



الهيئة العامة للطرق
Roads General Authority

كـــود الطـرق السعودي

٢٠٢٣
الإصدار الأول

هندسة المرور وسلامة الطرق
كود الطرق السعودي ٦٠٣ - سلامة الطرق




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
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 ٦٠٣)

أ.د. سعد بن عبدالرحمن القاضي	أ.د. علي بن سعيد الغامدي	د. خالد بن فالح القحطاني
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 ..... س
قائمة الجداول ..... ف
١- مقدمة ١
١-١ جدول المحتويات ١
١-٢ النطاق ١
١-٣ المعايير والأكواد المرجعية ١
٢- بيانات تحليل الحوادث ٣
٢-١ مقدمة ٣
٢-١-١ النطاق ٣
٢-١-٢ المواصفات والإرشادات ٣
٢-١-٣ ملخص الأجزاء ٣
٢-١-٤ التفسير والملاحظات ٣
٢-٢ بيانات الحوادث ٤
٢-٣ بيانات مرفق الطريق ٥
٢-٤ بيانات الحجم المروري ٧
٣- إدارة سلامة الطرق ٨
٣-١ مقدمة ٨
٣-١-١ النطاق ٨
٣-١-٢ المعايير والإرشادات ٨
٣-١-٣ ملخص الأجزاء ٨
٣-١-٤ التفسير والملاحظات ٨
٣-٢ مؤشرات أداء السلامة ٩
٣-٢-١ سلوك المستخدم ٩
٣-٢-٢ البنية التحتية للطريق ١٠
٣-٢-٣ المركبات ١٠
٣-٢-٤ الخدمات الطبية الطارئة ١٠
٣-٣ تصفية الشبكة ١١
٣-٣-١ نظرة عامة على العملية ١١
٣-٣-٢ الخطوة رقم ١ - تحديد محور التركيز ١١
٣-٣-٣ الخطوة رقم ٢ – تحديد شبكة الطرق وإنشاء مجتمعات مرجعية ١٢
٣-٣-٤ الخطوة رقم ٣ - اختر مقاييس الأداء ١٢
٣-٣-٥ الخطوة رقم ٤ - تحديد طريقة التصفية ١٥

٣-٣-٦ الخطوة رقم ٥ – تصفية النتائج وتقييمها ١٦
٣-٤ تشخيص سلامة الطرق - تحليل متعمق للحوادث ١٦
٣-٤-١ نظرة عامة على العملية ١٦
٣-٥ اختيار التدابير المضادة ١٧
٣-٥-١ نظرة عامة على العملية ١٧
٣-٥-٢ معايير اختيار التدابير المضادة ١٧
٣-٦ التقييم الاقتصادي لتدخلات السلامة ١٨
٣-٦-١ نظرة عامة على العملية ١٨
٣-٧ تحديد أولويات المشروعات ١٩
٣-٧-١ نظرة عامة على العملية ١٩
٣-٧-٢ فهم نتائج تحديد الأولويات ٢٠
٤- تدقيق وفحص سلامة الطرق ٢١
٤-١ مقدمة ٢١
٤-١-١ النطاق ٢١
٤-١-٢ المعايير والإرشادات ٢١
٤-١-٣ ملخص الأجزاء ٢١
٤-١-٤ التفسير والملاحظات ٢١
٤-٢ المجموعات المشاركة في عملية تدقيق سلامة الطرق ٢٢
٤-٣ مراحل تدقيق سلامة الطرق وأنواعها ٢٣
٤-٣-١ تدقيق مرحلة التصميم الأولي ٢٤
٤-٣-٢ تدقيق مرحلة التصميم النهائي (التفصيلي) ٢٤
٤-٣-٣ تدقيق مرحلة الإنشاء ٢٥
٤-٣-٤ التدقيق في مرحلة الافتتاح ٢٥
٤-٣-٥ تدقيق سلامة الطرق للطرق القائمة (فحص سلامة الطرق) ٢٦
٤-٣-٦ الأنواع الأخرى من تدقيق سلامة الطرق ٢٧
٤-٤ فريق تدقيق سلامة الطرق ٢٩
٤-٤-١ المهارات ٢٩
٤-٤-٢ الاستقلالية ٣٠
٤-٤-٣ الأدوار في فريق التدقيق ٣٠
٤-٤-٤ عدد المدققين ٣٠
٤-٤-٥ المتطلبات الرسمية والخبرات ٣١
٤-٥ قوائم المراجعة ٣١
٤-٥-١ الغرض من قوائم مراجعة أعمال تدقيق سلامة الطرق ٣١
٤-٥-٢ كيفية استخدام قوائم المراجعة ٣٢
٥- تحليل سلامة الطرق ٣٣

٥-١ مقدمة ٣٣
٥-١-١ النطاق ٣٣
٥-١-٢ المعايير والإرشادات ٣٣
٥-١-٣ ملخص الأجزاء ٣٣
٥-١-٤ التفسير والملاحظات ٣٣
٥-٢ تحليلات سلامة الطرق الاستباقية والتفاعلية ٣٤
٥-٢-١ طرق تحليل سلامة الطرق التفاعلية ٣٤
٥-٢-٢ طرق تحليل سلامة الطرق الاستباقية ٣٤
٥-٢-٣ الربط بين الأساليب التفاعلية والاستباقية ٣٤
٥-٣ الطريقة التنبؤية ٣٥
٥-٣-١ نظرة عامة ٣٥
٥-٣-٢ أنواع مرافق الطريق ٣٦
٥-٣-٣ النماذج التنبؤية ودوال أداء السلامة (SPFs) ٣٦
٥-٣-٤ استخدام عوامل تعديل الحوادث (CMFs) ٣٧
٥-٣-٥ المعايرة للظروف المحلية ٤٠
٦- إدارة السرعة وتهدئة المرور ٤٣
٦-١ مقدمة ٤٣
٦-١-١ النطاق ٤٣
٦-١-٢ المعايير والإرشادات ٤٣
٦-١-٣ ملخص الأجزاء ٤٣
٦-١-٤ التفسير والملاحظات ٤٣
٦-٢ تحديد قضايا زيادة السرعة على الطرق الريفية ٤٣
٦-٢-١ مصادر البيانات ٤٤
٦-٢-٢ تقييم زيادة السرعة ٤٤
٦-٣ تدابير هندسية لتهدئة المرور ٤٥
٦-٣-١ تخفيض عرض الشارع ٤٥
٦-٣-٢ تدابير الانحراف الرأسي ٤٦
٦-٣-٣ تدابير الانحراف الأفقي ٤٩
٦-٣-٤ تدابير تهدئة المرور الأخرى ٥١
٦-٣-٥ استخدام أجهزة التحكم المروري لتهدئة المرور ٥١
٧- سلامة الأنفاق ٥٢
٧-١ مقدمة ٥٢
٧-١-١ النطاق ٥٢
٧-١-٢ المعايير والإرشادات ٥٢
٧-١-٣ ملخص الأجزاء ٥٢

٧-١-٤ التفسير والملاحظات ٥٢
٧-٢ أساس البتّ في تدابير السلامة ٥٢
٧-٢-١ معلمات السلامة ٥٢
٧-٢-٢ الحجم المروري ٥٣
٧-٣ تدابير البنية التحتية ٥٣
٧-٤ التدابير المتعلقة بالتشغيل ٥٣
٧-٤-١ وسائل التشغيل ٥٣
٧-٤-٢ التخطيط للطوارئ ٥٤
٧-٤-٣ الأعمال في الأنفاق ٥٤
٧-٤-٤ إدارة حوادث التصادم والأحداث ٥٤
٧-٤-٥ نشاط مركز التحكم ٥٤
٧-٤-٦ إغلاق النفق ٥٤
٧-٤-٧ التجاوز في الأنفاق ٥٤
٧-٤-٨ المسافات بين المركبات والسرعة ٥٤
٨- نقل المواد الخطرة ٥٦
٨-١ مقدمة ٥٦
٨-١-١ النطاق ٥٦
٨-١-٢ المعايير والإرشادات ٥٦
٨-١-٣ ملخص الأجزاء ٥٦
٨-١-٤ التفسير والملاحظات ٥٦
٨-٢ العناصر الرئيسة لإدارة نقل المواد الخطرة ٥٦
٨-٢-١ نظرة عامة ٥٦
٨-٢-٢ الاحتياجات العامة من الموظفين: ٥٧
٨-٢-٣ متطلبات تدريب الموظفين ٥٧
٨-٢-٤ نظام تصنيف المخاطر ٥٨
٨-٢-٥ لافتات تمييز المواد الخطرة ٥٨
٨-٢-٦ وثائق الشحن ٥٨
٨-٢-٧ مركبات النقل والتغليف ٥٨
٨-٢-٨ المعدات ٥٩
٨-٢-٩ خطة المساعدة على الاستجابة للطوارئ ٥٩
٨-٢-١٠ معالجة الحوادث ٦٠
٨-٣ قيود النقل التي تضعها الجهات المختصة ٦١
٩- تقييد البضائع أثناء النقل على الطرق ٦٢
٩-١ مقدمة ٦٢
٩-١-١ النطاق ٦٢
٩-١-٢ المعايير والإرشادات ٦٢

٩-١-٣ ملخص الأجزاء ٦٢
٩-١-٤ التفسير والملاحظات ٦٢
٩-٢ أهداف تقييد الشحنات بأمان ٦٢
٩-٢-١ المتطلبات العامة لتقييد البضائع ٦٢
٩-٢-٢ معيار الأداء ٦٢
٩-٣ أحكام عامة بشأن تقييد الشحنات بأمان ٦٣
٩-٣-١ أحكام بشأن الأجهزة المستخدمة لتأمين الشحن في المركبة ٦٣
٩-٣-٢ متطلبات تقييد البضائع العامة ٦٤
٩-٣-٣ فحص أنظمة تقييد البضائع ٦٥
المراجع ٦٦
أ- الملحق أ - أساسيات بيانات تحليل الحوادث ٧٢
أ-١ الحوادث باعتبارها أساس تحليل السلامة ٧٢
أ-١-١ السلامة الموضوعية والذاتية ٧٢
أ-١-٢ الحوادث أحداث نادرة وعشوائية ٧٣
أ-١-٣ العوامل المساهمة في وقوع حادث ٧٤
أ-١-٤ شرح المصطلحات المتعلقة بالحوادث المستخدمة بشكل شائع في تحليل سلامة الطرق ٧٦
أ-١-٥ قيود بيانات الحوادث ودقتها ٧٧
أ-١-٦ القيود الناجمة عن العشوائية والتغيير ٧٩
أ-٢ المصادر المحتملة لبيانات الحوادث ٨١
أ-٢-١ مصادر البيانات الأساسية لبرامج تقليل الحوادث ٨١
أ-٢-٢ مصادر البيانات الأخرى ٨١
أ-٣ التكنولوجيا المتاحة لجمع البيانات ٨٢
أ-٣-١ لتحسين دقة معلومات الموقع ٨٢
أ-٣-٢ لتحسين دقة بيانات الحوادث واستكمالها ٨٣
ب- الملحق ب - عناصر قاعدة بيانات الحوادث ٨٤
ب-١ عناصر قاعدة بيانات الحوادث ٨٤
ب-١-١ مُعرف الحادث ٨٤
ب-١-٢ تصنيف الحادث ٨٤
ب-١-٣ تاريخ الحادث ووقته ٨٤
ب-١-٤ منطقة الحادث ٨٥
ب-١-٥ المكان/المدينة التي حدث فيها الحادث ٨٥
ب-١-٦ موقع الحادث ٨٥
ب-١-٧ أول حدث ضار ٨٥
ب-١-٨ موقع أول حدث ضار متعلق بالطريق المروري ٨٧
ب-١-٩ طريقة الحادث/تأثير الحادث ٨٧

ب-١-١٠ الأحوال الجوية ٨٧
ب-١-١١ حالة الضوء ٨٨
ب-١-١٢ حالة سطح الطريق ٨٨
ب-١-١٣ الظروف المساهمة ٨٨
ب-١-١٤ الصلة بالتقاطع ٨٩
ب-١-١٥ نوع التقاطع ٨٩
ب-١-١٦ الصلة بالحافلة المدرسية ٩٠
ب-١-١٧ ما يتعلق بمنطقة العمل (إنشاء/صيانة/مرافق) ٩٠
ب-١-١٨ شدة الحادث ٩١
ب-١-١٩ عدد المركبات المشاركة ٩١
ب-١-٢٠ عدد سائقي السيارات ٩١
ب-١-٢١ عدد الركاب غير السائقين ٩١
ب-١-٢٢ عدد الأشخاص المصابين بإصابات غير قاتلة ٩٢
ب-١-٢٣ عدد الوفيات ٩٢
ب-١-٢٤ يوم الأسبوع ٩٢
ب-٢ عناصر بيانات المركبة ٩٢
ب-٢-١ معرف المركبة ٩٢
ب-٢-٢ رقم لوحة المركبة ٩٢
ب-٢-٣ نوع وحدة المركبة ٩٢
ب-٢-٤ سنة تسجيل المركبة ٩٣
ب-٢-٥ ماركة المركبة ٩٣
ب-٢-٦ طراز المركبة ٩٣
ب-٢-٧ فئة نوع جسم المركبة ٩٣
ب-٢-٨ إجمالي عدد ركاب المركبة ٩٤
ب-٢-٩ الوظيفة الخاصة بالمركبة ٩٤
ب-٢-١٠ اتجاه السير قبل الحادث ٩٥
ب-٢-١١ مناورة/ تحرك المركبة ٩٥
ب-٢-١٢ أكثر الأحداث ضررًا التي لحقت بهذه المركبة ٩٦
ب-٢-١٣ الاصطدام والهروب ٩٧
ب-٣ عناصر بيانات الشخص ٩٧
ب-٣-١ اسم الشخص المتورط ٩٧
ب-٣-٢ تاريخ الميلاد ٩٧
ب-٣-٣ الجنس ٩٧
ب-٣-٤ نوع الشخص ٩٧
ب-٣-٥ شدة الإصابة ٩٨
ب-٣-٦ معرف راكب المركبة ٩٩

ب-٣-٧ موضع الجلوس ٩٩
ب-٣-٨ استخدام أنظمة التقييد / خوذة الدراجات النارية ٩٩
ب-٣-٩ توزيع الوسادة الهوائية ١٠٠
ب-٣-١٠ القذف من المركبة ١٠٠
ب-٣-١١ متعلقة بالسرعة ١٠١
ب-٣-١٢ تصرفات السائق وقت الحادث ١٠١
ب-٣-١٣ حالة رخصة السائق ١٠١
ب-٣-١٤ الحالة وقت وقوع الحادث ١٠٢
ب-٣-١٥ منطقة الإصابة ١٠٢
ب-٤ عناصر بيانات الطريق ١٠٢
ب-٤-١ وصف الطريق المروري ١٠٢
ب-٤-٢ إجمالي المسارات في الطريق ١٠٣
ب-٤-٣ مسار وميل الطريق ١٠٣
ب-٤-٤ نوع أجهزة التحكم في حركة المرور ١٠٣
ب-٤-٥ التصنيف الوظيفي للطريق ١٠٤
ب-٤-٦ المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية (AADT) ١٠٥
ب-٤-٧ عرض المسار (المسارات) والكتف (الأكتاف) ١٠٥
ب-٤-٨ عرض الجزيرة الوسطية ١٠٥
ب-٤-٩ التحكم في الوصول ١٠٥
ب-٤-١٠ معبر للسكك الحديدية ١٠٦
ب-٤-١١ إضاءة الطريق ١٠٦
ب-٤-١٢ علامات الرصف، طولية ١٠٦
ب-٤-١٣ وجود/نوع مرفق الدراجات ١٠٧
ب-٤-١٤ رقم الخط الرئيس للمسارات عند التقاطع ١٠٧
ب-٤-١٥ عدد مسارات الشارع المتقاطع عند التقاطع ١٠٧
ج- الملحق ج - عناصر جرد الطريق ١٠٨
ج-١ عناصر قطاع الطريق ١٠٨
ج-١-١ معرف القطاع ١٠٨
ج-١-٢ رقم المسار ١٠٨
ج-١-٣ اسم الشارع/المسار ١٠٨
ج-١-٤ تسمية ريفية/حضرية ١٠٨
ج-١-٥ نوع سطح الطريق ١٠٨
ج-١-٦ واصف قطاع نقطة البداية ١٠٩
ج-١-٧ واصف قطاع نقطة النهاية ١٠٩
ج-١-٨ طول القطاع ١٠٩

