذا السياق في قدرة مركز إدارة المرور على تبادل المعلومات مع أجهزة من أنواع مختلفة لبعض الأغراض المشتركة. ويتيح التشغيل المشترك لمكونات النظام من موردين مختلفين التواصل مع

بعضها البعض لتوفير وظائف النظام والعمل معًا كنظام كامل ويعتبر التشغيل المشترك مرغوبًا نظرًا لمساعدته في تقليل التكاليف الإجمالية (المشتريات وعمليات التشغيل والصيانة) للنظام على مدار عمره بالكامل.

- تدعم المواصفات المفتوحة التشغيل المشترك. وفي حالة اعتماد إحدى المواصفات المفتوحة، فسيكون للجهة المختصة خيار من بين العديد من الموردين. وهذا من شأنه يقلل من تكاليف التنفيذ والصيانة للجهة المختصة نظرًا لوجود منافسة بين الموردين، ليس لتوفير الأجهزة الميدانية فحسب، بل لصيانة الأجهزة أيضًا. وقد تنخفض التكاليف التشغيلية أيضًا نظرًا لحاجة مركز إدارة المرور إلى دعم بروتوكول تواصل واحد فقط.
- قد ترغب الجهة المُختصة في المستقبل في التواصل مع الأجهزة الميدانية المشتراة من موردين مختلفين. وإذا استُخدمت واجهة اتصالات خاصة مغلقة، فسيتعين على الجهة المُختصة إما استخدام نفس المورّد مرة أخرى، أو تحديث برنامج مركز إدارة المرور لدعم واجهة اتصالات تخص مورد مختلف، وكلاهما قد يكون مكلفًا. ورغم ذلك، مع المواصفات المفتوحة، هناك فرص بإمكانية إضافة أجهزة جديدة إلى قناة اتصالات موجودة وخلطها مع أنواع مختلفة من الأجهزة على نفس الخط.
- تجنب التقادم المبكر ومن خلال اعتماد إحدى المواصفات المفتوحة ذات الاستخدام المنتشر، يمكن للجهة المختصة أن تثق في أن معداتها تظل مفيدة ومتوافقة لفترة طويلة في المستقبل من خلال دعم المواصفات المفتوحة حتى بالنسبة لجميع عمليات الشراء والتحديثات المستقبلية. ومع البروتوكولات الخاصة المغلقة، يقتصر دعم الصيانة وخيارات إطالة عمر المعدات التي تم شراؤها على موارد عدد قليل من الموردين المطلعين على تلك البروتوكولات المغلقة. ومن ثم قد يكون الدعم للحفاظ على تلك المعدات مكلفًا للغاية، أو إذا لم يعد هؤلاء الموردين يعملون، فلن يكون هناك دعم نظرًا لتدهور النظام وإخفاقه.

١٣-١-٢-٢-٢ مواصفات اتصالات النقل الوطنية لبروتوكول أنظمة النقل الذكية:

تُعدّ اتصالات النقل الوطنية لبروتوكول أنظمة النقل الذكية مثالًا على مجموعة المواصفات المفتوحة التي ستُستخدم في المملكة العربية السعودية للتحكم عن بعد ومراقبة المعدات على جانب الطريق من مركز إدارة المرور. وتحدد اتصالات النقل الوطنية لبروتوكول أنظمة النقل الذكية بروتوكولات الاتصالات المفتوحة القائمة على الإجماع وتعريفات البيانات لصناعة إدارة المرور. كما تتمتع اتصالات النقل الوطنية لبروتوكول أنظمة النقل الذكية بميزة إضافية في كونها تتيح لمركز إدارة المرور التواصل مع مجموعة من الأجهزة الميدانية على نفس قناة الاتصالات. وقد تكون هذه ميزة كبيرة التكلفة نظرًا لكون شبكة الاتصالات عادةً أغلى مكون في نظام إدارة النقل، واستخدام اتصالات النقل الوطنية لبروتوكول أنظمة النقل الذكية يزيد من هذا الاستثمار. على سبيل المثال: إذا تم تثبيت كاميرا الدوائر التلفزيونية المغلقة على مقربة من لافتات الرسائل الديناميكية، قد يتصل برنامج مركز إدارة المرور بكاميرا الدوائر التلفزيونية المغلقة من خلال استخدام نفس قناة الاتصالات الموجودة بالفعل لمراقبة والتحكم في لافتات الرسائل الديناميكية.

يستخدم إطار اتصالات النقل الوطنية لبروتوكول أنظمة النقل الذكية نهجًا متعدد الطبقات أو نموذجيا لمواصفات الاتصالات على غرار نهج الطبقات الذي اعتمدته شبكة الإنترنت والمنظمة الدولية للمواصفات (ISO). وتحدد مجموعة اتصالات النقل الوطنية لبروتوكول أنظمة النقل الذكية خمس طبقات أو مستويات لتحديد واجهة الاتصالات بين مركز إدارة المرور والجهاز الميداني. والمستويات الخمسة هي:

١- مستوى المعلومات
٢- مستوى التطبيق
٣- مستوى النقل
٤- مستوى الشبكة الفرعية
٥- مستوى وحدة التصنيع.

عند استخدام اتصالات النقل الوطنية لبروتوكول أنظمة النقل الذكية لتحديد واجهة الاتصالات لنظام قياس المنحدرات، ينبغي على المصمم تحديد أي مواصفة (مواصفات) لاتصالات النقل الوطنية لبروتوكول أنظمة النقل الذكية يجب استخدامها لكل مستوى. ويمكن تحديد ملفات تعريف متعددة للتنفيذ. على سبيل المثال: على مستوى الشبكة الفرعية، تكون الاتصالات مبدئيًا عبارة عن بروتوكول من نقطة إلى عدة نقاط (PMPP)، ولكن من المتوقع استخدام شبكة إيثرنت في المستقبل.

ينبغي تحديد مواصفات (NTCIP ٢١٠١) لبروتوكول من نقطة إلى عدة نقاط ومواصفات (NTCIP ٢١٠٤) لشبكة إيثرنت.

تشمل المستويات الخمسة ما يلي:

- مستوى المعلومات - يحدد مستوى معلومات اتصالات النقل الوطنية لبروتوكول أنظمة النقل الذكية البيانات التي ستُستخدم لتبادل المعلومات بين مركز إدارة المرور والأجهزة الميدانية. كما أنه يحدد أيضًا الوظائف التي يدعمها النظام.
- مستوى التطبيق - تحدد مواصفات مستوى التطبيق القواعد والإجراءات الخاصة بتبادل بيانات المعلومات. وتحدد سلسلة (NTCIP ٢٣٠٠) ملفات تعريف التطبيق المستخدمة. كما أن ملفات التعريف المطبقة لإدارة أنظمة قياس المنحدرات واردة في (NTCIP ٢٣٠١)، ملف تعريف تطبيق إطار عمل إدارة النقل البسيط (STMF). كما أن يمكن تطبيق كل من (NTCIP ٢٣٠٢)، ملف تعريف التطبيق لبروتوكول نقل الملفات البسيط، و(NTCIP ٢٣٠٣)، ملف تعريف التطبيق لبروتوكول نقل الملفات واللذان يُستخدمان بشكل أساسي لنقل الملفات.
- مستوى النقل - تحدد مواصفات مستوى النقل القواعد والإجراءات الخاصة بتبادل بيانات التطبيق بين نقطتين على الشبكة، بما في ذلك أي وظائف توجيه وإدارة شبكة ضرورية. وتحدد سلسلة NTCIP ٢٢٠٠ مجموعات البروتوكولات التي يمكن

أن تُستخدم في إدارة شبكة الاتصالات. ينبغي اشتمال واحد على الأقل من ملفات تعريف النقل التالية في المواصفات في حالة نشر NTCIP:

- (NTCIP ٢٢٠١)، ملف تعريف النقل الذي يحدد آلية تبادل بيانات المعلومات عندما تكون الأجهزة متصلة مباشرة بمركز إدارة المرور ولا تتطلب خدمات الشبكة.
- (NTCIP ٢٢٠٢)، ملف تعريف نقل الإنترنت (TCP/IP وIP/UDP) الذي يحدد آلية تبادل بيانات المعلومات عبر شبكة باستخدام مجموعة بروتوكولات الإنترنت.

- مستوى الشبكة الفرعية - تحدد مواصفات مستوى الشبكة الفرعية القواعد والإجراءات لمشاركة نفس خط الاتصالات مع الأجهزة الأخرى التي تستخدم نفس ملف تعريف الشبكة الفرعية. وينبغي اشتمال واحد على الأقل من ملفات تعريف الشبكة الفرعية في المواصفات في حالة نشر (NTCIP). ملفات تعريف الشبكة الفرعية الحالية (NTCIP) المطبقة هي:
  - (NTCIP ٢١٠١)، بروتوكول من نقطة إلى عدة نقاط يستخدم الملف التعريفي للشبكة الفرعية (RS-٢٣٢) والذي يحدد كيفية التواصل عبر وصلة اتصالات تسلسلية متعددة السقوط.
  - (NTCIP ٢١٠٣)، بروتوكول من نقطة إلى نقطة عبر ملف تعريف الشبكة الفرعية RS-٢٣٢ الذي يحدد كيفية الاتصال عبر رابط طلب هاتفي أو رابط اتصالات تسلسلية من نقطة إلى نقطة.
  - (NTCIP ٢١٠٤)، ملف تعريف الشبكة الفرعية إيثرنت الذي يحدد كيفية نقل البيانات عبر روابط إيثرنت.
- مستوى وحدة التصنيع - يظهر مستوى وحدة التصنيع في إطار اتصالات النقل الوطنية لبروتوكول أنظمة النقل الذكية كوسيلة لتوفير نقطة مرجعية لتصور ملف تعريف المواصفات عند التعرف على اتصالات النقل الوطنية لبروتوكول أنظمة النقل الذكية.

١٣-١-٢-٢-٣ واجهة الاتصالات الأخرى:

إذا لم تُحدد واجهة الاتصالات القائمة على المواصفات المفتوحة لنظام على جانب الطريق، فمن المهم أن يتم توثيق واجهة الاتصالات المستخدمة والمقدمة من قبل المورّد بشكل كامل وإتاحتها للجهة المختصة. وتزود الوثائق والتراخيص المناسبة الجهة المُختصة بالقدرة على تشغيل نظام جانب الطريق وصيانته وتوسيعه وتحديثه بشكل أفضل. فهي على سبيل المثال، تتيح للجهة المختصة شراء وحدة تكامل أنظمة لتطوير منصة أجهزة وبرمجيّات مشتركة يمكن من خلالها للجهة المختصة إدارة جميع موارد وأصول النقل لديها، مثل: مركز إدارة النقل. وبدون الوثائق والتراخيص المناسبة، سيزداد جهد تكامل الأنظمة هذا كلفةً وصعوبةً.

ينبغي استيفاء جميع الشروط التالية، لا سيما إذا تم توفير واجهة اتصالات غير قائمة على المواصفات.

- ينبغي على المورّد أن يقدم ترخيص دائم وغير حصري وغير قابل للإلغاء دون أي تكلفة إضافية على الجهة المُختصة لاستخدام واجهة الاتصالات الخاصة به. وسيسمح الترخيص للجهة المختصة (أو موظفيها أو وكلائها أو مقاوليها) بإعادة إنتاج واجهة الاتصالات وصيانتها وتعديلها دون قيود على استخدام الجهة المختصة وفائدتها، كما سيسمح باستخدام واجهة الاتصالات على معالجات متعددة تستخدمها الجهة المختصة أو الكيانات التابعة لها بدون رسوم ترخيص إضافية. وتُعرَّف واجهة الاتصالات بحيث تشمل كافة عناصر/كائنات البيانات التي يتم تبادلها بين مركز إدارة المرور والأجهزة الميدانية لأداء كافة الوظائف الموضحة في المواصفات.
- سيقدم المورّد للجهة المختصة كافة الوثائق، بما في ذلك رموز المصدر والكائن، لواجهة الاتصالات. وستتألف الوثائق من الرمز المصدري لواجهة الاتصالات وأي وكافة أدلة المشغل والمستخدم ومواد التدريب والأدلة والقوائم ووثائق التصميم والمواصفات والمخططات الانسيابية ومخططات تدفق البيانات والتعليقات وغيرها من المواد والوثائق التي تشرح أداء واجهة الاتصالات أو وظيفتها أو تشغيلها. كما ستحتوي الوثائق على وصف لعناصر/كائنات البيانات اللازمة لأداء كل وظيفة مطلوبة في المواصفات، بما في ذلك ظروف وتسلسل الأحداث التي يتم فيها تبادل عناصر/كائنات البيانات بين مركز إدارة المرور والجهاز. وستكون وثائق البرنامج التي تحدد عناصر/كائنات البيانات في شكل قاعدة معلومات الإدارة (MIB) باستخدام قواعد التركيب المجردة رقم واحد (ASN.١).
- عند تزويد الجهة المُختصة بوثائق واجهة الاتصالات، سيقدم المورّد وينفذ إجراءات الاختبار التي ستثبت للجهة المختصة دقة وصحة الوثائق المقدمة. وستوضح إجراءات الاختبار أنه مثلما تُؤدَى كل وظيفة مطلوبة في المواصفات يتم كذلك التسلسل المناسب للأحداث والظروف وتبادل عناصر/كائنات البيانات وفق ما هو مكتوب في الوثائق المقدمة. وإذا أوضح تنفيذ إجراءات الاختبار تفاصيل أخرى (أو تصحيحات) في الوثائق المطلوبة، سيقوم المورّد بتحديث الوثائق وإعادة تقديمها للجهة المختصة.

١٣-١-٢-٣ خيارات اتصالات أنظمة النقل الذكية:

ينبغي على المصمم أن يقوم بمراجعة وتحديد أنسب خيارات الاتصالات كما هو مبين فيما يلي وفي الجدول أدناه، وأن يقوم بالتنسيق فيما يتعلق بخيار (خيارات) الاتصالات النهائية المحددة والتصميم العام لشبكة الاتصالات. وينبغي فحص الوثيقة وفقًا لمتطلبات هيئة الاتصالات والفضاء والتقنية ذات الصلة.

١- كابل الألياف البصرية: فرص التأجير الممكنة (الموارد المشتركة والألياف الداكنة) إذا قامت الجهة المختصة بتوجيهها أو اعتمادها.

٢- لاسلكي/راديو: نظام راديو يتضمن تقنية من نقطة إلى نقطة وتقنية من نقطة إلى عدة نقاط وتقنية تردد الراديو الشبكية (المرخصة وغير المرخصة).
٣- الخدمات ذات النطاق العريض المؤجرة: تشمل خدمات تبديل متعدد البروتوكول والإيثرنت المخصص/الناقل بالإضافة إلى الخدمات الخلوية/الإنترنت ذات النطاق العريض (تقنية LTE /4G وتقنية 5G).
٤- خدمات الهاتف التقليدية المؤجرة: خدمة الاتصال الهاتفي والبث الصوتي والتليفونات الأرضية.

ما لم يذكر خلاف ذلك على وجه التحديد، ينبغي على المصمم أن يفترض أن كبل الألياف البصرية أحادي النمط سيتم استخدامه لكافة البنية التحتية للاتصالات الواردة في الجدول (١٣-٣) وقد تُستخدم خدمات الراديو ذات النطاق العريض المؤجرة من أجل خدمات إشارة المرور المحمولة ومواقع أنظمة النقل الذكية ومراكز إدارة المرور عن بُعد ونقاط تجميع الشبكة، مثل: وحدات مواقع الاتصالات ومواقع أبراج الراديو ومواقع أجهزة أنظمة النقل الذكية (مثل: كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة ولافتات الرسائل الديناميكية وأنظمة معلومات الطقس على الطرق وأجهزة الراديو الاستشارية للطرق).

الجدول (١٣–٣) عرض الموجة النموذجي المتاح/السعة (NTCIP).

الرقم	خيار الاتصالات	عرض الموجة النموذجي المتاح/السعة	الملخص
١	كابل الألياف البصرية	يصل إلى ١٠٠ جيجابت في الثانية لكل طول موجة اعتمادًا على المعدات الطرفية البصرية.	ارتفاع التكاليف الرأسمالية (إذا كان مملوكًا) والتكاليف الشهرية حالة استئجاره (حسب عدد خيوط الألياف والمسافة المقطوعة واتفاقية الخدمة إذا كان مؤجرًا).
٢	لاسلكي/راديو	يصل إلى ٢ جيجابت في الثانية أو أعلى حسب النطاق والمسافة والتهيئة	باستثناء المسارات ذات المدى القصير، هناك حاجة إلى دراسة تقييم المسار اللاسلكي وميزانية الخسارة لضمان الأداء وتكاليف البنية التحتية المنخفضة مقارنة بالألياف والتدابير الأمنية اللاسلكية
٣	الخدمات ذات النطاق العريض المؤجرة	شبكة تبديل متعدد البروتوكول/الإيثرنت: تصل إلى ١٥٠ جيجابت في الثانية أو أعلى حسب نوع الخدمة والخطة. تقنية ٤G (تصل إلى ٣٠ ميجابت في الثانية أو أعلى (تنزيل) وتصل إلى ١٥ ميجابت في الثانية وأعلى (تحميل). تقنية ٥G: تصل إلى ١٠ أضعاف سرعة ٤G	شبكة تبديل متعدد البروتوكول/الإيثرنت: رسوم متكررة أعلى تكلفة لكل ميجابايت في الثانية شهريًا عند مقارنتها بتكاليف الإنترنت ذات النطاق الترددي العريض المماثل والاعتماد على مزود الخدمة والاعتبارات الأمنية. الإشارة الخلوية: ينبغي التحقق من قوة الإشارة الخلوية الكافية في الموقع. توافر الخدمة (تأثير الارتفاعات المفاجئة) في/بالقرب من المناطق الحضرية والاعتماد على مزود الخدمة والرسوم الشهرية المتكررة والاعتبارات الأمنية

الرقم	خيار الاتصالات	عرض الموجة النموذجي المتاح/السعة	الملخص
٤	خدمة الهاتف التقليدية المؤجرة	٥٦ كيلوبت في الثانية	تقتصر على التطبيقات ذات النطاق الترددي المنخفض، وقد يؤدي تأثير الزيادات الكبيرة في الاستخدام إلى التأثير على الخدمة والتوافر والاعتماد على مزود الخدمة والتكرار

يقتصر توافر الخدمة على كل من توافر البنية التحتية الحالية لتوسيعها إلى مواقع النشر، وجلسة إرسال قابلة للاستخدام عندما تدعو الحاجة إلى نقل البيانات.

وتتأثر خدمات الاتصالات التجارية ذات "الاستخدام المشترك" بطبيعتها بالزيادات الكبيرة في الاستخدام والتي تحدث غالبًا في أماكن الأحداث أو الكوارث الكبرى وبالقرب منها.

في ترتيب الاستخدام المشترك، قد يشارك عدد كبير من المستخدمين نطاق ترددي ثابت للبيانات، لذا لا يمكن ضمان الحد الأدنى لعرض الموجة ما لم تُجرَ ترتيبات أولوية خاصة.

من المستحسن الحصول على خدمة بيانات بأداء مضمون (عرض الموجة وجودة الخدمة) لتدفقات البيانات ذات النطاق الترددي العالي مثل تلك المتعلقة بنقل الفيديو، حيث تُقدَّم هذه الخدمة من قِبل مزود الخدمة.

١٣-١-٢-٤ كابل الألياف البصرية/إرشادات وضع قناة التوصيل:

١٣-١-٢-٤-١ الإرشادات العامة الخاصة بتحديد الموقع:

تتمثل الطريقة المفضلة للتركيب في قناة التوصيل والكابل الأرضي، غير أنه في بعض الأحيان قد يكون من المقبول استخدام خط قطب موجود مع كابل هوائي.

قد تشغل قنوات التوصيل الكهربائية والاتصالات نفس الخندق، غير أنها تظهر كخطوط منفصلة على الخطط. ولا يمكن الجمع بين عمليات تغذية الطاقة الكهربائية والألياف في قناة التوصيل نفسها. ولمزيد من التفاصيل، يُرجى الرجوع إلى الجزء (٣-٧).

عندما يلزم مرور قناة التوصيل تحت أكتاف الطرق المرصوفة أو الممهدة، ينبغي تحديد الحفر.

عند تركيب قناة التوصيل خارج الكتف، قد يتم استخدام إما تركيب خندق مفتوح أو أعمال حفر و/ أو تجريف الأرض.

عند تركيب قناة التوصيل تحت مسارات السير أو تحت المنحدرات، يجب إجراء الحفر.

يفضل ربط قناة التوصيل فوق الجداول والأراضي الرطبة بجسر. وفي بعض الحالات، يمكن الحفر لقناة التوصيل تحت الجداول الأصغر أو المجاري الصندوقية.

في المواقع التي تمر فيها الطرق السريعة عبر الشوارع المتقاطعة أو عند التقاطعات، يمكن تركيب قناة التوصيل باتباع طوبولوجيا يمين الطريق، ويحفر لها أسفل طريق العبور.

تُفضَّل عمليات الحفر على قناة التوصيل المعلقة بالهواء.

ينبغي أن يدرك المصمم أيضًا أن آلة الحفر والإعداد سيتطلبان مساحة عمل يبلغ طولها حوالي ٨ أمتار لوضع الحفارة من أجل عملية الحفر.

يمكن تثبيت قناة التوصيل المعلقة بالهواء بالجانب السفلي للجسر، أسفل الحاجز. وستتطلب جميع قنوات التوصيل المثبتة بالجسور موافقة قسم الكباري في الجهة المُختصة.

بالنسبة للجسور فوق السكك الحديدية، قد تكون هناك حاجة أيضًا لتصاريح من شركة السكك الحديدية.

في مواقع الاقتراب من الجسور، قم بتوجيه قناة التوصيل حول الحاجز الطرفي. ودعامة القطع الأساسية غير مرغوب فيها.

أما عن ملحقات الجسر، يجب أن تشمل الخطط موجز (عرض المظهر الجانبي) لخطط الجسور الأصلية مع قناة (قنوات) التوصيل وصناديق السحب المذكورة أو وفقًا لتوجيهات قسم تصميم الجسور للجهة المختصة.

عرض المسح التدريجي المسبق للتجاويف الموجودة أسفل المنحدرات عوضًا عن عرض التغيير المفاجئ في اتجاه قناة التوصيل للتجويف الموجود أسفل المنحدر بزاوية ٩٠ درجة.

يجب الانتهاء من مجرى قنوات التوصيل الملحقة بالجسر في صندوق السحب الموجود خارج كتف الطريق الخلفي، ولكن بالقرب من نهاية الجسر.

وتمتثل قناة التوصيل الملحقة بالجسر (المعززة هوائيًا) لتفاصيل الملحق للجسر القياسي وأن يتم اعتمادها من قسم تصميم الجسور.

وتحتاج خطط أنظمة النقل الذكية إلى توضيح توجيه الكابل، ويحتاج المصممون إلى التأكد من أن موظفي تنسيق المرافق يقومون بالتنسيق مع شركات المرافق قبل إعداد التصميم.

٢-٤-٢-١-١٣ الطرق الحضرية:

يجب وضع كابلات الألياف البصرية الجذعية أو كابلات الشبكة الأساسية على جانب واحد من جوانب الطريق.

يُحدد موقع كابلات الألياف البصرية الجذعية من خلال موقع جهاز أنظمة النقل الذكية والفسحات البينية للمرافق

وفي حالة اختيار قنوات التوصيل غير الأرضية، يجب وضع قناة التوصيل خارج المنطقة المرصوفة أو خلف الرصف بالنسبة للأجزاء المرصوفة وخارج مسار الطوارئ بالنسبة للأجزاء غير المرصوفة إذا أمكن.

- يتوجب على المصممين الحصول على معلومات المرافق غير الأرضية ووضع قناة التوصيل على جانب الطريق مع أقل نزاعات في المرافق.
- يجب وضع قناة التوصيل خارج مسار الطوارئ أو في الحافة الخلفية لمساحة حرم الطريق (عادةً من ١,٥ إلى ٣ أمتار، إن أمكن، حتى لو كان المسح والتنظيف ضروريًا) للحصول على أفضل حماية من التلف في المستقبل.
- يجب وضع قناة التوصيل بعيدًا عن هياكل الافتات.
- ولا يجوز تركيب قناة التوصيل في أكتاف الطريق.
- يجب أن تُثبت أسفل المسارات التقاطعات التي تربط كابلات الألياف البصرية الجذعية بالأجهزة الموجودة على الجانب الآخر من الطريق.
- وفي حالة تركيب الكابل في قناة التوصيل غير الأرضية، يحدد المصمم عدد قنوات التوصيل وحجمها وفقًا لما تم مناقشته في الأجزاء السابقة لتركيب الطريق.

بشرط أن تكون المنطقة الواقعة خارج مسار الطوارئ لا يمكن الوصول إليها أو لابد من تفاديها لوجود سبب كافي (على سبيل المثال تجنب المرافق أو الاتفاقات)، وفي حالة أن متوسط مساحة الطريق متوفرة وواسعة بما فيه الكفاية، ويجب وضع متوسط مساحة الطريق بالنسبة لخط كابلات الألياف البصرية الجذعية في الاعتبار. ويجب أن يعتمد مدير مشروع أنظمة النقل الذكية، في هذه الحالة، التخصيص المتوسط للمساحة.

وفي حالة اختيار التركيب الهوائي (الشكل ١٣-١)، يجب على المصمم مراجعة جدوى تركيب الكابلات الهوائية مع الجهة المُختصة وموظفي تنسيق المرافق وشركات المرافق التي تشغل أعمدة الكهرباء في وقت مبكر من عملية التصميم للتأكد من إمكانية وتحديد مدى جاهزية العمل.



الشكل (١٣–١) وصلات الكابلات الهوائية (NTCIP).

- وفي حالة استخدام هذه الطريقة، يجب أن يكون العمل وفقًا لمتطلبات مالك الأعمدة الكهربائية والكود الوطني الكهربائي.
- وتكون شركات المرافق مسئولة عن تصميمات ومعلومات نقطة الاتصال.
- قد تؤدي تكلفة ووقت جاهزية العمل أن يكون هذا الخيار باهظ التكلفة، وفي هذه الحالة يجب تركيب كابلات الألياف البصرية الجذعية في قنوات التوصيل غير الأرضية.

- ومن العناصر الأخرى التي يجب تحديدها في أقرب وقت ممكن هو إذا كانت هناك أي أعمدة كهربائية تحتاج إلى أسلاك ومراسي. وفي حالة الحاجة إلى أسلاك الشد والمراسي، يجب على المصممين ضمان وجود مساحة في حرم الطريق لتركيبهم.
- وفي حالة وجود مساحة غير كافية في حرم الطريق، فقد يكون وضع الكابل هوائيًا هو خيار صعب التنفيذ نظرًا لأن مشاريع أنظمة النقل الذكية لا تتضمن في العادة حيازة مساحات حرم الطريق.

٣-٤-٢-١-١٣ الطرق الريفية:

بالنسبة للمشاريع المُنفذة على الطرق الريفية، يجب أن يكون وضع اتصالات الألياف البصرية على أساس كل حالة بمفردها. يجب الوضع في الاعتبار مدى تعقيد المشروع وقربه من مرافق الألياف البصرية الموجودة من أجل الربط بينهم.

تكون التركيبات الموجودة تحت الأرض في المناطق الريفية مشابهة جدًا للتركيبات الموجودة على الطرق في المناطق الحضرية مع وجود بعض الاختلافات في الشوارع المتقاطعة. سوف تتطلب تركيبات قنوات التوصيل في المناطق الريفية خطوط عبور مشاة محفورة أسفل الشوارع المتقاطعة والممرات الكبيرة.

كما قد يكون لدى تشغيل الألياف البصرية في المناطق الريفية فرصة للتركيب بجانب خطوط المنافع العلوية المشتركة وفقًا لما هو موضح في هذا المستند.

٤-٤-٢-١-١٣ كابلات الألياف البصرية للهيئات الأخرى:

وفي بعض الحالات، تستفيد الهيئات المحلية بشكل كبير من تخصيص كابلات الألياف البصرية في تقليل تكلفة الكابلات إذا تم تركيبها في إطار مشروع منفصل.

يتوجب على المصممين مناقشة تحديد ما إذا كان ينبغي النظر في هذا التصميم وقد يكون له ما يبرره.

وفي حالة تخصيص عدد كبير من الألياف البصرية لهيئة محلية ضمن الوصلات المحددة أو من بين عقدتين معقولتين للشبكة (أي من وحدة الموقع لوحدة أخرى أو من المحولات بين وحدات المواقع)، ينبغي على المصمم مراعاة ذلك ومناقشة زيادة حجم الكابل على طول هذه الوصلة إلى أكبر عدد من الألياف.

في حالة اعتماد مشاركة الألياف البصرية، يتم توفير الوصلة فقط في المحولات (إذا كانت في الطريق) وفقًا لاختيار الهيئة المحلية

وتُصمم قنوات التوصيل بطريقة تتيح تشغيلها من صندوق السحب الرئيس (حيث يتم تصنيع وصلات الألياف البصرية) إلى صندوق السحب الموجود في كتف طريق التقاطعات حيث يمكن إجراء اتصال بالألياف البصرية المحلية.

وفي حالة تشغيل التوصيل بين الهيئة المحلية الأساسية والجهة المُختصة، يتوجب على المصمم التفكير في وضع وحدة الاتصالات عند المحول.

يساعد تصميم الكابل المستمر مع صناديق سحب عند المحول أو الشوارع المتقاطعة في توفير أقصى حد من المرونة للوصول إلى الكابل واستخدامه في المستقبل.

كما يتيح وضع صندوق السحب في طريق التقاطعات للهيئة المحلية إلى الوصول للكابل من خلال الطريق الشرياني بدلًا من الطريق مما قد يتطلب وجود المزيد من الاتفاقيات والوثائق. وعلاوةً على ذلك، يحافظ هذا التصميم على انفصال الكابلات عن كابل الهيئة المحلية

وقبل تحديد مخصصات للهيئة المحلية، يجب إبرام اتفاقية بين الهيئة المحلية والجهة المُختصة لاستخدام الألياف البصرية في حالة حدوث تلف في بعض الألياف.

٥-٢-١-١٣ إرشادات وضع النطاق الترددي العريض المُؤجر والاتصالات اللاسلكية:

قد يُنصح المصمم بتقديم خطط المشروع من أجل توزيع أنظمة النقل الذكية في المواقع وقد تُصمم هذه الخطط للاتصال بالشبكة على مستوى الدولة باستخدام اتصالات النطاق الترددي العريض المُؤجر.

تتمثل الخدمات المُؤجرة في شبكة التبديل متعددة البروتوكول باستخدام المؤشرات التعريفية وتُوصل المواقع الفردية من خلال التأخير عن طريق المواقع التي تعمل عن بعد التي قد تحتوي على العديد من الكاميرات (وتكون في العادة الكاميرات ذات الدوران الأفقي والإمالة وكاميرتين ثابتتين) وجهاز (أجهزة) الاستشعار على عمود الدعم الفولاذي.

وتتضمن الاستخدامات الأخرى للنطاق الترددي العريض المُؤجر اتصالات مركز القيادة أو مركز إدارة المرور الإقليمية أو الموقع الميداني الذي يعمل عن بعد المتصل من خلال الخطوط المؤجرة.

قد تحتوي المواقع الفردية التي تعمل عن بعد على واحدة أو أكثر من مواقع الأجهزة الفردية الموصولة إما بكابل الألياف البصرية أو من خلال الوصلات اللاسلكية إلى نقطة تحديد حدود الاتصالات.

وتكون الوصلة في المركز على مستوى الدولة عبارة عن اتصال شبكة تبديل متعددة البروتوكول باستخدام المؤشرات التعريفية بسرعة ١٠٠ ميجابت في الثانية.

١٣-١-٢-٦ اختيار توصيل الكابلات والمكونات:

١٣-١-٢-٦-١ مكونات توصيل الكابلات والأطراف النهائية:

عدد الألياف

ومن الخيارات التي يجب مراعاتها هي نوع الكابل وتوصيل الكابلات ونوع الألياف البصرية وعدد الألياف البصرية. ويُعزي هذا بشكل عام من الهيئة المحلية ويجب مناقشة الخيارات في وقت مبكر من عملية التصميم.

يعتمد حجم كابل الألياف البصرية على متطلبات اتصالات المشروع. ويرد فيما يلي الأحجام النموذجية المستخدمة:

الجدول (١٣–٤) حجم كابلات الألياف البصرية (NTCIP).