ج-١-٩ اتجاه الجرد ١٠٩
ج-١-١٠التصنيف الوظيفية ١٠٩
ج-١-١١نوع الجزيرة الوسطية ١١٠
ج-١-١٢التحكم في الوصول ١١٠
ج-١-١٣تشغيل أحادي/ثنائي الاتجاه ١١٠
ج-١-١٤عدد مسارات المرور العابر ١١٠
ج-١-١٥المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية (AADT) ١١١
ج-١-١٦سنة المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية (AADT) ١١١
ج-١-١٧الملكية الإدارية ١١١
ج-١-١٨جزء من عقد الصيانة/التشغيل ١١١
ج-٢ أدوات وصف ملتقى الطرق ١١١
ج-٢-١ معرف ملتقى الطرق الفريد ١١١
ج-٢-٢ معرف الموقع لنقطة تقاطع الطرق رقم ١ ..... ١١١
ج-٢-٣ معرف الموقع لنقطة تقاطع الطرق رقم ٢ ..... ١١١
ج-٢-٤ التصميم الهندسي للتقاطع/ملتقى الطرق ١١٢
ج-٢-٥ التحكم في حركة مرور التقاطع/ملتقى الطرق ١١٢
ج-٢-٦ المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية(AADT) [لكل طريق متقاطع] ١١٢
ج-٢-٧ سنة المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية [لكل طريق متقاطع] ١١٢
ج-٢-٨ معرف مدخل التقاطع الفريد ١١٢
ج-٣ واصفات المحوّلات والمنحدرات ١١٣
ج-٣-١ معرف المحوّل الفريد ١١٣
ج-٣-٢ معرف الموقع للطريق عند بداية طرف المنحدر ١١٣
ج-٣-٣ معرف الموقع للطريق عند نهاية طرف المنحدر ١١٣
ج-٣-٤ طول المنحدر ١١٣
ج-٣-٥ نوع الطريق عند بداية طرف المنحدر ١١٣
ج-٣-٦ نوع الطريق عند نهاية طرف المنحدر ١١٣
ج-٣-٧ نوع المحوّل ١١٤
ج-٣-٨ المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية للمنحدر ١١٤
ج-٣-٩ سنة المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية للمنحدر ١١٤
ج-٣-١٠التصنيف الوظيفي ١١٤
ج-٣-١١الملكية الإدارية ١١٥
ج-٣-١٢جزء من عقد الصيانة/التشغيل ١١٥
د- الملحق د - أساسيات مؤشرات أداء السلامة ١١٦
د-١ نظرة عامة على مؤشرات أداء السلامة ودورها في إدارة سلامة الطرق ١١٦
د-٢ نظرية مؤشرات أداء السلامة ١١٦
د-٣ المبررات القانونية لاستعمال مؤشرات أداء السلامة المختارة ١١٨

د-٣-١ أحزمة الأمان ومقاعد الأطفال ١١٩
د-٣-٢ الخُوَذ ١١٩
د-٣-٣ السرعة ١١٩
د-٣-٤ الهواتف الخلوية المحمولة باليد ١١٩
د-٣-٥ تدقيقات سلامة الطرق للتصاميم الجديدة ١١٩
د-٣-٦ فحوصات سلامة الطرق للطرق الحالية ١٢٠
د-٣-٧ العمر الافتراضي للمركبة ١٢٠
د-٣-٨ وقت استجابة الخدمات الطبية الطارئة ١٢٠
د-٣-٩ الخدمات الطبية الطارئة وطاقم المستشفى والبنية التحتية ١٢٠
د-٤ جمع البيانات لمؤشرات أداء السلامة ١٢٠
د-٤-١ أحزمة الأمان ومقاعد الأطفال ١٢٠
د-٤-٢ الخُوَذ ١٢١
د-٤-٣ السرعة ١٢١
د-٤-٤ الهواتف الخلوية المحمولة باليد ١٢٢
د-٤-٥ تدقيقات سلامة الطرق للتصاميم الجديدة ١٢٢
د-٤-٦ فحوصات سلامة الطرق للطرق الحالية ١٢٢
د-٤-٧ العمر الافتراضي للمركبة ١٢٢
د-٤-٨ وقت استجابة الخدمات الطبية الطارئة ١٢٢
د-٤-٩ الخدمات الطبية الطارئة وطاقم المستشفى والبنية التحتية ١٢٢
د-٥ حدود مؤشرات أداء السلامة ١٢٢
هـ- الملحق هـ - إجراءات إدارة سلامة الطرق ١٢٣
هـ-١ مقاييس الأداء المرتبطة بمسح الشبكة ١٢٣
هـ-١-١ متوسط تكرار الحوادث ١٢٣
هـ-١-٢ معدل الحوادث ١٢٣
هـ-١-٣ متوسط تكرار حوادث الأضرار المعادلة للممتلكات فقط (EPDO) ١٢٥
هـ-١-٤ مؤشر الشدة النسبية ١٢٦
هـ-١-٥ المعدل الحرج ١٢٧
هـ-١-٦ الزيادة المتوقعة لمتوسط تكرار الحوادث باستخدام طريقة العزوم ١٢٩
هـ-١-٧ مستوى الخدمة للسلامة (LOSS) ١٣٠
هـ-١-٨ الزيادة المتوقعة لمتوسط تكرار الحوادث باستخدام دوال أداء السلامة (SPF) ١٣٢
هـ-١-٩ احتمالية تجاوز أنواع معينة من الحوادث لنسبة الحد الفاصل ١٣٣
هـ-١-١٠ زيادة نسبة أنواع معينة من الحوادث ١٣٥
هـ-١-١١ متوسط تكرار الحوادث المتوقع مع تعديلات طرق بايز التجريبية ١٣٥
هـ-١-١٢ الأضرار المعادلة للممتلكات فقط وفقًا لمتوسط تكرار الحوادث مع تعديلات طرق بايز التجريبية ١٣٧
هـ-١-١٣ زيادة متوسط تكرار الحوادث المتوقع مع تعديلات طرق بايز التجريبية ١٣٩

هـ-٢ طرق المسح ١٤١
هـ-٢-١ طرق مسح القطاعات ١٤١
هـ-٢-٢ المسح على أساس العُقد ١٤٢
هـ-٢-٣ مسح المرافق ١٤٢
هـ-٣ إجراء تشخيص سلامة الطرق ١٤٢
هـ-٣-١ الخطوة ١ - مراجعة بيانات الحوادث ١٤٢
هـ-٣-٢ الخطوة ٢ - تقييم الوثائق الداعمة ١٥٠
هـ-٣-٣ الخطوة ٣ - تقييم الظروف الميدانية ١٥١
هـ-٣-٤ الخطوة ٤ - تحديد عوامل مسببات الحادث ١٥٣
هـ-٤ التدابير المضادة المحتملة للتقاطعات ومداخل السيارات الخاصة الرئيسية ١٥٩
هـ-٥ التدابير المضادة المحتملة لحالات الحوادث عند غير التقاطعات ١٦٠
هـ-٦ التدابير المضادة المحتملة لحوادث المشاة وراكبي الدراجات ١٦١
هـ-٧ التدابير المضادة المحتملة لحوادث تقاطع السكك الحديدية ١٦٢
هـ-٨ إجراءات التقييم الاقتصادي ١٦٣
هـ-٨-١ احتياجات البيانات ١٦٣
هـ-٨-٢ تقييم فوائد المشروع المتوقعة ١٦٤
هـ-٨-٣ تقدير تكاليف المشروع ١٦٦
هـ-٨-٤ أساليب التقييم الاقتصادي ١٦٦
هـ-٨-٥ الاعتبارات غير المالية ١٦٩
هـ-٩ طرق تحديد أولويات المشروع ١٧٠
هـ-٩-١ طرق التصنيف ١٧٠
هـ-٩-٢ أساليب تحقيق الاستفادة المثلى ١٧٠
هـ-٩-٣ ملخص طرق تحديد الأولويات ١٧٢
و- الملحق و - حالات دراسية لإدارة سلامة الطرق ١٧٤
و-١ التقييم الاقتصادي لتدخلات السلامة ١٧٤
و-١-١ معلومات أساسية ١٧٤
و-١-٢ سؤال التقييم ١٧٤
و-١-٣ الوقائع والافتراضات ١٧٤
و-١-٤ خطوات العملية: ١٧٥
و-١-٥ النتائج ١٨٠
و-٢ تحديد أولويات المشروع ١٨٠
و-٢-١ الموقف ١٨٠
و-٢-٢ السؤال ١٨٢
و-٢-٣ الحقائق ١٨٢
و-٢-٤ الحل ١٨٢

و-٢-٥ التعليقات - مناقشة ١٨٦
ز- الملحق ز - العوامل البشرية في سلامة الطرق ١٨٨
ز-١ دور العوامل البشرية في سلامة الطرق ١٨٨
ز-٢ نموذج مهمة القيادة ١٨٨
ز-٣ خصائص السائق والقيود المؤثرة على أدائه ١٨٩
ز-٣-١ الاهتمام ومعالجة المعلومات ١٩٠
ز-٣-٢ الرؤية ١٩١
ز-٣-٣ وقت الإدراك- رد الفعل ١٩٥
ز-٣-٤ اختيار السرعة ١٩٧
ز-٤ التوجيه الإيجابي ١٩٩
ز-٥ آثار تصميم الطريق على السائق ١٩٩
ز-٥-١ التقاطعات ونقاط الوصول ١٩٩
ز-٥-٢ التقاطعات ٢٠١
ز-٥-٣ الطريق الرئيس المزدوج والخاضع للتحكم في نقاط المداخل والمخارج فيه ٢٠٢
ز-٥-٤ طرق غير مزدوجة ٢٠٣
ز-٦ إرشادات العوامل البشرية لمصممي الطرق ومهندسي سلامة الطرق ٢٠٤
ز-٦-١ القيام بدور مستخدمي الطريق الافتراضيين ٢٠٤
ز-٦-٢ دمج السلامة الموضوعية والتصاميم التي تشرح نفسها بنفسها ٢٠٤
ز-٦-٣ تطوير أنظمة الطرق بشكل مشترك ٢٠٤
ح- الملحق ح، نهج النظام الآمن ٢٠٥
ح-١ تعريف النظام الآمن ٢٠٥
ح-٢ لمحة تاريخية عامة ٢٠٦
ح-٣ أسس النظام الآمن ٢٠٦
ح-٣-١ طرق آمنة ٢٠٧
ح-٣-٢ السرعة الآمنة ٢٠٧
ح-٣-٣ المركبات الآمنة ٢٠٩
ح-٣-٤ أناس آمنون ٢٠٩
ح-٤ التحول إلى نظام آمن ٢٠٩
ط- الملحق ط - شرح تدقيقات / فحوصات سلامة الطرق ٢١١
ط-١ ما هو تدقيق سلامة الطرق؟ ٢١١
ط-٢ تاريخ موجز لتدقيقات سلامة الطرق ٢١١
ط-٣ اهداف تدقيق سلامة الطرق ٢١٢
ط-٤ لماذا يعد تدقيق سلامة الطرق ضروريًا؟ ٢١٢
ط-٥ تكاليف وفوائد تدقيقات سلامة الطرق ٢١٣

ط-٦ متى يجب إجراء تدقيق سلامة الطرق؟ ٢١٤
ط-٧ ما أنواع المشاريع التي يجب تدقيقها؟ ٢١٤
ط-٨ عملية تدقيق سلامة الطرق خطوة بخطوة ٢١٥
ط-٨-١ تقرير ما إذا كان تدقيق سلامة الطرق مطلوبًا أم لا ٢١٥
ط-٨-٢ اختيار فريق تدقيق سلامة الطرق ٢١٦
ط-٨-٣ توفير المعلومات الأساسية ٢١٦
ط-٨-٤ اتصالات ما قبل التدقيق ٢١٧
ط-٨-٥ تقييم المخططات والمستندات ٢١٧
ط-٨-٦ فحص الموقع ٢١٨
ط-٨-٧ كتابة تقرير تدقيق سلامة الطرق ٢٢١
ط-٨-٨ اتصالات ما بعد التدقيق ٢٢٤
ط-٨-٩ الرد على تقرير التدقيق ٢٢٤
ي- الملحق ي - حالات دراسية لتدقيق وفحص سلامة الطرق ٢٢٦
ي-١ تدقيق مرحلة التصميم الأولي ٢٢٦
ي-٢ تدقيق مرحلة التصميم التفصيلي للازدواجية المقترحة لطريق وطني ٢٣٠
ي-٣ تدقيق مرحلة الإنشاء للأعمال على طريق وطني ٢٣٢
ي-٤ تدقيق مرحلة ما قبل الافتتاح لقطاع بطول ١٢٠ كم من طريق ريفي ٢٣٥
ي-٥ فحص سلامة الطرق في مختلف الطرق داخل مدينة الرياض وحولها ٢٣٧
ك- الملحق ك – قوائم تحقق مفصلة ٢٤٤
ك-١ قائمة تحقق مرحلة التصميم الأولي ٢٤٤
ك-٢ قائمة تحقق تفصيلية لمرحلة التصميم ٢٤٧
ك-٣ قائمة تحقق مرحلة الإنشاء ٢٥١
ك-٤ قائمة تحقق المرحلة الافتتاحية (لعمليات التدقيق قبل الافتتاح وبعده) ٢٥٥
ك-٥ قائمة تحقق فحص سلامة الطرق ٢٥٩
ك-٦ قائمة تحقق مرحلة الجدوى ٢٧٢
ل- الملحق – نماذج التقارير ٢٧٥
ل-١ الشروط المرجعية للتكليف بعملية تدقيق سلامة الطرق (موجز التدقيق) ٢٧٥
ل-٢ نموذج تقرير تدقيق سلامة الطرق ٢٧٧
ل-٣ نموذج ملاحظات تدقيق سلامة الطرق ٢٨٤
م- الملحق م - الطريقة التنبؤية للحوادث ٢٨٦
م-١ نظرة عامة على الطريقة التنبؤية ٢٨٦
م-٢ التقسيم إلى قطاعات ٢٩٠
م-٢-١ الطرق بخلاف الطرق شبه السريعة مع التحكم الكامل في الوصول والطرق السريعة ٢٩٠
م-٢-٢ الطرق شبه السريعة المزودة بميزة التحكم في الوصول الكامل والطرق السريعة ٢٩٢
م-٣ نماذج تنبؤية للطرق الريفية المكونة من مسارين واتجاهين ٢٩٤

م-٣-١ قطاع اتجاه الطريق المكون من اتجاهين ٢٩٤
م-٣-٢ التقاطعات ذات الاتجاهين ٢٩٤
م-٤ النماذج التنبؤية للطرق الريفية متعددة المسارات ٢٩٦
م-٤-١ قطاعات الطرق غير المزدوجة ٢٩٦
م-٤-٢ قطاعات الطريق المزدوج ٢٩٧
م-٤-٣ التقاطعات ٢٩٨
م-٥ نماذج تنبؤية للطرق السريعة وشبه السريعة ٣٠٠
م-٥-١ قطاعات الطرق شبه السريعة المزودة بميزة التحكم في الوصول الكامل والطرق السريعة ٣٠٠
م-٥-٢ مسارات تغيير السرعة ٣٠٣
م-٥-٣ قطاعات المنحدر ٣٠٥
م-٥-٤ أطراف المنحد ر ٣١٠
م-٦ النماذج التنبؤية للطرق الشريانية الحضرية وفي الضواحي ٣١٥
م-٦-١ قطاعات الطرق الشريانية الحضرية وفي الضواحي ٣١٥
م-٦-٢ قطاعات الطرق الشريانية الحضرية وفي الضواحي ٣١٧
ن- الملحق ن- السرعة والسلامة ٣٢٢
ن-١ تأثير السرعة على احتمالية الحادث ٣٢٢
ن-٢ تأثير السرعة على شدة الحادث ٣٢٣
ن-٢-١ مسافة التوقف ٣٢٣
ن-٢-٢ نقل الطاقة ٣٢٤
ن-٣ سلوك السرعة على الطرق ٣٢٥
ن-٣-١ نطاق السرعات على شبكة الطرق ٣٢٥
ن-٣-٢ المضاعفات في إدراك مخاطر السرعة ٣٢٦
ن-٣-٣ الإطار السلوكي للسرعة ٣٢٦
ن-٤ طرق غير هندسية لإدارة السرعة ٣٢٧
ن-٤-١ الإنفاذ ٣٢٧
ن-٤-٢ التعليم ٣٢٨
س-ملحق س- متطلبات وقيود محددة حسب نوع البضاعة ٣٢٩
س-١ جذوع الأشجار والأخشاب ٣٢٩
س-١-١ مكونات نظام تثبيت البضائع ٣٢٩
س-١-٢ استخدام نظام تثبيت البضائع ٣٢٩
س-١-٣ تقييد جذوع الأشجار القصيرة المحملة بالعرض على هيكل ومركبة مسطحة ٣٢٩
س-١-٤ تقييد جذوع الأشجار المحملة بالطول على المركبات المسطحة بحواجز ٣٣٠
س-١-٥ تثبيت جذوع الشجر المنقولة على مقطورات أعمدة ٣٣٠
س-٢ ألواح خشبية مستوية السطح (الألواح والألواح الخشبية) ٣٣٠
س-٣ لفائف معدنية ٣٣١

س-٣-١ لفائف بعيون عمودية على مركبة مسطحة، أو في مركبة جانبية أو حاوية متعددة الوسائط مع نقاط تثبيت ٣٣١
س-٣-٢ لفائف بعيون متقاطعة على مركبة مسطحة، في مركبة جانبية أو حاوية متعددة الوسائط مع نقاط تثبيت ٣٣٢
س-٣-٣ لفائف بعيون طولية على مركبة مسطحة، في مركبة جانبية أو حاوية متعددة الوسائط مع نقاط تثبيت ٣٣٢
س-٣-٤ لفائف في مركبة جانبية أو حاوية متعددة الوسائط بدون نقاط تثبيت ٣٣٣
س-٤ لفات الورق ٣٣٣
س-٤-١ لفات ورقية محملة بعيون عمودية في مركبة جانبية ٣٣٤
س-٤-٢ حمولة مقسمة من لفائف الورق محملة بعيون عمودية في مركبة جانبية ٣٣٤
س-٤-٣ حمولة مكدسة من لفائف الورق محملة بعيون عمودية في مركبة جانبية ٣٣٤
س-٤-٤ لفات ورقية محملة بعيون متقاطعة في مركبة جانبية ٣٣٤
س-٤-٥ حمولة مكدسة من لفائف الورق محملة بعيون متقاطعة في مركبة جانبية ٣٣٥
س-٤-٦ لفات ورقية محملة بعيون طولية في مركبة جانبية ٣٣٥
س-٤-٧ حمولة مكدسة من لفائف الورق محملة بعيون طولية في مركبة جانبية ٣٣٥
س-٤-٨ لفات ورقية، بعيون عمودية أو طولية، محملة على سيارة مسطحة أو في سيارة ذات ستائر جانبية ٣٣٥
س-٤-٩ لفات ورقية، بعيون متقاطعة، محملة على سيارة مسطحة أو في سيارة ذات جوانب ستارة ٣٣٦
س-٥ الأنابيب الخرسانية ٣٣٦
س-٥-١ تأمين أنبوب بقطر داخلي يصل إلى ١١٤٣ ملم ٣٣٦
س-٥-٢ تأمين أنبوب بقطر داخلي أكبر من ١,١٤٣ ملم ٣٣٧
س-٦ حاويات متعددة الوسائط ٣٣٧
س-٧ أكياس البضائع سائبة ٣٣٨
س-٨ السيارات والشاحنات الخفيفة والشاحنات الصغيرة ٣٣٨
س-٩ المركبات الثقيلة والمعدات والآلات ٣٣٨
س-١٠ مركبات مسطحة أو محطمة ٣٣٩
س-١١ حاويات شحن وتفريغ ٣٣٩
س-١٢ صخور كبيرة ٣٤٠
س-١٢-١ تثبيت جُلمود مكعب الشكل ٣٤٠
س-١٢-٢ تثبيت صخرة غير مكعبة الشكل - ذات قاعدة مستقرة ٣٤٠
س-١٢-٣ تثبيت صخرة غير مكعبة الشكل - ذات قاعدة غير المستقرة ٣٤١
ملحق ع- مسرد المصطلحات ٣٤٢
ملحق ف- الاختصارات والرموز ٣٤٥
ملحق ص – الوحدات ٣٤٨

قائمة الأشكال

الشكل (٣–١) عملية التقييم الاقتصادي (AASHTO, 2010). ١٩

الشكل (٦–١) مطبات السرعة (ITE, 2022)..... ٤٦

الشكل (٦–٢) مصطبة سرعة (ITE, 2022). ٤٧

الشكل (٦–٣) معبر مشاة مرتفع. ٤٨

الشكل (٦–٤) مثال على تقاطع مرتفع. ٤٨

الشكل (٦–٥) رسم تخطيطي للإزاحة العرضية بوجود جزيرة وسيطة وبدونها (FGSV, 2006). ٤٩

الشكل (٦–٦) رسم تخطيطي لتقاطع معدل (FHWA, 2022)..... ٥٠

الشكل (أ–١) التغييرات في السلامة الموضوعية والذاتية (AASHTO, 2010). ٧٣

الشكل (أ–٢) الحوادث أحداث نادرة وعشوائية (AASHTO, 2010،). ٧٤

الشكل (أ–٣) العوامل المساهمة في وقوع حوادث السيارات (AASHTO, 2010). ٧٥

الشكل (أ–٤) التغير في تكرار الحوادث المرصود قصير المدى (AASHTO, 2010)..... ٧٩

الشكل (أ–٥) الانحدار إلى المتوسط وتحيز الانحدار إلى المتوسط (AASHTO, 2010)..... ٨٠

الشكل (د–١) العناصر الأساسية لنظام إدارة سلامة الطرق (SafetyNET, 2007) ١١٧

الشكل (د–٢) نظام إدارة سلامة الطرق ورصده (SafetyNET, 2007)..... ١١٨

الشكل (ه–١) مثال على الملخص البياني (AASHTO, 2010)..... ١٤٤

الشكل (ه–٢) مثالًا لمخطط تصادم التقاطع (ITE, 1994)..... ١٤٧

الشكل (ه–٣) مثالًا لرموز مخطط التصادم (ITE, 1994)..... ١٤٨

الشكل (ه–٤) مثالًا لمخطط الحالة (AASHTO, 2010)..... ١٤٩

الشكل (ز–١) التسلسل الهرمي لمهمة القيادة (AASHTO, 2010)..... ١٨٩

الشكل (ز–٢) مجال الرؤية الدقيقة في العين (AASHTO, 2010)..... ١٩٢

الشكل (ز–٣) الرؤية النسبية للجسم المستهدف كما يُرى بالرؤية المحيطية (AASHTO, 2010) ١٩٣

الشكل (ز–٤) العلاقة بين مسافة مجال الرؤية وحجم الصورة (AASHTO, 2010)..... ١٩٤

الشكل (ز–٥) متوسط وقت رد الفعل للسائق على المعلومات المتوقعة وغير المتوقعة (AASHTO, 2018)..... ١٩٦

الشكل (ز–٦) خطر وقوع الحوادث والسرعة المتصور (FHWA, 1995) ١٩٨

الشكل (ح–١) وصف النظام الآمن (Department of Transport and Main Roads, 2015)..... ٢٠٥

الشكل (ح–٢) العلاقة بين سرعة الاصطدام واحتمالية الوفاة (AUSTROADS, 2019)..... ٢٠٨

الشكل (ط–١) عملية تدقيق سلامة الطرق..... ٢١٥

الشكل (ي–١) مخطط رقم P201 لتخطيط الطريق المقترح (الحالة الدراسية ١) (AUSTROADS, 2019) ٢٢٧

الشكل (ي–٢) الطريق الوطني الحالي (الحالة الدراسية ٢) (Ministry of Transport, 202**0**)..... ٢٣٠

الشكل (ي–٣) أعمال على الطريق الحالي المزدوج المكون من أربعة مسارات (الحالة الدراسية ٣) (Ministry of Transport, 2020)..... ٢٣٣

الشكل (ي–٤) الطريق الريفي المزدوج حديثًا (الحالة الدراسية ٤) (Ministry of Transport, 2020)..... ٢٣٥

الشكل (ي–٥) خريطة الموقع (Ministry *of Transport, 2019*) ٢٣٨
الشكل (م–١) تحديد القطاعات والتقاطعات (AASHTO, 2010) ٢٩١
الشكل (م–٢) قطاعات الطرق العامة التوضيحية ومسارات تغيير السرعة (AASHTO, 2014) ٢٩٣
الشكل (ن–١) العلاقة بين السرعة ومخاطر الحادث (European Commission, 2015) ٣٢٢
الشكل (ن–٢) تأثير تغيير سرعة التنقل الصغيرة على الإصابة (AUSTROADS, 2021) ٣٢٣
الشكل (ن–٣) السرعة مقابل المسافة المقطوعة للمركبات التي تنتقل بسرعات أولية مختلفة قبل الكبح على سطح رصيف رطب (AASHTO, 2010) ٣٢٤
الشكل (ن–٤) العلاقة بين السرعة والطاقة الحركية (بافتراض الكتلة الثابتة) (AUSTROADS, 2021) ٣٢٥
الشكل (ن–٥) الإطار السلوكي لاختيار السرعة (NCHRP, 2012) ٣٢٧

قائمة الجداول

الجدول (١–١) مسميات وعناوين المواصفات الخاصة بالهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس والجودة (SASO) المنطبقة على كود الطرق السعودي ٦٠٣ ..... ٢

الجدول (١–٢) مسميات وعناوين المواصفات الأخرى المنطبقة على كود الطرق السعودي ٦٠٣. ..... ٢

الجدول (٢–١) ملخص عناصر قاعدة بيانات الحوادث. ٥

الجدول (٢–٢) عناصر بيانات الطريق للطرق التي لا يقل فيها متوسط المرور السنوي اليومي عن ٤٠٠ مركبة/يوم (FHWA, 2013). ٦

الجدول (٢–٣) عناصر بيانات الطريق للطرق التي يقل فيها متوسط المرور السنوي اليومي عن ٤٠٠ مركبة/يوم (FHWA, 2013). ٦

الجدول (٣–١) ملخص متطلبات البيانات لمقاييس الأداء (AASHTO, 2010). ١٣

الجدول (٣–٢) استقرار مقاييس الأداء (AASHTO, 2010). ١٥

الجدول (٣–٣) اتساق مقاييس الأداء مع طرائق التصفية (AASHTO, 2010). ١٦

الجدول (٤–١) سياسة تدقيق/فحص سلامة الطرق وفقًا لكود الطرق السعودي. ٢٣

الجدول (٥–١) التباين بين العمليات الاستباقية والتفاعلية (AUSTROADS, 2018). ٣٥

الجدول (٥–٢) طرائق للجمع بين عوامل تعديل الحوادث لنفس نوع الحادث والشدة (NCHRP, 2022). ٣٩

الجدول (٥–٣) طرائق للجمع بين عوامل تعديل الحوادث لمختلف أنواع الحوادث وشدتها (NCHRP, 2022). ٤٠

الجدول (أ–١) يقدم هذا الجدول مثالًا لمصفوفة هادون لحالات الحوادث من الخلف (AASHTO،2010) ٧٥

الجدول(ه–١) نقاط القوة والقيود الخاصة بمتوسط تكرار حوادث التصادم (AASHTO،2010). ١٢٣

الجدول (ه–٢) نقاط القوة والقيود الخاصة بتدابير الأداء لمعدلات حوادث التصادمالحوادث (AASHTO،2010) ١٢٤

الجدول (ه–٣) نقاط القوة وقيود الخاصة بمتوسطبقياس الأداء لمتوسط تكرار حوادث التصادم الأضرار المعادلة للممتلكات فقط (AASHTO،2010) ١٢٥

الجدول (ه–٤) نقاط القوة والقيود الخاصة بمؤشر قياس أداء الشدة النسبية (AASHTO،2010 ,). ١٢٦

الجدول(ه–٥) نقاط القوة والقيود الخاصة بتدابير بقياس الأداء بالمعدل الحرج (AASHTO،2010 ,). ١٢٨

الجدول (ه–٦) نقاط القوة والقيود الخاصة بالزيادة المتوقعة لمتوسط تكرار حوادث التصادم المتوقع حدوثها باستخدام قياس أداء "طريقة العزوم" (AASHTO, 2010) ١٢٩

الجدول (ه–٧) نقاط القوة والقيود الخاصة بقياس الأداء لمستوى الخدمة للسلامة (LOSS) (AASHTO, 2010) ١٣١

الجدول (ه–٨) فئات مستوى الخدمة للسلامة (LOSS) (AASHTO, 2010) ١٣١

الجدول (ه–٩) نقاط القوة والقيود الخاصة بالزيادة المتوقعة لمتوسط تكرار الحوادث باستخدام قياس أداء دوال أداء السلامة (SPFs) (AASHTO, 2010) ١٣٢

الجدول (ه–١٠) نقاط القوة والقيود الخاصة بقياس أداء احتمالية تجاوز أنواع معينة من الحوادث لنسبة العتبة (AASHTO, 2010) ١٣٣

الجدول (ه–١١) نقاط القوة والقيود الخاصة بقياس أداء النسب الزائدة لأنواع محددة من الحوادث (AASHTO, 2010). ١٣٥

الجدول (ه–١٢) نقاط القوة والقيود الخاصة بقياس أداء متوسط تكرار حوادث التصادم المتوقع مع تعديلات طرق بايز التجريبية (AASHTO, 2010) ١٣٦

الجدول (ه–١٣) نقاط القوة والقيود الخاصة بقياس الأداء لمتوسط تكرار الحوادث للأضرار بالممتلكات فقط (PDO) مع تعديلات طرق بايز التجريبية (AASHTO, 2010) ١٣٨