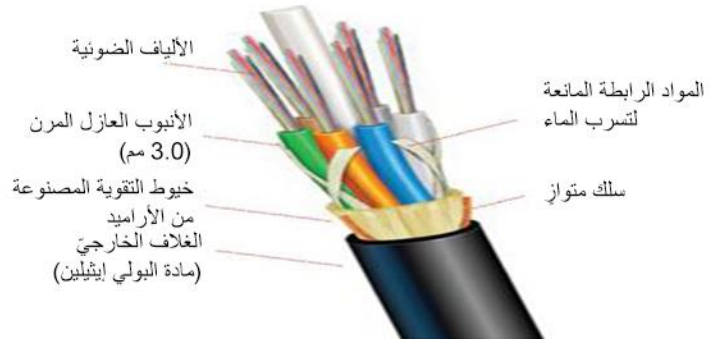
حجم كابل الألياف البصرية بالمقارنة مع نوع الطريق		
حجم الألياف البصرية (عدد الخيوط)	**الطرق الحضرية**	**الطرق الريفية**
٤٨		x
٧٢	x	x
٩٦	x	

يتكون كابل الإسقاط النموذجي المطلوب لمشاريع الطريق من ١٢ من الألياف البصرية كحد أدني، بجانب اثني عشر من الألياف البصرية من كابل الإسقاط المُقسم في كل كابينة، بما في ذلك العديد من الألياف الاحتياطية.

نوع كابل الألياف البصرية

يعتمد نوع كابل الألياف البصرية المُختار (الشكل ١٣-٢) على ما إذا كان مخصصًا للتركيب الخارجي (كابل للوحدة الخارجية) أو التركيب الداخلي (كابل للوحدة الداخلية).

عند دخول أحد المباني، يجب إنهاء كابل الألياف البصرية للوحدة الخارجية والاعتماد على كابل الوحدة الداخلية في نطاق ٥٠ بوصة لانكشاف كابل الوحدة الخارجية (في حالة عدم وجوده في قناة التوصيل الفولاذية الصلبة) داخل المبنى.



الشكل (١٣–٢) كابل الألياف البصرية (TIA/ITU).

يكون المصمم مسئولًا عن تصميم كابلات الوحدة الداخلية وفقًا للكود الوطني للكهرباء وأكواد المباني والحرائق.

يمكن أن تكون كابلات الوحدة الخارجية لكابلات الإسقاط (المستخدمة بين الكابلات الجذعية والكابينات الميدانية للأجهزة الفردية) إما مجموعة من كابلات الإسقاط التي بها طرف نهائي أو كابلات الأنابيب الفضفاضة المجدولة إلى ضفيرة وفقًا لما تم اعتماده.

وفي العادة يتطلب كل جهاز ميداني مجموعة كابلات إسقاط بها طرف نهائي مسبق بعدد ١٢ خيطًا من الألياف البصرية مع موصلات من النوع العاكس للضوء.

وتكون غالبية كابلات الألياف البصرية أحادية النمط، لكن يظل البعض منها متعدد الأنماط. وتُخصص فقط كابلات الألياف البصرية أحادية النمط لمشاريع الإنشاء الجديدة/ المستقبلية.

تضفير الألياف البصرية

ويستند حجم تضفير كابلات الألياف البصرية الموجودة تحت الأرض على أساس حجم كابلات الألياف البصرية الجذعية. كما يجب توفير مجالًا للتوسع وفقًا للنحو المطلوب.

وتُدرج عمليات تضفير الألياف البصرية والربط في كل موقع تضفير. تتمثل عملية الربط بالانصهار في كيفية توصيل كابلات الألياف البصرية - كابل الإسقاط للكابلات الجذعية أو بكرة واحدة من الكابلات الجذعية (الشكل ١٣-٣) إلى الأخرى. ويرد فيما يلي عمليات التضفير النموذجية المطلوبة لكل حالة.

- من بكرة إلى بكرة- يطابق عدد عمليات التضفير مع حجم الكابلات الجذعية.
- موقع الجهاز مع كابلات الإسقاط بعدد ١٢ من الألياف البصرية- عدد عمليات التضفير وفقًا للنحو الموضح تفصيليًا في عمليات التضفير في الخطط.

وتتوفر عادةً كابلات الألياف البصرية في بكرات يصل طولها إلى ٦ كيلومترات من الكابلات. واستنادًا إلى عدد الألياف البصرية، يجب توقع عمليات التضفير للنوع من بكرة إلى بكرة والتخطيط لها في المواقع المناسبة. ويجري المقاولين عمليات التضفير للنوع من بكرة إلى بكرة وفقًا للنحو الذي تقتضيه الأحكام الخاصة بالمشروع.

- ويجب التخطيط لعمليات التضفير للنوع من بكرة إلى بكرة لاستخدامات الطرق كل ٣ كيلومترات تقريبًا من الطريق.
- أما عن تركيبات الطرق، تُوضع عمليات التضفير للنوع من بكرة إلى بكرة في النوع ٥ لصناديق السحب حيث لا توجد عمليات تضفير أخرى.
- وفي حالة تحديد موقع عمليات التضفير للنوع من بكرة إلى بكرة، ينبغي على المقاول حساب معدل الارتخاء للكابلات الملفوفة في صندوق السحب وصناديق السحب الكهربائية.
- ويكون من العملي عادةً بالنسبة للطرق الشريانية إجراء عمليات التضفير للنوع من بكرة إلى بكرة في المواقع الأخرى للتضفير، على سبيل المثال كابل الإسقاط للجهاز.
- وتُجرى عادةً عمليات التضفير للنوع من بكرة إلى بكرة لكلٍ من الاستخدامات الشريانية والاستخدامات الشريانية غير الأرضية كل ١ إلى ٢ كيلومترات للكابل.
- كما يجب أن تظل عمليات التضفير للنوع من بكرة إلى بكرة لكلٍ من استخدامات الطرق الشريانية واستخدامات الطرق في نطاق الحد الأدنى، مما يلبي متطلبات المسافة المذكورة أعلاه، ولا يتطلب عمليات تضفير زائدة.



الشكل (١٣–٣) بكرة الكابلات (TIA/ITU).

١٣-١-٢-٦-٢ خطة استخدام الألياف البصرية:

مسار الاتصالات

ويرد فيما يلي مسار الاتصالات النموذجية من الجهاز الميداني إلى وحدة الموقع أو مركز إدارة المرور:

ويكون كل جهاز ميداني متصل بكابل الإسقاط. ويكون كابل الإسقاط مُقسم إلى كابل جذع. وفي حالة اتصال الجهاز مع الأجهزة الأخرى كجزء من السلسلة، وفقًا لما تم مناقشته فيما بعد، يُستخدم الجانب الآخر من كابل الألياف البصرية الجذعي للاتصال مع الجهاز التالي. والوجهة النهائية للكابلات الجذعية من الألياف البصرية هي إنهاء الخدمة في وحدة الموقع أو مركز إدارة المرور.

الألياف البصرية المخصصة للمستخدمين ولاستخدامات محددة

وتقوم المشاريع في العادة بتركيب كابل ألياف ضوئية مكون من ٧٢ خيطًا على طول أنظمة الطرق والطرق الخاصة بها، على الرغم من تركيب كابلات ألياف ضوئية مكونة من ٩٦ خيطًا أيضًا استنادًا إلى متطلبات المشروع. والألياف البصرية الموجودة في الكابل المكون من ٧٢ خيطًا هي موجودة في ٦ أنابيب عازلة مع كل ١٢ من الألياف البصرية وعدد ٨ أنابيب عازلة للكابلات المكونة من ٩٦ خيطًا.

يوضح الجدول (١٣-٥) مخصصات مواصفة اللون لخيوط الألياف البصرية الأحادية والأنابيب العازلة.

الجدول (١٣–٥) مواصفة لون خيوط الألياف البصرية (NTCIP).

مواصفة لون خيوط الألياف البصرية (وفقًا للمواصفة الفنية EIA-٥٩٨-C)	
أزرق ١ (BL)	أحمر ٧ (OR)
برتقالي ٢ (OR)	أسود ٨ (BK)
أخضر ٣ (GR)	أصفر ٩ (YL)
بني ٤ (BR)	بنفسجي ١٠ (VI)
أردواز ٥ (SL)	وردي ١١ (RS)
أبيض ٦ (WH)	مائي ١٢ (AQ)

وتتميز الألياف البصرية بالاستخدام أو التخصيص العام التالي (الموضح في كابلات الألياف البصرية المكونة من ٧٢ خيطًا)، ما لم يذكر خلاف ذلك من الجهة المُختصة.

الأنابيب العازلة الزرقاء (اتصالات الكابلات الجذعية أو الاتصالات الأساسية): وتُستخدم لإنشاء الاتصالات الأساسية من وحدة الموقع إلى وحدة أخرى ومن وحدة الموقع إلى مركز إدارة المرور ومن مركز إدارة المرور إلى مركز آخر.

الأنابيب العازلة البرتقالية (الاتصالات الموزعة): وتُستخدم لإنشاء اتصال من محول شبكة من الطبقة ٢لجهاز واحد إلى الرجوع اللاحق إلى اتصالات محول من الطبقة ٣ لاتصالات وحدة الموقع من وحدة الموقع إلى وحدة أخرى ومن وحدة الموقع إلى مركز إدارة المرور.

الأنابيب العازلة الخضراء (الاتصالات الموزعة): نفس استخدامات الأنابيب العازلة البرتقالية.

الأنابيب العازلة البنية (المشاركة مع الهيئة المحلية): يُقرر استخدامها في تقاسم الألياف البصرية مع المحافظات والمدن والبلديات الأخرى.

الأنابيب العازلة ذات اللون الأردوازي (الوصلات المحددة للمشروع): تُستخدم لاستيعاب الوصلات الميدانية للمواقع الجديدة والحالية غير النموذجية على سبيل المثال مواقع أبراج الموجات الدقيقة والوصلات المستخدمة لاتصالات (C٢C) والاحتياجات المستقبلية لأنظمة النقل الذكية.

الأنابيب العازلة البيضاء (النمو المستقبلي لأنظمة النقل الذكية): مخصصة لاستيعاب الاحتياجات المستقبلية لأنظمة النقل الذكية.

القناة

- تستخدم مشاريع أنظمة النقل الذكية العديد من قنوات التوصيل المختلفة: الأنبوب الدائري (البولي إيثيلين العالي الكثافة)، بسمك ٤٠ وسمك ٨٠ وقناة التوصيل (البولي فينيل كلورايد) وقناة التوصيل المصنوعة من الصُلب المجلفن الصَلب.
- بالنسبة للاستخدامات النموذجية لكابلات الألياف البصرية الجذعية، تعد المواسير الدائرية (البولي إيثيلين العالي الكثافة) هي الخيار الأفضل لقنوات التوصيل. يحتوي التركيب النموذجي لمواسير البولي إيثيلين العالي الكثافة على كمية من قنوات التوصيل وحجم التهيئة التي يتم تثبيتها على الطريق.
- ويرد فيما يلي إرشادات التهيئة لقنوات التوصيل:
  - يجب أن تكون كافة قنوات التوصيل غير الأرضية سواء كانت مُخندقة أو مجروفة أو محفورة) بمقاس ٢ بوصة "الماسورة الدائرية" (البولي إيثيلين العالي الكثافة). وعادةً ما يتم تركيب قنوات توصيل "٢-٢" مع بعضهم في خطوط الكابلات الجذعية. ويكون أحدهم من الألياف البصرية ويكون المكان الآخر فارغ للاستخدام المستقبلي.
  - ويجب أن تكون كافة قنوات التوصيل الأرضية والمكشوفة مقاومة للأشعة فوق البنفسجية ومقاومة للتآكل.
  - ويجب أن تكون كافة قنوات التوصيل المُعززة هوائيًا (أي الهيكل المُركب) بمقاس ٢ بوصة من الصُلب المجلفن الصَلب أو المطلي بكلوريد متعدد الفينيل.
  - ويجب أن تكون كافة قنوات التوصيل الملحقة بالجسر من الصُلب المجلفن الصَلب أو الألياف الزجاجية وفقًا لما تم اعتماده من الجهة المُختصة.
  - ويجب أن تشمل كافة قنوات التوصيل الاتجاهية المجوفة/ المحفورة أسفل السكك الحديدية أو الأسطح المرصوفة على أكمام قنوات التوصيل السطحية الواقية لتوفير مزيد من الحماية وفقًا للنحو المطلوب من السلطة المعنية المختصة.
  - وتُوفر تهيئات قنوات التوصيل الطولية وفقًا للنحو الموضح في مجرى قنوات التوصيل والكابلات الموجودة تحت الأرض والمواسير الدائرية بمقاس ٢×٢ بوصة أو ٣×٢ بوصة أو ٤×٢ بوصة. وتُوفر قنوات التوصيل في كافة الأحوال بحد أدنى ٢ بوصة (قناة توصيل واحدة لكابلات الألياف البصرية وكابل آخر يكون احتياطيًا).
  - كما تُوفر قناة توصيل واحدة بمقاس ٢ بوصة لكابلات الإسقاط الجانبية من الألياف البصرية من صندوق السحب للكابلات الجذعية إلى صندوق السحب للجهاز أو موجهة مباشرةً إلى الكابينة الميدانية.
  - وتوفر قناة توصيل واحدة بمقاس ٢ بوصة لكافة عمليات التغذية للطاقة الكهربائية من مصدر المرفق ما لم يطلب خلاف ذلك بموجب الخطط.
  - يجب أن يكون لدى كافة قنوات التوصيل المُركبة لكابلات الألياف البصرية حد أدنى لنصف قطر الانحناء البالغ ٢٠ ضعف القطر الخارجي للكابل.
  - ويتطلب اثنان من كابلات الوصول أر دي اس قناتين توصيل منفصلتين (في خندق مشترك).
  - ويمكن تركيب قناة توصيل كهربائية في نفس الخندق/ التجويف، ولكن يجب استخدام صناديق سحب كهربائية منفصلة.
- ويرد فيما يلي عمق قنوات التوصيل:
  - وفي حالة استخدام تركيبات الخندق المفتوح، يجب تركيب مجرى قنوات التوصيل بحيث يكون قمة مجرى القناة على عمق ٣٦ بوصة كحد أدنى.
  - وفي حالة تعذر بلوغ عمق ٣٦ بوصة نظرًا لوجود العوائق غير الأرضية، ومن ثم يمكن تركيب مجرى القناة في عمق أكثر ضحالة. ويوصى بالتغليف الخرساني المصبوب بعمق ١٢ بوصة لمثل هذه التركيبات ولا يجب تحت أي ظرف من الظروف أن يكون الجزء العلوي من مجرى التوصيل أقل من ١٨ بوصة من الدرجة النهائية.
  - وتُحفر قنوات التوصيل الاتجاهية بحد أدنى ١,٥ متر أسفل المجاري المائية.
  - ويجب حفر قنوات التوصيل الاتجاهية بحد أدنى ٣ تحت طبقات السكك الحديدية أو وفقًا للنحو التوجيهي أو المطلوب من شركة السكك الحديدية.

وفي حالة تصميم المسارات المحفورة في الخطط، ينبغي على المصمم عدم رسم مسار قنوات التوصيل بانحناءات حادة، بل يجب استخدم انحناءات واسعة وفقًا لما هو متوقع إما للخنادق أو التجاويف.

- كما تتطلب عملية الانتقال بين أنواع قنوات التوصيل وجود الانتقال في صندوق السحب.
- ويرد فيما يلي إرشادات التهيئة لصندوق السحب:
  - وفي العادة تكون صناديق السحب المُستخدمة لكابلات الألياف البصرية متباعدة من ٢٠٠ إلى ٤٠٠ متر.
  - كما يجب وضع صندوق السحب في كل طرف للتجويف الاتجاهي.
  - وعادةً ما تحدد مواقع الجهاز وضع صناديق السحب لأن صناديق السحب مطلوبة لتضفير كابل الإسقاط في معظم الحالات في كل جهاز.
  - وفي حالة أن طول كابل الإسقاط من الألياف البصرية هو ≥ ٩ أمتار، تكون صناديق السحب ضرورية فقط في الطرف الأساسي لكابل الإسقاط.
  - ويكون صندوق السحب و/ أو صندق السحب الإلكتروني مطلوبًا بشكل مباشر قبل الجسر وبعده أو أي حالة أخرى حيث يوجد هناك انتقال بين قنوات التوصيل، على سبيل المثال في موقع الجهاز أو نقطة الوصل للكابلات الجذعية من الألياف البصرية.
  - أما عن تركيبات الطرق الشريانية أو الطرق في المناطق الحضرية، من الشائع استخدام صندوق السحب من النوع ٥ عندما تكون هناك حاجة إلى العديد من قنوات التوصيل أو على امتداد كابلات الألياف البصرية الجذعية أو أعمال الصيانة لارتخاء الأسلاك أو كابلات الإسقاط للجهاز أو عمليات التضفير للنوع من بكرة إلى بكرة.
  - وعادةً لا تُوضع صناديق السحب في المواقع التي يُتوقع أن تتواجد بها المركبات بشكل اعتيادي. يجب أن تكون تصنيفات أو تصميمات حمولة صندوق السحب وفقًا للنحو المبين في الخطط التي تمثل إحدى الخطط التالية:
  - المعهد الأمريكي للمواصفات الوطنية المستوى ١٥- حمولة تصميم بوزن ١٥,٠٠٠ رطل وحمولة اختبار بوزن ٢٢,٥٠٠ رطل. وهو مصمم للممر وساحات وقوف المركبات واستخدامات الطرق الخاضعة لحركة مرور المركبات الثقيلة غير المقصودة من حين لآخر.
  - المعهد الأمريكي للمواصفات الوطنية المستوى ٢٢ - حمولة تصميم بوزن ٢٢,٥٠٠ رطل وحمولة اختبار بوزن ٣٣,٧٥٠ رطل. وهو مصمم للممر وساحات وقوف المركبات واستخدامات الطرق الخاضعة لحركة مرور المركبات الثقيلة غير المقصودة (الاحتمالية الأكبر من صناديق المستوى ١٥) من حين لآخر.
  - الجمعية الأمريكية لموظفي الطرق والنقل اتش-٢٠- وفي العادة لا تستخدمه الجهة المُختصة. وهو مصمم لاستخدامات حركة مرور المركبات المقصودة فقط.
- وسوف تتطلب الانحناءات الحادة أو التغييرات المتكررة للاصطفاف صناديق سحب إضافية.

١٣-١-٣ إرشادات تعيين الموقع/ التثبيت:

تُوزع معدات أنظمة الاتصالات الفعالة وغير الفعالة لأجهزة أنظمة النقل الذكية إما غير أرضية (الكابلات وقنوات التوصيل) أو في مناطق أرضية معينة بحيث تكون فيها الظروف البيئية المحيطة مناسبة وتُوضع المعدات الفعالة بالوحدات الخارجي في خزانات أو رفوف داخل المباني. ويرد تفصيليًا في الأبواب التالية معظم المعلومات المرتبطة بوضع عناصر الاتصالات المعنية.

١٣-٢ المواصفات:

يعرض هذا الجزء تفصيليًا متطلبات وإرشادات تصميم معدات شبكة الاتصالات لتلبية الاحتياجات اللازمة لتشغيل أنظمة النقل الذكية.

تستند شبكة الاتصالات إلى المواصفات المفتوحة المعتمدة دوليًا، وأن تستوعب التقنيات والبروتوكولات وخاصةً المحددة لأنظمة النقل الذكية. ويشمل هذا اتصالات النقل الوطنية لبروتوكول أنظمة النقل الذكية وإدارة ومراقبة المرور في المناطق الحضرية.

ويشمل هذا الجزء متطلبات شبكة الاتصالات لتوفير أنظمة النقل الذكية في المملكة العربية السعودية. ويتم تهيئة الشبكة بهذه الطريقة من أجل توفير الوصول من طرف إلى طرف آخر بسهولة لأنظمة النقل الذكية في الحالات التالية.

- التوصيل من ميدان إلى ميدان آخر.
- التوصيل من مركز إلى ميدان.
- التوصيل من مركز إلى مركز آخر.

وتتكون الشبكة من العناصر التالية متصلة معًا في التهيئة المناسب لتقديم الخدمة المناسبة.

- كابلات الألياف البصرية
- معدات الارسال للخطوط الثابتة
- معدات الارسال اللاسلكية
- كابلات البيانات

- الأجهزة الطرفية.

١٣-٢-١ المتطلبات غير الوظيفية:

تُطبق المتطلبات غير الوظيفية ما لم يُذكر خلاف ذلك بالنسبة لبعض أنواع المعدات في إطار الأجزاء المعنية.

١٣-٢-١-١ الموثوقية:

وتُصمم معدات شبكة الاتصالات بحيث تعمل بشكل مستمر طوال العمر التشغيلي للخدمة لمدة ١٥ سنة في حالة استخدامها في طرق المملكة العربية السعودية.

وتوفر الشركات المصنعة الدعم لكافة معدات شبكة الاتصالات لمدة ١٥ عامًا.

ويكون لدى العناصر الفردية من المعدات متوسط وقت بين حالات الأعطال يزيد عن ٥٥,٠٠٠ ساعة. وترصد وتسجل الجهة المُختصة ونظام إدارة الأصول لأنظمة النقل الذكية للهيئات الحكومية هذه المتطلبات.

وتُصمم عُقد الوصول متعددة البرتوكول من أجل التشغيل المستمر طوال العمر التشغيلي للخدمة لمدة ٥٠ عامًا بصرف النظر عن الموقع ووفقًا لتوصيات الشركة المصنعة.

ويجب أن يكون لدى عقدة الوصول متعددة البرتوكول متوسط وقت بين حالات الأعطال يزيد عن ٤٢٧,٢٠٠ ساعة ويجب إثباتها من خلال الحساب النظري باستخدام المواصفات الميكانيكية والكهربائية المعتمدة.

١٣-٢-١-٢ المتطلبات البيئية:

وتحافظ شبكة الاتصالات شاملًا كافة الكابلات والمكونات الخاصة بها الموجودة على سطح الأرض أو تحته على الأداء الوظيفي الكامل واستمرار عملها في نطاق هذه المواصفات عند إخضاعها لبيئة العمل في المملكة العربية السعودية.

يجب أن تحافظ جميع معدات أنظمة النقل الذكية على وظائفها الكاملة وأن تواصل العمل ضمن حدود هذه المواصفات عندما تخضع لبيئة العمل في المملكة العربية السعودية.

يجب أن تؤدي كافة المعدات وظائفها وتعمل وفقًا للمواصفات الموضحة لدرجات الحرارة المحيطة التي تتراوح من ٠ إلى ٥٥ درجة حرارة مئوية وتتراوح الرطوبة النسبية من ٠- ١٠٠٪.

وتحافظ عقدة الوصول متعددة البرتوكول على الأداء الوظيفي الكامل واستمرار عملها في نطاق هذه المواصفات عند إخضاعها لبيئة العمل في المملكة العربية السعودية.

وتؤدي عقدة الوصول متعددة البرتوكول وظائفها وتعمل وفقًا للمواصفات أو أفضل، في درجات حرارة محيطة تتراوح من ٠ درجة مئوية إلى + ٨٥ درجة مئوية وتتراوح الرطوبة النسبية غير المكثفة من ٥- ٩٥٪.

وتعمل عقدة الوصول متعددة البرتوكول في النطاق المحدد لدرجات الحرارة دون استخدام مراوح التبريد.

ويكون لدى جميع الوحدات النمطية لجهاز الإرسال والاستقبال المصغر الذي يعمل بشكل مباشر المزودة بعقدة الوصول متعددة البروتوكولات درجات حرارة تشغيل تتراوح من ٠ درجة مئوية إلى + ٧٥ درجة مئوية وتتراوح الرطوبة النسبية غير المكثفة من ٥- ٩٥٪.

١٣-٢-١-٣ المتطلبات الميكانيكية والمبيت:

يجب أن تُصنف عقدة الوصول متعددة البرتوكول على أنها متينة وأنها تحتوي بالكامل على عُلب معدنية بالكامل.

أما عن المواقع الداخلية، يجب أن يوفر المبيت لعقدة الوصول متعددة البرتوكول على الأقل درجة حماية ٤٠ المقاومة لرذاذ المياه. وبالنسبة للمواقع الخارجية، يجب تركيب عُقد الوصول متعددة البرتوكول بداخل المبيت للعلب التي توفر درجة حماية عند الدخول بدرجة ٦٥ المقاومة للغبار والمحمية ضد الدفع المائي منخفض الضغط كحد أدنى.

يجب أن تكون عُقد الوصول متعددة البرتوكول المُركبة على قضبان مطابقة لمواصفات (IEC 60175 / EN 50022). يجب تركيب القطبان المطابقة لمواصفات الصناعة الألمانية على لوحة تثبيت خلفية متوافقة مع الكابينة. ولهذا الغرض، يجب توفير أدوات التركيب المناسبة.

وفي حالة الحاجة إلى مكون مزود الطاقة الخارجي لتشغيل عقدة الوصول متعددة البروتوكولات، يجب توفير الوسائل اللازمة لتركيب مزود الطاقة بشكل آمن في رف أو لوحة تركيب خلفية داخل الكابينة لمنعها من الإزاحة من موضعها عن طريق الخطأ.

وينبغي على المقاول تركيب عقدة الوصول متعددة البروتوكولات وفقًا لإجراءات التركيب الموصى بها من الشركة المصنعة.

١٣-٢-١-٤ التوافق الكهرومغناطيسي:

يجب أن تعمل عُقد الوصول متعددة البروتوكولات عند تشغيلها بشكل صحيح ضمن نطاق الحدود التي تحددها (EN55022 Class A) أو هيئة الاتصالات الفيدرالية، الجزء ١٥، الجزء الفرعي ب، الفئة أ.

١٣-٢-١-٥ التوثيق:

يجب تقديم الوثائق التي تثبت أنه تم معايرة كافة معدات الاختبار في غضون اثني عشر (١٢) شهرًا من تاريخ إجراء الاختبار وتُدرج نسخة من وثائق المعايرة المقدمة مع معدات الاختبار.

١٣-٢-١-٦ التشغيل:

يجب تركيب عُقد الوصول متعددة البروتوكول في المواقع/ أو الكبائن المحددة في رسومات العقد.

وينبغي أن يسمي المقاول الجهاز باسمه بوضوح وبعنوان بروتوكول الإنترنت.

كما يجب على المقاول تهيئة معلمات عُقد الوصول متعددة البروتوكول، كحد أدنى، استنادًا إلى المعلومات المقدمة من الجهة المُختصة والهيئات الحكومية:

- إدارة عنوان بروتوكول الإنترنت والشبكة الفرعية ونقطة الاتصال بين شبكتين
- أسماء المستخدمين وكلمات السر المعقدة
- اسم الجهاز وموقعه (وفقًا لاتفاقية التسمية)
- خادم الوقت وخادم نظام أسماء النطاقات (إذا كان متوفرًا)
- تهيئة بروتوكول إدارة الشبكة البسيط (المستخدمون والمجموعات وأجهزة استقبال المصائد)
- اسماء منفذ الإنترنت (وفقًا للأجهزة المتصلة والمحولات المجاورة)
- تهيئة الشبكة المحلية الافتراضية (إنشاء الشبكة المحلية الافتراضية وتعيين منفذ الشبكة المحلية الافتراضية)
- تهيئة الشجرة الممتدة.

يجب على المقاول إثبات أن كافة الأجهزة المتصلة بعُقد الوصول متعددة البرتوكول يمكن الوصول إليها من عقدة الوصول متعددة البرتوكول على عناوين بروتوكول الإنترنت المُحدد من الجهة المُختصة والهيئات الحكومية.

وينبغي على المقاول إثبات أن تهيئة بروتوكول الشجرة الممتدة المتعدد وبروتوكول الشجرة الممتدة السريع لعُقد الوصول متعددة البرتوكول من خلال توصيل الأجهزة وفقًا لتخطيط طوبولوجيا الشبكة.

وتُصدر التهيئة النهائية وتُقدم كجزء من وثائق نتائج الاختبار.

١٣-٢-٢ المتطلبات الوظيفية:

١٣-٢-٢-١ متطلبات توصيل الكابلات:

١٣-٢-٢-١-١ متطلبات كابل الألياف البصرية:

ويجب أن يكون كابل الألياف البصرية عازلًا بالكامل للكهرباء ومملوء بخيوط النسيج ويحتوي على الأنابيب الفضفاضة ومتناثر وغير مزاح بالتشتت ويحتوي على الألياف أحادية النمط مع ألياف ضوئية لذروة انخفاض منسوب المياه وخالي من الهلام ومناسب لعمليات التركيب للوحدات الخارجية غير الأرضية.

كما يجب أن تكون خيوط الألياف البصرية متوافقة من حيث التضفير مع الألياف أحادية النمط الغير مزاحة بالتشتت ولا تتطلب معدات إلكترونية لتعويض التشتت بين الألياف البصرية الجديدة والحالية.

ويجب أن تكون خيوط كابلات الألياف البصرية وفقًا لما يلي:

- توصية قطاع توحيد مقاييس الاتصالات التابع للاتحاد الدولي للاتصالات للمواصفة G.٦٥٢.D،
- EN 60793-2.
- EN ٦١٣٠٠.

يجب استخدام الجدول (١٣-٦)

الجدول (١٣–٦) مواصفات تحديد حجم كابل الألياف البصرية (NTCIP).

الهندسة	القيمة
قطر الغلاف	١٢٥ ميكرومتر، ± ٠,٧ ميكرومتر
تركيز الغلاف المحوري	≥ ٠,٥ ميكرومتر
عدم دائرية الغلاف	≥ ٠,٧ %
قطر حقل النمط	١٥٥٠ نانومتر؛ ١٠,٤ ميكرومتر، ± ٠,٥ ميكرومتر
قطر الغلاف	٢٤٥ ميكرومتر، ± ٠,٥ ميكرومتر
القطر الاسمي للألياف الضوئية الملونة	٢٥٠ ميكرومتر، ± ١٥ ميكرومتر
توهين كابل الألياف البصرية	١،٣١٠ نانومتر، ≥ ٠,٤ ديسيبل/ كم؛ ١،٥٥٠ نانومتر، ≥ ٠,٣ ديسيبل/ كم، ١١٦٢٥ نانومتر، ≥ ٠,٢٥ ديسيبل/ كم
نقطة الانقطاع	١،٣١٠ نانومتر، ≥ ٠,٠٥ ديسيبل/ كم؛ ١،٥٥٠ نانومتر، ≥ ٠,٠٥ ديسيبل/ كم

ويجب أن يحتوي كابل الألياف البصرية على الأنابيب العازلة الفضفاضة التي تعزل الألياف البصرية الداخلية عن القوى الخارجية وتوفر الحماية من الأضرار المادية وكذلك دخول المياه وخروجها. ويجب أن تسمح الأنابيب العازلة بالتمدد والانكماش للكابل دون إحداث ضرر للألياف الضوئية الداخلية. وينبغي أن يحتوي كل أنبوب عازل لكابل الألياف البصرية على ١٢ خيطًا.

وينبغي أن تتوافق عملية وضع العلامات على الألياف البصرية والأنابيب العازلة وترميزها بالألوان مع متطلبات صناعة الاتصالات وفقًا للنحو المبين تفصيليًا في:

- EIA/TIA-٥٩٨-D
- EN ٦٠٧٩٣-٢.

كما يجب تلوين الألياف البصرية بأحبار قابلة للعلاج بالأشعة فوق البنفسجية بحيث تظل قابلة للتمييز بوضوح وفقًا للون المقصود.

ويحتوي كابل الألياف البصرية على عامل قوة مركزي عازل للكهرباء وعامل قوة خارجي عازل للكهرباء لمنع انحناء الكابل وتوفير قوة الشد. ويتحمل كابل الألياف البصرية شدة سحب بقوة ٢٧٠٠ نيوتن دون إحداث ضرر لأي من مكونات كابل الألياف البصرية.

وينبغي أن يشمل كابل الألياف البصرية على مادة حجز المياه الجافة لمنع دخول الماء داخل الغطاء الخارجي للكابل. وينبغي أن تكون مواد حجز المياه غير غذائية وعازلة للكهرباء ومتجانسة وخالية من الأوساخ والأجسام الغريبة. ويُطبق استخدام مادة حجز المياه الجافة طوليًا حول الجزء الخارجي من الأنابيب العازلة المركزية. ويجب أن تمتثل مادة حجز المياه لمتطلبات المواصفة (EN 61300-2-45)

كما يحتوي كابل الألياف البصرية على ما لا يقل عن حبل تمزيق واحد تحت الغلاف الخارجي. وينبغي أن يساعد حبل التمزيق في إزالة الغلاف الخارجي باليد أو باستخدام الكماشة.

ويجب أن يحتوي كابل الألياف البصرية على قضبان لإضفاء التماثل مع الجزء العرضي عند الاقتضاء.

وتُوضع علامة على الغطاء الخارجي للكابل باسم الشركة المصنعة مع توضيح نوع الألياف وعدد خيوط الألياف وتاريخ التصنيع وطول الكابل. وتكون العلامات الموضوعة مقروءة ولها لون يختلف عن لون الغطاء الخارجي.