الجدول (هـ–١٤) نقاط القوة والقيود الخاصة بقياس أداء متوسط زيادة تكرار الحوادث المتوقعة مع تعديلات طرق بايز التجريبية (AASHTO, 2010) ١٤٠
الجدول (هـ–١٥) مثال لمصفوفة عوامل الحوادث المقتبسة من (AUSTROADS, 2021) ١٤٥
الجدول (هـ–١٦) قائمة جرد الموقع ووصف الدراسة (ITE, 2010) ١٥٠
الجدول (هـ–١٧) العوامل المحتملة المساهمة في الحوادث على طول قطاعات الطرق (AASHTO, 2010). ١٥٤
الجدول (هـ–١٨) العوامل المحتملة المساهمة في وقوع الحوادث عند التقاطعات غير المحكومة بإشارات مرورية (AASHTO, 2010) ١٥٦
الجدول (هـ–١٩) العوامل المحتملة المساهمة في حوادث التصادم عند التقاطعات المحكومة بإشارات مرورية (AASHTO, 2010) ١٥٧
الجدول (هـ–٢٠) العوامل المحتملة المساهمة في حوادث التصادم في معابر السكك الحديدية على نفس المستوى وعلى الجسور (AASHTO, 2010) ١٥٨
الجدول (هـ–٢١) العوامل المحتملة المساهمة في الحوادث التي تشمل المشاة وراكبي الدراجات (AASHTO, 2010) ١٥٨
الجدول (هـ–٢٢) التدابير المضادة للحوادث التي تقع عند التقاطعات ومداخل السيارات الخاصة الرئيسة (AUSTROADS, 2021; FHWA, 2018) ١٥٩
الجدول (هـ–٢٣) التدابير المضادة المحتملة لحالات الحوادث عند غير التقاطعات (AUSTROADS, 2021; FHWA, 2018) ١٦٠
الجدول (هـ–٢٤) التدابير المضادة لحوادث المشاة/المركبات (AUSTROADS, 2021; FHWA, 2018) ١٦٢
الجدول (هـ–٢٥) التدابير المضادة المحتملة لتصادمات تقاطع السكك الحديدية (AUSTROADS, 2021; FHWA, 2018) .. ١٦٣
الجدول (هـ–٢٦) البيانات اللازمة لحساب التغير في تكرار الحوادث وتكاليف تنفيذ التدابير المضادة (AASHTO, 2010)) ١٦٣
الجدول (هـ–٢٧) مواطن قوة وضعف طريقة صافي القيمة الحالية (AASHTO, 2010) ١٦٧
الجدول (هـ–٢٨) مواطن قوة وضعف طريقة الفوائد إلى التكاليف (AASHTO, 2010) ١٦٨
الجدول (هـ–٢٩) مواطن قوة وضعف تحليل فعالية التكلفة (AASHTO, 2010) ١٦٩
الجدول (هـ–٣٠) ملخص طريقة ترتيب أولويات المشروع (AASHTO, 2010) ١٧٣
الجدول (و–١) ملخص حالات الحوادث والعوامل المساهمة والتدابير المضادة المختارة (AASHTO, 2010) ١٧٤
الجدول (و–٢) المتوسط المتوقع لتكرار الحوادث عند التقاطع ٢ دون تركيب دوّار (AASHTO, 2010) ١٧٥
الجدول (و–٣) متوسط إجمالي تكرار الحوادث المتوقع عند التقاطع الثاني مع الدوّار (AASHTO, 2010) ١٧٦
الجدول (و–٤) متوسط إجمالي تكرار الحوادث المتوقع عند التقاطع الثاني مع الدوّار (AASHTO, 2010) ١٧٧
الجدول و–٥ تغيير متوسط معدل الحوادث المتوقع عند التقاطع الثاني مع الدوار (AASHTO, 2010) ١٧٨
الجدول (و–٦) القيمة النقدية السنوية للتغيير في الحوادث (AASHTO, 2010) (مُعدّل) ١٧٩
الجدول (و–٧) تحويل القيم السنوية إلى قيم حالية (AASHTO, 2010) (مُعدّل) ١٨٠
الجدول (و–٨) تم تحديد التقاطعات وقطاعات الطريق لمزيد من المراجعة (AASHTO, 2010) ١٨١
الجدول (و–٩) يوضح ملخصًا للإجراء المضاد والحد من الحوادث وتقديرات التكلفة لتقاطعات وقطاعات طرق مختارة (AASHTO, 2010) (مُعدّل) ١٨١
الجدول (و–١٠) حقائق المشروع (AASHTO, 2010) (معدل) ١٨٢
الجدول (و–١١) تقييم الفعالية من حيث التكلفة (AASHTO, 2010) (مُعدّل) ١٨٣
الجدول (و–١٢) ترتيب الفعالية من حيث التكلفة (AASHTO, 2010) (مُعدّل) ١٨٣

الجدول (و–١٣) نتائج صافي القيمة الحالية (AASHTO, 2010) (مُعدّل) ١٨٤
الجدول (و–١٤) ترتيب تكلفة التحسين (AASHTO, 2010) (مُعدّل) ١٨٥
الجدول (و–١٥) تحليلات التكلفة والفوائد التزايدي (AASHTO, 2010) (مُعدّل) ١٨٦
الجدول (و–١٦) ترتيب نتائج تحليلات BCR التزايدية (AASHTO, 2010) ١٨٦
الجدول (ز–١) أمثلة سيناريوهات الحمل الزائد على السائق (AASHTO, 2010) ١٩٠
الجدول (ح–١) الاختلافات بين نهج النظام التقليدي والآمن للسلامة على الطرق (AUSTROADS, 2018). ٢١٠
الجدول (ط–١) تقدير تكرار الحوادث المحتمل ٢٢٢
الجدول (ط–٢) تقدير الخطورة المحتملة لمشكلات تتعلق بالسلامة ٢٢٣
الجدول (ط–٣) تقدير مستوى المخاطرة الناتج ٢٢٣
الجدول (ط–٤) وضع نهج علاجي مقترح ٢٢٣
الجدول (ي–١) نتائج وتوصيات التدقيق (الحالة الدراسية ١) (AUSTROADS, 2019) ٢٢٧
الجدول (ي–٢) نتائج وتوصيات التدقيق (الحالة الدراسية ٢) (Ministry of Transport, 2020) ٢٣١
الجدول (ي–٣) نتائج وتوصيات التدقيق (الحالة الدراسية ٣) (Ministry of Transport, 202**0**) ٢٣٣
الجدول (ي–٤) نتائج وتوصيات التدقيق (الحالة الدراسية ٤) (Ministry of Transport, 2020) ٢٣٦
الجدول (ي–٥) نتائج وتوصيات الفحص (الحالة الدراسية ٥) (Ministry of Transport, 2019) ٢٣٩
الجدول (ل–١) قالب نموذج ملاحظات تدقيق سلامة الطرق (Ministry of Transport, 2020) ٢٨٤
الجدول (م–١) معاملات دوال أداء السلامة للحوادث الإجمالية وحوادث الوفيات والإصابات على الطريق غير المزدوج (AASHTO, 2010) ٢٩٧
الجدول (م–٢) معاملات SPF للحوادث الإجمالية وحوادث الوفيات والإصابات على قطاعات الطرق المزدوجة (AASHTO, 2010) ٢٩٨
الجدول(م–٣) معاملات SPF للتقاطعات الثلاثية والرباعية مع التحكم بلوحة الطرق الصغيرة للحوادث الكلية والوفيات والإصابات (AASHTO, 2010) ٢٩٩
الجدول (م–٤) معاملات SPF لتقاطعات رباعية التشعب مزودة بإشارات توقف لتي تشير إلى الحوادث الإجمالية والمميتة والإصابات (AASHTO, 2010). ٢٩٩
الجدول (م–٥) معاملات SPF لحوادث المركبات المتعددة على قطاعات الطريق السريع (AASHTO, 2014) ٣٠١
الجدول (م–٦) معاملات دالة أداء السلامة للحوادث فردية المركبة على قطاعات الطرق السريعة (AASHTO, 2014) ٣٠٢
الجدول (م–٧) عامل SPF للحوادث المتعلقة بالمدخل المنحدر في مسارات تغيير السرعة (AASHTO, 2014) ٣٠٣
الجدول (م–٨) عامل SPF للحوادث المتعلقة خروج المنحدر في مسارات تغيير السرعة (AASHTO, 2014) ٣٠٥
الجدول (م–٩) معاملات دالة أداء السلامة للحوادث متعددة المركبات على قطاعات الطريق المنحدر (AASHTO, 2014) ٣٠٦
الجدول (م–١٠) معاملات دالة أداء السلامة للحوادث متعددة المركبات على قطاعات الطريق C-D (AASHTO, 2014) ٣٠٧
الجدول (م–١١) معاملات دالة أداء السلامة لحوادث المركبة الواحدة على قطاعات الطريق المنحدر (AASHTO, 2014) ٣٠٨
الجدول (م–١٢) معاملات دالة أداء السلامة لحوادث مركبة واحدة على قطاعات الطريق C-D (AASHTO, 2014) ٣٠٩
الجدول (م–١٣) معاملات SPF للحوادث في أطراف المنحدر المحددة - طرف ثلاثية الأضلاع في صفحتين ورق البرسيم A أو B (AASHTO, 2014) (A2، B2) ٣١١

الجدول (م–١٤) معاملات SPF للحوادث في أطراف المنحدر ذات الإشارات - طرف ثلاثي الأضلاع مع منحدر خروج قطري أو طرف رباعي الأضلاع في أربعة أرباع ورقة جزئية (D3ex، A4) A (AASHTO, 2014) ٣١١

الجدول (م–١٥) معاملات SPF للحوادث في أطراف المنحدر ذات الإشارات - طرف ثلاثي الأضلاع مع منحدر مدخل قطري أو طرف رباعي الأضلاع في أربعة أرباع ورقة جزئية (D3en، B4) B (AASHTO, 2014) ٣١٢

الجدول (م–١٦) معاملات SPF للحوادث في أطراف المنحدر المحددة - طرف رباعي الأضلاع مع منحدرات قطرية (D4) (AASHTO, 2014) ٣١٢

الجدول (م–١٧) معاملات SPF للحوادث في أطراف المنحدر ذات الاتجاه الواحد التي يتم التحكم فيها عن طريق لافتة قف - طرف ثلاثي الأضلاع في صفحتين رباعية جزئية A أو (AASHTO, 2014) ٣١٣

الجدول (م–١٨) معاملات SPF للحوادث في أطراف المنحدر ذات تقاطع يتم التحكم فيها بلافتة قف باتجاه واحد من - طرف ثلاثي الأضلاع مع منحدر خروج قطري أو طرف رباعي الأضلاع في أربعة أرباع ورقة جزئية (D3ex، A4) A (AASHTO, 2014) ٣١٤

الجدول (م–١٩) معاملات SPF للحوادث في محطاتأطراف المنحدر ذات تقاطع يتم التحكم فيها بلوحة قف باتجاه واحد من - محطة ثلاثية التشعبطرف ثلاثي الأضلاع مع منحدر دخول قطري أو محطة رباعية التشعب طرف رباعي الأضلاع في أربعة أرباع ورقة B (D3en, B4) (AASHTO, 2014) ٣١٤

الجدول (م–٢٠) معاملات SPF للحوادث في أطراف المنحدر ذات الاتجاه الواحد التي يتم التحكم فيها عن طريق لافتة قف - طرف ذو أربع أضلاع مع منحدرات قطرية (D4) (AASHTO, 2014) ٣١٤

الجدول (م–٢١) معاملات دالة أداء السلامة للحوادث متعددة المركبات على غير مداخل المركبات الخاصة على قطاعات الطريق (AASHTO, 2010) ٣١٦

الجدول (م–٢٢) معاملات دالة أداء السلامة للحوادث فردية المركبة على قطاعات الطريق (AASHTO, 2010) ٣١٧

الجدول (م–٢٣) معاملات دالة أداء السلامة للحوادث متعددة المركبات في التقاطعات (AASHTO, 2010) ٣١٨

الجدول (م–٢٤) معاملات دالة أداء السلامة للحوادث فردية المركبة في التقاطعات (AASHTO, 2010) ٣٢٠

١- مقدمة

١-١ جدول المحتويات

ينقسم **كود الطرق السعودي ٦٠٣ - سلامة الطرق** إلى (٩) أبواب، وفيما يلي عرض موجز لتلك الأبواب:

الباب (١): مقدمة - يقدم هذا الباب نظرة عامة على الأبواب ونطاق المجلد وقائمة كاملة بالمواصفات الواردة فيه.

الباب (٢): بيانات تحليل الحوادث - يُحدد هذا الباب أنواع البيانات وهيكلها، والتي ينبغي جمعها واستخدامها بغرض تحليل سلامة الطرق، ولا سيما بيانات الحوادث (المتعلقة بكل حادث فردي)، وبيانات مرافق الطريق وبيانات الحجم المروري.

الباب (٣): إدارة سلامة الطرق - يصف هذا الباب الإجراءات والأدوات المُستخدمة للمراقبة، وبالتالي تقليل تكرار الحوادث على شبكات الطرق القائمة. كما يتضمن مؤشرات أداء السلامة (SPIs) التي تناسب مراقبة سلامة الطرق في المملكة العربية السعودية وإرشادات للقارئ خلال عمليات تصفية (Screening) شبكة الطرق، وتشخيص سلامة الطرق، واختيار التدابير المضادة، والتقييم الاقتصادي لتدخلات السلامة وتحديد أولويات المشاريع.

الباب (٤): فحص وتدقيق سلامة الطرق - يوفر هذا الباب تعليمات وإرشادات شاملة بشأن أداء وإدارة تدقيق سلامة الطرق لمشاريع تصميم الطرق (في مراحل مختلفة) وفحوصات سلامة الطرق القائمة.

الباب (٥): تحليل سلامة الطرق - يتناول هذا الباب وصف النُهُج التحليلية المنطبقة عند استقصاء مشكلات سلامة الطرق المحتملة، مع التشديد على الطريقة التنبؤية لدليل سلامة الطرق من إصدار (AASHTO).

الباب (٦): إدارة السرعة وتهدئة المرور - يتناول هذا الباب وصف الإجراءات والتدابير التي تُتخذ للتحكم في السرعة على الطرق الحضرية والريفية، ولتهدئة حركة المرور داخل المناطق الحضرية.

الباب (٧): سلامة الأنفاق - يناقش هذا الباب تدابير سلامة الأنفاق، ويحدد الحد الأدنى من متطلبات السلامة للبنية التحتية وللتشغيل في الأنفاق.

الباب (٨): نقل المواد الخطرة - يحدد هذا الباب عناصر السلامة والمتطلبات الرئيسة لإدارة نقل المواد الخطرة.

الباب (٩): تقييد الشحن أثناء النقل على الطرق - يحدد هذا الباب العناصر والمتطلبات الرئيسة للتقييد الآمن لجميع أنواع الشحن أثناء النقل على الطرق بواسطة مركبات النقل الثقيل.

١-٢ النطاق

يُستخدَم هذا المجلد كدليل للجوانب المتعلقة بسلامة الطرق.

يجب تطبيق الإجراءات والمنهجيات والأدوات المحددة في هذا المجلد، أو مراجعتها من قِبل متخصصين مؤهلين في مجال سلامة الطرق (محترف سلامة الطرق ١ (RSP1) ومحترف سلامة الطرق ٢- البنية التحتية (RSP2-Infrastructure)) لدراسات سلامة الطرق و/أو الخبراء المتخصصين. بالإضافة إلى المتطلبات المذكورة في هذا المجلد (مثل: تدقيق وفحص سلامة الطرق)، قد تنطبق بعض المتطلبات الإضافية كما هو مُحدد في هذا المجلد.

١-٣ المعايير والأكواد المرجعية

يجب أن تكون المواصفات والأكواد لجميع المواد والإجراءات المتعلقة بدراسات سلامة الطرق على النحو المحدد في هذا المجلد، وفي وثائق العقد –إن وجدت–، ودليل (AASHTO) لسلامة الطرق (AASHTO, 2010) في آخر إصدار له.

تُحدد مواصفات نقل المواد الخطرة في الجدول (١-٢).

الجدول (١–١) مسميات وعناوين المواصفات الخاصة بالهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس والجودة (SASO) المنطبقة على كود الطرق السعودي ٦٠٣.

المُسمى بالإنجليزية	ترجمة المُسمى للعربية	SASO
Design and Application of Speed Control Humps	تصميم وتطبيق مطبات التحكم في السرعة	GSO-2084

الجدول (١–٢) مسميات وعناوين المواصفات الأخرى المنطبقة على كود الطرق السعودي ٦٠٣.

المُسمى بالإنجليزية	ترجمة المُسمى للعربية	المواصفة
Standard for Tank Vehicles for Flammable and Combustible Liquids	مواصفة مركبات الصهاريج للسوائل القابلة للاشتعال والاحتراق	NFPA 385
Explosive Materials Code	كود المواد المتفجرة	NFPA 495
Standard System for the Identification of the Hazards of Materials for Emergency Response	النظام القياسي لتمييز مخاطر المواد من أجل الاستجابة في حالات الطوارئ	NFPA 704

٢- بيانات تحليل الحوادث

٢-١ مقدمة

٢-١-١ النطاق

ينطبق هذا الباب على أنواع البيانات المُجمعة والمُستخدمة لأغراض تحليل سلامة الطرق.

٢-١-٢ المواصفات والإرشادات

لا توجد مواصفات وإرشادات لبيانات سلامة الطرق قابلة للتطبيق في كود الطرق السعودي، بخلاف محتويات هذا الباب والملاحق ذات الصلة.

لمزيد من المعلومات (غير أن ذلك لا يُشكل شروطًا ملزمة لكود الطريق السعودي)، يمكن للقارئ الرجوع إلى كل من دليل (AASHTO) لسلامة الطرق (AASHTO, 2010)، والحد الأدنى من معايير الحوادث الموحدة النموذجية (MMUCC) من إصدار الإدارة القومية (الأمريكية) لسلامة المرور على الطرق (NHTSA, 2017)، ودليل (AASHTO) الجرد النموذجي لجمع بيانات عناصر الطريق (FHWA, 2013).

٢-١-٣ ملخص الأجزاء

الجزء (٢-١) يقدم (هذا الجزء) المعلومات الأولية والسياق.

الجزء (٢-٢) يصف متطلبات كود الطرق السعودي لبيانات الحادث، أي المعلومات المسجلة في تقارير الحوادث بشأن الخصائص الكلية للحادث، والمُتضمنة في قاعدة بيانات الحوادث.

الجزء (٢-٣) يركز على بيانات مرافق الطرق، وتشكيل قوائم بالخصائص الهندسية (الجيومترية) في الغالب، ولكن أيضًا الخصائص التشغيلية لأجزاء الطريق، والتقاطعات و المحولات.

الجزء (٢-٤) يناقش بيانات المرور (الحجم، وتكوين حركة المرور، وغير ذلك).

يُحث مستخدم كود الطرق السعودي -أيضًا- للرجوع إلى:

المحلق (أ) أساسيات بيانات تحليل الحوادث؛ يوفر خلفية نظرية أساسية فيما يخص اعتبارات البيانات لتحليلات سلامة الطرق.

الملحق ب - عناصر قاعدة بيانات الحوادثالملحق (ب) عناصر قاعدة بيانات الحوادث؛ يتناول وصفًا لعناصر البيانات المحددة، في ضوء التعريف والسمات المحتملة (قيم البيانات) التي تُشكّل قاعدة بيانات الحوادث.

الملحق (ج) قائمة عناصر الطريق؛ يتناول وصفًا لعناصر البيانات المحددة، في ضوء التعريف والسمات المحتملة (قيم البيانات) التي تُشكّل قاعدة بيانات لقائمة عناصر الطريق.

أما بالنسبة إلى بيانات المرور، فيُحال مستخدم كود الطرق السعودي إلى كود الطرق السعودي ٦٠١ - هندسة المرور.

٢-١-٤ التفسير والملاحظات

تُعد بيانات الحادث الدقيقة والمفصلة، وقائمة بيانات التقاطعات أو الطرق، وبيانات الحجم المروري كلها أساسية لإجراء تحليل حقيقي وسليم إحصائيًا لسلامة الطرق (AASHTO, 2010; NCHRP, 2008). ونطاق هذا الباب هو تعيين الحد الأدنى من متطلبات قواعد البيانات المذكورة أعلاه.

ومع ذلك، ليست كل أنواع البيانات مطلوبة لتنفيذ جميع منهجيات سلامة الطرق -وفقًا للمنهجية المحددة المُطبقة - يمكن الحصول على النتائج المناسبة بدون بعض (أو كل) البيانات المذكورة أعلاه. على سبيل المثال، فحص وتدقيق سلامة الطرق قد تتوصل إلى نتائج صحيحة، بدون استخدام أي من البيانات المذكورة أعلاه.

بالتالي، رغم أنه يوصى بتطوير قواعد بيانات للحوادث، وقائمة عناصر الطرق/التقاطعات والحجم المروري، إلا أن هذا ليس شرطًا ملزمًا لكود الطرق السعودي.

٢-٢ بيانات الحوادث

تشير بيانات الحوادث إلى تقارير الحوادث التي تصف جميع خصائص الحادث. بالرغم أن التفاصيل، ومستوى التفصيل لهذه البيانات قد تختلف من جهة إلى أخرى في المملكة العربية السعودية، تتألف أغلب بيانات الحوادث الأساسية من موقع الحادث، والتاريخ والوقت، وحِدة الحادث، ونوع الحادث، والعلاقة بالتقاطع (في التقاطع/مرتبط بالتقاطع/لا علاقة له بالتقاطع)، والمعلومات الأساسية بشأن الطريق/البيئة، والمركبات، والأشخاص المعنيين.

مع الأخذ في الاعتبار أن مشاركة البيانات ومقارنتها بين البلديات، والجهات، والمناطق، والوزارات لا يمكن إجراؤها إجراءً فعالًا؛ إلا إذا كانت عناصر البيانات المستخدمة من قبل جهات منفصلة لوصف نفس خصائص الحادث، لها تعريفات وسمات مشتركة، يجب أن تلتزم السلطات السعودية بالحد الأدنى من معايير الحوادث الموحدة النموذجية (MMUCC) في الجدول (٢-١). يحدد الحد الأدنى من معايير الحوادث الموحدة النموذجية مجموعة من عناصر بيانات حادث المركبات وسماتها، التي يجب على الجهات المعنية في المملكة العربية السعودية أن تراعي جمعها وتضمينها في أنظمة بيانات الحوادث الخاصة بها (NHTSA, 2017).

الجدول (٢–١) ملخص عناصر قاعدة بيانات الحوادث.

عناصر بيانات الحوادث	
مُعرف الحادث	الظروف المساهمة
تصنيف الحادث	العلاقة بالتقاطع
تاريخ الحادث ووقته	نوع التقاطع
اسم المنطقة التي وقع فيها الحادث	متعلق بحافلة مدرسية
المكان/المدينة التي وقع فيها الحادث	متعلق بمنطقة العمل
موقع الحادث	حدة الحادث
أول الوقائع الضارة	عدد المركبات المشاركة
موقع أول الوقائع الضارة بالنسبةً إلى الطريق المروري	عدد سائقي المركبات
نوع الحادث/تأثير الحادث	عدد غير السائقين في الحادث
حالة الطقس	عدد الأشخاص المصابين بإصابات غير قاتلة
حالة الضوء	عدد الوفيات
حالة سطح الطريق	يوم الأسبوع
عناصر بيانات المركبات	
مُعرف المركبة	إجمالي عدد ركاب المركبة
أرقام لوحة ترخيص المركبة	الوظيفة الخاصة بالمركبة
نوع وحدة المركبة	اتجاه السير قبل الحادث
سنة تسجيل المركبة	مناورة/ تصرف المركبة
ماركة المركبة	أكثر الوقائع ضررًا لهذه المركبة
طراز المركبة	الاصطدام والهرب
فئة نوع هيكل المركبة	
عناصر بيانات الشخص	
اسم الشخص المتورط	تفعيل الوسادة الهوائية
تاريخ الميلاد	القذف من المركبة
الجنس	متعلق بالسرعة
نوع الشخص	تصرفات السائق وقت الحادث
شدة الإصابة	حالة رخصة السائق
معرف المركبة الخاص بالراكب	الحالة وقت الحادث
وضع الجلوس	منطقة الإصابة
أنظمة التقييد/استخدام الخوذة للدراجة النارية	
عناصر بيانات الطريق	
وصف الطريق المروري	التحكم في الوصول
إجمالي المسارات في الطريق	معبر السكك الحديدية
محاذاة الطريق والميل	إنارة الطريق
نوع أجهزة التحكم المروري	علامات الرصف، طولية
التصنيف الوظيفي للطريق	وجود/نوع ممر الدراجات
متوسط المرور السنوي اليومي (AADT)	عدد مسارات الطريق الرئيس عند التقاطع
عرض المسار (المسارات) وكتف الطريق (أكتاف الطريق)	عدد مسارات الشارع المتقاطع
عرض الجزيرة الوسطية	

توجد تفاصيل محددة لكل عنصر من عناصر قاعدة بيانات الحادث، متضمنةً التعريف المفصل والسمات المحتملة (قيم البيانات) في الملحق (ب).

٢-٣ بيانات مرفق الطريق

توفر بيانات التقاطع أو الطريق معلومات حول الخصائص المادية للطرق والتقاطعات، سواء في موقع الحادث أو إجمالًا، (مثال: لتطبيق منهجية للتنبؤ الاستباقي بالحادث). عادةً ما تتضمن أغلب بيانات الطريق الأساسية تصنيف الطريق، وعدد المسارات، والطول، ووجود الجزر الوسطية، وعرض كتف الطريق. غالبًا ما تتضمن بيانات التقاطعات أسماء الطرق، ونوع المنطقة، والتحكم المروري، وتكوينات المسارات.

يتطلب تطبيق عمليات وأدوات تحليل سلامة الطرق المتقدمة قوائم متكاملة لبيانات سلامة الطرق، إلى جانب بيانات الحوادث، وذلك للتعرف على المشاكل وفهمها، وتحديد أولوية المواقع للمعالجات، وتطبيق التدابير المضادة المناسبة، وتقييم فاعلية التدابير المضادة.

ومن ثم يوصى أن تمتثل الجهات في المملكة العربية السعودية لنموذج جرد نموذجي متسق لعناصر الطريق، والمطلوب لدعم التقنيات المتقدمة (الكمية) لتحليل وإدارة سلامة الطرق. توجد مجموعة عناصر بيانات الطريق موصى بها لأغلب الطرق في الجدول (٢-٢) ومجموعة أصغر للطرق التي يبلغ فيها متوسط المرور السنوي اليومي (AADT) أقل من ٤٠٠ مركبة /يوم في الجدول (٢-٣) (FHWA, 2013).

الجدول (٢–٢) عناصر بيانات الطريق للطرق التي لا يقل فيها متوسط المرور السنوي اليومي عن ٤٠٠ مركبة/يوم (FHWA, 2013).

مقطع الطريق	التقاطع
معرّف المقطع	معرّف فريد للتقاطع
رقم المسار	معرّف الموقع لنقطة تقاطع الطريق رقم ١
اسم الشارع/المسار	معرّف الموقع لنقطة تقاطع الطريق رقم ٢
المسمى: ريفي/حضري	التصميم الهندسي للتقاطع
نوع السطح	التحكم المروري للتقاطع
وصف نقطة بداية المقطع	متوسط المرور السنوي اليومي (AADT) [لكل طريق متقاطع]
وصف نقطة نهاية المقطع	سنة متوسط المرور السنوي اليومي (AADT) [لكل طريق متقاطع]
طول المقطع	معرّف فريد لمدخل التقاطع
اتجاه الجرد	**المحول/المنحدر**
التصنيف الوظيفي	معرّف فريد للمحول
نوع الجزيرة الوسطية	معرّف الموقع للطريق عند نهاية منحدر البداية
التحكم في الوصول	معرّف الموقع للطريق عند نهاية منحدر النهاية
اتجاه واحد/اتجاهين	طول المنحدر
عدد المسارات المرورية	نوع الطريق عند نهاية منحدر البداية
متوسط المرور السنوي اليومي (AADT)	نوع الطريق عند نهاية منحدر النهاية
سنة متوسط المرور السنوي اليومي (AADT)	نوع المحول
الملكية الإدارية	متوسط المرور السنوي اليومي (AADT) للمنحدر
جزء من عقد الصيانة/التشغيل	سنة متوسط المرور السنوي اليومي (AADT) للمنحدر
	التصنيف الوظيفي
	الملكية الإدارية
	جزء من عقد الصيانة/التشغيل

الجدول (٢–٣) عناصر بيانات الطريق للطرق التي يقل فيها متوسط المرور السنوي اليومي عن ٤٠٠ مركبة/يوم (FHWA, 2013).

مقطع الطريق	التقاطع
معرّف المقطع	معرّف فريد للتقاطع
التصنيف الوظيفي	معرّف الموقع لنقطة تقاطع الطرق رقم ١
نوع السطح	معرّف الموقع لنقطة تقاطع الطرق رقم ٢
الملكية الإدارية	التصميم الهندسي للتقاطع/مفترق الطرق
عدد المسارات المرورية	التحكم المروري في التقاطع/مفترق الطرق
متوسط المرور السنوي اليومي (AADT)	
وصف نقطة بداية المقطع	
وصف نقطة نهاية المقطع	
المسمى: ريفي/حضري	

تتوفر تفاصيل محددة لكل عناصر بيانات الطريق، متضمنةً التعريف المفصل والسمات المحتملة (قيم البيانات) في الملحق (ج).

٢-٤ بيانات الحجم المروري

في أغلب الحالات، تكون بيانات الحجم المروري المطلوبة للمنهجيات الموجودة في المجلد الحالي هي متوسط الحجم المروري اليومي (ADT) لمقاطع الطريق، والتي تقاس بعدد المركبات في اليوم. أفضل مقياس لمتوسط الحجم المروري اليومي هو متوسط المرور السنوي اليومي (AADT)، والذي يعتمد على تعداد متكرر خلال السنة، أو أن يُطوَّر من خلال تعداد فردي مع اجراء تعديلات لمراعاة التغيرات الموسمية في الحجم المروري، وعندما لا تتوفر بيانات متوسط المرور السنوي اليومي، يمكن أن يستخدم ممارسو سلامة الطرق أفضل التقديرات المتاحة لمتوسط الحجم المروري.

تتغير غالبًا الأحجام المرورية من سنة لأخرى. تزداد الأحجام المرورية من سنة إلى أخرى في أغلب المواقع، ولكن الانخفاضات السنوية في الحجم المروري ممكنة أيضًا. تُطبَّق عادةً منهجيات تحليل سلامة الطرق لسنة واحدة كل مرة، لذا يجب استخدام أفضل تقدير متاح للحجم المروري للسنة المعنية. بالنسبة لفترات التحليل متعددة السنوات، من الممكن أن تُطبق المنهجيات عدة مرات. يجب توقع الأحجام المرورية لكل سنة من فترة التحليل من متوسط الحجم المروري لآخر سنة متاحة، وأفضل تقدير متاح لمعدل نمو (أو انخفاض) الحجم المروري.

أما التقاطعات، فيُستخدم تقدير متوسط الحجم المروري اليومي (متوسط المرور السنوي اليومي إذا كان متاحًا، كما هو موضح سابقًا) فروع (مداخل) الطرق الرئيسة والصغيرة للتقاطع، والتي تُقاس بعدد المركبات في اليوم.

تضمن بيانات المرور الأساسية في عناصر بيانات الطريق الموصى بها، والمحددة في الجزء (٢-٣) (انظر أيضًا الجدولين ٢-٢ و ٢-٣ أعلاه).

يمكن استخدام المزيد من بيانات حركة المرور التفصيلية لتحليل الحوادث، متضمنةً إجمالي المركبات الداخلة إلى التقاطع، وعدد الكيلومترات المقطوعة بالمركبات على مقطع من الطريق، والذي يقيس طول المقطع والحجم المروري. في بعض الحالات، قد تكون بيانات الحجم الإضافية ضرورية، مثل عدد المشاة العابرين للطريق أو حجم حركات الالتفاف. يمكن العثور على مزيد من المعلومات حول جمع وتحليل بيانات المرور في الجزء (٢-٣) من كود الطرق السعودي ٦٠١ (هندسة المرور).

٣- إدارة سلامة الطرق

٣-١ مقدمة

٣-١-١ النطاق

ينطبق هذا الباب على الإجراءات والأدوات المطبقة بهدف رصد وتقليل تكرار الحوادث على شبكات الطرق القائمة.

٣-١-٢ المعايير والإرشادات

لا توجد معايير وإرشادات لإدارة سلامة الطرق قابلة للتطبيق في كود الطرق السعودي، بخلاف محتويات هذا الباب والملاحق ذات الصلة.

لمزيد من المعلومات (غير أن ذلك لا يُشكل شروطًا ملزمة لكود الطريق السعودي)، يمكن للقارئ الرجوع إلى دليل (AASHTO) لسلامة الطرق (AASHTO, 2010).

٣-١-٣ ملخص الأجزاء

الجزء (٣-١): يقدم (هذا الجزء) المعلومات الأولية والسياق.