كما ينبغي أن يستوفي الكابل المراد تركيبه في الأنفاق لمتطلبات (NFPA 502A).

ويكون لدى كابل الألياف البصرية القدرة على تحمل الحد الأدنى لنصف قطر الانحناء المُفرغ البالغ ١٦٠ ملم، والحد الأدنى لنصف قطر الانحناء المُفرغ البالغ ١٠٥ ملم لشدة السحب البالغة ٢,٧٠٠ نيوتن ولا يؤثر انحناء كابل الألياف البصرية للحد الأدنى لنصف قطر الانحناء على الخصائص الضوئية للألياف.

وينبغي أن يكون لدى كابل الألياف البصرية القدرة على تحمل اختبارات تغلغل المياه وفقًا للمواصفة (EN 61300-2-45).

ولابد من احتواء كل طبل لكابلات الألياف البصرية على أغطية واقية مثبتة على أطراف كابل الألياف البصرية. وينبغي تركيب هذه الأغطية بمجرد الانتهاء من إجراء اختبارات تصنيع الكابلات في المصنع ولا يجوز إزالتها حتى يصبح الكابل جاهزًا للتضفير أو الإنهاء.

٢-١-٢-١٣-٢ متطلبات كابل البيانات الإيثرنت:

ويوفر الجدول (١٣-٧) أداء يصل إلى ٥٠٠ ميجاهرتز للفئة ٦a (Cat6a) ومناسب لكابل الإيثرنت المزدوج المجدول (10BASE-T) وكابل الإيثرنت السريع (100BASE-TX) وكابل جيجابت إيثرنت (1000BASE-T) وكابل ١٠ جيجابت إيثرنت (10GBase-T Standard) كما يمكن استخدام الكابل لنقل الاشارات الأخرى مثل اشارات الهاتف والفيديو.

وينبغي أن يستوفي الكابل شروط:

- ISO/IEC ١١٨٠١
- IEC ٦١١٥٦-٥
- EN ٥٠١٧٣
- EIA/TIA ٥٦٨-A

ويجب أن يكون الكابل غير مصنف ويحتوي على ٤ من الكابلات الثنائية المجدولة من الموصلات النحاسية ذات الخصائص التالية؛

- وينبغي أن تكون قطر الموصلات ٠,٥ ملم (بحجم ٢٤ وفقًا لمقياس الأسلاك الأمريكي)
- ويحتوى على عازل من البولي إيثيلين العالي الكثافة لتلبية متطلبات الترميز اللوني للمواصفة الفنية (EIA/TIA ٥٦٨-A).
- وتبلغ أقصى مقاومة للتيار المستمر للموصلات ٩٥ أوم/ كم
- والمقاومة (١,٠ - ٢٥٠ ميجا هرتز): ١٠٠ ± ١٥ أوم
- ويكون ثنائي المواسعة الأرضية غير المتوازنة أقل من ٣٣٠ لسرعة التدفق/ ١٠٠ متر
- والمقاومة غير المتوازنة أقل من ٥٪
- ولا تقل النسبة الإجمالية للدخان المنخفض والغلاف الخارجي الخالي من الهالوجن (LS٠H) عن ٠,٥ ملم لسمك الجدار.

أما عن الاستخدام الخارجي (أي الموجود في مجاري التوصيل والعلب الأرضية المثبتة ومعدات أنظمة النقل الذكية)، ينبغي أن يكون للكابل غلاف خارجي من البولي إيثيلين المبثوق بحيث لا يقل سمك الجدار عن ١,٨ملم.

وفي حالة تركيب الكابل في الأنفاق أو البيئات الأخرى التي يكون فيها الحريق خطرًا معترفًا به، يجب تصنيع الغلاف الخارجي من المكون الخالي من الهالوجن بحيث لا يقل سمك الجدار عن ٢,٠ ملم. ويجب أن يستوفي الكابل منخفض الدخان والخالي من الهالوجن لمتطلبات مقاومة الاشتغال لمواصفة اللجنة الكهروتقنية الدولية ٦٠٣٣٢-٣-٢٤.

وينبغي أن يكون لكابل البيانات الإيثرنت وصلة طرفية عند كل طرف في نظام النهايات الطرفية للمقبس المسجل (أر جي ٤٥). ويجب أن يكون للكابل وصلة طرفية من خلال استخدام وصلة إزاحة العزل للنهايات الطرفية "ضغط الأسلاك". كما تكون معدات أنظمة النقل الذكية ووحدات التحكم الموجودة على جوانب الطريق ومعدات الاتصالات مترابطة مع بعضها البعض باستخدام أسلاك التوصيل المؤقتة كات ٦والنهايات الطرفية أر جي ٤٥ في كل طرف مع الامتثال للمواصفة الفنية (EIA/TIA ٥٦٨).

الجدول (١٣–٧) عرض الموجة للكابل (NTCIP).

السرعة	المسافة (م)	الاسم	الواصفة/ العام	الوصف
١٠ ميجابت	١٠٠ (الاسمية)	١٠BaseT	١٩٩٠ ٨٠٢,٣i	يمر فوق ٤ أسلاك (٢ من الأزواج المجدولة) في كابل من الفئة ٣ أو الفئة ٥.
١٠٠ ميجابت	١٠٠	١٠٠Base-TX	٨٠٢,٣u	٣-MLT ٤B٥B الإشارات المشفرة. الكابل النحاسي من الفئة ٥ مع ٢ من الأزواج المجدولة.

السرعة	المسافة (م)	الاسم	الواصفة/ العام	الوصف
١,٠٠٠ ميجابت (١ جيجابت)	١٠٠	١٠٠٠Base-T	٨٠٢,٣ab ١٩٩٩	PAM-٥ الإشارات المشفرة. يكون على الأقل كابل من الفئة e٥ مع ٤ من الكابلات النحاسية الثنائية المجدولة. ويتم استخدام كل زوج من الأسلاك في كلا الاتجاهين في نفس الوقت. ويعتبر الكابل من الفئة ٦ هو الشكل المعتمد الآن.
١٠,٠٠٠ ميجابت (١ جيجابت)	١٠٠	١٠GBase-T	٨٠٢,٣an ٢٠٠٦	THP PAM-١٦. استخدامات الكابلات من الفئة ٦a
٤٠،٠٠٠ ميجابت (٤٠ جيجابت)	أكبر من ٣٠	٤٠Gbase-T	٨٠٢,٣bq	قيد التطوير في الوقت الحالي. الاستخدامات المشفرة من ١٠GBase-T على الكابل البيانات المغطى المقترح من الفئة ٨,٢/٨,١

٣-١-٢-٢-١٣ متطلبات علب تضفير الألياف البصرية:

يجب تركيب علب تضفير الألياف البصرية حين يلزم تضفير نهايتين أو أكثر من الكابلات.

وينبغي أن توفر علب التضفير مساحة للألياف الضوئية المجدولة والألياف البصرية غير المجدولة والأنابيب العازلة.

ويجب أن تتضمن علب التضفير على فتحات في الغلاف الخارجي في الكابل، بجانب تنظيم خيوط الألياف البصرية وتخزينها.

كما تتضمن علب التضفير على حاملات للوصلات المجدولة وأن تكون قابلة للتوسيع من أجل التوسع المستقبلي.

وينبغي أن تمتثل علب التضفير مع

- شركة تيكلورديا تيكنولوجيز GR-٧٧١-CORE
- المواصفات EN ٦٢١٣٤-١

ويجب اختيار علب التضفير بالشكل الذي يجعل إمكانية استيعاب العدد المناسب من خيوط الألياف البصرية.

ولا يجوز إخضاع الألياف المجدولة داخل علبة تضفير لنصف قطر الانحناء الأصغر من ٣٠ ملم، كما لا يجوز إخضاع الأنابيب العازلة لنصف قطر الانحناء الأصغر من ٤٠ ملم.

وتوفر علب التضفير أغطية للنهايات الطرفية للولوج لكابل الألياف البصرية لاستيعاب ما لا يقل عن تركيب كابلين (٢) من الألياف البصرية الجذعية وكابلين (٢) إسقاط من الألياف البصرية. ويجب أن يكون للأغطية القطر المناسب للكابل المجدول الذي يجري جدولته.

كما تضم علب التضفير كافة الألياف البصرية المجدولة بداخلها. ولا يجوز أن تؤدي علب التضفير إلى إحداث ضرر بالسلامة الميكانيكية والبيئية لكابلات الألياف البصرية الموجودة بها.

٤-١-٢-٢-١٣ معدات النهايات الطرفية لكابلات الألياف البصرية:

يناقش هذا الجزء المتطلبات العامة لتوريد "معدات النهايات الطرفية لحاملات كابلات الألياف البصرية" وتركيبها وتشغيلها وفقًا للمواصفات و/أو للرسومات التفصيلية لتصميم المشروع لتحقيق الأغراض التالية:

- توفير بيئة قوية وآمنة لاحتواء نوى كابلات الألياف البصرية المجردة عند نقطة التضفير أو في النهاية الطرفية.
- إدارة كابلات الألياف البصرية.
- تأمين الاتصالات الموثوقة من خلال معدات الاتصالات الفعالة.
- تؤيد هذه المواصفات الأنواع التالية من المعدات:
- حاملات كابلات الألياف البصرية ذات الفواصل
- كاسيتات الأسلاك المجدولة
- لوحات التوصيل
- تجميعات كابلات الألياف البصرية.

١٣-٢-٢-١-٥ متطلبات حاملات كابلات الألياف البصرية ذات الفواصل:

يجب أن تحتوي حاملات كابلات الألياف البصرية ذات الفواصل على لوحة التوصيل الخلفية التي يمكن الوصول إليها لإنهاء كابلات الألياف البصرية.

وينبغي أن تكون حاملات كابلات الألياف البصرية ذات الفواصل قابلة للتثبيت إما على حامل مقاس ١٩ بوصة أو على القطبان المطابقة لمواصفات الصناعة الألمانية وفقًا لرسومات العقد.

ويجب أن يكون لدى حاملات كابلات الألياف البصرية ذات الفواصل القابلة للتثبيت على حامل مقاس ١٩ بوصة حاملة وصول منزلقة خلفية.

وتوفر حاملات كابلات الألياف البصرية ذات الفواصل القابلة للتثبيت على القطبان المطابقة لمواصفات الصناعة الألمانية منافذ كافية للأطراف النهائية ما لا يقل عن ٦ ألياف وضفائر لكل كابل من الألياف البصرية.

ويجب أن تكون كافة حاملات كابلات الألياف البصرية ذات الفواصل المركبة في نفس الكابينة موردة من نفس المورد.

وتكون كافة حاملات كابلات الألياف البصرية ذات الفواصل قابلة للمبيت والإنهاء لعوامل القوة المركزية أو الطرفية لكافة الكابلات الموصولة بحاملات كابلات الألياف البصرية ذات الفواصل.

ويجب تأمين كل كابل ألياف فردي موصول بحاملات كابلات الألياف البصرية ذات الفواصل حتى نقطة (نقاط) تحديد عامل القوة.

وينبغي استخدام سدادات الكابلات المطاطية التي يُوصل فيها الكابل (الكابلات) بحاملات كابلات الألياف البصرية ذات الفواصل.

وتكون السعة الداخلية كافية للتخزين المنظم بطول متر واحد على الأقل من كل طرف لكابل الألياف البصرية قبل التضفير.

متطلبات لوحات التوصيل

وينبغي أن تكون لوحات التوصيل مناسبة للتركيب في العلبة مع إعدادات التركيب.

ويُحبذ أن تعمل لوحات التوصيل بتصميم بزاوية لتحسين توجيه سلك التوصيل.

وتعمل لوحات التوصيل من خلال المصاريع لمنع دخول الحطام إلى المنافذ غير المستخدمة.

ويكون للوحات التوصيل موصلات طرفية بما لا يقل عن ١٢ موصل للوحة التوصيل. وتُركب الموصلات والأطراف النهائية في المصنع

وتكون الأطراف النهائية والموصلات لكابلات الألياف البصرية من نوع ارتباط الأحادي الموصل (موصل المشترك/ الموصلات المصقولة بزاوية)، أي موصلات المشترك التي تتميز بأنها موصلات مصقولة بزاوية ويجب أن تُصمم للألياف الضوئية أحادية النمط بحجم ١٢٥/٩ ميكرومتر.

ويكون لدى الموصلات ذات الارتباط أحادي الموصل (موصل المشترك/ الموصلات المصقولة بزاوية) نهاية طرفية لسطح الاتصال بزاوية تتراوح بين ٧,٥ وبين ٨,٥ درجة (٨ درجات اسمية) وتكون خسارة المرتجعات للمجموعة الثنائية بمقدار ٦٥ ديسيبل أو أكثر.

ويجب أن تستوفي موصلات الألياف البصرية لمتطلبات أيًا من:

- IEC/EN 61753-021-3 (الارشادات العامة)
- IEC 61754-4 (الموصل الأم من النوع موصل المشترك)

ويجب إجراء اختبار موصلات الألياف البصرية وفقًا للواصفة (GR-٣٢٦-CORE) لشركة تيكلورديا تيكنولوجيز/ بيلكور.

يجب تركيب مجموعات التوزيع الموسع للأنابيب العازلة في حالة انهاء كابلات الألياف البصرية. وتدعم كل مجموعة مثبتة ١٢ خيطًا من الألياف البصرية المتوافقة مع كابلات الألياف البصرية التي يُجرى انهاؤها ويتم الترميز اللوني لها لمطابقة نظام ألوان الألياف البصرية.

١٣-٢-٢-١-٦ متطلبات كاسيتات الأسلاك المجدولة:

ويكون لكاسيتات الأسلاك المجدولة ارتباط آمن في العلبة ويمكن الوصول إليه في كافة الأوقات.

وتوفر كاسيتات الأسلاك المجدولة مساحة كافية لكابلات الألياف البصرية المجدولة وكذلك أي ألياف غير مستخدمة.

وتُثبت كاسيتات الأسلاك المجدولة الأنابيب العازلة في مكانها بشكل صارم وتوفر الحماية للأسلاك المجدولة بالانصهار.

ويجب أن تستوعب كاسيتات الأسلاك المجدولة الحد الأدنى لنصف قطر الانحناء لخيط الألياف البصرية.

وتحتوى كاسيتات الأسلاك المجدولة على غلاف بلاستيكي شفاف للسماح بالمعاينة الضوئية للألياف المخزنة داخلها.

١٣-٢-٢-١-٧ متطلبات تجميعات كابلات الألياف البصرية:

وتتكون الضفائر من ألياف ضوئية أحادية النمط ١٢٥/٩ ميكرومتر مع الوصلات المُركبة في المصنع على أحد طرفي الكابل والألياف البصرية التي لا تحتوي على طرف نهائي على الطرف الآخر.

ويجب أن تُركب تجميعات الموصلات التي بها طرف نهائي مسبق في المصنع وأن يكون أجري لها الاختبار بنسبة ١٠٠٪ من أجل الإدراج وخسارة المرتجعات. ويجب أن يكون خيط الألياف البصرية محمي بغلاف خارجي عازل ضيق لحماية الألياف البصرية بصورة ميكانيكية.

ويكون الحد الأقصى لخسارة الإدراج ٠,٢ ديسيبل أو أقل لكل موصل باستخدام إجراء الاختبار للمواصفة الفنية (EIA/TIA-٤٥٥-٣٤-A) (إجراء اختبار الألياف البصرية ٣٤).

ويكون الحد الأدنى لخسارة المرتجعات ٦٥ ديسيبل لكل موصل باستخدام إجراء الاختبار للمواصفة الفنية (EIA/TIA-٤٥٥-١٠٧-A) (إجراء اختبار الألياف البصرية ١٠٧).

وتكون الضفائر المستخدمة للأطراف النهائية لكابلات الألياف البصرية للوحدات الخارجية مغلفة بحزمة بحيث تتكون كل حزمة من اثني عشر (١٢) أو ستة (٦) خيوط ألياف ضوئية مغلفة في غلاف عادي.

وتكون الضفائر المستخدمة للأطراف النهائية الموجهة إلى الجهاز مُغلفة بحزمة بحيث تتكون كل حزمة من خيط واحد من الألياف البصرية (أحادي الاتجاه) أو زوج واحد من خيط الألياف البصرية (ثنائي الاتجاه) مُغلف في غلاف عادي.

ما لم ينص على خلاف ذلك على وجه التحديد، يجب أن يتوافق الغلاف الرئيس للألياف الضوئية في حزم الضفيرة مع متطلبات صناعة الاتصالات وفقًا للنحو المبين تفصيليًا في:

- EIA/TIA-٥٩٨-D (الترميز اللوني)
- IEC/EN 61753-052-3 (الأداء)

وينبغي أن تكون أسلاك التوصيل للألياف الضوئية أحادية النمط بطول ١٢٥/٩ ميكرومتر وأن تُنهى الألياف البصرية لموصل المشترك/ الموصلات المصقولة بزاوية في كلا الطرفين.

ويجب أن تكون أسلاك التوصيل مُغلفة بحزمة بحيث تتكون كل حزمة من خيط واحد من الألياف البصرية (أحادي الاتجاه) أو زوج واحد من خيط الألياف البصرية (ثنائي الاتجاه) مُغلف في غلاف عادي. وينبغي أن يكون طول أسلاك التوصيل ٢,٠ متر ما لم يكن هناك حاجة إلى أطوال أكبر لتناسب ظروف التركيب أو مطلوبًا بخلاف ذلك على وجه التحديد.

١٣-٢-٢-١-٨ المتطلبات الميكانيكية والمبيت

ويجب تركيب حاملات كابلات الألياف البصرية ذات الفواصل على حامل وأن تُثبت على القضبان المطابقة لمواصفات الصناعة الألمانية استنادًا إلى الموقع المحدد وكما هو مبين في رسومات المشروع وفقًا لما يلي:

- IEC 60297 - EIA/TIA 310-D (للتثبيت على حامل مقاس ١٩ بوصة)
- IEC 60175 / EN 50022 (للتثبيت على القضبان المطابقة لمواصفات الصناعة الألمانية).

وينبغي على المقاول تركيب المعدات وفقًا لإجراء التركيب الموصى به من الشركة المصنعة.

١٣-٢-٢-١-٩ متطلبات موهنات كابل الألياف البصرية:

ويجب أن تكون موهنات الألياف البصرية أجهزة غير فعالة (أي لا تتطلب طاقة كهربائية) تخفف من قوة الإشارة الضوئية بمقدار محدد من الديسيبل وعلى طول الموجة الضوئية المعنية.

وينبغي أن تكون الموصلات الموجودة في موهنات الألياف البصرية من النوع العاكس للضوء/ الموصلات المصقولة بزاوية. ويجب أن تكون الموصلات من النوع المؤنث.

ما لم ينص على خلاف ذلك على وجه التحديد، يجب أن يكون طول الحد الأقصى لكابل الألياف البصرية الملحق بموهنات الألياف البصرية ١,٠ متر.

وينبغي أن تكون خسارة الإدراج لموهن الألياف البصرية ٠,٢ و/ أو أقل لكل موصل باستخدام إجراء الاختبار للمواصفة الفنية (EIA/TIA-٤٥٥-٣٤).

ويجب أن تكون خسارة المرتجعات لموهن الألياف البصرية ٥٠ ديسيبل لكل موصل باستخدام إجراء الاختبار للمواصفة الفنية (EIA/TIA-FOTP-١٠٧).

ويكون لموهنات الألياف البصرية مستوى توهين ثابت بالغ ١، ٢، ٥، ١٠، ١٥، ٢٠، ٢٥ ديسيبل للطول (الأطوال) الموجية المستخدمة.

١٣-٢-٢-١-١٠ معدد الإرسال الضوئي الإضافي والإرسال المتعدد الخاص بتقسيم الطول الموجي:

يجب أن توفر معددات الإرسال الضوئي الإضافي الاستخدام المشترك لقناة (قنوات) الاتصالات ذات السعة العالية من خلال وصلات الاتصالات المتعددة ذات السرعة المنخفضة. وينبغي أن تدعم معددات الارسال الربط الشبكي للوحدات المماثلة والربط فيما بينهم من خلال مجموعة أو مجموعات من الألياف البصرية الرئيسة، وبذلك تنشئ شبكة يمكن فيها توجيه تدفقات البيانات من أي من الأجهزة المتصلة بأي معدد ارسال في الشبكة إلى أي جهاز آخر متصل بأي جزء من الشبكة.

وتتضمن معددات الإرسال الضوئي الإضافي المواد التي تستخدم تقنيات الإرسال المتعدد الخاصة بتقسيم الطول الموجي. ويجب أن تكون معددات الإرسال الضوئي الإضافي المرتبطة بالإرسال المتعدد الخاص بتقسيم الطول الموجي قادرة على دعم الحد الأدنى من أطوال الموجات الناقلة المتعددة (الألوان) من خلال الاتصال الرئيس بسرعات بيانات تصل إلى ٤٠ جيجابت في الثانية لكل طول موجة ناقلة (اللون).

وتشمل معددات الإرسال الضوئي الإضافي على نظام هيكل معدني يتضمن فتحات احتياطية بنسبة ٣٠٪ كحد أدنى للإضافات المستقبلية لوحدات الواجهة الاختيارية وتوفير غطاء فارغ لكافة مساحات الفتحات غير المستخدمة.

ويكون الهيكل المعدني مناسب للتركيب في العلبة وتكون ترتيبات التثبيت وفقًا ل:

- EIA/TIA ٣١٠-D (٤٨٠ ملم)
- IEC ٦٠٢٩٧.

وينبغي توفير البرمجيّات الإدارية للوحدة المقترحة. وتتمثل مهام البرمجيّات على سبيل المثال لا الحصر فيما يلي:

- تنظيم وظائف عمليات التشغيل والإدارة والصيانة والتوفير.
- إدارة وعرض أجهزة الإنذار ووحدات التحكم للموقع
- إدارة بيانات اعتماد المستخدمين وتوثيقها.

القدرة على حفظ واستعادة معلومات تهيئة النظام.

عندما يكون ذلك ممكنًا مع إدارة التهيئة، تُمنع كافة مسارات الاتصال غير الضرورية بين منافذ الشبكة.

وتدعم معددات الإرسال الضوئي الإضافي ومعددات الإرسال الضوئي الإضافي المرتبطة بالإرسال المتعدد الخاص بتقسيم الطول الموجي بروتوكول التوجيه القائم على بروتوكول التحكم في الإرسال/ بروتوكول الإنترنت أو البروتوكولات الأخرى وفقًا للنحو الذي وافقت تحديدًا عليه الجهة المُختصة والهيئات الحكومية.

وتتضمن معددات الإرسال الضوئي الإضافي ومعددات الإرسال الضوئي الإضافي المرتبطة بالإرسال المتعدد الخاص بتقسيم الطول الموجي على تصميم معياري يتكون من نظام أو أنظمة إزالة التلوث البيئي والوحدات النمطية المدمجة لتزويد الطاقة والمعالجات والوحدة النمطية للإدارة والوحدات النمطية الاختيارية للمراقبة البيئية والوحدات النمطية الاختيارية للواجهة. وتشمل الوحدات النمطية الاختيارية للواجهة على وحدات نمطية للواجهة لربط الخطوط الرئيسة وربط أنواع مختلفة من الوصلات الإضافية. وتدعم وصلة وحدات الواجهة لربط الخطوط الرئيس سرعة بيانات لا تقل عن ١٠ جيجابت في الثانية لكل قناة. وتشمل وحدات الواجهة للوصلة الإضافية على وحدات إضافية باعتبارها وحدات منفصلة لكل نوع ولكل المواصفات الفنية التسلسلية (آر إس ٢٣٢، آر إس ٤٢٢ أو آر إس ٤٨٥) ووصلات الإيثرنت المزدوجة المجدولة (10BaseT, 100BaseT, 1GBaseT, and 10GBaseT) ووصلات الإيثرنت ١ جيجابت في الثانية، ووصلات الإيثرنت ١٠ جيجابت في الثانية عبر الألياف البصرية. وتتضمن المنافذ الموجودة في الوحدة النمطية للواجهة على تقنية التفاوض التلقائي.

وتدعم معددات الإرسال الضوئي الإضافي ومعددات الإرسال الضوئي الإضافي المرتبطة بالإرسال المتعدد الخاص بتقسيم الطول الموجي خدمة الإيثرنت إما كمنصة أساسية أو مضمنة على منصة الاتصالات الأخرى. وتكون سرعة الإيثرنت المدعومة ١٠ ميجابت في الثانية أو ١٠٠ ميجابت في الثانية أو ١ جيجابت في الثانية أو ١٠ جيجابت في الثانية حسب الاقتضاء للوحدة النمطية المعنية للواجهة.

وتدعم معددات الإرسال الضوئي الإضافي ومعددات الإرسال الضوئي الإضافي المرتبطة بالإرسال المتعدد الخاص بتقسيم الطول الموجي تقنية طوبولوجيا شبكة حلقة الدعم مع وقت استرداد للمعالجة الذاتية يبلغ ٥٠ مللي ثانية أو أقل في حالة وجود خرق في حلقة الدعم. ويجب ألا يتسبب عطل أو انقطاع واحد للتيار الكهربائي في معددات الإرسال الضوئي الإضافي في عطل معددات الإرسال الضوئي الإضافي الأخرى في نفس الشبكة.

وتتميز الوحدات النمطية للواجهة لوصلة الإرسال الضوئي الإضافي بمستوى إرسال ومستوى حساسية للاستقبال من هذا القدر والمجموعة بحيث يدعم زوج واحد من الوحدات النمطية من نفس سلسلة النماذج، مع الحفاظ على معدل خطأ بسيط في المحول رقم ١٠E-١٢، مسافة الإرسال عبر وصلة ألياف ضوئية تبلغ ١٠ كم، ٢٠ كم، ٤٠ كم، ٨٠ كم بما يتناسب مع الميزانية المُطبقة لقوة الإشارة.

وتكون المواصفات الوظيفية لمعددات الإرسال الضوئي الإضافي كما يلي:

- (IEEE ٨٠٢,٣) عملية مزدوجة كاملة
- (IEEE ٨٠٢,١p) أولوية قائمة الانتظار
- (IEEE ٨٠٢,١w) بروتوكول الشجرة الممتدة السريع
- (IEEE ٨٠٢,١QVLAN, ٨٠٢,٣u)
- (IGMP v٣ (RFC#٣٣٧٦ الارسال المتعدد، بروتوكول إدارة الشبكة البسيطة.

ويجب أن تسمح معددات الإرسال الضوئي الإضافي ومعددات الإرسال الضوئي الإضافي المرتبطة بالإرسال المتعدد الخاص بتقسيم الطول الموجي بالتبديل السريع (إدراج مزود الطاقة الإضافي وإزالته والوحدة النمطية للواجهة دون التسبب في تعطيل الوظائف المنتظمة) للوحدات النمطية للواجهة أثناء التشغيل الكامل.

مضخم الألياف المطعمة بالإربيوم

يقوم مضخم الألياف المطعمة بالإربيوم بتضخيم الإشارة الضوئية دون تحويل الإشارة الضوئية الواردة إلى شكل كهربائي كخطوة وسيطة.

ويجب توفير البرمجيّات الإدارية للوحدة المقترحة. وتكون البرمجيّات الإدارية قادرة على إدارة المنتج عن بعد من خلال مركز إدارة المرور.

ويجب على مضخم الألياف المطعمة بالإربيوم تضخيم الإشارة الضوئية في نطاقات الطول الموجي للنطاق ج (١٥٣٠ إلى ١٥٦٥ نانومتر).

ويسمح مضخم الألياف المطعمة بالإربيوم بتحقيق مكسب للمستخدم قابل للتعديل بحد أدنى ٤٠ ديسيبل ميلي واط للإشارة الضوئية للمدخلات من -٣٠ ديسيبل ميلي واط مع مستوى أعلى للمخرجات يصل إلى + ٢٦ ديسيبل ميلي واط.

ويجب أن يوفر مضخم الألياف المطعمة بالإربيوم عزلًا ضوئيًا بحد أدنى ٣٠ ديسيبل.

ويُجهز مضخم الألياف المطعمة بالإربيوم مُجهز بالموصلات الضوئية من النوع العاكس للضوء/ الموصلات المصقولة بزاوية.

ويكون مضخم الألياف المطعمة بالإربيوم مُجهز بموصل أنثى آر إس ٢٣٢ ذات ٩ سنون من النوع دي شل للمراقبة المحلية والتهيئة.

١٣-٢-٢-٢ محولات الشبكة:

وينبغي أن تكون محولات الشبكة من نوع محول الإيثرنت المُدار لطبقة ربط البيانات الثانية الخاص بالربط بين الأنظمة المفتوحة أو طبقة ربط البيانات الثالثة الخاص بالربط بين الأنظمة المفتوحة مع وصلات الألياف البصرية الأساسية الإضافية. ويكون تصميم محول الشبكة من النوع ذو التهيئة الثابتة للأجهزة أو المتكدس أو تصميم البرمجيّات القائم على الهيكل المعياري. ويكون محول الشبكة قادر على التعرف على عنوان التحكم في الوصول إلى الوسائط لأجهزة الشبكة الموصولة بكل منفذ وتحسين توجيه تدفق البيانات. وتكون محولات الشبكة المستخدمة كعُقد في شبكة بمسارات دعم (حلقة الدعم أو النسيج الشبكي أو الطوبولوجيات الأخرى للاتصالات السلكية واللاسلكية) بمنافذ متعددة عالية السعة (الوصلة الصاعدة) للاتصالات مع العُقد المجاورة لشبكة الاتصالات.

ويجب توفير البرمجيّات الإدارية للمحولات المقترحة للشبكة.

وتمنع محولات الشبكة كافة مسارات الاتصالات غير الضرورية بين منافذ الشبكة لشبكة الإيثرنت مع تهيئة إدارة المحول (عندما يكون ذلك ممكنًا).

ويضم محول الشبكة ما لا يقل عن خمسة (٥) منافذ من النوع آر جي ٤٥، على أن تكون كافة المنافذ قادرة على توفير الطاقة عبر محول إيثرنت بلس (توفير الطاقة عبر محول إيثرنت+ المواصفة ٨٠٢,٣at)، مما يوفر ٢٥ واط من الطاقة. ويُخصص ما لا يقل عن منفذين (٢) من منافذ آر جي ٤٥ للتوسع المستقبلي.

ويجب أن يوفر محول الشبكة مصادر طاقة ثنائية بجانب وظيفة "الإدراج والإزالة عبر الإنترنت".

ويدعم محول الشبكة بروتوكول الشجرة الممتدة السريع. ويجب على المورد أن يثبت بمسارات شبكة محاكاة حلقية أن العاصفة المنتشرة محجوبة بالفعل من خلال إعدادات بروتوكول الشجرة الممتدة السريع.

ويبلغ طول الوصلات الأساسية بين محولات الشبكة على الأقل (٢) كيلومترين من خلال استخدام الألياف البصرية أحادية النمط.

ويكون للوصلات المحلية منافذ من النوع (RJ45 10BaseT/100BaseTx) التي تدعم تقنية التفاوض التلقائي.

كما يجب إدارة المحول العلوي المعلق باستخدام بروتوكول إدارة الشبكة البسيطة.

وتتمثل طريقة إعادة التوجيه لمحول الشبكة في وظيفة "التخزين وإعادة التوجيه" بجانب التحكم في التدفق (IEEE ٨٠٢,٣x) وطريقة "النقل المباشر" الاختيارية مع وضع ذكي قابل للاختيار للاستخدام المختلط لكلا الطريقتين للحصول على أفضل معدل إنتاجية.

ويكون لدى محول الشبكة على الأقل سعة عنونة بمقدار ٢،٠٠٠ من عناوين التحكم في الوصول إلى الوسائط مع التعرف التلقائي على العنوان والتنقل وفترة تقادم متغيرة وثابتة للعنوان.

كما يدعم محول الشبكة ما لا يقل عن ٢٥٥ قناة للشبكة الافتراضية الخاصة.

وتكون سعة الذاكرة المؤقتة ١٢٨ كيلوبايت من ذاكرة الوصول العشوائي الساكنة وسعة ٤ ميجابايت من ذاكرة الوصول العشوائي الديناميكية.

ويبلغ الوقت الأقصى لمحول للشبكة لاستعادة حلقة الدعم ٣٠٠ مللي ثانية.

كما يبلغ الحد الأقصى للتأخير لمحول الشبكة ٨ ميكروثانية بسرعة ١٠٠ ميجابت في الثانية.