الجزء (٣-٢): يناقش مؤشرات أداء السلامة لمراقبة سلامة الطرق في المملكة العربية السعودية. ويستعرض الملحق (د) موجز للخلفية النظرية، والأدوار، وعمليات جمع البيانات، والقيود المفروضة على مؤشرات أداء السلامة.

الجزء (٣-٣): يناقش عملية تصفية شبكة الطرق، والتي تتضمن مجموعة واسعة من مقاييس أداء الحوادث وأساليب التصفية لتقييم بيانات الحوادث المسجلة على شبكة الطرق، وتحديد المواقع التي قد تستجيب للتدابير المضادة.

الجزء (٣-٤): يصف تشخيص سلامة الطرق ومنهجيات التحليل المتعمق للحوادث، متضمنًا إجراءات تقييم بيانات الحوادث، وبيانات مواقع الحوادث المسجلة، والأحوال الميدانية من أجل تحديد أنماط الحادث.

الجزء (٣-٥): يناقش أساليب تحديد التدابير المضادة، من خلال تحديد العوامل التي قد تساهم في وقوع الحوادث في الموقع المحدد.

الجزء (٣-٦): يركز على منهجيات التقييم الاقتصادي لتدخلات السلامة. ويقدم معلومات حول تقييم الفوائد والتكاليف للتدابير المضادة المحتملة وتحديد المشاريع التي تكون فعالة من حيث التكلفة أو مبررة اقتصاديا.

الجزء (٣-٧): يصف عملية تحديد أولويات المشاريع، ويركز على تقييم التحسينات المُبررة اقتصاديًا في مواقع معينة، وعبر مواقع عديدة، وتحديد مجموعة من مشاريع التحسين لتحقيق الأهداف مثل التكلفة أو التنقل (mobility)، أو التأثيرات البيئية.

يمكن للقارئ الرجوع إلى الملحق (هـ) الذي يوضح إجراءات تنفيذ العمليات المذكورة أعلاه، وإلى الملحق (و) الذي يذكر أمثلة على التنفيذ، ودراسات الحالة كتوجيهات عملية.

إن فحص وتدقيق سلامة الطرق، الذي يُعد إجراء فعّالًا ومُطبقًا جيدًا، ورد وصفها على نحو مستفيض في الباب (٤) من هذا المجلد، نظرًا لأهمية الخاصة لمثل هذه الإجراءات بالنسبة إلى المملكة العربية السعودية.

٣-١-٤ التفسير والملاحظات

يعتبر تقدير مؤشرات أداء السلامة مطلبًا ملزمًا لكود الطرق السعودي ويجب تطبيقه على مستوى المملكة كما هو موضح في هذا الباب.

لا يشكل تطبيق جميع الإجراءات والأدوات الأخرى المبينة في هذا الباب شرطا ملزمًا إلا في الحالات التالية:

- جميع عقود تشغيل وصيانة الطرق، بغض النظر عن نوع المنطقة (ريفية أو حضرية) وتصنيف الطرق.
- جميع الطرق الريفية السريعة والطرق شبه السريعة والشريانية.
- جميع الطرق الحضرية السريعة وشبه السريعة.

تنفذ عملية إدارة سلامة الطرق في الحالات المذكورة أعلاه على النحو المبين في هذا الباب مرة واحدة على الأقل كل خمس (٥) سنوات. تطبق جميع الإجراءات بالتتابع، أي فحص الشبكة - تشخيص سلامة الطرق - تحديد التدابير المضادة - التقييم الاقتصادي - تحديد أولويات المشروع. ومع ذلك، يمكن اختيار نُهج تقييم بديلة لكل إجراء، على النحو المبين بالتفصيل في الأقسام التالية (على سبيل

المثال، تُعرض مقاييس الأداء البديلة لإجراء تصفية الشبكة في الجزء الفرعي (٣-٣-٤)، وتُناقش طرق التصفية البديلة في الجزء الفرعي (٣-٣-٥)، وما إلى ذلك).

وبالنسبة لجميع الحالات الأخرى، أي الطرق التجميعية والمحلية في المناطق الريفية والطرق الرئيسة والتجميعية والشوارع المحلية في المناطق الحضرية، فإن تنفيذ عملية إدارة سلامة الطرق اختياري، مع أنواع الطرق ذات الصلة وفترات زمنية للتنفيذ على النحو المحدد في سياسة سلامة الطرق للجهات المختصة. وفي مثل هذه الحالات، يمكن تنفيذ العملية إما بالتتابع، ككل، أو يمكن اختيار إجراءات محددة وتطبيقها بشكل فردي للاستجابة لمشكلة محددة أو مشروع محدد قيد التنفيذ. قد تحل الإجراءات الأخرى محل أجزاء معينة من العملية المتسلسلة، فمثلاً يمكن إجراء عملية تدقيق سلامة الطرق للطرق القائمة (فحص سلامة الطرق) بدلاً من عملية تصفية شبكة الطرق - تشخيص سلامة الطرق - تحديد التدابير المضادة.

٣-٢ مؤشرات أداء السلامة

تُعد مؤشرات أداء السلامة مفيدة بشكلٍ خاص لتوضيح مدى فاعلية برامج سلامة الطرق في تحقيق الأهداف، أو الوصول إلى النتائج المرجوة. وهي وسيلة لمراقبة وتقدير وتقييم تشغيل أنظمة سلامة الطرق واحتمالية حلها للمشكلات التي تواجهها، وتُستخدم المعلومات النوعية والكمية للمساعدة في تحديد مدى نجاح المشروع في تحقيق أهدافه. كما تُستخدم أيضًا لمتابعة التحسن، وتوفير أساس لتقييم الأداء وتحسينه. ومن أجل أداء وظيفتها بشكلٍ سليم، يجب أن تكون مؤشرات أداء السلامة ذات صلة بالنتائج والأهداف المرجوة للبرنامج، وقابلة للقياس الكمي، ويمكن التحقق منها وغير متحيزة (SafetyNET, 2007).

تحدد الأجزاء الآتية مؤشرات محددة للسلامة على الطرق والتي يجب استخدامها لمراقبة الأداء في كل ركيزة من ركائز نظام السلامة على الطرق: المستخدم، والبنية التحتية للطرق، والمركبات، والرعاية بعد الاصطدام/الخدمات الطبية الطارئة. تُعيّن قيم الأهداف المحددة لهذه المؤشرات ضمن إطار من الخطط الاستراتيجية لتحسين سلامة الطرق، سواءً على المستوى الوطني ومستوى السُلطات المحلية أو وكالات معينة.

يمكن الاطلاع على مزيد من المعلومات عن مؤشرات أداء السلامة الموصى بها (الإطار النظري، ومبررات الاختيار، والتوجيهات المتعلقة بجمع البيانات وتحليلها، والقيود) في الملحق (د).

٣-٢-١ سلوك المستخدم

٣-٢-١-١ أحزمة الأمان ومقاعد الأطفال

تستخدم المؤشرات المحددة الآتية لقياس مدى استخدام أحزمة الأمان ومقاعد الأطفال:

- معدل ربط أحزمة الأمان أثناء النهار (%) (سيارات الركاب) في المقاعد الأمامية.
- معدل ربط أحزمة الأمان أثناء النهار (%) (سيارات الركاب) في المقاعد الخلفية.
- معدل استخدام أنظمة مقاعد الأطفال أثناء النهار (%) (أقل من ١٤ سنة) في سيارات الركاب.

٣-٢-١-٢ الخُوذ

تستخدم المؤشرات المحددة الآتية لقياس مدى استخدام الخوذة لركاب الدراجات والمركبات بعجلتين:

- معدل استخدام الخوذة أثناء النهار (%) عند ركوب المركبات بعجلتين (الدراجات الهوائية والدراجات النارية).
- معدل استخدام الخوذة أثناء النهار (%) عند ركوب الدراجات.

٣-٢-١-٣ السرعة

تستخدم المؤشرات المحددة الآتية لقياس السرعة:

- سرعة التشغيل (المئين ٨٥، 85th percentile) (كم/س) على:
  - الطرق الريفية السريعة.
  - الطرق الحضرية السريعة.
  - الطرق الريفية المفردة.
  - الطرق الحضرية المفردة المُوزّعة.
- النسبة المئوية للمرور الممتثل إلى حدود السرعة:
  - الطرق الريفية السريعة.

- الطرق الحضرية السريعة.
- الطرق الريفية المفردة .
- الطرق الحضرية المفردة المُوزّعة.

٣-٢-١-٤ هواتف الجوال المحمولة باليد

تستخدم المؤشرات المحددة الآتية لقياس مدى استخدام هواتف الجوال المحمولة باليد أثناء القيادة:

- نسبة سائقي سيارات الركاب (%) المستخدمين للهواتف المحمولة باليد أثناء النهار (رصد على جانب الطريق).
- نسبة سائقي مركبات النقل الثقيل (%) المستخدمين للهواتف المحمولة باليد أثناء النهار (رصد على جانب الطريق).

٣-٢-٢ البنية التحتية للطريق

٣-٢-٢-١ تدقيق سلامة الطرق للتصاميم الجديدة

تستخدم المؤشرات المحددة الآتية لقياس تدقيق سلامة الطرق للتصاميم الطرق الجديدة:

- التعداد السنوي لتدقيق سلامة الطرق الذي أُجري.
- النسبة المئوية (%) لتصاميم الطرق الريفية التي أجري عليها تدقيق خلال سنة.
- النسبة المئوية (%) لتصاميم الطرق الحضرية التي أجري عليها تدقيق خلال سنة.

٣-٢-٢-٢ فحص السلامة للطرق القائمة

تستخدم المؤشرات المحددة الآتية لقياس فحص سلامة الطرق للطرق القائمة:

- التعداد السنوي لفحص سلامة الطرق التي أُجريت.
- طول شبكة الطرق الريفية (بالكيلومتر) التي فُحصت خلال سنة.
- طول شبكة الطرق الحضرية (بالكيلومتر) التي فُحصت خلال سنة.

٣-٢-٣ المركبات

٣-٢-٣-١ عمر المركبة

تستخدم المؤشرات المحددة الآتية لقياس عمر المركبة:

- متوسط عمر سيارات الركاب (بالسنوات).
- متوسط عمر مركبات النقل الثقيل (بالسنوات).

٣-٢-٤ الخدمات الطبية الطارئة

٣-٢-٤-١ زمن الاستجابة

تستخدم المؤشرات المحددة الآتية لقياس زمن استجابة الخدمات الطبية الطارئة:

- المئين ٩٥ (95th percentile) لزمن الوصول إلى مكان الحادث (بالدقائق بعد البلاغ).

٣-٢-٤-٢ خدمات الطوارئ الطبية وطاقم المستشفى والبنية التحتية

تستخدم المؤشرات المحددة الآتية لقياس الخدمات الطبية الطارئة وفريق عمل المستشفى والبنية التحتية:

- عدد محطات الخدمات الطبية الطارئة لكل ١٠,٠٠٠ نسمة.
- عدد محطات الخدمات الطبية الطارئة كل ١٠٠ كم من الطرق الريفية العامة.
- عدد مركبات الخدمات الطبية الطارئة لكل ١٠,٠٠٠ نسمة.
- عدد مركبات الخدمات الطبية الطارئة كل ١٠٠ كم من إجمالي الطرق العامة.
- عدد أفراد الطاقم الطبي للخدمات الطبية في حالات الطوارئ لكل ١٠,٠٠٠ نسمة.

- عدد أسرّة رعاية الطوارئ لكل ١٠،٠٠٠ نسمة.

٣-٣ تصفية الشبكة

إن تصفية شبكة الطرق عبارة عن عملية لمراجعة شبكة الطريق، بغرض تحديد المواقع وتصنيفها من الأكثر إلى الأقل ترجيحًا لخفض تكرار الحوادث بعد تنفيذ التدابير المضادة. تُدرس المواقع المُحددة على أنها الأكثر ترجيحًا لخفض تكرار الحوادث بشكل مفصل لتحديد أنماط الحوادث، والعوامل المساهمة، والتدابير المضادة المناسبة لها. قد يُستخدم إجراء تصفية شبكة الطرق أيضًا لصياغة وتنفيذ السياسات، مثل إعطاء الأولوية لاستبدال حواجز الحماية التي لا تتماشى مع المعايير في المواقع التي تتكرر فيها حوادث الخروج عن الطريق (AASHTO, 2010).

٣-٣-١ نظرة عامة على العملية

هناك خمس خطوات أساسية في عملية تصفية شبكة الطرق (AASHTO, 2010):

١- **تحديد محور التركيز** - تحديد الاهداف أو النتائج المنشودة من تحليل تصفية شبكة الطرق. يؤثر هذا القرار على احتياجات البيانات، وتحديد مقاييس الأداء، وأساليب التصفية التي يمكن تطبيقها.
٢- **تحديد شبكة الطرق وإنشاء مجتمعات مرجعية** - تحديد نوع المواقع أو المرافق الخاضعة للفحص (أي أجزاء الطريق، والتقاطعات، ومعابر السكك الحديدية السطحية) وتحديد مجموعات للمواقع أو المرافق المشابهة.
٣- **تحديد مقاييس الأداء** - هناك مجموعة متنوعة من مقاييس الأداء المتاحة لتقييم احتمالية تقليل تكرار الحوادث في أحد المواقع. وفي هذه الخطوة، يُختار مقياس الأداء كدالة في تركيز التصفية، والبيانات والأدوات التحليلية المتاحة.
٤- **تحديد أسلوب التصفية** - هناك ثلاثة أساليب فحص رئيسية، ألا وهي التصنيف، والنافذة المنزلقة، والبحث في الذروة.
٥- **نتائج التقييم والفحص** - الخطوة الأخيرة في العملية هي تنفيذ عملية تحليل التصفية، وتقييم النتائج.

تُستخدم نتائج الفحص لتحديد المواقع التي يمكن دراستها بالمزيد من التفصيل، من أجل تحديد أنماط الحوادث والتدابير المضادة المناسبة.

عند تحديد طريقة مقياس الأداء والتصفية، هناك ثلاث اعتبارات رئيسة. الأول يرتبط بالبيانات المتاحة، أو التي يمكن جمعها للدراسة، ومن المسلم به أن هذا غالبًا ما يكون أكبر قيد.

يرتبط الاعتباران الثاني والثالث بأداء نتائج المنهجية. توفر منهجيات الدراسة الأكثر دقة القدرة على (AASHTO, 2010):

١- الأخذ في الاعتبار تحيز الانحدار إلى المتوسط (RTM).
٢- تقدير المستوى الأدنى للأداء من ناحية تكرار الحوادث أو شدة الحادث.

تتناول الأقسام الفرعية الآتية شرح الخمس خطوات الرئيسة لعملية تصفية شبكة الطرق.

٣-٣-٢ الخطوة رقم ١ - تحديد محور التركيز

إن الخطوة الأولى في تصفية شبكة الطرق هي تحديد محور التركيز الخاص بالتحليل. يمكن تنفيذ عملية تصفية شبكة الطرق والتركيز في واحد من هذه الإجراءات أو كليهما معًا:

١- تحديد المواقع وتصنيفها فيما إذا كانت التحسينات ستقلل عدد الحوادث.
٢- تقييم شبكة الطرق لتحديد المواقع وتحديد نوع الحوادث وشدتها فيها، من أجل صياغة سياسة وتطبيقها (مثال: تحديد المواقع ذات العدد المرتفع لحوادث الخروج عن الطريق، لمنح الأولوية لاستبدال حواجز الحماية غير المطابقة للمعايير).

في حال تطبيق عملية تصفية شبكة الطرق لتحديد المواقع التي يمكن أن تؤدي التعديلات فيها إلى تقليل عدد الحوادث، تُطبَّق مقاييس الأداء على جميع المواقع. واستنادًا إلى نتائج التحليل، تُحدَّد المواقع التي تظهر إمكانات التحسين لإخضاعها لتحليل إضافي.

يمكن تقييم شبكة الطرق أيضًا لتحديد المواقع التي من المحتمل أن تستفيد من برنامج محدد (مثال: زيادة إنفاذ القانون) أو التدابير المضادة (مثال: برنامج تطبيق حواجز الحماية). قد يحدد هذا التحليل المواقع التي يتكرر فيها نوع محدد من الحوادث أو شدتها بنسبة عالية أو متوسطة. وفي هذه الحالة، تُدرس مجموعة فرعية من المواقع.

٣-٣-٣ الخطوة رقم ٢ – تحديد شبكة الطرق وإنشاء مجتمعات مرجعية

يعمل التركيز المُحدد على عملية تصفية شبكة الطرق في الخطوة رقم (١) على تشكيل أساسيات الخطوة الثانية في عملية تصفية شبكة الطرق، التي تتضمن تحديد عناصر شبكة الطرق التي من المقرر فحصها، وتنظيم هذه العناصر في شكل مجتمعات مرجعية. تتضمن الأمثلة على عناصر شبكة الطرق التي يمكن فحصها التقاطعات، ومقاطع الطريق، والمرافق، والمنحدرات، وتقاطعات نهاية المنحدرات، ومعابر السكك الحديدية السطحية.

المجتمع المرجعي عبارة عن مجموعة من المواقع ذات الخصائص المشابهة (مثال: التقاطعات رباعية الأفرع المزودة بإشارات، والطرق الريفية المفردة ثنائية المسار). وفي النهاية، تُحدَّد أولويات المواقع الفردية ضمن مجتمع مرجعي. في بعض الحالات، تتيح مقاييس الأداء إجراء مقارنات بين المجتمعات المرجعية. تُحدَّد الخصائص المُستخدمة لإنشاء المجتمعات المرجعية للتقاطعات ومقاطع الطريق في الجزء الفرعي التالي (AASHTO, 2010).

١-٣-٣-٣ المجتمعات المرجعية للتقاطعات

تتضمن الخصائص المحتملة التي يمكن استخدامها لإنشاء مجتمعات مرجعية للتقاطعات ما يلي:

- التحكم المروري (مثال: التحكم بإشارات مرورية، والتحكم بلافتة "قف" ثنائي الاتجاه أو رباعي الاتجاه، والتحكم بلافتة "أعطِ الطريق"، والدوّار، وما إلى ذلك).
- عدد الاتجاهات (مثال: تقاطعات ثلاثية التشعب أو رباعية التشعب، وغير ذلك).
- المقطع العرضي (مثال: عدد المسارات المرورية والمنعطفات، وغير ذلك).
- التصنيف الوظيفي (مثال: شرياني، تجميعي، محلي، وغير ذلك).
- نوع المنطقة (مثال: ريفية، ضاحية، حضرية، وغير ذلك).
- معدلات الحجم المروري (مثال: إجمالي المركبات الداخلة، الأحجام في ساعات الذروة، متوسط المرور السنوي اليومي).
- التضاريس (مثال: مستوي، تلالي، جبلي).

قد تختلف الخصائص التي تحدد المجتمع المرجعي وفقًا لكمية التفاصيل المعروفة عن كل تقاطع، والغرض من تصفية شبكة الطرق، وحجم شبكة الطرق الخاضعة للفحص، ومقاييس الأداء المُحددة. كما تُطبق تجميعات مشابهة في حالة فحص تقاطعات نهايات المنحدرات أو معابر السكك الحديدية السطحية أو كليهما (AASHTO, 2010).

٢-٣-٣-٣ مجتمعات مرجع المقطع

مقطع الطريق جزء من المرافق يتضمن مقطعًا عرضيًا ثابتًا للطريق ويُحدَّد بنقطتي نهاية. قد تكون نقطتي النهاية هذه تقاطعين، أو منحدر مدخل أو منحدر مخرج، أو تغيير في المقطع العرضي للطريق، أو علامات كيلومترية، أو أعمدة كيلومترية، أو تغيير في أي من خصائص الطريق المذكورة أدناه.

تتضمن الخصائص المحتملة التي يمكن استخدامها لتعريف المجتمعات المرجعية لمقاطع الطريق ما يلي (AASHTO, 2010):

- عدد المسارات المرورية لكل اتجاه.
- كثافة الوصول (مثال: الطرق وتباعد التقاطعات).
- معدلات الحجم المروري (مثال: مركبات النقل الثقيل، الأحجام في ساعة الذروة، ومتوسط المرور السنوي اليومي).
- نوع الجزيرة الوسطية أو عرضها أو كليهما.
- سرعة التشغيل أو السرعة المعلنة.
- نوع المنطقة (مثال: حضرية، ضاحية، ريفية).
- التضاريس (مثال: مستوي، تلالي، جبلي).
- التصنيف الوظيفي (مثال: شرياني، تجميعي، محلي).

٤-٣-٣ الخطوة رقم ٣ - اختر مقاييس الأداء

الخطوة الثالثة في عملية تصفية شبكة الطرق هي اختيار مقياسٍ واحدٍ أو أكثر من مقاييس الأداء، لاستخدامها في تقييم احتمالية تقليل عدد الحوادث أو تخفيف شدتها في موقعٍ ما. يمكن قياس سلامة الطرق في كل موقع من المواقع التي فُحصت كمياً بواسطة عدة مقاييس للأداء، مثل (AASHTO, 2010):

- متوسط تكرار الحوادث.
- معدل الحوادث.

- متوسط تكرار الحوادث المكافئ لتلفيات الممتلكات فقط (EPDO).
- مؤشر الخطورة النسبية.
- المعدل الحرج.
- الزيادة المتوقعة لمتوسط تكرار الحوادث باستخدام طريقة العزوم.
- مستوى الخدمة للسلامة.
- الزيادة المتوقعة لمتوسط تكرار الحوادث باستخدام دوال أداء السلامة (SPF).
- احتمالية تجاوز أنواع معينة من الحوادث لنسبة الحد الفاصل/العتبة (Threshold).
- زيادة نسبة أنواع معينة من الحوادث.
- متوسط معدل تكرار الحوادث المتوقع مع تعديلات طرق بايز التجريبية (EB).
- متوسط معدل تكرار الحوادث مع تعديلات طرق بايز التجريبية المكافئ لتلفيات الممتلكات فقط.
- زيادة متوسط معدل تكرار الحوادث المتوقع مع تعديلات طرق بايز التجريبية.

قد يؤدي استخدام مقاييس أداء متعددة لتقييم كل موقع إلى تحسين مستوى الثقة في النتائج (AASHTO, 2010).

٣-٣-٤-١ المعايير الأساسية لاختيار مقاييس الأداء

تتجلى الاعتبارات الرئيسة فيما يتعلق باختيار مقاييس الأداء في: توفر البيانات، وتحيز الانحدار إلى المتوسط، وكيفية وضع الحد الفاصل/العتبة للأداء. تصف الأقسام الفرعية الآتية كل من هذه المفاهيم (AASHTO, 2010).

٣-٣-٤-١-١ توافر البيانات والمدخلات

تشمل البيانات النموذجية المطلوبة لتحليل التصفية، متضمنةً معلومات المرفق لإنشاء المجتمعات المرجعية، وبيانات الحادث، وبيانات الحجم المروري، ودوال أداء السلامة في بعض الحالات. إن مقدار البيانات والمدخلات المتاحة تحدد عدد مقاييس الأداء التي يمكن استخدامها. إذا كانت بيانات الحجم المروري غير متاحة أو كان جمعها باهظ التكلفة، يتوفر عدد أقل من مقاييس الأداء لتصنيف المواقع. إذا جُمعت بيانات الأحجام المرورية أو أتيح الحصول عليها، دون توفر دوال أداء السلامة المُعايَرة ومعلمات التشتت المُفرط، فيجب تحديد الأولويات في شبكة الطرق باستخدام مجموعة مختلفة من مقاييس الأداء. الجدول (٣-١) يلخص البيانات والمدخلات المطلوبة لكل مقياس من مقاييس الأداء (AASHTO, 2010).

الجدول (٣–١) ملخص متطلبات البيانات لمقاييس الأداء (**A**ASHTO, 2010).

مقاييس الأداء		البيانات والإدخالات				
		بيانات الحوادث	معلومات الطريق للتصنيف	الحجم المروري[أ]	دالة أداء السلامة المُعايَرَة ومعلمات التشتت المُفرط	أخرى
١	متوسط تكرار الحوادث	x	X			
٢	معدل الحوادث	x	X	X		
٣	متوسط تكرار الحوادث المكافئ تلفيات الممتلكات فقط	x	X			عوامل ترجيح مكافئ تلفيات الممتلكات فقط
٤	مؤشر الشدة النسبية	x	X			مؤشرات الشدة النسبية
٥	المعدل الحرج	x	X	X		
٦	الزيادة المتوقعة لمتوسط تكرار الحوادث باستخدام طريقة العزوم[ب]	x	X	X		
٧	مستوى الخدمة للسلامة	x	X	X	X	
٨	الزيادة المتوقعة لمتوسط تكرار الحوادث باستخدام دوال أداء السلامة	x	X	X	X	
٩	احتمالية تجاوز أنواع معينة من الحوادث لنسبة العتبة	x	X			
١٠	زيادة نسبة أنواع معينة من الحوادث	x	X			

مقاييس الأداء		البيانات والإدخالات				
		بيانات الحوادث	معلومات الطريق للتصنيف	الحجم المروري[أ]	دالة أداء السلامة المُعايَرَة ومعلمات التشتت المُفرط	أخرى
١١	متوسط تكرار الحوادث المتوقع مع تعديلات طرق بايز التجريبية	x	X	X	X	
١٢	متوسط تكرار الحوادث مع تعديلات طرق بايز التجريبية المكافئ لتلفيات الممتلكات فقط	x	X	X	X	عوامل ترجيح ما يعادل حوادث تلفيات الممتلكات فقط
١٣	زيادة متوسط تكرار الحوادث المتوقع مع تعديلات طرق بايز التجريبية	x	X	X	X	

ملاحظات:
[أ] قد يكون الحجم المروري هو متوسط المرور السنوي اليومي، أو حركة المرور اليومية، أو الحجم أثناء ساعات الذروة.
[ب] تتألف طريقة العزوم من ضبط معدل تكرار الحوادث الملحوظ الخاص بالموقع، استنادًا إلى تباين في بيانات الحوادث ومتوسط عدد الحوادث بالنسبة إلى المجتمع المرجعي للموقع. يلزم أن يطبق الحجم المروري طريقة العزوم لإنشاء المجتمعات المرجعية حسب معدلات الأحجام المرورية، فضلاً عن الخصائص الهندسية (الجيومترية) للموقع.

٣-٣-٤-١-٢ تحيز الانحدار إلى المتوسط

من المعايير المهمة لاختيار مقياس الأداء لأغراض تصفية شبكة الطرق هو مراعاة تأثيرات الانحدار إلى المتوسط (RTM). يتوفر شرح لتحيز الانحدار إلى المتوسط في الملحق أ (القسم الفرعي أ-١-٦-٢)؛ تتوفر الإشارة إلى ما إذا كانت مقاييس الأداء أخذت بعين الاعتبار الانحدار إلى المتوسط أم لا في الجدول (٣-٢) (الجزء التالي).

إذا كانت البيانات المطلوبة متوفرة، تكون مقاييس الأداء التي تمثل حسابات الانحدار إلى المتوسط هي: (أ) متوسط تكرار الحوادث المتوقع مع تعديلات طرق بايز التجريبية، و(ب) متوسط تكرار الحوادث المكافئة لتلفيات الممتلكات فقط مع تعديلات طرق بايز التجريبية، و(ج) زيادة متوسط تكرار الحوادث المتوقع مع تعديلات طرق بايز التجريبية، يجب تفضيلها عن تلك التي لا تراعي الانحدار إلى المتوسط.

٣-٣-٤-١-٣ عتبة للأداء

توفر قيمة عتبة الأداء نقطة مرجعية لمقارنة درجات مقاييس الأداء ضمن إحدى المجتمعات المرجعية. يجب تجميع المواقع على أساس ما إذا كان درجة مقياس الأداء المُقدرة لكل موقع أكبر من قيمة العتبة أو أقل منها. ينبغي أن تُدرس المواقع التي تكون درجة مقاييس الأداء فيها أقل من قيمة العتبة بتفصيلٍ أكثر، لتحديد ما إذا كان الممكن تقليل معدل تكرار الحوادث أو تخفيف شدتها.

وتعتمد طريقة تحديد قيمة عتبة الأداء على مقاييس الأداء المحددة. قد تكون قيمة عتبة الأداء قيمة مفترضة ذاتيًا، أو محسوبة كجزء من أسلوب قياس الأداء. يلخص الجدول (٣-٢) ما إذا كان كل مقياس من مقاييس الأداء يحسب تحيز الانحدار إلى المتوسط أو يقدر قيمة عتبة الأداء أو كليهما. تُقدَّم مقاييس الأداء بترتيب نسبي لدرجة التعقيد، من الأقل تعقيدًا إلى الأكثر تعقيدًا. وعمومًا، ينتج عن الأساليب التي تتطلب المزيد من البيانات وتعالج تحيز الانحدار إلى المتوسط، قيم أكثر موثوقية لعتبة الأداء.

الجدول (٣–٢) استقرار مقاييس الأداء (AASHTO, 2010).

	مقاييس الأداء	يأخذ في الاعتبار تحيز الانحدار إلى المتوسط	طريقة تُقدّر عتبة الأداء
١	متوسط تكرار الحوادث	لا	لا
٢	معدل الحوادث	لا	لا
٣	متوسط تكرار الحوادث المكافئ لتلفيات الممتلكات فقط	لا	لا
٤	مؤشر الشدة النسبية	لا	نعم
٥	المعدل الحرج	يأخذ تباين البيانات بعين الاعتبار، ولكن لا يأخذ في الاعتبار تحيز الانحدار إلى المتوسط	نعم
٦	الزيادة المتوقعة لمتوسط تكرار الحوادث باستخدام طريقة العزوم	يأخذ تباين البيانات بعين الاعتبار، ولكن لا يأخذ في الاعتبار تحيز الانحدار إلى المتوسط	نعم
٧	مستوى الخدمة للسلامة	يؤخذ تباين البيانات بعين الاعتبار، ولكن لا يأخذ في الاعتبار تحيز الانحدار إلى المتوسط	متوسط معدل تكرار الحوادث المتوقع زائد/ناقص ١,٥ من قيمة الانحراف القياسي
٨	الزيادة المتوقعة لمتوسط تكرار الحوادث باستخدام دوال أداء السلامة	لا	متوسط معدل تكرار الحوادث المتوقع في الموقع
٩	احتمالية تجاوز أنواع معينة من الحوادث لنسبة العتبة	يراعي تباين البيانات، ولكن لا يأخذ في الاعتبار تحيز الانحدار إلى المتوسط	نعم
١٠	زيادة نسبة أنواع معينة من الحوادث	يراعي تباين البيانات، ولكن لا يأخذ في الاعتبار تحيز الانحدار إلى المتوسط	نعم
١١	متوسط تكرار الحوادث المتوقع مع تعديلات طرق بايز التجريبية	نعم	متوسط تكرار الحوادث المتوقع لكل سنة في الموقع
١٢	متوسط تكرار الحوادث مع تعديلات طرق بايز التجريبية المكافئ لتلفيات الممتلكات فقط	نعم	متوسط تكرار الحوادث المتوقع لكل سنة في الموقع
١٣	زيادة متوسط تكرار الحوادث المتوقع مع تعديلات طرق بايز التجريبية	نعم	متوسط تكرار الحوادث المتوقع لكل سنة في الموقع

٣-٣-٥ الخطوة رقم ٤ - تحديد طريقة التصفية

الخطوة الرابعة في عملية تصفية شبكة الطرق هي تحديد طريقة تصفية شبكة الطرق. في عملية تصفية شبكة الطرق، تُطبق مقاييس الأداء المحددة على جميع المواقع قيد الدراسة باستخدام أحد أساليب التصفية. هناك ثلاث فئات من طرائق التصفية، بالتحديد النافذة المنزلقة، والترتيب البسيط، وذروة البحث، وتُطبق وفقًا لنوع مواقع الطريق الخاضعة للتصفية (AASHTO, 2010):

- تُصفّى المقاطع (مثال: مقطع طريق أو منحدر) إما باستخدام طريقة النافذة المنزلقة أو ذروة البحث.
- تُصفّى العُقد (مثال: التقاطعات أو تقاطعات نهايات المنحدرات) باستخدام طريقة التصنيف البسيط.
- تُصفّى المرافق (مزيج من العُقد والمقاطع) بالجمع بين طريقتي تصفية المقاطع والعُقد.