ويجب أن تتضمن المواصفات الوظيفية المدعومة من محول الشبكة ما يلي:

- (IEEE ٨٠٢،٣) عملية مزدوجة كاملة
- (IEEE ٨٠٢،١p) أولوية قائمة الانتظار
- (IEEE ٨٠٢،١w) بروتوكول الشجرة الممتدة السريع
- (IEEE ٨٠٢،١QVLAN)
- (IEEE ٨٠٢،٣u)
- (RFC#٣٣٧٦) IGMP v٣ الارسال المتعدد

عندما تحظى واجهة شبكة الاتصال المحلية/ شبكة الاتصال واسعة النطاق القابلة للتوصيل بالدعم، يجب أن يتبع محول الشبكة نظام التبديل السريع (إدراج الوحدة النمطية وإزالتها دون التسبب في تعطيل الوظائف المنتظمة) للوحدات النمطية لواجهة شبكة الاتصال المحلية/ شبكة الاتصال واسعة النطاق أثناء التشغيل الكامل.

وفي حالة الحاجة إلى أكثر من أربعة (٤) أجهزة لأنواع مماثلة من نفس الشركة المصنعة في نفس العلبة، يتم اعتبار نظام الأرفف المناسب والوحدة(الوحدات) النمطية للطاقة والملحقات، في حالة توفرها، كمنتجات قياسية متوفرة من الشركة المصنعة.

ويجب أن تكون مواصفات الرف المثبت وفقًا لما يلي:

- EIA/TIA ٣١٠-D (٤٨٠ ملم)
- IEC ٦٠٢٩٧.

١٣-٢-٢-٢-١ موجه الشبكة:

وينبغي أن تكون موجهات الشبكة من نوع الموجهات المُدارة لطبقة ربط البيانات الثانية الخاص بالربط بين الأنظمة المفتوحة أو طبقة ربط البيانات الثالثة الخاص بالربط بين الأنظمة المفتوحة مع وصلات الألياف البصرية الأساسية الإضافية. ويجب أن يكون تصميم موجه الشبكة حول التهيئة الثابتة للأجهزة أو التصميم المتكدس أو تصميم البرمجيّات القائم على الهيكل المعياري. وينبغي أن يكون موجه الشبكة متصل مع وصلات الاتصالات الإيثرنت وغير الإيثرنت وأن يكون قادرًا على التعرف على عنوان التحكم في الوصول إلى الوسائط لأجهزة الشبكة الموصولة بكل منفذ وتحسين توجيه تدفق البيانات. وتكون موجهات الشبكة المستخدمة كعُقد في شبكة بمسارات دعم (حلقة الدعم أو النسيج الشبكي أو الطوبولوجيات الأخرى للاتصالات السلكية واللاسلكية) بمنافذ متعددة عالية السعة (الوصلة الصاعدة) للاتصالات مع العُقد المجاورة لشبكة الاتصالات.

ويجب توفير البرمجيّات الإدارية للموجهات المقترحة للشبكة.

ويجب تهيئة موجهات الشبكة لتكون قادرة لمنع كافة مسارات الاتصالات غير الضرورية بين منافذ الشبكة لشبكة الإيثرنت مع تهيئة إدارة المحول (عندما يكون ذلك ممكنًا).

وينبغي أن تضم موجهات الشبكة على الأقل ١٦ من منافذ آر جي ٤٥.

وتدعم موجهات الشبكة بروتوكول الشجرة الممتدة السريع. ويجب محاكاة مسارات الشبكة الحلقية من أجل إثبات أن العاصفة المنتشرة محجوبة بالفعل من خلال إعدادات بروتوكول الشجرة الممتدة السريع.

وتكون موجهات الشبكة مدعمة ومجهزة لتنفيذ مهام ترجمة عناوين الشبكة.

ويدعم موجه الشبكة بروتوكول التحكم في تجميع الروابط وفقًا لما يلي:

- IEEE ٨٠٢،٣ad
- IEEE ٨٠١،١ax.

وينبغي أن يكون العدد المعتمد لمجموعات تجميع الروابط بحد أدنى ١٦، والعدد المعتمد لمنافذ مجموعات تجميع الروابط بحد أدرني أربعة (٤).

ويكون موجه الشبكة مُجهزًا ومُدعمًا بواجهة حركة الاتصالات لبروتوكول الإيثرنت وغير الإيثرنت عبر منافذ شبكة الاتصال واسعة النطاق. وتشمل خيارات منافذ شبكة الاتصال واسعة النطاق على سبيل المثال لا الحصر نظام الاتصال الهاتفي والخدمات الخلوية المزودة بتقنية (E١،٣G،٤G،٥G).

ويقبل موجه الشبكة وحدتين (٢) نمطيتين أو أكثر من الوحدات النمطية الإضافية لتزويد الطاقة القابلة للتبديل السريع.

ويجب أن يتبع موجه الشبكة نظام التبديل السريع (إدراج الوحدة النمطية وإزالتها دون التسبب في تعطيل الوظائف المنتظمة) للوحدات النمطية لواجهة شبكة الاتصال المحلية/ شبكة الاتصال واسعة النطاق أثناء التشغيل الكامل.

٢-٢-٢-١٣ عُقد الوصول متعدد البروتوكول:

يبين هذا الجزء المتطلبات العامة لتوريد عُقد الوصول متعدد البروتوكول وتركيبها وتشغيلها وفقًا للمواصفات و/ أو للرسومات التفصيلية لتصميم المشروع لتحقيق الأغراض التالية:

عقدة الوصول متعددة البروتوكول هي جهاز يجمع بين توجيه بروتوكول التحكم بالنقل/ بروتوكول الإنترنت (الطبقة ٣) وتبديل الإيثرنت (الطبقة ٢) ومهام جدار الحماية ووصلات الألياف البصرية والخلوية المتزامنة.

إنشاء اتصالات موثوقة قائمة على بروتوكول الإنترنت بين الخدمات الميدانية ومراكز إدارة المرور.

عام

تكون عقدة الوصول متعددة البروتوكول عبارة عن جهاز ٣/٢ لطبقة ربط البيانات الثانية الخاص بالربط بين الأنظمة المفتوحة القادرة على نقل حزم الإيثرنت من خلال منافذها المتوافقة (IEEE ٨٠٢,٣-٢٠٠٥) في وضع اتصال ثنائي الاتجاه باستخدام طريقة التبديل الخاصة بنظام التخزين وإعادة التوجيه.

وتدعم عقدة الوصول متعددة البروتوكول تقنية التفاوض التلقائي في كافة المنافذ.

وتتيح عقدة الوصول متعددة البروتوكول التهيئة لمعلمات المنافذ بما في ذلك سرعة المنفذ والتشغيل ثنائي الاتجاه وتقنية التفاوض التلقائي.

وتدعم عقدة الوصول متعددة البروتوكول تأمين المنفذ القائم على عنوان التحكم في الوصول إلى الوسائط.

كما تدعم عقدة الوصول متعددة البروتوكول الشبكات المحلية الافتراضية وفقًا للنحو الموضح في (IEEE ٨٠٢,٣q).

وتدعم عقدة الوصول متعددة البروتوكول أيضًا بروتوكول الشجرة الممتدة المتعدد وبروتوكول الشجرة الممتدة السريع وفقًا للنحو الموضح في (IEEE ٨٠٢,١w وIEEE ٨٠٢,١s).

كما تدعم عقدة الوصول متعددة البروتوكول درجة الخدمة المقدمة وفقًا للنحو الموضح في (IEEE ٨٠٢,١p)

وتدعم عقدة الوصول متعددة البروتوكول أيضًا ميزة مراقبة بروتوكول إدارة مجموعة الإنترنت وفقًا للنحو الموضح في (IETF RFC#٤٥٤١).

وتدعم عقدة الوصول متعددة البروتوكول أيضًا بروتوكول استشعار طبقة الارتباط وفقًا للنحو الموضح في (IEEE ٨٠٢,١ab) رغبةً في استشعار أجهزة التبديل المجاورة.

كما تدعم عقدة الوصول متعددة البروتوكول تقنية مراقبة الشبكة عن بعد (RMONv١) للنحو الموضح في (IETF RFC#٢٨١٩) أو أفضل.

وتدعم عقدة الوصول متعددة البروتوكول أيضًا التحكم في التدفق وفقًا للنحو الموضح في (IEEE ٨٠٢,٣x).

كما تدعم عقدة الوصول متعددة البروتوكول ميزة تجميع الروابط وفقًا للنحو الموضح في (IEEE ٨٠٢,٣ad).

ولابد أن يبلغ الحد الأقصى للتأخير لعقدة الوصول متعددة البروتوكول ٨ ميكروثانية.

ويشخص الجهاز دائمًا المؤشر المرئي الخارجي ويقدمه، على سبيل المثال لا الحصر حالات الطاقة وسلامة الرابط ونشاط البيانات في كل منفذ ضوئي/ كهربائي.

ولابد أن تدعم عقدة الوصول متعددة البروتوكول ميزة التعلم الآلي بحد لا يقل عن ٨٠٠٠ من عناوين التحكم في الوصول إلى الوسائط.

وتدعم عقدة الوصول متعددة البروتوكول واجهات إدارية متعددة بما في ذلك واجهة موقع الويب والنهاية الطرفية (بروتوكول النقل الآمن) كحد أدنى.

وتدعم عقدة الوصول متعددة البروتوكول أيضًا بروتوكول إدارة الشبكة البسيطة v٢c وبروتوكول v٣.

وقد يكون ممكنًا تمكين ارسال مصائد بروتوكول إدارة الشبكة البسيطة الفردية أو تعطيلها أو إزالتها لأحداث محددة (مثل تغيير حالة المنفذ وتغيير حالة الشجرة الممتدة)

ولابد أن تكون عقدة الوصول متعددة البروتوكول قادرة على العمل كخادم بروتوكول وقت الشبكة لبروتوكول وقت الشبكة الخاص بالجهة المختصة والهيئات الحكومية.

وتدعم عقدة الوصول متعددة البروتوكول تهيئة خادمين بروتوكول وقت الشبكة على الأقل لمزامنة الوقت.

كما تحتفظ عقدة الوصول متعددة البروتوكول بملفات السجلات التفصيلية لكافة الأنشطة المرتبطة بتدخل المستخدم وعمليات التبديل الداخلية.

ويكون من الممكن تصدير واستيراد ملفات تهيئة عقدة الوصول متعددة البروتوكول وتعديل ملفات التهيئة باستخدام محرر نصوص قياسي.

كما تُزود عقدة الوصول متعددة البروتوكول ببرمجيّات الاستشعار والتهيئة التي تسمح بإدارة العديد من أجهزة في نفس الوقت.

الاتصالات

وتُستخدم عقدة الوصول متعددة البروتوكول داخل العلب التي تدعم الاتصالات للأجهزة الميدانية ذات الأطراف النهائية.

ولابد أن تتوافق عقدة الوصول متعددة البروتوكول مع ((١٠٠BASE-X) IEEE ٨٠٢,٣u) بالنسبة لاتصالات الإيثرنت السريع ومع ((١٠٠٠BASE-X) IEEE ٨٠٢,٣z) بالنسبة لاتصالات الإيثرنت جيجابت.

وتتصل عقدة الوصول متعددة البروتوكول بشبكة الألياف البصرية من خلال منافذ الألياف البصرية أحادية النمط باستخدام موصلات أنثى من النوع العاكس للضوء/ الموصلات المصقولة بزاوية ذات الاتجاه الثنائي المناسبة للنوى أحادي النمط ١٢٥/٩ ميكرومتر.

وتكون كافة الوحدات النمطية لجهاز الإرسال والاستقبال المصغر أو الوحدات النمطية لجهاز الإرسال والاستقبال المصغر + قابلة للتبديل السريع ولا تتسبب في حدوث أي تعطيل للعمليات المتبقية للجهاز.

وتُزود الوحدات النمطية لجهاز الإرسال والاستقبال المصغر أو الوحدات النمطية لجهاز الإرسال والاستقبال المصغر + بموصلتين (٢) أنثويتين للألياف الضوئية أحادية النمط بحجم ١٢٥/٩ ميكرومتر لكل وصلة اتصالات سلكية أو لاسلكية. وتكون موصلات الألياف البصرية من النوع العاكس للضوء/ المصقولة بزاوية ذات الاتجاه الثنائي.

وتتلقى الوحدات النمطية الضوئية لجهاز الإرسال والاستقبال المصغر إمداد الطاقة اللازم فقط عبر منفذ القابس المدمج بالجهاز المضيف.

كما يجب أن تتصل عقدة الوصول متعددة البروتوكول بالأجهزة الميدانية ذات الأطراف النهائية من خلال المنافذ الكهربائية ١٠٠BaseTX/١٠.

وتكون المنافذ الكهربائية متوافقة مع توصيل الدبابيس للمواصفة EIA/TIA ٥٦٨-A.

ويجب أن تشمل عقدة الوصول متعددة البروتوكول على مودم يوفر اتصال خلوي من شبكة الاتصال واسعة النطاق إلى شبكة الناقل (معدلات البيانات المحسنة لتطور النظام العالمي لاتصالات الهواتف المحمولة/ خدمة الحزم الراديوية العامة/ النظام العالمي لاتصالات الهواتف المحمولة/ النظام العام لاتصالات الأجهزة المحمولة/ التطوير طويل الأمد).

الواجهات

تتضمن عقدة الوصول متعدد البروتوكولات أربعة (٤) منافذ كهربائية ذاتية الاستشعار على الأقل من نوع (١٠٠/١٠BASE-TX Base-TX).

تضمن عقدة الوصول متعدد البروتوكولات منفذين (٢) بصريين على الأقل من نوع (١٠٠٠BASE-X).

تضمن عقدة الوصول الوحدات النمطية لجهاز الإرسال والاستقبال المصغر لتسهيل الاتصال من مسافات تبلغ ٩٠ كم على الأقل.

تتضمن عقدة الوصول متعدد البرتوكولات منفذ وحدة تحكم واحد (١) على الأقل يوفر دعم الاتصال التسلسلي (٢٣٢-RS) للوصول الطرفي للجهاز.

يتميز منفذ وحدة تحكم عقدة الوصول متعدد البروتوكولات بمعامل شكل إما (DB٩ أو RJ٤٥). يوفر المقاول كابل مودم فارغ مناسب مع الجهاز.

تُزود عقدة الوصول متعدد البروتوكولات بمدخلات نظام تحديد المواقع العالمي لأغراض تحديد موقع الجهاز بالشبكة.

تُزود عقدة الوصول متعدد البروتوكولات بمنفذ واحد على الأقل من النوع الصغير للغاية من النسخة (أ) للاتصال بالهوائي الخارجي لأداء وظيفة الاتصالات الخلوية ومنفذ آخر إذا كانت وظيفة المدخلات والمخرجات المتعددة ضرورية.

تتضمن عقدة الوصول متعدد البروتوكولات دعم ثنائي لبطاقة SIM إن كان لا بد من الاتصال بشبكتي اتصال.

الأسلاك

تتوافق جميع كابلات توصيل الإيثرنت مع الجزء ١٣-٣-٣ "متطلبات كابلات بيانات الإيثرنت".

كما تتوافق جميع موصلات الألياف وأسلاك التوصيل المستخدمة مع متطلبات الجزء الفرعي (١٣-٣-٣) "معدات الإنهاء البصري للألياف".

يوصل المقاول مصدر الطاقة المنخفض الجهد الخاص بعقدة الوصول متعدد البروتوكولات بمصدر الطاقة المناسب المتوفر داخل الكابية، أي وحدة توزيع طاقة مثبتة على حامل أو وحدة تزويد طاقة مخصصة ذات تيار ثابت على النحو المعمول به.

يوفر المقاول أجهزة الوقاية من تغير التيار الطولي فورًا بعد إخراج جميع المنافذ النحاسية لعقدة الوصول متعدد البروتوكولات بجميع الكابلات من العلبة المتصلة بالأجهزة الميدانية لحماية منافذ الاتصال النحاسية.

تُثبت مثبطات تغير التيار الطولي بكتائف تعليق ملائمة لتثبيتها على لوحة تعليق خلفية.

الطاقة

تُشغل عقدة الوصول متعدد البروتوكولات باستخدام مدخلات جهد اسمي يتراوح بين ١٢-٢٤ جهد تيار مستمر.

يتضمن موصل تزويد الطاقة الحماية من الاتصال بالقطبية المعكوسة.

كما تمتثل عقدة الوصول متعدد البروتوكولات للمواصفات الآتية في بيئات العمل القاسية:

- ٢ -٤- ٦١٠٠٠ IEC (تفريغ كهربائي ساكن)
- ٣ -٤- ٦١٠٠٠ IEC (تداخل التردد اللاسلكي المشع)
- ٤ -٤- ٦١٠٠٠ IEC (تيارات كهربائية عابرة سريعة)
- ٥ -٤- ٦١٠٠٠ IEC (تغيير التيار).

١٣-٢-٢-٣ الوحدات النمطية الضوئية لجهاز الإرسال والاستقبال المصغر:

يجب أن تكون الوحدات النمطية الضوئية لجهاز الإرسال والاستقبال المصغر قابلة للتوصيل لاستخدامها مع معددات الإرسال الضوئي الإضافية وجهاز توجيه الشبكة والمفاتيح ومقويات الإشارة وبطاقات تداخل الشبكة بأجهزة الحاسوب والأجهزة الأخرى المماثلة. تدعم الوحدات النمطية الضوئية لجهاز الإرسال والاستقبال المصغر سرعة بيانات قدرها ١٠٠ميجابت/ الثانية أو ١ جيجابت/ الثانية أو ١٠ جيجابت/ الثانية على النحو المناسب أو كما هو مبين في مواصفات المشروع الموضحة تفصيلًا.

تصنع منتج (منتجات) وحدات جهاز الإرسال والاستقبال المصغر الضوئية شركة التصنيع ذاتها المصنعة للجهاز الذي تركب فيه أو تعتمده رسميًا.

تكون الوحدات النمطية الضوئية لجهاز الإرسال والاستقبال المصغر قابلة للتركيب أثناء التشغيل (يسمح بإدخال وحدة وإخراجها من الجهاز ذي الصلة دون التسبب في تعطل الوظائف الاعتيادية للجهاز أثناء التشغيل بكامل سعته).

تزود الوحدات النمطية الضوئية لجهاز الإرسال والاستقبال المصغر بموصلتين (٢) أنثى للألياف الضوئية الأحادية النمط بسعة ١٢٥/٩ ميكرومتر لرابط الاتصالات. تكون موصلات الألياف البصرية من النوع العاكس للضوء/ المصقولة بزاوية.

تتلقى الوحدات النمطية الضوئية لجهاز الإرسال والاستقبال المصغر إمداد الطاقة اللازم فقط عبر منفذ القابس بالجهاز ذي الصلة.

تدعم الوحدات النمطية الضوئية لجهاز الإرسال والاستقبال المصغر مسافة نقل بمقدار ١٠ كم و٢٠ كم و٤٠ كم و٨٠ كم بما يتناسب مع ميزانية الطاقة الضوئية.

تتميز الوحدات النمطية الضوئية لجهاز الإرسال والاستقبال المصغر بمستوى إرسال ومستوى استشعار تسلم من هذا القدر والمجموعة بحيث تدعم وحدتان (٢) من الطراز ذاته مسافة الإرسال التي قدرها ١٠ كم و٢٠ كم و٤٠ كم و٨٠ كم بما يتناسب مع ميزانية الطاقة المعمول بها. تحافظ الوحدات على انخفاض مستوى الأخطاء بأقل من ١٠E-٩.

١٣-٢-٢-٤ محولات وسائط (10 Base-T/100Base-T) الإيثرنت:

تكون محولات وسائط الإيثرنت من النوع الذي يتداخل بين اتصال (اتصالات) الإيثرنت القائمة على النحاس بسرعة ١٠ ميجابت/ الثانية أو ١٠٠ ميجابت/ الثانية واتصال (اتصالات) إيثرنت قائمة على الألياف البصرية بسرعة ١٠ ميجابت/ الثانية أو ١٠٠ ميجابت/ الثانية.

تُزود برمجيات الإدارة/ التهيئة لمحول (محولات) الوسائط المقترح.

تُزود محولات الوسائط بأجهزة تعليق ملائمة للتثبيت على قضيب فولاذي خاضع للمعيار الألماني بمقاس ٣٥ مم وفقًا للمعيار الأوروبي EN ٥٠٠٢٢.

تدعم محولات الوسائط المواصفات القياسية الآتية:

- IEEE ٨٠٢,٣ ١٠BaseT/١٠٠BaseTx
- IEEE ٨٠٢,٣ ١٠BaseFl/١٠٠BaseFx.

تُزود محولات الوسائط بمنفذ اتصالات سلكية ولاسلكية أنثى (RJ٤٥) وواجهة بإشارة إيثرنت بسرعة ١٠ ميجابت/ الثانية /١٠٠ ميجابت/ الثانية عبر هذا المنفذ.

تزود محولات الوسائط بوصلتين (٢) أنثى للألياف الضوئية الأحادية النمط بسعة ١٢٥/٩ ميكرومتر لرابط الاتصالات. تكون موصلات الألياف البصرية من النوع العاكس للضوء/ المصقولة بزاوية.

تُزود محولات الوسائط بواجهة بإشارة إيثرنت قائمة على الألياف البصرية بسرعة ١٠ ميجابت/ الثانية /١٠٠ ميجابت/ الثانية عبر هذه المنافذ الضوئية.

تعمل محولات الوسائط بأداء بنسبة أخطاء متدنية تقل عن ١٠E-٩.

١٣-٢-٢-٢-٥ الخوادم الطرفية:

تكون الخوادم الطرفية من النوع الذي يتداخل بين اتصال (اتصالات) الإيثرنت التسلسلي RS٢٣٢ أو RS٤٢٢ أو RS٤٨٥ القائمة على النحاس بسرعة ١٠ ميجابت/ الثانية واتصال (اتصالات) إيثرنت بسرعة ١٠ ميجابت/ الثانية أو ١٠٠ ميجابت/ الثانية. ويجوز أن يكون اتصال (اتصالات) الإيثرنت قائم على النحاس أو الألياف البصرية بما يتناسب مع الاستخدام.

تُزود برمجيات الإدارة/ التهيئة للخادم (خوادم) الطرفي المقترح.

تُزود الخوادم الطرفية بأجهزة التعليق المناسبة للتثبيت على

- قضيب فولاذي خاضع للمعيار الألماني بمقاس ٣٥ مم وفقًا (EN٥٠٠٢٢).
- EIA/TIA ٣١٠-D (٤٨٠ ملم)
- تعليق المعدات (IEC ٦٠٢٩٧)

تدعم الخوادم الطرفية المواصفات القياسية الآتية:

- IEEE ٨٠٢,٣ ١٠BaseT/١٠٠BaseTx
- بروتوكول الإنترنت- بروتوكول اقتران العناوين
- بروتوكول حزم بيانات المستخدم
- بروتوكول التحكم بالنقل
- بروتوكول إدارة الشبكة البسيط
- بروتوكول نقل الملفات المبسط
- RS٢٣٢
- RS٤٢٢
- RS٤٨٥.

فيما يخص اتصال الإيثرنت القائم على النحاس، تُزود الخوادم الطرفية بمنفذ اتصالات سلكية ولاسلكية أنثى من نوع RJ٤٥ وواجهة بإشارة إيثرنت بسرعة ١٠ ميجابت/ الثانية /١٠٠ ميجابت/ الثانية من خلال هذا المنفذ.

أما عن اتصال الإيثرنت القائم على الألياف البصرية، تُزود الخوادم الطرفية بموصلين (٢) أنثى للألياف الضوئية الأحادية النمط بسعة ١٢٥/٩ ميكرومتر لرابط الاتصالات وواجهة بإشارة إيثرنت من خلال هذا المنفذ. تكون موصلات الألياف البصرية من النوع العاكس للضوء.

تُزود الخوادم الطرفية بمنفذ اتصالات سلكية ولاسلكية بغطاء على شكل حرف D مجهز بتسعة أسنان للإشارة التسلسلية القائمة على النحاس (EIA RS٢٣٢ أو RS٤٢٢ أو RS٤٨٥) على النحو المطبق وخطوط تحكم. وتتداخل الخوادم الطرفية مع الإشارة التسلسلية ذات الصلة عبر هذا المنفذ. ويكون معدل بيانات المنفذ التسلسلي مرهونًا باختيار المستخدم بما يصل إلى ١٩,٢ كيلوبت/ الثانية كحد أدنى.

تُزود الخوادم الطرفية بذاكرة القراءة فقط القابلة للبرمجة والمسح بحد أدنى ٢٥٦ بايت لتخزين إعدادات التهيئة وذاكرة وصول عشوائي بسعة ١٢٨ كيلوبايت للتشغيل.

تتيح الخوادم الطرفية التهيئة من خلال منفذ البرمجة المحلي.

تدعم الخوادم الطرفية التحكم في طلب الإرسال وجاهز للإرسال.

تدعم الخوادم الطرفية التحكم في تدفق (XON/XOFF) من خلال الأجهزة.

تتيح الخوادم الطرفية تحديث البرمجيات الثابتة من منفذ الإيثرنت أو المنفذ التسلسلي.

تعمل الخوادم الطرفية بأداء بنسبة أخطاء متدنية تقل عن ١٠E-٩.

١٣-٢-٢-٢-٦ أجهزة الإرسال والاستقبال:

تتألف أجهزة الإرسال والاستقبال من محولات تتداخل مع نمط إشارة واحد أو زوج منه بأحد جانبي جهاز الإرسال والاستقبال عبر وسيط حامل مناسب للنقل البعيد المدى وعلى الجانب الآخر من جهاز الإرسال والاستقبال.

كما تُستخدم أجهزة الإرسال والاستقبال في شكل ثنائي مع توصيل وسيط نقل (بعيد المدى) بين الاثنين. ويشمل نوع جهاز الإرسال والاستقبال، على سبيل المثال لا الحصر، أجهزة مودم الطلب أو (RS٢٣٢) وصولًا إلى كابل هاتفي موصل للصوت مزدوج ومجدول وغير مغطى.

كما تتألف أجهزة إرسال الفيديو واستقباله من محولات خاصة تتداخل مع نمطي إشارة الكاميرا والفيديو التناظري بكابل محوري قدرته ٥٠ أوم وإشارة تسلسلية للتدوير والإمالة والتكبير والتصغير عبر اتصال تسلسلي قائم على النحاس بأحد الجوانب ونمط إشارة آخر لنقل بعيد المدى بالجانب الآخر. ويتضمن نوع جهاز إرسال الفيديو واستقباله الأنواع الآتية على سبيل المثال لا الحصر:

- جهاز إرسال فيديو واستقباله من الألياف البصرية: إشارات فيديو محورية/ تسلسلية وصولًا إلى جدائل الألياف البصرية.
- جهاز إرسال فيديو واستقباله T١: إشارات فيديو محورية/ تسلسلية وصولًا إلى هاتف T١.

تُزود برمجيات الإدارة/ التهيئة لوحدة جهاز الإرسال والاستقبال المقترحة.

تدعم أجهزة الإرسال والاستقبال المواصفات القياسية الآتية:

- IEEE ٨٠٢,٣ ١٠BaseT/١٠٠BaseTx
- EIA RS٢٣٢
- RS٤٢٢
- RS٤٨٥.

فيما يخص اتصال الإيثرنت القائم على النحاس، يتداخل جهاز الإرسال والاستقبال مع منافذ اتصالات أنثى من نوع RJ٤٥ وواجهة بإشارة إيثرنت بسرعة ١٠ ميجابت/ الثانية /١٠٠ ميجابت/ الثانية ويُزود بها.

أما عن اتصال الإيثرنت القائمة على الألياف البصرية: تُزود أجهزة الإرسال والاستقبال بوصلتين (٢) أنثى للألياف الضوئية الأحادية النمط بسعة ١٢٥/٩ ميكرو متر لرابط الاتصالات. تكون موصلات الألياف البصرية من النوع العاكس للضوء/ المصقولة بزاوية.

تتداخل أجهزة الإرسال والاستقبال بمنفذ اتصالات سلكية ولاسلكية وتُزود به للإشارة التسلسلية القائمة على النحاس (EIA RS٢٣٢ أو RS٤٢٢ أو RS٤٨٥) على الحو المطبق، بخطوط التحكم وسرعة بيانات بحد أدنى ١٩,٢ كيلوبت/ الثانية.

تعمل أجهزة الإرسال والاستقبال بأداء بنسبة أخطاء متدنية تقل عن ١٠E-٩.

١٣-٢-٢-٢-٧ بوابات الأمن:

تكون بوابة الأمن واجهة شبكة تتميز بالقدرة على فحص حركة البيانات الداخلة والخارجة لمعرفة التهديدات الأمنية ونقل البيانات مباشرة بناء على ذلك. ويتضمن الفحص سمات المستخدم القابلة للتهيئة بما فيها الشبكة الافتراضية الخاصة، وتصفية عنوان URL/ المنفذ/ التحكم في الوصول إلى الوسائط، وإدخال رمز لغة الاستعلام الهيكلية، والحماية من برمجيّات التجسس، والوقاية من التسرب، والفحص المضاد للفيروسات، وبرتوكول النص التشعبي الآمن، والتحكم في الرسائل الفورية/ نظير إلى نظير وإعداد تقارير المستخدم.

كما تُزود وحدة جهاز الإرسال والاستقبال المقترحة ببرمجيات الإدارة.

تُستخدم بوابة أمن بوصفها جهاز ربط فرعي بين شبكة نظام النقل الذكي والشبكات الخارجية.

تدعم بوابة الأمن تنفيذ إجراءات تصفية الرسائل الفورية والنظير إلى النظير، والتحكم في النطاق الترددي المتعدد المستويات (تخصيص الحد الأقصى لنطاق الترددي للاستخدام) والحماية من برمجيّات التجسس والفحص المضاد للفيروسات وغيره للحماية من التهديدات التي داخل الشبكة.

تدعم بوابة الأمن تنفيذ وظائف ترجمة عنوان الشبكة والتوجيه المتقدم (فتح أقصر مسار أولًا، وتعدد البث).

تدعم بوابة الأمن تنفيذ مجموعات البروتوكول لتأمين الاتصالات لبروتوكول الإنترنت وتُجهز بذلك، على سبيل المثال لا الحصر، أمن بروتوكول الإنترنت، وطبقة مآخذ توصيل آمنة، وأمن طبقة النقل وطبقة الأمن.

تدعم بوابة الأمن تنفيذ تصفية الحزم بمجموعة من بروتوكول الإنترنت والمنفذ وعناوين التحكم في الوصول إلى الوسائط وتكون مجهزة بذلك. كما تتضمن هذه الميزة السماح بدخول المستخدم وتحرير القوائم البيضاء والسوداء لبروتوكول الإنترنت/ المنفذ/ عناوين التحكم في الوصول إلى الوسائط.

تدعم بوابة الأمن تنفيذ المرشحات عديمة الحالة أو التي لها حالة بطبقة تطبيق بروتوكول الإنترنت وتُجهز بذلك.

تدعم بوابة الأمن تنفيذ أنظمة الترشيح المؤقتة وتكون مجهزة بذلك، بما فيها البرمجيّات النصية المضادة لإدخال رمز لغة الاستعلام الهيكلية وتتبع المحاولات المؤتمتة (البرمجيات الموجهة) لبيانات اعتماد تسجيل دخول المستخدم والإنذار بها.

تدعم بوابة الأمن تنفيذ تتبع هجمات حجب الخدمة والإعلام بها والحماية منها وتكون مجهزة بذلك.

تدعم بوابة الأمن تنفيذ بروتوكول الاتصال النفقي من نقطة إلى نقطة وبروتوكول الاتصال النفقي بالطبقة ٢ والتغليف العام للمسار والشبكة الافتراضية الخاصة مضافًا إليها جدار الحماية وأمن بروتوكول الإنترنت وتكون مجهزة بذلك.

تدعم بوابة الأمن حد أدنى أربعة (٤) منافذ إيثرنت مدعومة بتقنية التفاوض التلقائي بمقدار ١٠/١٠٠ ميجابت/ الثانية وتُجهز بذلك عبر وصلات RJ٤٥ وحد أدنى منفذ واحد (١) لشبكة الاتصال واسعة النطاق بسرعة ١٠/١٠٠ ميجابت/ الثانية.

تدعم بوابة الأمن حد أدنى ٢٠٠ قناة للشبكة الافتراضية الخاصة.

تدعم بوابة الأمن جدار حماية بمعدل نقل بحد أدنى ١٠٠ ميجابت/ الثانية.

تُزود بوابة الأمن بذاكرة ساكنة بحد أدنى ٢٥٦ ميجابت وذاكرة تخزين بسعة ثمان (٨) ميجابت.

تدعم بوابة الأمن إدارة النشاط الزائد عن الحد باستخدام بروتوكول إدارة الشبكة البسيطة.

تكون المواصفات القياسية لبوابة الأمن عملية الازدواج الكامل (IEEE ٨٠٢,٣)، وأولوية الإدراج في صف ٨٠٢,١p، وبروتوكول شجرة الامتداد السريع ٨٠٢,١w، وQVLAN٨٠٢,١، وu٨٠٢,٣، وتعدد البث IGMP v٣ (رقم طلبات التعقيبات: ٣٣٧٦).

يُعد المنتج بحيث يناسب التشغيل الطويل الأجل بدرجة حرارة دنيا للمحيط تتراوح من ٠ حتى ٥٥ درجة مئوية ورطوبة نسبية تتراوح من ٥ إلى ١٠٠٪ في حال عدم وجود تكثف.

١٣-٢-٢-٢-٨ الاتصالات الهاتفية الصوتية:

تستند الأجهزة الهاتفية المستخدمة للاتصالات السلكية واللاسلكية الصوتية إلى بروتوكولات الإنترنت. ولا بد أن تكون المعدات الهاتفية مقاومة للتخريب.

لا يتجاوز تأخير مرات وصول الحزمة للاتصالات الهاتفية ببروتوكول الإنترنت ١٥٠ ملي ثانية.

ستُعد الخدمات الهاتفية لبروتوكول الإنترنت من الفئة ١ للمرور التي تتمتع بأقصى أولوية ممكنة وأفضل جودة للخدمات.

تستوفي معدات الاتصالات الهاتفية الصوتية الموزعة في القنوات متطلبات المواصفة (NFPA 502A).

١٣-٢-٢-٢-٩ متطلبات خدمات الخطوط المؤجرة للشبكة العامة:

يتناول هذا القسم الفرعي توريد النظام الفرعي للاتصالات السلكية واللاسلكية وتركيبها وتشغيلها للمجال فيما يخص الاتصال بمركز التحكم الذي يستغل خدمات الاتصالات بالخط المؤجر الثابت وفقًا لرسومات و/أو مواصفات تصميم المشروع المبينة تفصيلًا.

يتألف نظام الاتصال بحد أدنى من (١) وسيط الاتصال و(٢) جميع المكونات اللازمة للنقل باستخدام الوسيط.

تتألف وحدة خدمات القناة/ وحدة خدمات البيانات من أجهزة إرسال واستقبال تُستخدم لربط جهاز معدات بيانات طرفية بدائرة رقمية تتوافق مع خدمات البيانات التجارية المعروضة في منطقة التوزيع. تتألف خدمات البيانات من خدمات بيانات رقمية لبروتوكول الإنترنت.

ستستخدم خدمات بيانات برتوكول الإنترنت عنوان بروتوكول إنترنت ثابت بما يتقابل مع عنوان متحرك.

تدعم وحدة خدمات القناة/ وحدة خدمات البيانات سرعة البيانات بما يصل إلى ١٠ ميجابت/ الثانية أو ١٠٠ ميجابت/ الثانية.

تُزود وحدة خدمات القناة/ وحدة خدمات البيانات بجهاز واقي ضد تغيير خط البيانات.

تدعم وحدة خدمات القناة/ وحدة خدمات البيانات بمنفذ واحد (١) على الأقل من طراز ١٠BaseT RJ٤٥ للاتصال بمضيفات الإيثرنت وتُزود بها.

تدعم وحدة خدمات القناة/ وحدة خدمات البيانات منفذ واحد للاتصالات السلكية واللاسلكية للتهيئة. يكون منفذ التهيئة من نوع (DB٩/RS٢٣٢) أو منفذ USB من نوع أو (RJ٤٥ ١٠BaseT/١٠٠BaseTx) أو على النحو المعتمد من الجهة المُختصة والسلطات الحكومية.

يكون متوسط الوقت بين الأعطال النموذجي في وحدة خدمات القناة/ وحدة خدمات البيانات بحد أدنى ٨٥٠,٠٠٠ ساعة.

تُزود وحدة خدمات القناة/ وحدة خدمات البيانات بعلبة بمجهزة ببروتوكول إنترنت ٥٤ أو أعلى منه.

يتحمل مزود خدمات الخط المؤجر مسؤولية توفير نتائج الخدمات إلى نقطة تسليم الخدمات. يقدم مزود تسليم الخدمات عنوان بروتوكول الإنترنت الخاص بنقطة إنهاء الخدمات إلى الجهة المُختصة.

يتم اختبار استخدام خدمات بروتوكول الإنترنت بالتعاون مع مكتب الخدمات بغرفة التحكم في إشارات المرور أو في مركز إدارة المرور.

١٠-٢-٢-٢-١٣ متطلبات الاتصال اللاسلكي:

يبين هذا الجزء المتطلبات العامة لتوريد المعدات للاتصالات اللاسلكية وتركيبها وتشغيلها. ينقسم هذا الجزء إلى:

- معدات الموجات الدقيقة
- معدات التقنية الخلوية

معدات الموجات الدقيقة

يبين هذا الجزء المتطلبات العامة لتوريد معدات الموجات الدقيقة وتركيبها وتشغيلها وفقًا لمواصفات و/أو رسومات تصميم المشروع بغرض:

- توفير وحدة شبكة محلية لاسلكية لاتصالات نظام النقل الذكي،
- توفير شبكة ربط لمركز إدارة المرور بالمواقع التي لا يتوفر فيها كابل الألياف البصرية أو في الاستعمالات المؤقتة أثناء تركيب الكابل.

تؤيد هذه المواصفات الأنواع التالية من المعدات:

- معدات لشبكة ربط لاسلكية من نقطة إلى نقطة بمعدلات بيانات مختلفة.
- معدات لاتصالات لاسلكية من نقطة إلى نقطة بمعدلات بيانات أقل.
- معدات لاتصالات لاسلكية من نقطة إلى عدة نقاط.

يُحبذ أن تكون المعدات من النوع "الخارجي كليًا".

يُحبذ أن تكون المعدات مدمجة (وحدة تردد الراديو والهوائي بالعلبة ذاتها) أو منقسمة إن الخيار المتبع يتطلب ذلك.

ويجب أن تدعم المعدات المقدمة وظائف المحطة الأساسية أو وحدة المشترك وفقًا لمتطلبات التصميم في كل موقع.

كما يجب أن تكون المعدات مناسبة للتركيب على الأقطاب التي تقبلها الجهة المُختصة والسلطات الحكومية من خلال كتائف تثبيت مناسبة.

وبالنسبة إلى تطبيقات تجميع ونقل المعلومات، يمكن تحديد معدلات البيانات من الآتي:

- جيجابت/ثانية (بمعدل أعلى إن كان ذلك متاحًا)
- ٨٠٠ ميجابت/ثانية، ٤٠٠ ميجابت/ثانية، ٣٠٠ ميجابت/ثانية، ٢٥٠ ميجابت/ثانية.

وفي حالة التطبيقات من نقطة إلى نقطة التي تتطلب معدلات بيانات أقل: ١٠٠ ميجابت/ثانية، ٥٠ ميجابت/ثانية.

وبالنسبة إلى التطبيقات من نقطة إلى عدة نقاط:

٣٠٠ ميجابت/ثانية.

يجب أن تستطيع المعدات العمل في نطاقات التردد الآتية اعتمادًا على معدل البيانات. ويجب أن يكون ترخيص الارتباط بالنطاقات الآتية:

- ٧٠ - ٨٠ جيجاهرتز أو نطاق آخر مناسب لتطبيق معدل بيانات مرتفع (مرخَّص)
- ٥ جيجاهرتز (مرخَّص أو غير مرخَّص حسب التطبيق).

وسيكون مخطط التعديل قابلًا للاختيار.

كما يفضل أن تتميز المعدات بما لا يقل عن مرفقي مدخلات متعددة × مرفقي مخرجات متعددة لحماية الارتباط وتنوعه.

ويجب أن يكون النطاق الترددي للقناة قابلًا للاختيار حتى يلائم معدلات بيانات مختلفة.

وسيكون أدنى حد لقوة الإرسال ٢٥ ديسيبل ميلي واط.

وإذا لزم الأمر، يجب أن تعمل المعدات خارج خط البصر.

وفي حالة الحاجة إلى معدات مقسمة، يجب دمج موصلات من النوع N لربط الهوائي ووحدات التردد اللاسلكي. وتجب حماية جميع الموصلات من الارتفاع المفاجئ في التيار.

ويجب أن تدعم المعدات التجسير والتوجيه.

كما يجب أن تدعم المعدات جودة الخدمة.

ويجب أن تدعم المعدات وظيفة الشبكة المحلية الافتراضية وفقًا لمعيار (IEEE ٨٠٢,١Q).

بالإضافة إلى ذلك، يجب أن تكون معدلات البيانات والإنتاجية هي المعدلات المحددة في تصميم الارتباط اللاسلكي المحدد.

ويجب أن تحتوي المعدات على منفذ إيثرنت RJ٤٥ واحد على الأقل بمعدل ١٠/١٠٠/١٠٠٠ ميجابت في الثانية ويوفر طاقة عبر الإنترنت والبيانات.

كما يجب أن تتميز المنافذ بسدادات بيئية.

ويجب أن تحتوي المعدات على حاقنات الطاقة المطلوبة ومانعات الارتفاع المفاجئ في التيار

فضلًا عن ذلك، يجب أن تتضمن المعدات قدرات مصادقة.

كما يجب أن تشتمل المعدات على قدرات ترميز البيانات.

ويجب أن تحتوي المعدات على منفذ RS٢٣٢ للإدارة المحلية.

علاوة على ذلك، يجب أن تكون المعدات قادرة على الإدارة عن بُعد عبر بروتوكول (Telnet أو SNMP) أو غيرها من بروتوكولات الإدارة.

وكقاعدة عامة، يجب تصميم قطع المعدات اللاسلكية المختلفة من أجل التشغيل المستمر طوال فترة خدمة تبلغ ٢٥٠,٠٠٠ ساعة بغض النظر عن الموقع وبما يتوافق مع توصيات الشركة المصنعة.

كما يجب تركيب المعدات التي تعمل بالموجات متناهية الصغر في المواقع المحددة في رسومات العقد.

وتُصدر التهيئة النهائية وتُقدم كجزء من وثائق نتائج الاختبار.

فضلًا عن ذلك، يجب أن تحافظ المعدات التي تخضع لهذه المواصفات على وظائفها الكاملة وتواصل العمل ضمن حدود هذه المواصفات عندما تخضع لبيئة العمل في المملكة العربية السعودية.

ويجب أن تعمل المعدات وتؤدي وظائفها وفقًا للمواصفات، أو بشكل يفوق المواصفات، في درجات حرارة محيطة تتراوح من ٠ إلى +٥٥ درجة مئوية وفي رطوبة نسبية تبلغ ١٠٠٪ كحد أقصى.

كما يجب أن تتحمل المعدات أحمال الرياح بمعدل لا يقل عن ١٥٠ كم/ساعة.

ويجب أن تكون جميع المعدات الخارجية مصنفة بمعيار (IP٦٧). وفي حالة المعدات الخارجية المقسمة، يؤثر التصنيف على كل من وحدة الهوائي ووحدة التردد اللاسلكي.

ويجب على المقاول تركيب المعدات حسب إجراءات التركيب التي توصي بها الشركة المصنعة.

ويجب أن تتوافق المعدات مع المواصفات ذات الصلة من سلسلة (IEC ٦١٠٠٠) المتنوعة.

المعدات التقنية الخلوية

يتعلق هذا الجزء الفرعي بتوفير النظام الفرعي للاتصالات السلكية واللاسلكية وتركيبه وتشغيله من حيث الاتصال من ميدان إلى مركز أو الاتصال من ميدان إلى ميدان يستخدم خدمات البيانات الخلوية اللاسلكية المؤجرة، وذلك وفقًا لرسومات و/أو مواصفات تصميم المشروع التفصيلية.

ويجب أن يتكون نظام الاتصالات من (١) وسيط اتصال كحد أدنى، و(٢) جميع المكونات اللازمة للإرسال عبر الوسيط.

كما يجب أن تكون أجهزة إرسال واستقبال البيانات الخلوية عبارة عن راديو بيانات متوافق مع خدمات البيانات الخلوية التجارية من الجيل ٣G أو ٤G أو ٥G المتوفرة في منطقة النشر.

وجدير بالذكر أنه يجب توفير برنامج إدارة لجميع المعدات المقترحة.

كما يجب توفير هوائي وكابل هوائي ملائمين. ويجب أن يلائم الهوائي والكابل نطاق التردد الذي يستخدمه نظام البيانات الخلوية ويجب تركيبهما بحيث لا يتداخلان معه.

وعندما يتم تركيب الهوائي خارج علبة أنظمة النقل الذكية، يجب توفير مانع الارتفاع المفاجئ في التيار المناسب لتوصيل الهوائي.

ويجب أن يدعم الهوائي وجهاز الاستقبال اللاسلكيين التقنيات الخلوية (HSPA/EDGE/GPRS)، أو تقنيات (LTE/٥G/4G) الأحدث، حيث تتوفر هذه الخدمة في منطقة النشر.

ويجب أن يدعم الهوائي وجهاز الاستقبال اللاسلكيين بروتوكولات (NAT) والاتصال النفقي (GRE) وتصفية عنوان (URL/MAC) ويكونا مجهزين لتنفيذها.

كما يجب أن يدعم المنتج بطاقة (SIM) واحدة (١) على الأقل وتتوفر معه هذه البطاقة.

بالإضافة إلى ذلك، يجب أن يدعم المنتج موصل (BNC أو SMA) أنثى واحد (١) بمقاومة ٥٠ أوم ويتوفر معه هذا الموصل من أجل التوصيل بهوائي خارجي.

ويجب أن يدعم المنتج نطاق التردد الذي تستخدمه خدمة البيانات الخلوية المتوفرة في منطقة النشر.

كما يجب أن يرسل المنتج ما يصل إلى ٢٦ ديسيبل ميلي واط كحد أدنى (ويمكن ضبط هذا المعدل بواسطة المستخدم)، ويتميز بحساسية جهاز استقبال تبلغ -١٠٨ ديسيبل ميلي واط أو أقل.

ويجب أن يدعم المنتج منفذين (٢) كحد أدنى من منافذ التفاوض التلقائي (١٠BaseT/١٠٠BaseTx RJ٤٥) وتتوفر معه هذه المنافذ للاتصال بمضيفات إيثرنت. كما يجب أن يكون بمقدور المنتج دعم الحد الأقصى من معدل نقل البيانات الذي توفره خدمة البيانات الخلوية المتاحة في منطقة النشر.

وتجدر الإشارة إلى أنه يجب أن يدعم المنتج منفذ اتصالات واحد للتهيئة ويتوفر معه بهذا المنفذ. ويجب أن يكون منفذ التهيئة عبارة عن منفذ (DB٩/RS٢٣٢) أو منفذ USB من النوع A أو منفذ (١٠BaseT/١٠٠BaseTx RJ٤٥) أو على النحو الذي اعتمدته الجهة المُختصة والسلطات الحكومية.

كما يجب أن يدعم المنتج المصادقة القائمة على (MAC وSSL وخوارزمية DES الثلاثية ١٢٨/٢٥٦ AES مع تشفير CBC-MAC).

فضلًا عن ذلك، يجب أن يدعم المنتج بروتوكولات (RTP/IP وUDP/IP وTCP/IP وHTTPS وVRRP وNTP وDNS وDHCP وARP وWDS).

أما بالنسبة إلى المواصفات الوظيفية، فيجب أن تتمثل في الآتي:

- (IEEE ٨٠٢,٣) عملية مزدوجة كاملة
- قائمة انتظار الأولويات ٨٠٢,١p
- بروتوكول الشجرة الممتدة السريع ٨٠٢,١w
- الشبكة المحلية الافتراضية ٨٠٢,١Q، و٨٠٢,٣u
- (RFC#٣٣٧٦) IGMP v٣ الارسال المتعدد

ويجب أن يكون تصنيف علبة المنتج بمعيار (IP٦٧) أو أعلى.

بالإضافة إلى ذلك، يجب أن يكون هوائي أجهزة إرسال واستقبال البيانات الخلوية عبارة عن هوائي متعدد الاتجاهات لعمليات نشر أنظمة النقل الذكية المتنقلة، وهوائي اتجاهي لعملية نشر أنظمة النقل الذكية الثابتة الدائمة. ويجب تصميم الهوائي خصوصًا لنطاق التردد اللاسلكي الذي تستخدمه الخدمات الخلوية الملائمة.

كما يجب أن يتميز الهوائي متعدد الاتجاهات بكسب هوائي قدره ٣ ديسيبل آيزوتروبي في مخروط بزاوية ١٠ درجات في جميع الاتجاهات الأفقية. ويجب أن يتميز الهوائي الاتجاهي بكسب هوائي قدره ٣ ديسيبل آيزوتروبي في مخروط بزاوية ١٠ درجات في الاتجاه المستهدف.

ومما تجدر الإشارة إليه أنه يتم توفير معدات منع الارتفاع المفاجئ في التيار داخل كابينة المعدات ذات الصلة، وعلى كابل الهوائي بالنسبة إلى الهوائي الذي تم تثبيته في الخارج، وخارج الكابينة. ويجب تأريض مانع الارتفاع المفاجئ في التيار إلى نظام تأريض مناسب عبر موصل نحاسي بحجم فعال يبلغ ٦ ملم^{٢} كحد أدنى.

كما يجب استخدام موصل مصمم بحيث يلائم كابل متحد المحور بمقاومة ٥٠ أوم عبر جدار الكابينة لجميع مسارات كابل الهوائي عبر جدار (جدران) الكابينة. ويجب تجهيز الموصل بحشية مناسبة لمنع دخول الماء والجسيمات الصلبة من خلال الاختراق.

علاوة على ذلك، يجب استخدام تقنيات التركيب بحيث لا تضعف خصائص الإرسال والخصائص الميكانيكية للمنتجات المستخدمة وتفي بمواصفات التركيب التي تتوقعها الشركات المصنعة المعنية، ما لم تعتمد الجهة المُختصة والسلطات الحكومية خلاف ذلك.

وتجدر الإشارة إلى أنه يجب تركيب كابل الهوائي بطريقة لا يتم فيها انتهاك الحد الأدنى لنصف قطر الانحناء ولا شدة السحب المسموح بها أثناء التركيب أو بعده.

ويجب أن تفحص الجهة المُختصة والسلطات الحكومية عملية التركيب وتوافق عليه.

كما يجب استخدام أطوال الكابلات المستمرة بين نقاط النهاية المسموح بها خلال علب المعدات وداخلها؛ ولا يُسمح بإنهاء الكابل أو ربطه خارج نقاط النهاية الواضحة هذه.

راجع مواصفات أنظمة النقل الذكية والأحكام العامة لأنظمة النقل الذكية، ما لم يُذكر خلاف ذلك في المقالات أدناه. ويتمثل الهدف من هذا الاختبار في تأكيد امتثال الأداء في المكونات الفردية والمكونات المترابطة بتقديرها كيان واحد (نظام فرعي) في كل موقع نشر والأنظمة الفرعية المترابطة بتقديرها نظام عام فردي متكامل.

بالإضافة إلى ذلك، يتكون اختبار هذا النظام الفرعي من التحقق من التركيب ذي الصلة بناءً على المواصفات المعمول بها والرسومات التنفيذية المعتمدة والتحقق من أداء الأجهزة المثبتة التي تتضمن بعض طرق الاختبار الواردة في الأجزاء الآتية أو كلها.

ويجب التحقق من الامتثال لمتطلبات الأداء للأجهزة الفردية عن طريق مقارنة بيانات الأداء المحددة على النحو الموضح في ورقة بيانات الشركة المصنعة وشهادات المنتج والرسومات التنفيذية الأخرى ذات الصلة مقابل مواصفات تصميم المشروع التفصيلية.

وتجدر الإشارة إلى أنه يجب التحقق من الامتثال لمتطلبات الملكية المادية المرئية في الأجهزة الفردية عن طريق مقارنة ورقة بيانات الشركة المصنعة ذات الصلة وشهادات المنتج والرسومات التنفيذية ذات الصلة والتحقق البصري للمنتج مقابل مواصفات تصميم المشروع التفصيلية.

كما يجب التحقق من الامتثال لمتطلبات الأداء في الأنظمة الفرعية المتكاملة، بوصفها كيانات فردية، عن طريق ملاحظة معلمات الأداء ذات الصلة وقياسها.

وجدير بالذكر أنه يمكنك إجراء اختبار مؤشر قوة الإشارة المستقبَلة وفق تعليمات الشركة المصنعة للمودم أو ضبط اتجاه و/أو ارتفاع الهوائي ذي الصلة أو استبدل الهوائي بمنتج يتميز بكسب هوائي أعلى حسب الاقتضاء. ولكي يكون مقبولًا، يجب أن يكون مؤشر قوة الإشارة المستقبَلة الذي تم قياسه أعلى بمقدار ٣ ديسيبل ميلي واط على الأقل من حساسية جهاز الاستقبال للمودم.

كما يجب تقديم نماذج اختبار للأفراد ومجموعة من عناصر الاختبار التي تسهّل توثيق نتائج الاختبار إلى الجهة المُختصة والسلطات الحكومية. ويجب أن تتضمن نماذج الاختبار أهداف الاختبار ذات الصلة وتُستمد مواصفات النجاح/الرسوب من الأعمدة ذات الصلة في مواصفات تصميم المشروع التفصيلية.

١٣-٢-٣ متطلبات تصميم الأجهزة:

١٣-٢-٣-١ تركيب كابلات الألياف البصرية:

يتم تركيب كابل الألياف البصرية في مجرى التوصيل الموضح في رسومات التصميم التفصيلية ويجب أن يستوفي المواصفات الآتية:

- EN ٦٠٧٩٤-٣-١١
- EN ١٨٧١٠٥.

كما يجب التحقق من عدم تلف مجرى التوصيل والمجرى الداخلي (عند استخدامه) قبل تركيب الكابل.

ويجب استخدام أساليب التركيب التي تضمن عدم تدهور الخصائص البصرية والميكانيكية للكابل. ويتم فقط استخدم المعدات والإجراءات التي تحددها الشركة المصنعة لكابل الألياف البصرية ما لم توافق الجهة المُختصة والسلطات الحكومية على خلاف ذلك.

وتجدر الإشارة إلى أنه يجب تركيب الكابل بطريقة لا يتم فيها انتهاك الحد الأدنى لنصف قطر الانحناء ولا شدة السحب المسموح بها أثناء التركيب.

كما يجب إعطاء الجهة المُختصة والسلطات الحكومية أربع (٤) نُسخ من الحد الأقصى لشدة السحب الذي توصي به الشركة المصنعة للكابل بالنسبة إلى كل حجم ونوع من الكابل قبل التركيب. ويجب تحديد حدود شدة السحب هذه للسحب من الغلاف الخارجي للكابل.

علاوة على ذلك، يجب تقديم قائمة بمواد التشحيم التي اعتمدتها الشركة المصنعة للكابلات وإرشادات لتطبيقها إلى الجهة المُختصة والسلطات الحكومية.

ويجب أن تفحص الجهة المُختصة والسلطات الحكومية نظام التركيب المقرر استخدامه وتوافق عليه.

ويجب تمييز كابل (كابلات) الألياف البصرية بعلامات اعتمدتها الجهة المُختصة والسلطات الحكومية. ويتم تركيب العلامات على الكابل داخل حجرة الوصل بالجدل التي تشير إلى نوع الكابل وعدد الألياف وتكون عبارة عن علامات دائمة. ويجب أن تكون الحروف المطبوعة على العلامات بالحبر الدائم.

بالإضافة إلى ذلك، يجب لف كابل الألياف البصرية بارتخاء في حجرات أنظمة النقل الذكية بنمط على شكل ثمانية. ويجب توفير ارتخاء للكابل بمقدار ١٥ م في حجرات أنظمة النقل الذكية و٦٠ م في حجرات الوصل بالجدل لأنظمة النقل الذكية، حيث يتم توفير ٣٠ ملم في كل جانب من جوانب نقطة وصل الكابل بالجدل.

١٣-٢-٣-٢ متطلبات تركيب كابلات الألياف البصرية في مجاري التوصيل المدفونة:

يتم تركيب كابلات الألياف البصرية في مجرى داخلي داخل مجرى التوصيل إذا كان إجمالي مناطق القطاع العرضي للكابل (الكابلات) الذي تم تركيبه أقل من ٤٠٪ من مساحة القطاع العرضي الداخلي لمجرى التوصيل، على النحو المتفق عليه مع الجهة المُختصة. والسلطات الحكومية.

ويجب أن تكون مادة مجرى التوصيل الداخلي من البولي إيثيلين عالي الكثافة. كما يجب أن يتكون مجرى التوصيل الداخلي من خليتين أو أكثر من خلايا مجرى التوصيل الداخلي. ويتم توفير شريط سحب من النايلون في كل خلية مجرى توصيل داخلي غير مستخدمة. ويجب تصميم منتج مجرى التوصيل الداخلي خصوصًا للاستخدام كمجرى توصيل داخلي.

ويتم تركيب سلك تتبع واحد في كل مجرى توصيل. ويجب أن يكون موصل سلك التتبع مصنوعًا من النحاس ولا يقل حجم الأسلاك عن ٢ ملم^{٢}.

بالإضافة إلى ذلك، يجب استخدام مواد التشحيم المعتمدة فقط بالكمية التي توصي بها الشركة المصنعة للكابل لتسهيل سحب الكابل.

ويجب سد نهايات الكابل في جميع الأوقات أثناء التركيب باستخدام غطاء طرفي معتمد للكابل. ولا يُسمح باستخدام الشريط اللاصق لسد نهاية الكابل. كما يجب الحفاظ على سد نهايات الكابل حتى الانتهاء.

علاوة على ذلك، يجب أن تبلغ شدة السحب المسموح بها ٧٠٪ من أقصى شدة سحب تحددها الشركة المصنعة لسحب الغلاف الخارجي. ويجب عدم تجاوز شدة السحب المسموح بها في أي وقت أثناء تركيب الكابلات باستخدام إحدى الطرق الآتية، على النحو الذي اعتمدته الجهة المُختصة والسلطات الحكومية.

إذا تم سحب كابل الألياف البصرية باستخدام وسائل ميكانيكية، فيجب استخدام جهاز قابض يقيد عزم الدوران لضمان عدم تجاوز شدة السحب المسموح بها. كما يجب توصيل مقياس الانفعال بخط السحب في مكان خروج الكابل وعلى مسافة كافية من جهاز السحب، بحيث يمكن قراءة مقياس الانفعال خلال عملية سحب الكابل بالكامل. ويجب أن تتم معايرة جهاز القابض الذي يقيّد عزم الدوران ومقياس الانفعال في غضون ١٢ شهرًا في وقت الاستخدام.

كما يُقبل استخدام الوصلات الدوارة المصهورة المصممة للكسر عندما يتجاوز الحمل المستخدم مجموعة الشد المسموح بها عند ٧٠٪ من قوة كابلات الألياف البصرية.

فضلًا عن ذلك، يجب اتخاذ كافة الاحتياطات لضمان عدم تلف الكابل أثناء التخزين والتركيب. ولا يُسمح للعمال بالضغط على الكابل أو دهسه بأي مركبة أو معدات. ويجب عدم سحب كابل الألياف البصرية على الأرض أو فوق حواف أو زوايا أو فوق عوائق أو حولها أو عبر منحنيات أو انحناءات غير ضرورية. كما يجب استخدام الأدلة وأجهزة التغذية والعروات والجلبات المعتمدة للكابل لمنع تلفه أثناء التركيب. ويجب استبدال أو إعادة أي كابلات ألياف ضوئية تالفة إلى الجهة المُختصة والسلطات الحكومية من دون أي تكلفة إضافية.

بالإضافة إلى ذلك، يجب تركيب الكابلات بأطوال مستمرة بين نقاط النهاية المسموح بها في علب المعدات؛ ولا يُسمح بإنهاء أو ربط الكابل خارج نقاط النهاية الواضحة هذه.

ويجب عدم سحب كابل الألياف البصرية حول أي انحناءات تقل عن قُطر الكابل بمقدار ٢٠ ضعفًا عند التحميل وبمقدار ١٠ أضعاف عند عدم التحميل، ولكن لا تقل بأي حال عن قُطر الكابل الخارجي بمقدار ١٢ ضعفًا. ويجب أن تتسم المداخل في مجاري التوصيل والعلب وخارجها بالنعومة حتى لا تُتلف غلاف الكابل.

كما يمكن سحب كابل الألياف البصرية من خلال حجرات وسيطة لزيادة سهولة التركيب.

ويجب سحب الطول اللازم من الكابل المراد تركيبه من إحدى علب الوصل بالجدل إلى علبة الوصل بالجدل الأمامية التالية مباشرةً.

١٣-٢-٣-٣ متطلبات توصيل الألياف البصرية بالجدل:

يتم توصيل الكابلات بالجدل في حجرات أنظمة النقل الذكية فقط في المواقع الموضحة في رسومات تصميم المشروع التفصيلية. ويجب استخدام الوصل بالجدل الانصهاري.

ويجب أن تكون آلة الوصل بالجدل قادرة على توصيل الألياف بطبقة خارجية تبلغ ٢٥٠ ميكرومتر. كما يجب أن تتمتع الآلة بقدرات قياس لفقد الوصل بالجدل ويكون بها سخان للجلبة وشاحن بطارية ومقياس طاقة مدمج.

يجب أن يكون متوسط فقد اللصق بالجدل ثنائي الاتجاه للألياف الضوئية أقل من ٠,١٥ ديسيبل.

بالإضافة إلى ذلك، يجب توصيل الكابلات بالجدل كما هو موضح في رسومات تصميم المشروع التفصيلية (على سبيل المثال، يجب أن تتطابق الأنابيب العازلة وألوان الألياف مع مخطط التوصيل بالجدل).

ويجب تمييز الكابلات التي تدخل إلى علبة التوصيل بالجدل وتخرج منها باستخدام وجهة الكابل.

كما يجب توفير مخطط التوصيل بالجدل كي تعتمده الجهة المُختصة والسلطات الحكومية.

ويجب توثيق موقع التوصيل بالجدل وتحديد مصدر ووجهة جميع الألياف في كل حامل لوصلة الربط بالجدل. ويجب أيضًا توثيق الأنابيب العازلة والألياف المستخدمة أثناء تركيب وصلات الربط بالجدل.

علاوة على ذلك، يجب تثبيت علب اللصق بالجدل على جدار حجرة الوصل بالجدل لأنظمة النقل الذكية لتجنب وضع العلبة في الجزء السفلي من الحجرة.

١٣-٢-٣-٤ متطلبات توصيل نهايات الألياف البصرية:

يجب أن يكون متوسط فقد اللصق بالجدل ثنائي الاتجاه للألياف الضوئية أقل من ٠,١٥ ديسيبل.

ويتم توصيل نهايات كابل الألياف البصرية على النحو المحدد في رسومات تصميم المشروع التفصيلية. ويجب توصيل جميع النهايات فقط في علب المعدات أو في علبة التوصيل بالجدل. فاحرص على توصيل نهايات جميع الألياف غير المستخدمة في علبة معينة وتغطية الألياف غير المستخدمة التي تنتهي في علبة.

وجدير بالذكر أنه يجب توصيل نهايات جميع الألياف عن طريق توصيل جدائل الألياف بأسلاك توصيل موصَلة في المصنع باستخدام التوصيل بالجدل الانصهاري فقط. ويجب أن تكون أسلاك التوصيل ذات عزل وثيق ومعززة بالأراميد لتقليل احتمالية تلف الألياف أو الوصلة بسبب سوء الاستخدام العرضي. كما يجب أن تكون أسلاك التوصيل مزودة بموصلات ألياف ضوئية بها حلقات خزفية، ما لم توافق الجهة المُختصة والسلطات الحكومية على خلاف ذلك. بالإضافة إلى ذلك، يجب أن يتطابق حجم وخصائص اللب الزجاجي للألياف الموجودة في سلك التوصيل تمامًا مع حجم وخصائص الألياف التي يتم ربط سلك التوصيل بها. ويجب وضع علامات على جميع موصلات الألياف البصرية، سواء على أسلاك التوصيل أو المعدات، لمنع التوصيل غير الصحيح. ويجب أن توافق الجهة المُختصة والسلطات الحكومية على طريقة (طرق) وضع العلامات قبل الاستخدام.

١٣-٢-٣-٥ متطلبات اختبار كابل الألياف البصرية:

راجع مواصفات أنظمة النقل الذكية والأحكام العامة لأنظمة النقل الذكية، ما لم يُذكر خلاف ذلك في المقالات أدناه. ويتمثل الهدف من هذا الاختبار في تأكيد امتثال الأداء في المكونات الفردية والمكونات المترابطة بتقديرها كيان واحد (نظام فرعي) في كل موقع نشر والأنظمة الفرعية المترابطة بتقديرها نظام عام فردي متكامل.

وكلما أمكن، يجب إجراء الاختبار وفقًا لخطة التحقق من الشبكة المحلية التي اعتمدها المهندس.

١٣-٢-٣-٦ حجرات السحب ومجاري توصيل أنظمة النقل الذكية:

يجب تركيب حجرات السحب ذات الأبعاد الموضحة في رسومات مشروع التصميم التفصيلية. ويجب أن توافق الجهة المُختصة والسلطات الحكومية على أي تغييرات.

كما يجب إنشاء حجرة سحب أنظمة النقل الذكية باستخدام المواد الموضحة في رسومات مشروع التصميم التفصيلية.

ويجب أن يتوافق طول وعرض وعمق حجرة السحب مع الأبعاد الموضحة في رسومات مشروع التصميم التفصيلية. ويمكن تعديل عمق الحجرة وفقًا لرسومات مشروع التصميم التفصيلية لتناسب عمق مجاري التوصيل التي تدخل إلى حجرة السحب وتخرج منها.

علاوة على ذلك، يجب أن تحتوي حجرة سحب أنظمة النقل الذكية على إطار وغطاء يتوافق مع متطلبات EN ١٢٤ ويتم وضع علامة عليها وفقًا للمواصفات المدنية والهيكلية لأنظمة النقل الذكية الخاصة بالجهة المختصة والسلطات الحكومية.

ويجب أن تبلغ المسافة القصوى بين حجرات السحب ٢٥٠ م بطول مستقيم.

ويلزم وجود حجرات سحب أنظمة النقل الذكية عند حدوث تغيير في الاتجاه أكبر من ٢٢,٥ درجة.

ويجب ربط حلقة سحب (مرساة سحب) بمادة دعم، ويتم رميها وتثبيتها مقابل كل مجرى توصيل، كما يجب توفير مدخل في كل حجرة سحب.

١٣-٢-٣-٧ متطلبات الحجرة الجانبية لأنظمة النقل الذكية:

يجب تركيب الحجرات الجانبية ذات الأبعاد الموضحة في رسومات مشروع التصميم التفصيلية. ويجب أن توافق الجهة المُختصة والسلطات الحكومية على أي تغييرات.

كما يجب إنشاء الحجرة الجانبية لأنظمة النقل الذكية باستخدام المواد الموضحة في رسومات مشروع التصميم التفصيلية.

ويجب أن يتوافق طول وعرض وعمق حجرة السحب مع الأبعاد الموضحة في رسومات مشروع التصميم التفصيلية. ويمكن تعديل عمق الحجرة وفقًا لرسومات مشروع التصميم التفصيلية لتناسب عمق مجاري التوصيل التي تدخل إلى حجرة السحب وتخرج منها.

علاوة على ذلك، يجب أن تحتوي الحجرة الجانبية لأنظمة النقل الذكية على غطاء يتوافق مع متطلبات EN ١٢٤ ويتم وضع علامة عليها وفقًا للمواصفات المدنية والهيكلية لأنظمة النقل الذكية الخاصة بالجهة المختصة والسلطات الحكومية.

ويجب أن تبلغ المسافة القصوى بين الحجرات الجانبية ١٠٠ م بطول مستقيم.

ويلزم وجود الحجرات الجانبية الأنظمة النقل الذكية عند حدوث تغيير في الاتجاه أكبر من ٢٢,٥ درجة.

متطلبات إزالة الحجرات

١- على النحو الموضح في رسومات مشروع التصميم التفصيلية، تجب إزالة حجرات أنظمة النقل الذكية وإعادة الأرضية إلى حالة تقبلها الجهة المُختصة والسلطات الحكومية.
٢- تجب حماية الكابلات الموجودة في الحجرة من التلف. ويجب إخطار مالكي مرفق الكابلات التي تم توصيلها للعمليات المباشرة بأنه تتم إزالة الحجرة. وفي حالة حدوث تلف، يجب إخطار مالك المرفق وإصلاح التلف على الفور. كما يجب اختبار كابلات الألياف البصرية عند الانتهاء من إزالة الحجرات وإنشائها للتحقق من أن قياسات مقياس الانعكاس لحقل الزمن البصري تشير إلى أن كابل الألياف البصرية مقبول وفقًا لمواصفات أنظمة النقل الذكية التابعة للجهة المختصة. ويجب التخلص من النفايات الناتجة عن الهدم في المناطق المخصصة المعتمدة لذلك.

١٣-٢-٣-٨ مجرى توصيل تحت الأرض:

يجب أن تستوفي جميع التركيبات تحت الأرض المتطلبات المنصوص عليها في طود الطرق السعودي ٤٠٢ (إنشاء الجسور والأنفاق). بشكل عام، يجب توفير وتركيب قنوات بحجم اسمي ١٠٠ مم، مصنوعة من البولي إيثيلين عالي الكثافة (HDPE)، مناسبة للتركيب تحت الأرض، لكل من الطاقة الكهربائية والاتصالات. يجب تقديم أوراق بيانات المنتج للمراجعة والموافقة من الجهة المختصة والسلطات الحكومية.

كما يجب أن تكون مجاري التوصيل الخاصة بالتركيب تحت الأرض مقاومة للعناصر الكيميائية مثل البنزين، وتجب حمايتها من تدهور المواد بسبب الأكسدة أو التآكل.

بالإضافة إلى ذلك، يجب توفير حبل سحب من البولي بروبيلين وربطه في كل مجرى توصيل. ويجب ألا تقل مقاومة الانهيار للحبل المتوفر عن ٨ كيلو نيوتن.

كما يتم إنشاء مجري التوصيل تحت الأرض باستخدام المواد الموضحة في رسومات مشروع التصميم التفصيلية ويتوافق مع المواصفات الآتية:

- EN ٦١٣٨٦-٢٤
- EN ٥٠٢٩٠-٢-٢١

شريط العلامات لكابلات الألياف البصرية تحت الأرض

يجب تركيب شريط العلامات لجميع مجاري التوصيل المدفونة في الأرض للتحذير من وجود كابلات ألياف ضوئية.

ويجب أن يكون شريط العلامات من البولي إيثيلين منخفض الكثافة وبسُمك لا يقل عن ١٠٠ ميكرون. ويجب أن يبلغ عرضه ٤٠٠ ملم ويكون باللون البرتقالي مع وجود علامة سوداء تشير إلى وجود كابل ألياف ضوئية باللغتين الإنجليزية والعربية. ويتم تحديد موقعه بالنسبة إلى موضع الكابل ضمن المواصفات المدنية والهيكلية لأنظمة النقل الذكية.

بالإضافة إلى ذلك، يجب أن تكون المادة ثابتة اللون ومقاومة للتأثير الكيميائي في ظروف الأرض العادية التي تتعرض لها بالمملكة العربية السعودية. وقد تختلف هذه الظروف من شديدة الرطوبة إلى شديدة الجفاف وذات درجات ملوحة عالية جدًا. كما قد تختلف درجة حرارة الأرض من ٠ إلى ٤٠ درجة مئوية.

علاوة على ذلك، يجب أن تكون المادة متينة من الناحية الميكانيكية. ويجب أن تثبت الشركة المصنعة أن العينات المتوافقة مع هذه المواصفات قد تم اختبارها للتحقق من امتثالها لمواصفة EN مكافئة.

١٣-٢-٣-٨-١ مجرى التوصيل فوق الأرض:

يجب توفير وتركيب مجاري توصيل من الحديد المجلفن الصَلب للتركيبات فوق سطح الأرض.

ويجب أن تكون مجاري التوصيل المصنوعة من الصُلب المجلفن الصَلب مصممة للاستخدام طويل الأمد فوق الأرض، كما تجب حمايتها ضد تدهور المواد. ويجب تقديم أوراق بيانات المنتجات حتى تراجعها الجهة المُختصة والسلطات الحكومية وتوافق عليها.

بالإضافة إلى ذلك، يجب توفير حبل سحب من البولي بروبيلين وربطه في كل مجرى توصيل. ويجب ألا تقل مقاومة الانهيار للحبل المتوفر عن ٨ كيلو نيوتن.

كما يجب إنشاء مجرى التوصيل فوق الأرض باستخدام المواد الموضحة في رسومات مشروع التصميم التفصيلية.

١٣-٢-٣-٨-٢ مجرى التوصيل تحت الأرض – متطلبات التركيب:

تجب تغطية مجاري التوصيل تحت الأرض بالخرسانة كما هو محدد في رسومات المشروع التصميمية التفصيلية. وفي تلك الحالات التي تتم فيها إضافة مجرى توصيل جديد، يجب أن يكون مجري التوصيل الجديد بطول مجرى مجري التوصيل الحالي.

وتجب حماية مجاري التوصيل من دخول الخرسانة فيها من خلال حماية نهاياتها عند صب الخرسانة.

ويجب اختبار جميع مجاري التوصيل من خلال تمرير فرشاة وشياق. ويجب أن تكون الفرشاة بقُطر دائري ومصممة لتنظيف مجاري التوصيل. كما يجب أن يبلغ قُطر الفرشاة ١١٠٪ من قُطر مجري التوصيل الذي يتم اختباره وتنظيفه.

ويجب أن يكون الشياق المستخدم في اختبار مجاري التوصيل من الحديد أو الصلب ويبلغ قُطره ٩٣٪ من قُطر مجري التوصيل. ويجب ألا يقل طول الشياق عن ٢٤٠ ملم.

فضلًا عن ذلك، يجب إعادة الخنادق إلى حالة مقبولة وفق ما اعتمدته الجهة المُختصة والسلطات الحكومية.

ويتم تركيب حبل من البولي بروبلين داخل مجاري التوصيل أو المجاري الداخلية.

ويجب الحرص على عدم دخول الحطام أو الرمل أو أي مادة أخرى إلى مجرى التوصيل و/أو المجرى الداخلي.

١٣-٢-٣-٨-٣ مجرى التوصيل فوق الأرض - متطلبات التركيب:

يجب أن تكون مجاري أو قنوات التوصيل فوق الأرض مثبتة بإحكام بالهياكل أو الجدران أو الأرضيات أو أي سطح آخر بالطريقة المحددة في رسومات التصميم التفصيلية. ويجب استخدام أدوات التثبيت المناسبة للمنتج وسطح التثبيت لضمان تثبيت مجاري التوصيل المصنوعة من الصُلب المجلفن الصَلب على السطح. ويجب استخدام الجِلب المناسبة لمجرى التوصيل أو القناة على النحو الذي توصي به الشركة المصنعة في نهاية مجاري التوصيل المصنوعة من الصُلب المجلفن الصَلب.

كما يجب تركيب حبل من البولي بروبلين داخل مجاري التوصيل أو المجاري الداخلية لتسهيل سحب الكابل الكهربائي أو كابل الاتصالات.

ويجب الحرص على عدم دخول الحطام أو الرمل أو أي مادة أخرى إلى مجرى التوصيل و/أو المجرى الداخلي.

١٣-٢-٣-٩ متطلبات اختبار مقياس الانعكاس لحقل الزمن البصري:

يجب إجراء قياسات مقياس الانعكاس لحقل الزمن البصري بعد تركيب كابل (كابلات) الألياف البصرية، بناءً على المواصفات الآتية:

- EIA/TIA-٤٥٥-٥٩.
- EIA/TIA-٤٥٥-٦٠.
- EIA/TIA-٤٥٥-٦١.
- EIA/TIA-٤٥٥-٣٤.
- EN٥٠٣٤٦.

ويجب أن تتضمن اختبارات قياسات مقياس الانعكاس لحقل الزمن البصري اختبارات باستخدام هذا المقياس على دوائر الألياف البصرية، باستثناء أي مخفّفات وجهاز (أجهزة) إلكترونية بناءً على المواصفات الآتية:

- EIA/TIA-٤٥٥-٥٩.
- EIA/TIA-٤٥٥-٦٠.
- EIA/TIA-٤٥٥-٦١.

- EIA/TIA-٤٥٥-٣٤.
- EN٥٠٣٤٦.

كما يجب إجراء اختبارات مقياس الانعكاس لحقل الزمن البصري على جميع الألياف في الكابل، في كلا الاتجاهين وبجميع الأطوال الموجية المحددة في اقتراح التصميم. وبحد أدنى، سيتم اختبار جميع الألياف بطول ١٣١٠ نانومتر و١٥٥٠ نانومتر.

وجدير بالذكر أنه يجب إبلاغ الجهة المُختصة والسلطات الحكومية بموعد إجراء اختبار مقياس الانعكاس لحقل الزمن البصري حتى يتمكنوا من الترتيب لمشاهدة الاختبار.

ويوضح الإجراء الآتي الخطوات الأساسية لإجراء اختبار مقياس الانعكاس لحقل الزمن البصري. ويجب إجراء الاختبارات في الظروف البيئية على النحو الموصى به في المواصفة (EIA/TIA-٤٥٥-B) أثناء الاختبار. ويجب توصيل نهايات أسلاك التوصيل الموصَلة مسبقًا على طرفي الألياف المختبرة قبل الاختبار.

كما يجب أن يستطيع مقياس الانعكاس لحقل الزمن البصري تسجيل وتخزين نتائج اختبار الألياف بتنسيق البيانات (Telcordia SR-٤٧٣١ OTDR).

فضلًا عن ذلك، يجب إجراء اختبار مقياس الانعكاس لحقل الزمن البصري من كل نهاية للكابل. ولا يتم قبول اختبار مقياس الانعكاس لحقل الزمن البصري من نهاية واحدة للكابلات المركبة.

مقياس الانعكاس لحقل الزمن البصري - يجب أن تتضمن وثائق الاختبار ما يأتي:

- معرّف الكابل
- موقع الكابل: نقطة البداية والنهاية
- معرّف الألياف، بما في ذلك الأنبوب ولون الألياف
- اسم المشغّل
- التاريخ والوقت
- معلمات الإعداد، بما في ذلك خصائص الكابلات والأطوال الموجية الضوئية وعرض النبضات والمدى والمقياس.

مقياس الانعكاس لحقل الزمن البصري - يجب أن تتضمن نتائج الاختبار ما يأتي:

- إجمالي أثر الألياف
- الخسارة/الكسب في التوصيل بالجدل
- تحديد الأحداث البصرية أكبر من٠,١٠ ديسيبل

ويجب أن تتضمن اختبارات قياسات مقياس الانعكاس لحقل الزمن البصري إجراء اختبارات باستخدام هذا المقياس على دوائر الألياف البصرية، باستثناء أي مخفّفات وجهاز (أجهزة) إلكترونية بناءً على المواصفات الآتية:

- EIA/TIA-٤٥٥-٥٩.
- EIA/TIA-٤٥٥-٦٠.
- EIA/TIA-٤٥٥-٦١.
- EIA/TIA-٤٥٥-٣٤.
- EN٥٠٣٤٦.

كما يجب إجراء اختبارات مقياس الانعكاس لحقل الزمن البصري على جميع الألياف في الكابل، في كلا الاتجاهين وبجميع الأطوال الموجية المحددة في اقتراح التصميم. وبحد أدنى، سيتم اختبار جميع الألياف بطول ١٣١٠ نانومتر و١٥٥٠ نانومتر.

وجدير بالذكر أنه يجب إبلاغ الجهة المُختصة والسلطات الحكومية بموعد إجراء اختبار مقياس الانعكاس لحقل الزمن البصري حتى يتمكنوا من الترتيب لمشاهدة الاختبار.

ويوضح الإجراء الآتي الخطوات الأساسية لإجراء اختبار مقياس الانعكاس لحقل الزمن البصري. ويجب إجراء الاختبارات في الظروف البيئية على النحو الموصى به في المواصفة (EIA/TIA-٤٥٥-B) أثناء الاختبار. ويجب توصيل نهايات أسلاك التوصيل الموصَلة مسبقًا على طرفي الألياف المختبرة قبل الاختبار.

كما يجب أن يستطيع مقياس الانعكاس لحقل الزمن البصري تسجيل وتخزين نتائج اختبار الألياف بتنسيق البيانات Telcordia SR-٤٧٣١ OTDR.

فضلًا عن ذلك، يجب إجراء اختبار مقياس الانعكاس لحقل الزمن البصري من كل نهاية للكابل. ولا يتم قبول اختبار مقياس الانعكاس لحقل الزمن البصري من نهاية واحدة للكابلات المركبة.

مقياس الانعكاس لحقل الزمن البصري - يجب أن تتضمن وثائق الاختبار ما يأتي:

- معرّف الكابل

- موقع الكابل: نقطة البداية والنهاية
- معرّف الألياف، بما في ذلك الأنبوب ولون الألياف
- اسم المشغّل
- التاريخ والوقت
- معلمات الإعداد، بما في ذلك خصائص الكابلات والأطوال الموجية الضوئية وعرض النبضات والمدى والمقياس.

مقياس الانعكاس لحقل الزمن البصري - يجب أن تتضمن نتائج الاختبار ما يأتي:

- إجمالي أثر الألياف
- الخسارة/الكسب في التوصيل بالجدل
- تحديد الأحداث البصرية أكبر من ٠,١٠ ديسيبل

يجب تسجيل الاختبارات ثنائية الاتجاه واستخدام الخسارة ثنائية الاتجاه بوصفها نتيجة النجاح/الفشل. وفيما يأتي تفاصيل المعلومات المطلوبة.

- عدد الألياف
- لون الألياف
- الأنبوب العازل
- الطول (م)
- الحد (ديسيبل)
- الفقد (ديسيبل)
- الاجتياز/ الفشل
- التعليقات.

وفي حالة فشل الألياف في اختبارات مقياس الانعكاس لحقل الزمن البصري واختبارات الطاقة نظرًا إلى وجودها خارج الميزانية البصرية، يجب اقتراح قرار مقبول إلى الجهة المُختصة والسلطات الحكومية.

علاوة على ذلك، يجب إجراء اختبار تسرب الهواء على جميع علب التوصيل بالجدل بعد الانتهاء من أعمال التوصيل بالجدل ذات الصلة. ويهدف اختبار تسرب الهواء إلى إثبات أن علبة التوصيل بالجدل ذات الصلة مانعة للتسرب بعد اكتمال التركيب. وستشهد الجهة المُختصة والسلطات الحكومية عينة من هذه الاختبارات.

١٤-اعتبارات الإمداد بالطاقة

تتمثل خطوات التصميم الرئيسة لنظام الطاقة (الكهربائية) الخاص بنشر جهاز أنظمة النقل الذكية فيما يأتي:

- تحديد متطلبات الطاقة الإجمالية بناءً على ورقة البيانات الخاصة بالشركة المصنعة.
- تحديد مصدر طاقة مناسب بناءً على التوفر.
- تحديد متطلبات محولات الرفع/الخفض، حسب الاقتضاء. وستعتمد الحاجة إلى المحولات على حسابات انخفاض الجهد.
- تحديد خيارات العدادات. وحيثما أمكن، رتب رسومًا ثابتة مع موفر الخدمات الكهربائية.

بالإضافة إلى ذلك، ستتم مراجعة أنواع العلب و/أو استخدام تكييف الهواء و/أو أنظمة إدارة الهواء الخاملة في الوقت المناسب. كما سيتم التطرق إلى استخدام العلب ذات طبقة خارجية واحدة وطبقة خارجية مزدوجة. كما سيتم فحص الأبعاد الداخلية والخارجية وعدد أبواب الوصول وأنواع العلب. ويتم تشجيع المصممين على اقتراح هذه العبوات في تلك الأثناء واستكشاف خيارات العلب غير المكيفة. وفي جميع هذه الحالات، يجب على المصممين السعي إلى الحصول على موافقة من الجهة المُختصة لتصميمات علب محددة غير مطابقة للمواصفات.

١٤-١ متطلبات الطاقة:

تتمثل متطلبات الطاقة الإجمالية لأي جهاز تم نشره و/أو موقع نشر في مجموع متطلبات الطاقة في كل من الآتي:

- الجهاز (الأجهزة) (على سبيل المثال، أجهزة الاستشعار وكاميرا الدوائر التلفزيونية المغلقة ونظام معلومات الطقس على الطرق ولافتات التحكم في المسارات ولافتات الرسائل الديناميكية وما إلى ذلك) الذي يعمل بواسطة العلبة
- مكونات العلبة (راجع مواصفات علب أنظمة النقل الذكية في مواصفات أنظمة النقل الذكية من الجهة المُختصة، ولوائح (QGEWC(E)) للتركيبات الكهربائية، ولوائح (QGEWC(E)) للتأريض الوقائي المتعدد).
- أي مقبس (مقابس) إضافي وفقًا للوائح الجهة المُختصة داخل علبة الجهاز.

يسرد الجدول (١٤-١) متطلبات الطاقة النموذجية لأجهزة أنظمة النقل الذكية شائعة الاستخدام. كما أن أحمال الطاقة المدرجة فيه لأغراض التقدير فقط؛ ويجب الحصول على أحمال الطاقة الفعلية من الشركة (الشركات) المصنعة ذات الصلة للمعدات التي يتم تحديدها أو توفيرها في كل مخطط.

الجدول (١٤–١) المتطلبات النموذجية لطاقة الجهاز (NTCIP).

نوع الجهاز	متطلبات الطاقة النموذجية
CCTV	~ ٣٠ واط
لافتات الرسائل المتغيرة/ لافتات الرسائل الديناميكية (ثلاثة أسطر من ١٥ حرفًا)	~ ٢,٠٠٠ واط
لافتات الرسائل المتغيرة/ لافتات الرسائل الديناميكية (ثلاثة أسطر من ١٨ حرفًا)	~ ٣,٠٠٠ واط
لافتات الرسائل المتغيرة/ لافتات الرسائل الديناميكية (ثلاثة أسطر من ٢١ حرفًا)	~ ٣,٥٠٠ واط
التعرف على لوحة الترخيص	~ ٣٠ واط
نقاط الوصول	~ ٣٠ واط
LCS	~ ٥٠٠ واط
نظام استشعار المركبات المتجاوزة للارتفاع المسموح به	~ ٥٠ واط
WIM	~ ٣٠ واط

نوع الجهاز	متطلبات الطاقة النموذجية
RWIS	~ ٥٠ واط
التدوير والإمالة والتكبير والتصغير	~ ٣٠ واط
مقبس إضافي	٥ أمبير كحد أقصى لمعدات الاختبار أو الصيانة فقط
مكيف الهواء	~ ١,٠٠٠ واط
متنوعة (إنارة، مراوح، وما إلى ذلك)	~ ٢٥٠ واط
مفتاح التوزيع	~ ٥٠ واط
مفتاح الوصول	~ ٥٠ واط
رأس الإشارة (LED)	~ ٢٥ واط
مصباح مومض (LED)	~ ٢٥ واط

١٤-٢ توفُّر الطاقة

يبلغ التيار الكهربائي القياسي ٢٣٠/٤٠٠ ± ٦٪، ويتكون من ٣ مراحل و٤ أسلاك عند ٦٠ هرتز ± ٠,١ هرتز وفقًا للوائح. وفي بعض الأحيان، يلزم توفر خدمة عالية الجهد/الأمبير عندما تقع نقطة الخدمة على مسافة كبيرة من جهاز أنظمة النقل الذكية (أي، أكثر من ٢٠٠ متر).

كما يجب أن تتوفر وسائل طوارئ لفصل الطاقة على مسافة مناسبة من الجهاز الذي يعمل بالطاقة. وفي معظم عمليات تركيب لافتات الرسائل الديناميكية، تتم تغذية الطاقة اللازمة لتشغيل لافتات الرسائل الديناميكية من العلب ذات الصلة بها، وعادةً ما يتم تركيب مفتاح فصل الطاقة خارج علب هذه اللافتات. ولن يكون من الضروري في هذه الحالات استخدام مفتاح فصل الطاقة الإضافي في قاعدة هيكل دعم لوحة لافتات الرسائل الديناميكية.

وبمجرد توفير مصدر طاقة في علب جهاز أنظمة النقل الذكية، يجب تحويل الطاقة الكهربائية إلى الجهد والشكل (تيار متردد أو تيار مستمر) بما يتناسب مع الأجهزة الإلكترونية المستخدمة.

١٤-٣ انخفاض الجهد الكهربائي

يتم تبديد جزء من الجهد المتوفر في نقطة الخدمة بواسطة كابل الطاقة الذي ينقل الطاقة الكهربائية إلى جهاز أنظمة النقل الذكية المعني. ويتناسب هذا الفقد في الجهد على كابل إمداد الطاقة (انخفاض الجهد) مع المسافة المعنية.

وقد تم تصميم معظم الأجهزة الكهربائية والإلكترونية للعمل بالجهد الاسمي، مع وجود تفاوتات مختلفة أعلى من الجهد الاسمي وأقل منه. وتنظم الجهة المُختصة الحد من انخفاض الجهد إلى ٢,٥٪ أو أقل.

وفي مواقع نشر أنظمة النقل الذكية التي قد تبعد مسافة كبيرة عن مصدر الطاقة المعني، يصبح الانخفاض الكبير في الجهد أحد العوامل المهمة.

وعند وجود مسافة ثابتة بين موقع نشر أنظمة النقل الذكية ومصدر الطاقة ذي الصلة، يتعين على المصمم اتخاذ القرار بشأن كيفية الحفاظ على انخفاض الجهد المرتبط ضمن حدود التصميم. وتتمثل الطريقتان الأكثر شيوعًا في استخدام موصلات طاقة أكبر أو نقل الطاقة الكهربائية عبر كابل طاقة بجهد أعلى. وعادةً ما تتضمن طريقة الجهد العالي استخدام محول رفع بالقرب من مصدر الطاقة ومحول خفض في موقع نشر أنظمة النقل الذكية ذات الصلة. ولا يتم استخدام محولات الرفع/الخفض في تصميم إمداد الطاقة لأنظمة النقل الذكية نظرًا إلى طبيعة الخدمات المشتركة للخنادق وشبكة مجاري التوصيل والحجرات المستخدمة في تصميم أنظمة النقل الذكية في المملكة العربية السعودية.

بالإضافة إلى ذلك، يجب أن تتم جميع التصميمات الكهربائية لمعدات أنظمة النقل الذكية، بما في ذلك على سبيل المثال لا الحصر، حسابات انخفاض الجهد وتحجيم الأجهزة الكهربائية (على سبيل المثال، المفاتيح والعوازل وقضبان الحافلات ومانعات الارتفاع المفاجئ في التيار وما إلى ذلك) والتأريض وفقًا للوائح الشركة السعودية للكهرباء.

١٤-٤ القياس

عند الضرورة، احرص على توفير قياس لسحب الطاقة في كل موقع نشر لأنظمة النقل الذكية من إحدى نقاط إمداد الطاقة. وفي المواقع التي لا تستخدم أنظمة قارئ العداد التلقائي، يُعد الوصول الآمن والمريح لقارئ العدادات لموظفي المرافق أحد الاعتبارات المهمة في تحديد موقع النشر. ويجب عدم النظر في موقع العداد بالنسبة إلى الطرق التي لها أكتاف صغيرة أو ليس لها أكتاف. وتتمثل إحدى طرق مراوغة هذا القيد في ترتيب خدمة كهربائية غير خاضعة لقياس الاستهلاك (بسعر ثابت) من خلال الشركة السعودية للكهرباء.

بالإضافة إلى ذلك، يمكنك التنسيق مع هيئة مرافق الطاقة في وقت مبكر من عملية التصميم لتحديد خيارات القياس. وضَع في حسبانك خيارات قياس الطاقة الآتية:

- خاضعة لقياس الاستهلاك، مع وصول آمن ومريح للموظفين.
- غير خاضعة لقياس الاستهلاك، أي ذات معدل استخدام ثابت.
- خاضعة لقياس الاستهلاك عن طريق قارئ العداد التلقائي، باستخدام قارئ بيانات بالترددات اللاسلكية.
- خاضعة لقياس الاستهلاك عن طريق قارئ العداد التلقائي، باستخدام خدمة البيانات الخلوية.

١٤-٥ تركيب كابل الطاقة

قم بتركيب كابل (كابلات) الطاقة في مجاري توصيل منفصلة عن تلك المستخدمة لتركيب كابلات الاتصالات. ويبلغ حجم مجري التوصيل ١٠٠ ملم ويجب أن تكون نسبة ملء مجري التوصيل القصوى ٤٠ في المائة.

ولتسهيل سحب الكابلات، يجب تركيب الحجرات بحيث يكون خط مركز مجري التوصيل محاذٍ للخط المركزي للحجرة. ويتم عادةً تركيب الحجرات الكهربائية على مسافة فصل قصوى تبلغ ١٥٠ مترًا لتجنب التأثير في كابل الطاقة بسبب شدة السحب. كما يجب عدم تركيب الحجرات في اتجاهات طرق سريعة مخصصة لسير المركبات أو ممرات توفر الوصول إلى الأملاك أو أحواض الصرف أو قيعان قنوات الصرف. ويجب تمييز غطاء الحجرات وفقًا للمواصفات المدنية والهيكلية لأنظمة النقل الذكية. بالإضافة إلى ذلك، يجب تأريض جميع الحجرات وفقًا للكود الكهربائي.

ويجب أن تتطابق الحجرات مع ارتفاعات الأرصفة الحالية أو مستوى السطح لتجنب احتمال تعثر المشاة. كما يجب توفير أغطية خرسانية واقية لجميع الحجرات التي لم يتم تركيبها على الرصف. ويجب أن يتوافق حجم الغطاء الخرساني الواقي مع حجم الحجرة. بالإضافة إلى ذلك، يجب وضع الغطاء الخرساني الواقي بشكل مائل عن الحجرة لتقليل تسرب الماء إلى داخل الحجرة.

١٤-٦ تكييف الطاقة

ستؤدي موجات الصواعق والتغيرات العابرة وضوضاء الخطوط إلى تدهور الأجهزة الإلكترونية بمرور الوقت. ويضمن تكييف الطاقة الحماية من هذه المشكلات بالإضافة إلى التنظيم ضد انخفاض الجهد (انخفاضات الطاقة) والارتفاعات المفاجئة في التيار، وبالتالي تقليل الأعطال المبكرة وتحسين أداء المعدات والحفاظ على التشغيل المتواصل للمعدات الأساسية.

١٤-٧ منع تدفق الجهد الكهربائي

تُعد الصواعق الكهربائية السبب الأكثر شيوعًا للارتفاعات المفاجئة في التيار في الأجهزة الميدانية لأنظمة النقل الذكية. ويمكن أن تنتشر الارتفاعات المفاجئة في الجهد الناتجة في مسافات طويلة على طول الكابل إلى الأجهزة المتصلة. ولحماية نشر أنظمة النقل الذكية ذات الصلة، يجب توفير تدابير مناسبة لأجهزة أنظمة النقل الذكية لحمايتها من الارتفاعات المفاجئة في التيار. ويمكن تقسيم هذه التدابير إلى أربعة مكونات:

- قضبان حماية من الصواعق أعلى هيكل الدعم أو بالقرب منه.
- نظام تأريض، ويتكون عادةً من واحد أو أكثر من أقطاب قضيب التأريض.
- أجهزة منع الارتفاع المفاجئ في التيار في العلبة.
- موصل تأريض يربط بين المكونات الثلاثة المذكورة أعلاه.

ويُفضل توفير قضبان الحماية من الصواعق لعمليات النشر التي تنطوي على ارتفاعات كبيرة، مثل كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة أو هوائي الراديو في الجزء العلوي من الأعمدة العالية أو لافتات الرسائل الديناميكية على الهياكل التي تبرز بين المساحات الخضراء والنباتات المحيطة. وعادةً ما يتم إلغاء استخدام قضيب الحماية من الصواعق في عمليات النشر التي تنطوي على ارتفاعات منخفضة نسبيًا وعند وجود هياكل أطول في مكان قريب.

وبشكل عام، توفر محولات الارتفاع المفاجئ للتيار الكهربائي الحماية من الارتفاعات المفاجئة في الطاقة (الكهربائية) عن طريق تحويل الطاقة الزائدة (الارتفاع المفاجئ) إلى التربة المحيطة. لذلك، فمن المناسب الجمع بين استخدام مانعات الارتفاع المفاجئ في التيار المزودة بموصل تأريض مصمم بشكل صحيح ونظام تأريض مرتبط بطرف أو قضيب التأريض الكهربائي.

وغالبًا ما يساعد توفير قضيب واحد أو أكثر من قضبان الحماية من الصواعق فوق جهاز أنظمة النقل الذكية، إلى جانب موصل (موصلات) التأريض، على تحويل تفريغات البرق بعيدًا عن مجموعة الأجهزة الميدانية. وتقتصر فعالية تدابير تخفيف الصواعق هذه على الحالات التي يكون فيها قضيب الحماية من الصواعق والنهايات ذات الصلة وموصلات التأريض قوية بدرجة كافية لإجراء تفريغات الصواعق والصمود أمامها.

علاوة على ذلك، يجب توفير قضبان الحماية من الصواعق ونظام التأريض وأجهزة التحويل من أجل طاقة تفريغ الصواعق لجميع التركيبات.

كما تخضع كابلات الاتصالات وكابلات المستشعرات من المواقع القريبة، مثل كابل طاقة المرافق، إلى احتمالية حدوث الصواعق الكهربائية نفسها. لذلك، يجب أن يمتد شرط توفير تدابير الحماية المناسبة من الارتفاع المفاجئ في التيار ليشمل جميع الكابلات التي يتم إدخالها في علب جميع عمليات نشر أنظمة النقل الذكية.

ويجب توفير ترتيب تأريض مناسب في هيكل الدعم وفي علبة النظام. وعندما يتم تركيب العلبة عند قاعدة الهيكل الداعم أو بالقرب منها، يمكن ربط كل من هيكل الدعم والعلبة بنظام التأريض نفسه.

ومن الأهمية بمكان أن يكون بمقدور نظام التأريض ذي الصلة تفريغ الشحنة الكهربائية من الصاعقة الكهربائية إلى كتلة الأرض المحيطة بسرعة.

بالإضافة إلى ذلك، تم تحديد أقطاب قضبان التأريض والأنظمة وإجراءات الاختبار في CS (الحماية من الصواعق). ويجب على المصمم تقييم الظروف البيئية للموقع من أجل تحديد ما إذا كان نظام التأريض المحدد في CS كافيًا لموقع الجهاز. وتحتاج بعض الأجهزة إلى متطلبات تأريض أكثر قوة، مثل كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة الموجودة على قمم التلال والمثبتة على هياكل عالية.

٨-١٤ إمداد الطاقة غير المنقطع

بشكل عام، تؤدي عمليات إيقاف التشغيل وإعادة التشغيل المتكررة للأجهزة الإلكترونية إلى تعطل الجهاز الإلكتروني قبل الأوان. ويتم تشغيل عمليات إيقاف التشغيل المتقطع للجهاز بشكل عام عن طريق جهد إمداد طاقة منخفض، والذي ينتج غالبًا عن انخفاضات وجيزة في جهد الإمداد (انخفاضات الطاقة) لمدة ثوانٍ وانقطاع الكهرباء (انقطاع التيار) تمامًا بدرجات أقل ويستمر لأكثر من بضع دقائق.

ويعد توفير إمداد الطاقة غير المنقطع جزءًا من ترتيب إمداد الطاقة للمساعدة على تخطي فترات الانقطاعات القصيرة والمتقطعة في جهد الطاقة. كما تتضمن معظم منتجات إمداد الطاقة غير المنقطع التجارية سمات أخرى مرغوب فيها مثل تكييف الطاقة. ويساعد تكييف الطاقة على تصفية التقلبات غير المرغوب فيها في جودة الطاقة وتوفير طاقة "نظيفة" للأحمال المتصلة.

ويجب توفير إمداد الطاقة غير المنقطع الذي يوفر ٣٠ دقيقة، على الأقل، من الطاقة لجميع أجهزة أنظمة النقل الذكية الميدانية ومراكز الاتصالات الميدانية التي تتطلب طاقة احتياطية.

المراجع

American Association of State Highway and Transportation Officials (2005) *A Guide for Accommodating Utilities Within Highway Right-of-Way*. Technical Committee on Geometric Design, USA.

American Association of State Highway and Transportation Officials (2005) *A Policy on the Accommodation of Utilities Within Freeway Right-of-Way*. Technical Committee on Geometric Design, USA.

AASHTO (2005) *Roadway Lighting Design Guide*. American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington DC.

ANSI/IES (2018) *Recommended Practice for Design and Maintenance of Roadway and Parking Facility Lighting 8-18 Lighting for Exterior Environments*. The Illuminating Engineering Society, New York.

FHWA (2012) *Lighting Handbook,* Federal Highway Administration, Washington DC.

FHWA (2009) *Manual on Uniform Traffic Control Devices*, Federal Highway Administration, Washington DC.

FHWA *Road Tunnel Design Guidelines*. *Section 4-11 – Tunnel Surveillance / Management / Security*.

FHWA (2018) *Right of Way Utilities. Chapter 12*

General Administration of Surveying and Mapping. Ministry of Municipal Rural Affairs and Housing (2005) *Map Reading and Analysis*. KSA.

General Administration of Surveying and Mapping. Ministry of Municipal Rural Affairs and Housing (2005) *Subdivision Layout Guide*. KSA.

Royal Commission for Jubail and Yanbu, Royal Commission in Jubail (2020) *Guiding Engineering Manual*. Revision 1, KSA.

Kingdom of Saudi (2020) *Highway Design Manual – Street Lighting-Part 18*. KSA.

IES (2011) *Lighting Handbook, Tenth Edition*, The Illuminating Engineering Society, New York.

IES (2011) *Recommended Practice 33-11 Lighting for Exterior Environments*. The Illuminating Engineering Society, New York.

IES (2012) *Technical Memoranda 12-12 Spectral Effects of Lighting on Visual Performance at Mesopic Lighting Levels*. The Illuminating Engineering Society, New York.

IES (2011) *Technical Memoranda 15-11 Luminaire Classification System for Outdoor Luminaires*. The Illuminating Engineering Society, New York.

IES (2011) *Technical Memoranda 21-11 Projecting Long Term Lumen Maintenance of LED Light Sources*. The Illuminating Engineering Society, New York.

IES (2008) *Lighting Measurements Testing and Calculation Grids 79-08 Electrical and Photometric Measurements of Solid-State Lighting Products*. The Illuminating Engineering Society, New York.

Mississippi Department of Transportation (DOT) (2019) *ITS Design Manual, USA*.

KSA Highway Design Manual

Colorado Department of Transportation (2020) *Lighting Design Guidelines*. USA.

US DoT *Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways (MUTCD).*

Virginia Department of Transportation (2020) *Road and Bridge Specifications.* USA.

AASHTO (2018) *Roadway Lighting Design Guide*. Seventh Edition, USA.

State of Qatar Public Works Authority (Ashgahl) () *Intelligent Transport System (ITS) Deployment Guidelines*.

TRAFFIC SIGNALS & ELECTRONIC WARNING & INFORMATION SYSTEMS MANUAL (TR-529)- Abu Dhabi, UAE.

Abu Dhabi Emirate Guideline for Infrastructure Services Standards- Chapter 8 and Chapter 11

Department of Transport Abu Dhabi (2013) *Right of Way Utilities Distribution Manual*. First Edition.

Government of Abu Dhabi (2021) *Lighting Manual.* 3rd Edition, UAE.

Ministry of Municipal and Rural Affairs (MOMRAH) (2019) *Street Lighting*. KSA 175.

Ministry of Municipal and Rural Affairs (MOMRAH) (2019) *Streets and Field Lighting Guide*. KSA 197.

Ministry of Transport and Logistics Services (MoTLS) (2019) *Lighting Units Specification LED*. KSA-700.

Ministry of Communications (MoC) (2018) *Manual on Uniform Traffic Control Devices for GCC*. KSA-681.

Ministry of Transport and Logistics Services (MoTLS) (2021) *Technical Specifications for Road Lighting using Solar Energy*. KSA-698.

Ministry of Transport and Logistics Services (MoTLS) (2018) *Specifications of Traffic Lights Materials and Components and Implementation.* KSA-699.

Ministry of Municipal and Rural Affairs (MOMRAH) (2014) *Technical and Organizational Guidance for Traffic Engineering on Urban Areas*. KSA-801.

Royal Commission of Jubail and Yanbu (2006) *Traffic Signals Rev 0*. Section 02892, KSA 991/0.

Legislation Governance *The Implementing Regulation of the Saudi Building Code*. KSA-1526.

Royal Commission of Jubail and Yanbu (2020) *Guiding Engineering Manual (GEM)*. Revision 1-KSA 923 RC.

Royal Commission of Jubail and Yanbu (RCJY1) (2016) *Guiding Engineering Manual (GEM)*. Revision 1-KSA 922 RC.

Royal Commission of Jubail and Yanbu (RCJY 2) (2018) *General Design Criteria and Technical Guidelines Jazan Rev 1.0.*

Saudi Building Code National Committee (SBCNC) (2018) *Saudi Electrical Code SBC 401-CR-KSA 899*.

Saudi Building Code National Committee (SBCNC) (2018) *Steel Structures SBC 306-CR-KSA 1306*.

الملحق أ - مسرد المصطلحات

استيعاب - إنشاء مرافق المنافع العامة على طول حرم الطريق أو عبره؛ بقصد أن تشغل حرم الطريق وتستخدمه بشكل مشترك.

تحكم في الوصول - الحالة التي تتحكم فيها الجهة المُختصة بالمملكة العربية السعودية طبقًا للنظام في حقوق مالكي أو شاغلي الأراضي المحاذية لحرم الطريق، أو غيرهم من الأشخاص في الوصول إلى الطريق، أو الانتفاع بالإنارة، أو الهواء، أو مشاهدته.

تعديل - التعديل المطلوب لمرفق منافع قائم؛ لتجنب التعارض مع عنصر مقترح للطريق/الهيكل الإنشائي في مشروع نشط سيُحتفَظ فيه -عمومًا- بمرفق المنافع في الموقع نفسه.

حصيرة غاز ممتصة (AGM) - نوع بطارية مصممة؛ لتقديم دفعات قوية من تيارات بدء التشغيل، وتشغيل الأجهزة الإلكترونية لفترة طويلة.

خدمة كهربائية مجاورة - أي جزء من الطريق، أو أي منطقة بها موقع خدمة كهربائية على بُعد ميل واحد من المشروع؛ بحيث يمكن توصيل هذه الخدمة الكهربائية إلى موقع المشروع.

مهجور أو هجر- كان هذا المصطلح يُستخدم في الماضي للإشارة إلى مرافق الخدمات التي جري تعطيلها أو إخراجها من الخدمة. وبما أن دلالة هذا المصطلح أشارت إلى أنه لم توجد أي مسؤولية إضافية يتحملها المرفق؛ فإن هذا المصطلح لم يعد مستخدمًا. ولا يزال المرفق العام مسؤولاً عن أي مرفق خدمات يُجرى تعطيله أو إخراجه من الخدمة ما لم توافق الجهة المُختصة في المملكة العربية السعودية والمنافع على خلاف ذلك كتابيًّا.

نظام إدارة النقل المتقدم (ATMS) - أنظمة تقنيات الاستشعار، والاتصالات، والبرامج التي تهدف إلى تقليل الازدحام المروري.

مقياس الأسلاك الأمريكي (AWG) - مواصفة أمريكية يستخدمها قسم النقل في مينيسوتا لقياس أحجام موصلات الأسلاك.

نشاط المشاة المتوقع (المعدل المتوسط) - المناطق التي يستخدم فيها عدد أقل من المشاة (من ١٠ إلى ١٠٠ شخص في الساعة) الشوارع ليلاً. وعادةً ما تتمثل في مناطق المكاتب في وسط المدينة، والمجمعات التي فيها مكتبات، ومراكز التسوق في الأحياء والمتنزهات، والمناطق التي فيها خطوط نقل عام.

طلب - عملية التوثيق التي يقدِّم من خلالها مقدم الطلب طلبًا إلى الجهة المُختصة في المملكة العربية السعودية؛ للحصول على تصريح.

ملحقات - توابع وإضافات ومعدات وسمات وأجزاء وغير ذلك تشكّل جزءًا من مرفق أو نظام، سواءً كانت أساسية أو ثانوية بالنسبة إلى الوظيفة التي تؤديها.

بنية - الهيكل التنظيمي للنظام، والذي يحدد مكوناته وواجهاته ومفهوم التنفيذ فيما بينها.

طريق شرياني - مصطلح عام يشير إلى طريق يُستخدَم في المقام الأول للمرور العابر، وعادةً ما يكون على مسار مستمر، أو طريق معيَّن ليكون جزءًا من نظام شرياني.

مسار إضافي – مسار إضافي على الطريق؛ للتوصيل بينه وبين الطرق المؤدية إلى منحدرات الدخول والطرق التي في نهاية منحدرات الخروج.

متوسط المرور اليومي (ADT) –إجمالي حجم المرور خلال فترة زمنية محددة (أكبر من يوم واحد وأقل من عام) مقسمًا على عدد الأيام.

الترسية - قبول رسمي من قبل الجهة المُختصة في المملكة العربية السعودية لأحد عطاءات أعمال إنشاء الطرق.

ردم - المواد المستخدمة لاستبدال المواد التي أُزيلت في أثناء الإنشاء أو عملية الاستبدال نفسها، وقد تشير أيضًا إلى المادة الموضوعة أو عملية وضع مواد بجوار المنشئات.

إنارة خلفية - النسبة المئوية لوحدات اللومن لمصباح أو وحدات اللومن لوحدات إنارة الموزعة خلف وحدة إنارة بين صفر درجة رأسيًّا (أقل قيمة) و٩٠ درجة رأسيًّا.

طبقة فرش - تكوين وتشكيل التربة أو غيرها من المواد المناسبة؛ لدعم الأنابيب أو القنوات أو التغليف أو نفق منافع.

تعظيم - عملية استخدام خوارزمية حاسوبية؛ للحصول على التهيئة المثلى لتوقيت الإشارات أو استراتيجية أخرى؛ للتحكم المروري. تُحدَّد التهيئة المثلى عن طريق خفض أو زيادة دالة الهدف بأدنى/ أقصى قدر ممكن مثل التأخير الكلي للمركبات.

طريق دراجات - أي طريق أو شارع أو مسار خُصِّص على وجه التحديد على أنه مفتوح للمرور بالدراجة، بغض النظر عما إذا كانت هذه الطرق مصممة ليقتصر استخدامها على الدراجات فقط، أو ستستخدمها وسائل النقل الأخرى كذلك.

ضمان - سند ضمان أُصدر لضمان صحة واكتمال إنشاء و/أو إصلاح المرفق وحرم الطريق المتأثر وفقًا للتصريح.

حفر - العملية التي تُنشأ -من خلالها- الحُفر أو تُكبَّر. وفي إطار تقنية الحفر النفقي، تُحفَر-عادةً- الحُفر بشكل تدريجي أمام الحافة الأمامية لأنبوب التقدم؛ حيث يُنقَل التراب إلى الخلف عبر الأنبوب.

شمعة (انظر شدة الإضاءة) - وحدة شدة الإضاءة.

غطاء - عنصر إنشائي صلب يعلو الأنبوب أو أي مرفق آخر؛ لتوفير الحماية وتوزيع الأحمال.

حامل - أنبوب ينطوي مباشرةً على مادة منقولة، مثل: السائل أو الغاز أو ما إلى ذلك، أو كابل أو سلك أو خط اتصال أو خط كهربائي.

تغليف - أنبوب حماية أكبر حجمًا يحيط بالأنبوب الناقل، أو القناة، أو مجرى التوصيل. وقد صُمِّم لمقاومة التأثيرات المحتملة وتحمُل الأحمال المفروضة.

المنطقة الخالية - المنطقة الحدودية الإجمالية على جانب الطريق، بدءًا من حافة طريق السير، والمتاحة للسائق الشارد لإيقاف مركبته أو استعادة السيطرة عليها. قد تتكون هذه المنطقة من كتف وميل قابل لإعادة السيطرة على المركبة عبره، و/أو ميل غير قابل لإعادة السيطرة على المركبة عبره ولكن يمكن اجتيازه مع وجود منطقة هروب خالية عند أسفله.

طلاء - مادة واقية توضع على الأنبوب وخط المجرى والقناة والكابل وما إلى ذلك وتلتف حوله.

طريق تجميعي - طريق يخدم حركة المرور بين الشوارع الرئيسة والمحلية. وتُستخدم هذه الطرق بشكل أساسي في حركات المرور داخل المناطق السكنية والتجارية والصناعية. كما يمكن استخدام الطرق التجميعية لحركة الشاحنات أو الحافلات وتقديم خدمة مباشرة إلى الملكيات المجاورة.

مرفق اتصالات - مجموع المعدات مثل: الهواتف ومعدات الفاكس والقنوات والكابلات وكابلات الألياف البصرية وغيرها من المعدات الإلكترونية المستخدمة لأنماط إرسال مختلفة، مثل: الإنارة والبيانات الرقمية والإشارات الصوتية وإشارات الصور والفيديو.

إنارة كاملة لمناطق التحويل - نظام إنارة يوفر إنارة منتظمة نسبيًا ضمن حدود التحويل، ويشمل ذلك: الخطوط الرئيسة، أو الوصلات المباشرة، أو نهايات منحدرات الدخول والخروج، أو طريق الخدمة الجانبي، أو تقاطعات الطرق.

مكون – ١. المكونات هي (الأجزاء) المُسمّاة من التصميم و/أو الكيانات الفعلية [الأنظمة الفرعية، ووحدات الأجهزة، ووحدات البرامج] للنظام/النظام الفرعي. وفي بنيات النظام/النظام الفرعي، تتألف المكونات من أنظمة فرعية [أو صيغ أخرى منها] ووحدات الأجهزة ووحدات البرامج وعمليات يدوية. ٢. إما عنصر مستقل في الجسر وإما مزيج من العناصر التي يتطلب دراسة تصميم كوحدة واحدة، وحدة إنشائية تتطلب دراسة تصميم منفصلة، مرادفة للعضو.

مفهوم العمليات - وثيقة تأسيسية تصيغ نظامًا مقترحًا شاملًا، وتحدد الدورة الفنية للمشروع.

مجرى - علبة أنبوبية مغلقة بشكل فردي أو متعدد؛ لحماية الأسلاك أو الكابلات أو الخطوط، وعادةً ما تكون مغلفة، وغالبًا ما تمتد من فتحة وصول منفعة إلى فتحة وصول منفعة.

تعارض - يحدث التعارض عندما يتطلب مرفق عام تغيير المكان أو التعديل؛ لتجنب التلف أو الاضطراب أو للامتثال لمتطلبات اللوائح والاستيعاب من أجل استيعاب الإنشاء أو الصيانة أو تانشغيل أو التعديلات الأخرى التي تقوم بها الجهة المُختصة في المملكة العربية السعودية.

مركبة متصلة – ١. مركبة تستخدم الأجهزة والشبكات للتواصل مع المركبات الأخرى والأجهزة الميدانية. ٢. مركبات متصلة تتفاعل مع اتصال المركبة بالمركبة واتصال المركبة بالبنية التحتية واتصال المركبة بكل الأشياء عن طريق اتصالات لاسلكية.

إنارة مستمرة - عندم تُوفّر مستويات إنارة منتظمة بواسطة وحدات الإنارة المتباعدة عن بعضها بمسافات متساوية على طول الطريق.

درجة حرارة اللون المترابطة - درجة الحرارة المطلقة لجسم أسود تشبه خصائصه اللونية إلى حد كبير الخصائص اللونية لمصدر الضوء.

غطاء (العمق) - المسافة العمودية من الجزء العلوي للأنبوب، أو الطلاء الواقي للأنبوب، أو التغليف، أو مجرى التوصيل، أو الكابل وما إلى ذلك إلى بعض الأسطح المحددة مثل: الرصف أو الخنادق أو الأكتاف.

مهد - عنصر إنشائي صلب يوضع تحت حامل أنبوب، أو تغليفه ويدعمه.

معبر مشي - (أ) ذلك الجزء من جادة الطريق عند تقاطع مشمول ضمن وصلات الخطوط العرضية لأرصفة المشاة المقاسة من البردورات، أو في حالة عدم وجود بردورات من حواف جادة الطريق القابلة للعبور، و في حال عدم وجود ممشى جانبي على جانب واحد من الطريق، يُضمَّن جزء الطريق ضمن امتداد الخطوط الجانبية للممشى الجانبي بزوايا قائمة على الخط الوسطي. (ب) أي جزء من جادة الطريق عند تقاطع أو في أي مكان آخر يشار إليه بوضوح على أنه معبر للمشاة بواسطة خطوط علامات الرصف على السطح، والتي يمكن استكمالها بنسيج رصف أو نمط أو لون متباين.

تصميم - خصائص النظام أو المكونات التي يختارها المطور استجابةً للمتطلبات.

حلقة (Loop) الاستشعار - تتكون من لفة واحدة، أو أكثر من لفات السلك الحلقي المعزول، تُركَّب في فتحة سطحية قُطِعت في الرصف، أو تُركَّب في أرض الأساس التي يمكن استخدامها؛ لتحديد خصائص المرور مثل: عد المركبات، وقياس سرعة المرور، واستشعار وجود المركبات.

واجهة الإنارة القابلة للعنونة الرقمية (DALI) - بروتوكول تحكم رقمي ثنائي الاتجاه يمكنه التعامل بشكل فردي مع كل وحدة إنارة، أو التحكم في مجموعات وحدات إنارة.

إشارة رقمية متعددة (DMX) - نظام تحكم رقمي أحادي الاتجاه يمكنه التعامل بشكل فردي مع كل وحدة إنارة، أو مجموعة وحدات إنارة عبر قنوات. وتُستخدم عناصر تحكم تعدد الإرسال الرقمي عادةً عند الرغبة في تغيير لون وحدات الإنارة.

بروتوكول التعتيم - مواصفات التحكم التي تختلف باختلاف شدة وحدة الإنارة.

وهج معيق - يُشار إليه أيضًا باسم الإنارة الحاجبة، وهو إنارة متراكبة على الصورة الشبكية التي تقلل من تباينها. وهذا التأثير الحاجب الناتج عن المصادر أو المناطق الساطعة في المجال البصري يؤدي إلى تقليل الأداء البصري والرؤية.

وهج غير مريح - وهج يؤدي إلى الإزعاج، ولكنه لا يقلل بالضرورة من الأداء البصري.

نفق مقسم (ثقب أحادي الاتجاه) - هيكل إنشائي يتكون من مرفقين حاويين منفصلين، كل منهما مصمم لاستيعاب اتجاه واحد من تدفق المرور

مشغل (مشغل LED) - جهاز يتكون من مصدر طاقة، ودائرة تحكم في الصمام الثنائي الباعث للضوء (LED)، ومصمم للتشغيل، وتعتيم مصدر إضاءة LED.

مجرى - علبة أنبوبية مغلقة لحماية الأسلاك أو الخطوط أو الكابلات، وغالبًا ما تكون مرنة أو شبه صلبة.

لافتة رسائل ديناميكية - لافتة إلكترونية تُنشَر على الطرق؛ لإبلاغ المتنقلين بتحذيرات محددة، بما في ذلك على سبيل المثال لا الحصر: الازدحام، والمناسبات الخاصة، وحوادث المرور، والتنبيهات الأخرى في حالات الطوارئ.

حق استعمال - حق مختلف عن اكتساب حق الملكية، يُحصَل عليه لاستخدام الممتلكات، أو السيطرة عليها لغرض معين.

حالة طارئة - حالة تحدث بسبب حدث أو حادث مفاجئ وغير متوقع، وتمثل خطرًا واضحًا ووشيكًا يتطلب اتخاذ إجراء على الفور لمنع أو تخفيف الخسائر، أو الأضرار التي تلحق بالأرواح أو الصحة أو الممتلكات أو الخدمات العامة الأساسية.

تحكم في الانجراف - ممارسات مستخدمة؛ لتقليل فقد التربة وتصريف جريان سطحي متعكر وفقًا للوائح المحلية والحكومية والاتحادية.

مسارات سريعة - مسار أو مجموعة مسارات منفصلة فعليًا أو معزولة عن مسار الأغراض العامة المتوفر داخل مسارات الطرق الرئيسة. وتتم إدارة الوصول إلى المسار السريع عن طريق الحد من عدد نقاط الدخول والخروج إليها. كما يمكن تشغيل المسارات السريعة باعتبارها طرق تدفق عكسية أو طرق ثنائية الاتجاه. ويمكن أن تشمل المسارات ذات رسوم الإشغال العالية.

طريق شبة سريع - طريق شرياني مفصول الاتجاهين وعالي السرعة للمرور العابر، ويضم نقاطًا محدودة للدخول إليه أو الخروج منه وتقاطعات على مستويات مختلفة عند التقاطعات الرئيسة.

الإدارة الاتحادية للطيران - قسم من وزارة النقل في الولايات المتحدة الأمريكية، ومسؤولة عن التنظيم والإشراف على الطيران المدني في الولايات المتحدة.

هيئة الاتصالات الاتحادية - هيئة مستقلة عن حكومة الولايات المتحدة أنشأها النظام الأساسي لتنظيم الاتصالات بين الدول عن طريق الراديو والتلفزيون والأسلاك والأقمار الصناعية والكابلات.

الإدارة الاتحادية للطرق - هيئة داخل وزارة النقل الأمريكية تدعم حكومات الولايات والحكومات المحلية في تصميم وإنشاء وصيانة نظام الطرق القومية (برنامج مساعدات الطرق الاتحادية) ومختلف الأراضي المملوكة للحكومة الاتحادية والسكان الأصليين.

حشوة قابلة للتدفق - أو مادة منخفضة القوة يُتحكَّم فيها - هي مادة تعبئة منخفضة القوة تشبه المونة، وتستخدم بشكل أساسي في الاستخدامات تحت سطح الأرض مثل خنادق المنافع؛ حيث تكون القوة المنخفضة وسهولة الوضع مطلوبتين. وتُوضَع -عادةً- باستخدام شاحنات الخرسانة الجاهزة التقليدية.

جسر علوي - معبر علوي عالي المستوى ومبني فوق المسارات الرئيسة لمعبر علوي آخر، أو جسر مبني فوق تقاطع سطحي.

قدم-شمعة (fc) - وحدة قياس الإضاءة. وتساوي وحدة قدم-شمعة الواحدة ١٠,٧٦٣٩ لوكس، وهو وحدة قياس الإضاءة في نظام الوحدات الدولي.

طريق - طريق مقسم يُتحكَّم في الوصول إليه بالكامل، ويضم ما لا يقل عن مسارين (وأكثر من مسارين في الغالب) في كل اتجاه.

طريق سريع أ (الطرق الشريانية الأساسية) - طرق ذات تعقيدات بصرية كبيرة وأحجام مرور مرتفعة. وسيُعثَر -عادةً- على هذا النوع من الطرق في المناطق الحضرية الكبرى في قلب المركز أو بالقرب منه، وسيعمل بالسعة التصميمية أو يقارب منها خلال بعض ساعات الصباح الباكر أو قبل حلول الظلام (الليل).

طريق سريع ب (الطرق الشريانية الثانوية وغيرها) - جميع الطرق الأخرى المقسمة التي يُتحكم في الدخول إليها بالكامل.

تحكم كامل في الوصول - يشير إلى أنه تُعطَى الأفضلية إلى المرور العابر عن طريق منع التقاطعات على مستوى واحد أو المداخل المباشرة إلى الممتلكات الخاصة، وتوفير المداخل فقط عند تقاطعات الطرق المحددة من خلال توفير وصلات المحولات.

وهج - الإحساس الناتج عن الإنارة داخل المجال البصري، والذي يكون أكبر بدرجة كافية من الإنارة التي تتكيف معها العين؛ ليتسبب في الانزعاج، أو عدم الراحة، أو فقدان الأداء البصري (وهج معيق) أو الرؤية.

نظام تحديد المواقع العالمي –هو: نظام من الأقمار الصناعية وأجهزة الحاسب وأجهزة الاستقبال التي لديها القدرة على تحديد خط العرض وخط الطول لجهاز استقبال على الأرض عن طريق حساب الفارق الزمني للإشارات المنطلقة من الأقمار الصناعية المختلفة؛ للوصول إلى جهاز الاستقبال.

متطلبات حكومية - تشمل جميع القوانين واللوائح والاتفاقيات والمتطلبات الخاصة بجميع الجهات و/أو الجهات و/أو الكيانات الحكومية، بما في ذلك على سبيل المثال لا الحصر: الجهات و/أو الجهات و/أو الكيانات الحكومية أو التابعة للدولة أو المحلية.

مؤرض - متصل كهربائيًا بالأرض أو بجسم موصل متصل بالأرض ويوصل الكهرباء بدلاً منها، سواء كان الاتصال مقصودًا أو عرضيًا.

مونة - خليط سائل من الأسمنت والماء أو من الأسمنت والرمل والماء، ويمكن تعديله بالرماد المتطاير المستخدم لملء الفواصل والفراغات.

فتحة يد - صندوق سحب أو صندوق تقاطع أو فتحة وصول في نظام تحت الأرض تُستخدَم لغرض ربط الكابلات أو سحبها.

أجهزة - الأشياء المصنوعة من مواد، مثل الأدوات وأجهزة الحاسب والمركبات وأدوات التثبيت ومكوناتها (الميكانيكية والكهربائية والإلكترونية والهيدروليكية والهوائية). ويُستثنى منها برامج الحاسب والوثائق الفنية.

بولي إيثيلين عالي الكثافة - بوليمر لدن بالحرارة يتميز بالعديد من الاستخدامات. وفي تصميم أنظمة النقل الذكية، أُستخدِم لأنظمة القنوات تحت الأرض.

مركبة ذات مشغولية ركاب عالية (HOV) - مركبة آلية تحمل أكثر من شخص، مثل: المركبات المشتركة والفانات المشتركة والحافلات.

نشاط مشاة مرتفع - مناطق بها أعداد مشاة كبيرة (أكثر من ١٠٠ شخص في الساعة) من المتوقع أن توجد على الأرصفة أو تعبر الشوارع في أثناء الظلام. ومن الأمثلة على ذلك مناطق البيع بالتجزئة في وسط المدينة والمناطق القريبة من المسارح وقاعات الحفلات الموسيقية والملاعب.

إضاءة الصاري العالي - إنارة مساحة كبيرة باستخدام مجموعة من وحدات الإنارة المصممة للتثبيت بتوجيه ثابت أعلى عمود إنارة عالٍ قياسي مزود بأجهزة إنزال، ويبلغ ارتفاعه عامةً ٢٠ مترًا أو أعلى.

خلوص أفقي - المسافة الجانبية من حافة الجزء المخصص للمرور إلى العنصر، أو الميزة على جانب الطريق.

ثقب أفقي الاتجاه - طريقة حفر يُدفَع فيها رأس القطع الذي يُتحكَّم فيه عن بُعد من حفرة الدخول عبر التربة تحت سطح الأرض. ويمكن إجراء تغييرات في الخط والدرجة مع استمرار العملية. ويُتتبَّع رأس القطع إلكترونيًا من فوق سطح الأرض. كما تُسحَب القنوات أو الكابلات أو العلب من خلال الفتحة، وأحيانًا بعد استخدام مثقاب توسيع. وتُستخدم سوائل الحفر عادةً للتزييت ودعم الفتحة؛ حتى تُسحَب القناة أو العلبة أو الكابل إلى مكانها. ولا يُسمح باستخدام رؤوس القطع الهيدروليكية التي تزيل التراب عن طريق الغسل أو النفث.

مسار ذو رسوم الإشغال العالي - مسارات طرق مُدارة ومحدودة الدخول توفر وصولاً مجانيًا للمركبات مرتفعة الإشغال، وتوفر السعة الزائدة للمركبات الأخرى التي لا تفي بمتطلبات الإشغال بسعر السوق.

الإضاءة (قدم-شمعة) - الضوء الذي يسقط على سطح مثل رصف الطريق. وقد يشمل مصدر الضوء وحدات إنارة الطرق والمصابيح الأمامية للمركبات وغيرها من معدات الإضاءة القريبة. وتمثل الإضاءة الإجمالية عند نقطة ما مزيجًا من جميع مصادر الضوء التي تُسهم فيها. وتقاس بوحدة قدم-شمعة.

مد الأنابيب بمطرقة حفر أو قذف - أسطوانة تعمل بالهواء المضغوط ومتصلة بمصدر هواء خارجي، وتُدخَل في حفرة تجريبية بعمق ودرجة مناسبين. ويؤدي الطرق بالهواء المضغوط لرأس الأداة إلى دفع الأسطوانة عبر التربة. ويُسحَب سلك أو كابل أو علبة أو أنبوب حامل من خلال الفتحة بواسطة خط إمداد الهواء المتصل بها.

إدارة الأحداث - تعمل على إدارة الأحداث غير المتوقعة؛ لتقليل التأثير على شبكة النقل وسلامة المتنقلين إلى أدنى حد. وتتضمن إمكانات استشعار وقوع الأحداث عبر أجهزة مراقبة الطرق والاستجابة للأحداث من خلال التنسيق مع دوريات خدمة الطرق السريعة وجهات الاستجابة للطوارئ.

بنية تحتية - المرافق الثابتة، مثل: الطرق، أو خطوط السكك الحديدية، منشآت دائمة.

إضاءة أولية (قدم-شمعة) - مقدار الإضاءة الأفقية على منطقة الرصف في وقت تركيب نظام الإنارة، وذلك عندما تكون مصادر الإنارة جديدة وتكون وحدات الإضاءة نظيفة، وتقاس بوحدة قدم-شمعة.

معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE) - منظمة مهنية تركز على التقنية المتطورة، وتتألف من مهندسي الكهرباء والإلكترونيات.

أنظمة نقل ذكية - تشمل تطبيق التقنيات المتقدمة والناشئة في مجالات مثل مجالات تقنية المعلومات، والاتصالات، والتحكم، والإلكترونيات لتلبية احتياجات النقل البري.

مُحوّل – نظام من الطرق المتصلة ينظم المرور بين طريقين أو أكثر لا يتقاطعان في نفس المستوى.

واجهة – الخصائص الوظيفية والمادية المطلوبة للوجود عند حد مشترك، وفي إطار التطوير، تشير إلى علاقة بين كيانين أو أكثر [مثل العلاقة بين البرامج، أو بين الأجهزة، أو بين الأجهزة والبرامج، أو بين الأجهزة والمستخدم، أو بين البرامج والمستخدم].

محول معزول - معبر طريق مفصول على مستويات مختلفة يضم وصلة واحدة أو أكثر من وصلات المنحدرات بين الطرق المتقاطعة، والتي توجد عليها إنارة، وليست جزءًا من نظام الإنارة المستمر للطريق.

تقاطع منعزل – نقطة عبور واحدة بين مرفقين أو أكثر من مرافق الطرق.

حفر نفقي بدفع الأنابيب - طريقة للحفر يمكن فيها دفع أنبوب التبطين أو الأنبوب الحامل من خلال حُفر محفورة بشكل تدريجي أمام الحافة الأمامية لأنبوب التقدم؛ حيث تُحرَّك التربة عبر الأنبوب، وعادةً ما يتم ذلك باستخدام مثقاب يُوضَع داخل الأنبوب. ويمكن تحقيق تغيير الاتجاه المحدود من خلال التطورات الجديدة في المعدات.

دفع - دفع أنبوب بشكل أفقي أسفل طريق باستخدام وسائل ميكانيكية مع حفر ثقبي أو من دونه.

استخدام مشترك - استخدام خطوط الأعمدة أو الخنادق أو غيرها من المرافق من قبل مرفقين أو أكثر من مرافق المنافع العامة.

عامل فقدان الضوء - عامل استهلاك يصف الانخفاض في إخراج الضوء على مدار عمر النظام. ويُحدد إجمالي عامل فقدان الضوء من خلال مجموعة من العوامل، مثل استهلاك اللومن واستهلاك الأوساخ الضوئية,

عمود إنارة – عمود الإنارة هو: العضو الداعم لوحدة الإنارة.

لومن (lm) - التدفق الضوئي المنبعث داخل وحدة زاوية مجسمة من خلال مصدر ثابت (ستيراديان واحد) له شدة إضاءة موحدة لكانديلا واحدة. انظر "تدفق ضوئي".

وحدة إضاءة - جهاز إنارة كامل يتكون من مصدر الضوء والعدسة والعاكس والكاسر والمقبس المكون من سبعة مسامير والمُبيّت وسلك الدعم الذي يُعد جزءًا لا يتجزأ من المُبيّت. وإذا كان مشغل التعتيم موجودًا داخل المُبيّت، فسيكون جزءًا لا يتجزأ منه، ومن ثَمَّ جزءًا من وحدة الإنارة. ولا تُعد الأعمدة وحامل المصباح أو ذراع الصاري جزءًا من وحدة الإنارة.

فعالية الإنارة - الفعالية هي: ناتج اللومن في وحدة الإنارة مقسومًا على إجمالي مدخلات الطاقة إلى وحدة الإنارة المعبر عنها باللومن لكل واط. وهو مقياس لمدى فعالية الطاقة في وحدات الإنارة مقارنةً بوحدات إنارة بديلة.

وحدات لومن للإنارة – مقدار الضوء الذي توفره وحدة الإنارة.

إنارة (كانديلا لكل متر مربع، كانديلا/م٢) - شدة الإضاءة لأي سطح في اتجاه معين لكل وحدة من المساحة المتوقعة للسطح على النحو الذي تبدو به من هذا الاتجاه: أي السطوع الظاهر للسطح.

تدفق ضوئي (لومن) - وحدة قياس كمية الضوء. واللومن الواحد هو مقدار الضوء الذي يسقط على مساحة متر مربع واحد، وتبعد كل نقطة منه مسافة متر واحد عن مصدر كانديلا واحدة. ويبعث مصدر الضوء للكانديلا الواحدة إجمالي ١٢,٥٧ لومن. وتُصنَّف مصادر الضوء من حيث التدفق الضوئي.

شدة إضاءة (كانديلا) - الكانديلا هي الوحدة الأساسية لكمية الضوء. وترتبط الكانديلا تاريخيًا بالضوء المنبعث من لهب الشمعة وكانت تُعرف سابقًا باسم قوة الشمعة. ويمكن تقدير الكانديلا على أنها عدد الفوتونات المنبعثة من مصدر الضوء في الثانية. (والفوتون هو جسيم دون الذري له كتلة صفرية ويحمل طاقة الضوء وجميع أشكال الطاقة الكهرومغناطيسية الأخرى).

لوكس (lx) - وحدة قياس الإضاءة في نظام الوحدات الدولي. كما أن اللوكس الواحد يساوي لومن واحد لكل متر مربع (لومن/م٢)، و١٠,٧٦٣٩ لوكس يساوي قدم-شمعة واحدة.

الإضاءة المحتفظ بها (قدم-شمعة) - متوسط مستوى الإضاءة الأفقية على رصف الطريق عندما تكون مخرجات مصدر الإضاءة في أدنى مستوياتها وعندما تكون وحدات الإنارة في أوسخ حالاتها. ويُعبَّر عنها بوحدة قدم-شمعة لمنطقة الرصف. وتُحسب بضرب الإضاءة الأولية في عامل فقد الإنارة.

غرفة التفتيش - يُشار إليها أيضًا باسم فتحة دخول الأفراد، أو فتحة المرافق، أو فتحة الصيانة، أو غرفة الفحص، أو فتحة المجاري، وهي فتحة في نظام تحت الأرض يستخدمها العمال؛ للسماح بأنشطة مثل: الفحص والصيانة والتركيبات والإصلاحات والوصلات والإزالة والاختبارات.

الجزيرة الوسطية - حاجز أو جزيرة تتمركز عادةً في خط الوسط، وتهدف للفصل بين اتجاهات الطريق المتعاكسة.

رؤية ضبابية - رؤية بعيون تتكيف تمامًا مع ظروف الإضاءة بين الرؤية النهارية والرؤية الليلية. ويتراوح نطاق التكيف بين ٣,٤ و٠,٠٣٤ كانديلا/م٢.

إضاءة الصاري المتوسط – إنارة مساحة متوسطة باستخدام مجموعة من وحدات الإنارة المُصممة؛ للتثبيت بتوجيه ثابت أعلى عمود إنارة متوسط قياسي يبلغ ارتفاعه عامةً من ١٠ إلى ٢٠ م.

نشاط المشاة الأدنى (المنخفض) - المناطق ذات الاستخدام المنخفض جدًا من المشاة ليلاً (بمعدل ١٠ شخص أو أقل من المشاة في الساعة). ويمكن أن يحدث تصنيف المشاة المنخفض في أي تصنيفات للشوارع، ولكن يمكن تمثيله بشوارع الضواحي التي بها مساكن عائلية مستقلة، ومشاريع سكنية منخفضة الكثافة، ومناطق ريفية أو شبه ريفية.

تخفيف/تجديد - التجديد الخضري للموقع؛ حتى يكون تأثير أنشطة إدارة المناطق النباتية أكثر اعتدالاً أو أقل خطورة. وغالبًا ما تشتمل أنشطة إدارة المناطق النباتية على مظلة الغابات وخسائر النظام البيئي، وتتطلب التخفيف في الموقع إلى أقصى حد ممكن.

ارتفاع التثبيت (MH) - المسافة العمودية بين سطح الطريق، ومركز مصدر الضوء الظاهر لوحدة الإنارة.

الدرك الأسفل - هي أدنى نقطة على جسم كروي في خط مستقيم إلى الأسفل مباشرةً.

إنارة غير مستمرة - عند توفير الإنارة في مواقع رئيسة؛ لتحسين الرؤية وتحديد الاتجاهات.

ردم علوي - عدد الأمتار الأولية للردم فوق الأنبوب والمجرى والقنوات والكابلات وما إلى ذلك.

مالك - الفرد أو الشركة أو الجهة الحكومية أو غير ذلك ممن يتمتعون بملكية مرفق منافع، ويتولون مسؤوليته.

تحكم جزئي في الوصول - يشير إلى أنه يُفَضَّل المرور العابر عن طريق منع التقاطعات على مستوى واحد في الطرق وتقييد المداخل إلى الممتلكات الخاصة بشكل عام.

إنارة جزئية لمناطق التحويل - نظام إنارة يوفر الإضاءة لمناطق اتخاذ القرار على الطرق فقط، ويشمل ذلك: مسارات التسارع والتباطؤ ونهايات منحدرات الدخول والخروج والطرق المتقاطعة مع طريق الخدمة أو تقاطعات المنحدرات وغيرها من المناطق المحفوفة بالمخاطر ليلاً.

رصف - معالجة سطحية متينة لطريق. الوظيفة الأساسية للرصف هي نقل الأحمال إلى طبقة ما تحت الأساس والتربة السفلية.

مناطق تعارض المشاة - موقع يشهد تفاعلًا بين المشاة والمركبات.

ممر مشاة - ممر عام لحركة مرور المشاة، ولا يكون بالضرورة داخل حرم الطريق للمركبات. ويشمل ذلك معابر المشاة العلوية وأنفاق المشاة والمسارات التي تتيح الوصول إلى المتنزهات أو الأجزاء الداخلية للمجمعات.

تصريح - وثيقة صادرة عن مركز بموجب أحكام اللائحة التنفيذية قبل بدء نشاط ما يسمح لشخص ببدء النشاط.

رؤية نهارية - الرؤية النهارية هي رؤيتنا خلال النهار. وتشير إلى رؤية الألوان التي توفرها المخاريط بالعين، وترتبط عمومًا بالتكيف مع استضاءة لا تقل عن ٣,٤ كانديلا/م٢.

أنبوب - قطاع أنبوبي أو أسطوانة مجوفة لنقل السوائل أو الغازات. ويمكن استخدامه أيضًا للتطبيقات الإنشائية. كما أن الأسطوانات التي كُوِّنت من اللوحة في إطار تصنيع المعدات المساعدة ليست أنابيب على النحو المعرَّف هنا.

خط أنابيب - أي خطوط أنابيب و/أو صنابير و/أو صناديق صمامات و/أو فتحات تفتيش و/أو قنوات و/أو أغطية و/أو تركيبات ذات صلة ومصرح بها.

خط الأعمدة - أي أعمدة و/أو أسلاك و/أو كابلات تثبيت و/أو أوتاد تثبيت و/أو تركيبات ذات صلة مصرح بها.

ضغط - ضغط داخلي نسبي في الأنبوب.

حقوق سابقة - مصطلح صناعي يشير إلى تفوق (في الترتيب) مصالح الملكية المحددة بين أطراف متعددة. (على سبيل المثال: ما إذا كان إشغال مرفق المنافع يسبق حرم الطريق القائم، أو المقترح للجهة المختصة في المملكة العربية السعودية).

خطوط خاصة - مرافق ذات ملكية خاصة تنقل السلع الموضحة في تعريف مرفق المنافع العامة ولكنها مخصصة حصريًا للاستخدام الخاص.

منحدر - ١. طريق مخصص يقدم اتصالاً بين طريقين آخرين؛ عادةً ما يكون أحد الطريقين على الأقل اللذين يربطهما المنحدر مرفق عالي السرعة مثل: طريق سريع، أو طريق متعدد المسارات، أو طريق تجميعي-توزيعي. ٢. ممر مشاة مائل يربط بين مرافق المشاة على مناسيب مختلفة.

بنية أنظمة النقل الذكية الإقليمية - إطار إقليمي محدد؛ لضمان الاتفاق المؤسسي والتكامل التقني؛ لتنفيذ مشاريع أنظمة النقل الذكية في منطقة معينة.

تغيير (تغييرات) المكان - تعديل مرفق منافع أو إزالته وإعادة تركيبه أو استبداله -حسب الضرورة-؛ من أجل استيعاب مشروع الجهة المُختصة في المملكة العربية السعودية لأحد السببين الآتيين أو كليهما: (أ) تعارض مادي بين مرفق المنافع وقدرة الجهة المُختصة في المملكة العربية السعودية على الصيانة أو الاستخدام)، و/أو (ب) عدم التوافق بين مشروع الجهة المُختصة في المملكة العربية السعودية على النحو المُصمم ومرفق المنافع بناءً على متطلبات مواصفات المنافع المعمول بها و/أو المتطلبات الحكومية المعمول بها (رغم عدم وجود تعارض مادي).

نظام معلومات الطقس عن بُعد/نظام معلومات الطقس على الطرق (RWIS) - نظام من المستشعرات والاتصالات وتقنيات جمع البيانات لقياس أحوال الطقس المحددة بما في ذلك الظروف الجوية و/أو الرصف و/أو مستوى المياه.

منطقة استراحة - منطقة بجوار الطريق مُصممة خصيصًا لمرافق الاستضافة لتلبية احتياجات مستخدمي الطريق، مثل: محطات الوقود والمطاعم ودورات المياه وغيرها من المرافق الأخرى المتعلقة بسلامة المستخدم وراحته.

تجديد - إعادة إنشاء حرم الطريق المعطَّلة بسبب إنشاء مرفق خدمات أو صيانته أو إصلاحه، وتؤدي الآثار الناتجة عن ذلك إلى إعادة الطريق إلى حالة جيدة، كحالته الأصلية أو أفضل منها.

حرم الطريق (ROW) - العرض الكامل بين حدود شريط من الأرض المشغولة أو التي يعتزم أن يشغلها طريق، أو رصيف، أو ممر، أو سكة حديد، أو خط نقل كهربائي، أو خط أنابيب نفط، أو غاز، أو خط مياه، أو مجاري عاصفة صحية، أو استخدامات أخرى مماثلة.

جانب الطريق - منطقة خارج طريق السير (على سبيل المثال: المسارات التي تسير عليها المركبات) والأكتاف المُعبّدة (إن وُجد) للطريق نفسه.

وحدة جانب الطريق (RSU) - جهاز على طريق يتصل بالوحدات المحمولة على متن المركبة في المركبات المتصلة، ويرسل المعلومات مرة أخرى إلى مركز الإدارة المرورية.

رؤية ليلية - الرؤية الليلية هي رؤيتنا ليلاً عند عدم وجود إضاءة. وتشير إلى الرؤية بالأبيض والأسود التي توفرها المتحسسات القضيبية بالعين، وترتبط عمومًا بالتكيف مع استضاءة تساوي أو أقل من ٠,٠٣٤ كانديلا/م٢.

كتف – جزء من الطريق محاذٍ لطريق السير لاستيعاب المركبات المتوقفة والاستخدام في حالات الطوارئ والدعم الجانبي لطبقة الأساس والطبقة السطحية.

ردم جانبي - الردم بجانب الأنبوب والمجرى والقنوات والكابلات وما إلى ذلك.

ممشى جانبي (رصيف مشاة) - ذلك الجزء من الشارع بين خط حافة الرصيف، أو الخط الجانبي لجادة الطريق وخط الملكية المجاور، أو على ارتفاعات الملكية الخاصة المرصوفة، أو المحسّنة والمخصصة للاستخدام من قبل المشاة.

مركبة راكب واحد - مركبة ركاب تحتوي على راكب واحد فقط.

موقع - ١. جزء من طريق أو تقاطع فردي متجانس، على سبيل المثال: أجزاء من طريق مقسمة أو غير مقسمة، تقاطعات محكومة بإشارات مرورية أو غير محكومة بإشارات مرورية. ٢. منطقة من الأرض أو الموقع يُخطَّط للإنشاء عليها ويعمل فيها الأشخاص والمعدات أو تتضمن إجراء أي نشاط نباتي (مثل: القص، والمكافحة الكيميائية، والتقليم، وإزالة الأشجار) على حرم طريق تابع للجهة المختصة أو بجواره.

كُمّ - غلاف قصير يمر عبر جدار أو رصيف أو دعامة أو هيكل طريق مماثل. ويمكن أن تشير أيضًا إلى غلاف أسفل طريق يستخدم لتغليف أنبوب حامل أو قناة أو مجرى توصيل.

وحدات جهاز الارسال والاستقبال المصغر (SFP) - وحدة واجهة شبكة مدمجة وقابلة للتوصيل الفوري وتستخدم في كل من تطبيقات الاتصالات واتصالات البيانات.

رؤية الأهداف الصغيرة (STV) - متوسط مرجح لقيم مستوى رؤية الهدف عبر شبكة من النقاط على منطقة من الطريق في اتجاه واحد من تدفق حركة المرور. وعادةً ما تكون قيم رؤية الأهداف الصغيرة موجبة وسالبة على منطقة على الطريق. وتشير القيمة ١,٠ أو أقل (موجبة أو سالبة) إلى أن الهدف أقل من الحد الأدنى للمراقب القياسي الذي يُسمح له بالتثبيت لمدة ٠,٢ ثانية.

مصدر طاقة - محول مرافق كهربائية يوفر الطاقة لجهاز أو بنية تحتية.

تباعد - المسافة بين وحدات الإنارة المتتالية، ويُقاس على طول الخط المركزي للتركيب (على الطريق والممر والجسر وما إلى ذلك).

الشروط الخاصة - تُضمَّن شروط خاصة في وثائق عقد الجهة المُختصة في المملكة العربية السعودية على النحو المطلوب؛ لتحديد الأعمال أو الإجراءات غير المشمولة في المواصفات القياسية للإنشاء والمواد، وعند الضرورة؛ لتكملة أو تعديل البنود في المواصفات القياسية للإنشاء والمواد

مواصفات - وثيقة تصف المتطلبات الفنية الأساسية للعناصر أو المواد أو الخدمات، ويشمل ذلك إجراءات تحديد استيفاء المتطلبات.

تصنيف الشوارع - تعتمد تصنيفات الشوارع على مستويات مختلفة من الوصول وأحجام حركة المرور.

نظام - ١. مركب متكامل من الأشخاص والمنتجات والعمليات توفر القدرة على تلبية حاجة أو هدف مُعلن. ٢. مدى امتداد تحليل المحاكاة المكاني ومستوى التعقيد والمدة الزمنية.

هندسة النظم - نهج متعدد الاختصاصات ووسيلة لتمكين تحقيق النظم الناجحة. وتتطلب هندسة النظم معرفة واسعة، وعقلية تراعي الصورة الكلية، وميسِّرًا، وقائدًا ماهرًا للفريق.

ثقب اختبار - حفر صغير يستخدم لإظهار المنافع الموجودة تحت الأرض؛ للتأكد من موقعها الأفقي والرأسي و/أو السمات الأخرى للمرفق المستخدمة في تصميم المشروع.

حفرة اختبار – عملية حفر لفحص الظروف تحت سطح الأرض و/أو للتأكد من الموقع الأفقي والعمودي لمرافق المنافع تحت الأرض في موقع الإنشاء. وتُحفَر حُفر الاختبار قبل الإنشاء الفعلي.

حاجز مروري - جهاز يستخدم لمنع أي مركبة من الاصطدام بعائق أو سمة أكثر خطورة توجد على جانب الطريق أو في الجزيرة الوسطية، أو لمنع حوادث عبور الجزيرة الوسطية. ويمكن أن يشير أيضًا إلى جهاز مؤقت يستخدم؛ لمنع وصول المركبات إلى مناطق أعمال الإنشاء أو الصيانة وإعادة توجيه المركبة المصطدمة للحد من الضرر الذي يلحق بالمركبة وإصابة شاغليها، مع توفير حماية للعاملين.

خطة تحكم مروري - خطة للتعامل مع المرور على طريق أو شارع معين، أو منطقة أعمال طرق، أو مشروع.

مركز الإدارة المرورية (TMC) – وحدة معالجة البيانات المركزية والمراقبة التي ترصد تدفق حركة المرور وتقنية أنظمة النقل الذكية المنتشرة على طريق سريع أو شبكة طرق شريانية.

نظام إدارة المرور - تطوير وتطبيق جمع البيانات على مستوى الشبكة ومشاركة نظام معلومات المرور. ويمكن للنظام دمج البيانات وأنظمة التحكم من الطرق السريعة، والطرق الشريانية، وشوارع المدينة؛ لتوفير معلومات وتحكم مروري استباقية في الوقت الحقيقي. وسيسهل تنفيذ النظام إدارة الازدحام على الشبكة بأكملها عبر جبهات متعددة الاختصاصات. كما يمكن أن يوفر النظام إمكانية استشعار الأحداث، وتحديد أولويات مركبات النقل العام والطوارئ، وتقديم معلومات مسبقة للمتنقلين.

خطوط نقل - جزء من مرفق منافع يربط مصدر (مصادر) الطاقة أو المواد الرئيسة بنظام التوزيع الخاص به، ولا يرتبط به العملاء الفرديين عادةً.

طريق المرور - جزء جادة الطريق المخصص لحركة المركبات، باستثناء الأكتاف، والسواتر الترابية، وأرصفة المشاة، ومسارات وقوف المركبات.

تقنية الحفر بدون خندق - استخدام الحفر الثقبي الاتجاهي والحفر الأفقي وحفر الأنفاق والتقنيات الأخرى المستخدمة في إنشاء أو تركيب أجزاء من المرافق تحت الأرض؛ لتقليل الاضطراب والأضرار التي تلحق بحرم الطريق.

نفق - طريق مُطوق لحركة مرور المركبات مع تقييد دخولها في البوابات، بغض النظر عن نوع الهيكل الإنشائي أو طريقة الإنشاء، والتي تتطلب، حسب تحديد المالك، اعتبارات تصميم خاصة، قد تشمل الإنارة والتهوية وأنظمة الحماية من الحرائق والقدرة على الخروج في حالات الطوارئ.

ممر سفلي - فصل في المستوى حيث يمر الطريق الموضوع أسفل طريق متقاطع أو خط سكة حديد.

نفق غير مقسم (ثقب ثنائي الاتجاه) – هيكل إنشائي يتكون من مرفق حاوي مشترك لاستيعاب تدفق المرور في كلا الاتجاهين.

نسبة الانتظامية - تُستخدم النسب الانتظامية القصوى للحكم على التوزيع المتساوي للضوء على الطريق أو سطح الرصف. وتتمثل أهم النسب الانتظامية في النسب المتوسطة إلى النسب الأدنى والنسب القصوى إلى النسب الأدنى.

إمداد طاقة غير قابل للانقطاع - جهاز يُستخدَم على أنه مصدر طاقة للطوارئ عند انقطاع الطاقة القياسية.

إنارة صاعدة - النسبة المئوية لوحدات اللومن لمصباح، أو لوحدات إنارة موزعة فوق وحدة إنارة بين ٩٠ و١٨٠ درجة رأسيًا.

خطوط خدمة المنافع (المعروفة أيضًا باسم: خدمة المنافع وخطوط الخدمة ووصلات الخدمة والوصلات المنزلية) - خط مياه أو غاز أو طاقة أو اتصالات أو مجاري الصرف الصحي (أو أي منتجات أخرى مماثلة) يمتد من مرفق منافع رئيس أو أساسي إلى ملكية محاذية له ويُستخدم في تقديم الخدمة إلى الملكيات الخاصة.

مواصفات المنافع - تشمل جميع المتطلبات الحكومية وجميع متطلبات صناعة المنافع وجميع مواصفات وسياسات وإجراءات المنافع والجهة المُختصة في المملكة العربية السعودية التي تنطبق.

نظام منافع - مجموعة مترابطة من المنافع تشكّل جزءًا لا يتجزأ من الشبكة أو أي جزء منها، ومخصصة على وجه التحديد لنقل و/أو توزيع منتجات المنافع (مثل المياه والصرف الصحي والكهرباء والغاز والاتصالات وما إلى ذلك)، والتي تنطبق بشكل مباشر على مرفق المنافع و/أو عملائه الموجودين داخل منطقة خدمة المنافع أو تؤثر فيه في أي وقت، سواء في الوقت الحالي أو في المستقبل.

نسبة إضاءة حاجبة - - إضاءة متراكبة على الصورة الشبكية. ويصف هذا مدى سطوع مصدر الضوء مقارنةً بسطح الطريق. كما أنها مهمة في إضاءة الطريق؛ لأن سطوع مصدر الضوء يمكن أن يعيق قدرة المرء على رؤية التفاصيل أو الأشياء على الرصف.

جسر قنطرة متعددة الركائز (Viaduct) - نوع معين من الجسور في طريق مرتفع طويل، يتكون عادة من سلسلة من المسافات القصيرة المدعومة على أقواس أو ركائز أو أعمدة.

كاميرا فيديو - كاميرا تنقل الفيديو إلى شاشة مراقبة تُستخدم؛ لتوفير مراقبة المرور من قِبل مشغل المرفق على امتداد طول المنشأة وخاصةً عند نقاط الدخول ومواقع تحصيل الرسوم.

الرؤية - ١. الجودة أو الحالة التي يمكن للعين إدراكها. ويمكن تعريف الرؤية من حيث المسافة التي يمكن عندها رؤية جسم ما بالعين، أو يمكن تعريفها من حيث التباين أو حجم جسم الاختبار القياسي الذي تتم ملاحظته في ظل ظروف رؤية موحدة، حيث يتمتع بقيم حدية مماثلة للجسم المعني. ٢. وجه إشارة محدود أو قسم إشارة محدود الرؤية - نوع من وجه الإشارة أو قسم الإشارة المصمم (أو المحمي أو المغطى أو المغلف) لتقييد رؤية مدلول الإشارة من الجانب إلى مسار أو مسارات معينة، أو مسافة معينة من خط التوقف.

فولت (تيار متردد) - مقياس ضغط طاقة الدائرة للتيار المتردد.

الملحق ب – الاختصارات والرموز

CCT	درجة حرارة اللون المترابطة
CRI	مقياس التجسيد اللوني
DALI	واجهة الإنارة القابلة للعنونة الرقمية
DMX	تعدد الإرسال الرقمي
ISM	صناعي وعلمي وطبي
ISO	المنظمة العالمية للمواصفات
ITS	نظام النقل الذكي
ITU-T	الاتحاد الدولي للاتصالات السلكية واللاسلكية
LC	موصل عاكس للضوء
LCS	لافتات التحكم في المسارات
LED	الصمام الثنائي الباعث للضوء
LRP	التعرف على لوحة الترخيص
LS٠H	نسبة دخان منخفضة خالية من الهالوجين
LTE	التطور طويل الأمد
MAC	التحكم في الوصول إلى الوسائط
MDS	نظام استشعار شدة المجال المغناطيسي
MIB	قاعدة معلومات الإدارة
MOR	مدى الرؤية حسب الأحوال الجوية
MPEG	مجموعة خبراء الصور المتحركة
NAT	ترجمة عنوان الشبكة
NFPA	الرابطة الوطنية للحماية من الحرائق
NTCIP	اتصالات النقل الوطنية لبروتوكول أنظمة النقل الذكية

NTP	إشعار بالشروع في العمل
OD	القطر الخارجي
OSP	محطة خارجية
OTDR	مقياس الانعكاس لحقل الزمن البصري
OVDS	نظام استشعار المركبات المتجاوزة للارتفاع المسموح به
PA	خطاب عام
PAT	اختبار قبول الإنتاج
pf	بيكوفاراد
PMPP	بروتوكول من نقطة إلى عدة نقاط
PoE	طاقة عبر الإيثرنت
PTZ	التدوير والإمالة والتكبير والتصغير
PVC	كلوريد متعدد الفينيل
RFC	طلب التعليقات
RGS	الصُلب المجلفن الصَلب
RJ	المقبس المسجل
RMC	التحكم في قياس المنحدر
RMS	جذر متوسط التربيع
RPU	وحدة المعالجة عن بعد
RTP	بروتوكول النقل في الوقت الحقيقي
RTSP	بروتوكول البث في الوقت الحقيقي
RU	وحدة المكرّر
RWIS	نظام معلومات الطقس على الطرق
SAT	اختبار قبول الموقع

SCADA	نظام التحكم الإشرافي وتحصيل البيانات
SD	رقمي آمن
SIM	وحدة تعريف المشترك
SIT	اختبار تكامل النظام
SMA	موصل شديد الصغر على شكل حرف A
SNMP	بروتوكول إدارة الشبكة البسيط
SSH	بروتوكول النقل الآمن
SSL	طبقة المقابس الآمنة
STMF	إطار إدارة النقل البسيط
TCP	بروتوكول التحكم بالنقل
TCP/IP	بروتوكول التحكم بالنقل/ بروتوكول الإنترنت
TIA	رابطة صناعة الاتصالات
TMC	مركز إدارة المرور
TS	المواصفات الفنية
TSP	الجسيمات العالقة الكلية
TSS	أنظمة مستشعرات النقل
TVSS	منع الارتفاع العابر للجهد الكهربائي
UDP	بروتوكول مخطط بيانات المستخدم
UPS	نظام طاقة غير قابل للانقطاع
URL	محدد موقع الموارد الموحد
USB	الناقل التسلسلي العالمي
VDE	رابطة الهندسة الكهربائية والتقنيات الإلكترونية وتقنيات المعلومات
VIVDS	نظام استشعار المركبات بالتصوير الفيديو

VLAN	شبكة محلية افتراضية
VMS	لافتة الرسائل المتغيرة
VoIP	نقل الصوت عبر بروتوكول الإنترنت
VPN	الشبكة الخاصة الظاهرية
VRRP	بروتوكول تكرار الموجه الظاهري
WAN	شبكة اتصال واسعة النطاق
WDM	إرسال متعدد بتقسيم طول الموجة
WDS	نظام النشر لأنظمة التشغيل Windows
WIM	الوزن في أثناء الحركة
XLPE	البولي إيثيلين ذو ارتباط تصالبي

الملحق ج - الوحدات

وحدات SI		الوحدات الإمبراطورية	
الطول			
µm	ميكرومتر		
mm	ملليمتر	in	بوصة
cm	سنتي متر	ft	قدم
m	متر	yd	يَارْدَة
km	كيلومتر		
المساحة			
mm^2	ملليمتر مربع	in^2	بوصة مربعة
cm^2	سنتيمتر مربع	ft^2	قدم مربعة
m^2	متر مربع	yd^2	ياردة مربعة
ha	هكتار		
km^2	كيلومتر مربع		
الحجم			
mm^3	ملليمتر مكعب		
cm^3	سنتيمتر مكعب	in^3	بوصة مكعبة
m^3	متر مكعب	ft^3	قدم مكعبة
الوزن			
mg	ملليجرام		
gr	جرام		
kg	كيلو جرام (كجم)	lb	رطل
t	طن		
القوة			
N	نيوتن		
kN	كيلو نيوتن	kip	كيلو رطل
الضغط			
Pa	باسكال	psi	رطل لكل بوصة مربعة
KPa	كيلو باسكال		

وحدات SI		الوحدات الإمبراطورية	
MPa	ميجا باسكال		
الوقت			
s	ثانية		
min	دقيقة		
h	ساعة		
yr	سنة		
month	شهر		
d	يوم		
درجة الحرارة			
C°	درجة مئوية	F°	درجة فهرنهايت
زاوية			
°	درجة		
g	جراد		
غير ذلك			
km/h	كيلومتر في الساعة	mph (mi/h)	ميل في الساعة
GHz	جيجاهيرتز		
Hz	هيرتز		
J	جول		
V	فولط		
W	واط		
C	كولوم		
Ω	أوم		
lm	لومينز		
lx	لكس		
dB	ديسيبل		
mcd/m^2/lux	مللي كانديلا لكل متر مربع لكل لكس		

وحدات SI		الوحدات الإمبراطورية	
m/sec	متر في الثانية		
m/sec^2	متر في الثانية المربعة		
pass/trip	عدد الركاب لكل رحلة		
pc/hr	سيارات ركاب في الساعة		
pc/h/ln	سيارات ركاب في الساعة لكل مسار		
pc/km/ln	سيارات ركاب لكل كيلومتر لكل مسار		
ped	المشاة		
s/veh	الثواني لكل مركبة		
veh	المركبات		
veh/d	مركبة لكل يوم		
veh/km	مركبة لكل كيلومتر		
veh/km/ln	مركبة لكل كيلومتر لكل مسار		
veh/hr	مركبة لكل ساعة		
veh/hr/ln	مركبة في الساعة لكل مسار		
veh/ln/cycle	مركبة في المسار لكل دورة		



كـــود الطـرق السعودي

تصميم الطرق والجسور والأنفاق
كود الطرق السعودي ٣٠٦ - تصميم مرافق الطرق ومنافعها
المنافع العامة، وإنارة الطرق والشوارع، وأجهزة التحكم والمراقبة

٢٠٢٣
الإصدار الأول