٣-٣-٥-١ مقاييس الأداء لكل طريقة من طرق التصفية

الجدول (٣-٣) يلخص مقاييس الأداء المتسقة مع طرائق التصفية (AASHTO, 2010).

الجدول (٣–٣) اتساق مقاييس الأداء مع طرائق التصفية (AASHTO, 2010).

	مقاييس الأداء	المقاطع			العُقد	المرافق
		الترتيب البسيط	النافذة المنزلقة	ذروة البحث	الترتيب البسيط	الترتيب البسيط
١	متوسط تكرار الحوادث	نعم	نعم	لا	نعم	نعم
٢	معدل الحوادث	نعم	نعم	لا	نعم	نعم
٣	متوسط تكرار الحوادث المكافئ لتلفيات الممتلكات فقط	نعم	نعم	لا	نعم	نعم
٤	مؤشر الشدة النسبية	نعم	نعم	لا	نعم	لا
٥	معدل الحوادث الحرج	نعم	نعم	لا	نعم	نعم
٦	الزيادة المتوقعة لمتوسط تكرار الحوادث باستخدام طريقة العزوم	نعم	نعم	لا	نعم	لا
٧	مستوى الخدمة للسلامة	نعم	نعم	لا	نعم	لا
٨	الزيادة المتوقعة لمتوسط تكرار الحوادث باستخدام دوال أداء السلامة	نعم	نعم	لا	نعم	لا
٩	احتمالية تجاوز أنواع معينة من الحوادث لنسبة العتبة	نعم	نعم	لا	نعم	لا
١٠	زيادة نسبة أنواع معينة من الحوادث	نعم	نعم	لا	نعم	لا
١١	متوسط تكرار الحوادث المتوقع مع تعديلات طرق بايز التجريبية	نعم	نعم	نعم	نعم	لا
١٢	متوسط تكرار الحوادث مع تعديلات طرق بايز التجريبية المكافئ لتلفيات الممتلكات فقط	نعم	نعم	نعم	نعم	لا
١٣	زيادة متوسط تكرار الحوادث المتوقع مع تعديلات طرق بايز التجريبية	نعم	نعم	نعم	نعم	لا

٣-٣-٦ الخطوة رقم ٥ – تصفية النتائج وتقييمها

تُطبق طريقة مقياس الأداء والتصفية على واحد أو أكثر من المقاطع، أو العُقد، أو المرافق، وفقًا للطرائق الموضحة في الخطوتين ٣ و٤ (الجزءان الفرعيان ٣-٣-٤ و ٣-٣-٥). مفاهيميًا، تُحسب مقاييس الأداء المحددة وتُسجل لكل مقطع أو عُقدة قيد الدراسة. يمكن تسجيل النتائج في جدول أو على خرائط، على حسب الحاجة أو الإمكانية.

تُشكل نتائج تحليل التصفية قائمة من المواقع المُرتبة وفقًا لمقاييس الأداء المُحددة. تزيد احتمالية استفادة المواقع الأعلى على القائمة من التدابير المضادة التي تهدف إلى الحد من تكرار الحوادث. تشير الدراسات الإضافية التي تُجرى على هذه المواقع إلى أنواع التحسينات التي من المحتمل أن تكون الأكثر فاعلية (انظر الأجزاء ٣-٤ و ٣-٥ و ٣-٦).

قد يكون من المفيد تطبيق عدة مقاييس للأداء على نفس مجموعة البيانات. وبذلك، ستكون بعض المواقع على رأس قائمة النتائج أو الحد الأدنى لها بشكلٍ متكرر. تصبح المواقع التي تظهر ظهورًا مكررًا في أعلى القائمة محط المزيد من استقصاءات الموقع التفصيلية، و يمكن استبعاد تلك التي تظهر في أسفل القائمة لحاجتها إلى مزيد من الاستقصاء. تصبح الاختلافات في التصنيفات الناجمة عن مقاييس الأداء المختلفة أكثر وضوحًا في المواقع المُصنفة في وسط القائمة (AASHTO, 2010).

٣-٤ تشخيص سلامة الطرق - تحليل متعمق للحوادث

٣-٤-١ نظرة عامة على العملية

يمثل التشخيص الخطوة الثانية من عملية إدارة سلامة الطرق. توفر الأنشطة المُضمنة في خطوة التشخيص فهمًا لأنماط الحوادث، والدراسات السابقة، والخصائص المادية للموقع قبل اتخاذ التدابير المضادة المحتملة. وتتجلى النتيجة المنشودة من التشخيص في تحديد أنماط الحوادث المُحتملة، ومخاوف محددة تتعلق بالسلامة، وأخيرًا أسباب وقوع الحوادث في مرافق الطريق الخاضعة للفحص. يجب أن يشمل التشخيص الخطوات الآتية:

الخطوة ١ - مراجعة بيانات الحوادث.

الخطوة ٢ - تقييم الوثائق الداعمة.

الخطوة ٣ - تقييم الظروف الميدانية.

الخطوة ٤ - تحديد العوامل المسببة للحوادث.

إجراء التشخيص الوارد في الملحق (هـ) يمثل أفضل المعارف المتوفرة، ومناسب للمشاريع ذات التعقيدات المختلفة (AASHTO, 2010; AUSTROADS, 2021).

٣-٥ اختيار التدابير المضادة

٣-٥-١ نظرة عامة على العملية

"التدبير المضاد" (countermeasure) هو إستراتيجية طرق يهدف إلى تقليل تكرار الحوادث أو تخفيف شدتها، أو كليهما في أحد المواقع. وفي هذا السياق، تحدد التدابير المضادة لمعالجة العوامل المساهمة. ولكل موقع محدد، يُحدد تدبير مضاد واحد أو مجموعة من التدابير المضادة المتوقعة لمعالجة نمط الحادث، أو أشهر أنواع الحوادث (AASHTO, 2010).

يهدف تطوير التدابير المضادة إلى (AUSTROADS, 2021):

- اختيار التدابير المضادة التي ثبتت فاعليتها في الحد من معدل تكرار الحوادث و/أو تخفيف شدة الحوادث المستهدفة.
- التحقق من أن التدابير المضادة المُتخذة ليس لها عواقب غير مرغوب فيها، إما من ناحية السلامة (مثال: تؤدي إلى زيادة عدد نوع آخر من الحوادث أو مدى شدتها، أو انتقال الحوادث لمواقع أخرى)، أو كفاءة المرور أو الجوانب البيئية.
- أن تكون فعالة من حيث التكلفة، أي تحقق أكبر قدر ممكن من فوائد برنامج الإنفاق بالكامل عبر عدد من المواقع.
- أن تكون ذات كفاءة، أي تقدم فوائد تفوق التكاليف.

عند تحديد أحد التدابير المضادة، أو مجموعة من التدابير المضادة لموقع محدد، يُجرى تقييم اقتصادي لجميع المواقع قيد الدراسة، وذلك للمساعدة في إعطاء الأولوية لتحسين شبكة الطرق، على النحو الموصوف في الجزء (٣-٦).

٣-٥-٢ معايير اختيار التدابير المضادة

تتطلب مقارنة العوامل المساهمة في تمييز التدابير المضادة المحتملة حكمًا هندسيًا ومعرفة محلية. يُنظر في قضايا مثل سبب حدوث العامل (العوامل) المساهمة؛ ما الذي يمكن أن يعالجه العامل (العوامل)؛ وما هو ممكن ماديًا وماليًا وسياسيًا.

قد لا يكون من السهل في بعض الحالات تحديد عامل مساهم محدد أو معالجة مرتبطة أو كليهما، حتى في حال وجود نمط حادث واضح أو مشكلة واضحة في الموقع. وفي هذه الحالات، يمكن أيضًا تقييم الظروف في بداية الموقع أو نهايته، لتحديد ما إذا كان هناك أي تأثير في الموقع قيد الدراسة. بالإضافة إلى ذلك، يقيَّم الموقع للظروف التي لا تتوافق مع بيئة القيادة النموذجية في المجتمع. قد تؤثر التحسينات المنهجية على بيئة القيادة الإجمالية، مثل اللافتات الإرشادية، وإشارات المرور المثبتة على ذراع صاري (كابولي)، أو التغييرات في أطوار الإشارة. قد تؤثر قضايا العوامل البشرية أيضًا على أنماط القيادة. وأخيرًا، قد يُراقب الموقع في حالة تغير الظروف، وتصبح الحلول المحتملة واضحة (AASHTO, 2010).

هناك العديد من معايير تحديد التدابير المضادة للاختيار منها (AUSTROADS, 2021; Ogden, 1996):

- الجدوى الفنية: هل يمكن للتدابير المضادة أن توفر إجابةً لمشاكل السلامة المُشخَّصة، وهل لها أساس فني للنجاح؟
- الكفاءة الاقتصادية: هل يمكن أن تكون التدابير المضادة فعالة من حيث التكلفة وهل سينتج عنها فوائد تفوق تكاليفها؟
- القدرة على تحمل التكاليف: هل يمكن استيعابها في إطار ميزانية البرامج؛ إذا لم يكن الأمر كذلك، فهل ينبغي تأجيلها أم ينبغي اعتماد حل أرخص أو ربما تبني حل مؤقت؟
- القبول: هل تستهدف التدابير المضادة المشكلة المحددة بوضوح، وهل يمكن فهمها بسهولة من قبل المجتمع؟
- التطبيق العملي: هل يحتمل أن تكون هناك مشكلة تتعلق بعدم الامتثال، أو يمكن أن تعمل التدابير دون جهود إنفاذ للقانون غير معقولة؟
- القبول السياسي والمؤسسي: هل من المرجح أن تجذب التدابير المضادة الدعم السياسي، وهل ستدعم من الجهة المسؤولة عن التركيب والإدارة المستمرة؟
- المطابقة القانونية: هل التدبير المضاد أداة قانونية، أم أن المستخدمين سوف يخالفون أي قانون باستخدامه بالطريقة المقصودة؟
- التوافق: هل التدابير المضادة متوافقة ومتسقة مع الاستراتيجيات الأخرى، سواءً في نفس المكان، أو في مواقف مماثلة في مكان آخر؟

عادة ما ينطوي قرار اعتماد تدبير مضاد معين على أكثر من مجرد مطابقة بسيطة لحل مشكلة ما، ويجب أن يُنفذ فقط من قبل مهندسي سلامة طرق مؤهلين على نحو مناسب.

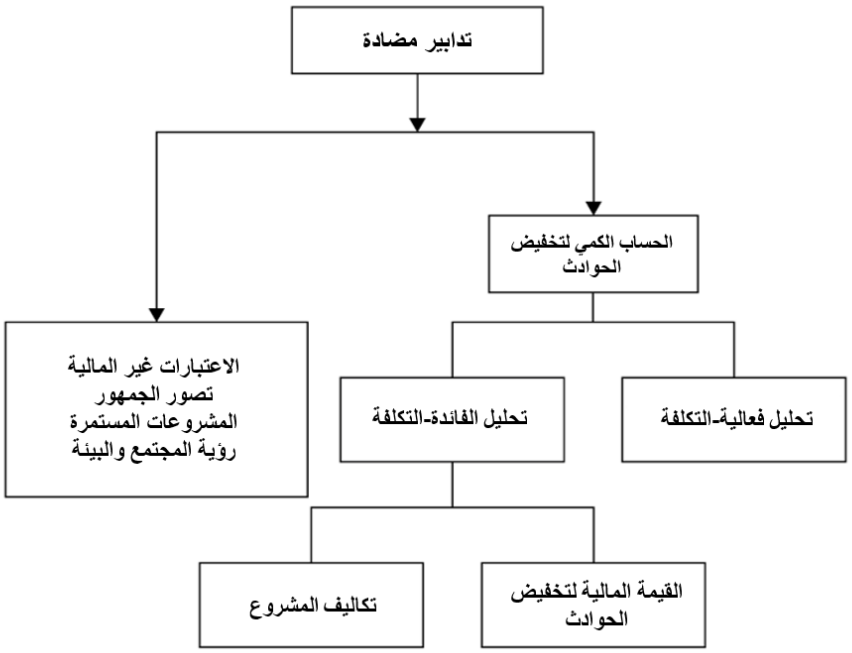
٣-٦ التقييم الاقتصادي لتدخلات السلامة

٣-٦-١ نظرة عامة على العملية

يركز هذا الجزء على جوانب إجراء التقييم الاقتصادي للتدابير المضادة المحتملة للسلامة على الطرق. يُقدَّم التحليلات الاقتصادية لمشاريع النقل البري (مثال: في سياق الدراسات الابتدائية للطرق) بشكل أوسع في الباب (٤) من كود الطريق السعودي ٢٠٣ (الدراسات الأولية).

ينبغي إجراء التقييمات الاقتصادية للتدابير المضادة للحوادث المحتملة، لمقارنة فوائد السلامة المتوقعة مع تكاليف المشروع. تُجرى التقييمات الاقتصادية للموقع بعد تصفية شبكة الطرق (الجزء ٣-٣)، وتشخيص المواقع المختارة (الجزء ٣-٤)، واختيار التدابير المُضادة المحتملة لتقليل تكرار الحوادث أو شدتها (الجزء ٣-٥).

ينبغي إجراء تقييم اقتصادي للتدفقات النقدية للتدابير المُضادة لمقارنة فوائد السلامة المتوقعة مع تكاليف المشروع. وللتقييم الاقتصادي نوعان تحدد فوائد المشروع بطرائق مختلفة؛ (تحليل الفوائد-التكاليف، وتحليل)، يبدأ كلا النوعين بتحديد فوائد المشروع المقترح، معبراً عنها بالتغيير المقدر في تكرار الحادث أو مقدار شدته، الناتج عن تنفيذ تدبير مضاد. في تحليل الفوائد-التكاليف، يتحول التغيير المتوقع في متوسط تكرار الحوادث أو شدتها إلى قيم مالية، وتُجمع وتُقارن مع تكلفة تنفيذ التدبير المضاد. في تحليل فعالية-التكلفة، يُقارن التغيير في تكرار الحوادث مباشرةً بتكلفة تنفيذ التدبير المضاد. الشكل (٣-١) يوفر مخططًا لعملية التقييم الاقتصادي.



الشكل (٣–١) عملية التقييم الاقتصادي (AASHTO, 2010).

كنتيجة لعملية التقييم الاقتصادي، يمكن تنظيم التدابير المضادة لموقع معين بترتيب تنازلي، أو تصاعدي حسب الخصائص الآتية:

- تكاليف المشروع.
- القيمة المالية لفوائد المشروع.
- الانخفاض في إجمالي عدد الحوادث.
- الانخفاض في عدد الحوادث التي ينجم عنها وقوع وفيات وإصابات مسببة للعجز.
- الانخفاض في عدد الحوادث التي تُسبب وقوع وفيات وإصابات.
- صافي القيمة الحالية (NPV).
- نسبة الفائدة إلى التكلفة (BCR).
- مؤشر فعالية-التكلفة.

إن تصنيف البدائل لموقع معين وفقًا لهذه الخصائص قد يساعد جهات الطرق في اختيار البديل الأنسب للتنفيذ.

تناول الباب (٥) الطريقة التنبؤية، والتي توفر طريقة موثوقة لتقدير التغيير في متوسط تكرار الحوادث المتوقع بسبب تدبير مضاد. بعد تطبيق الطريقة التنبؤية بشكل صحيح (بما في ذلك إجراءات اختيار دالة أداء السلامة (SPF) وعامل تخفيض الحوادث (CMF)، والمعايرة للظروف المحلية، وما إلى ذلك، على النحو المحدد في الباب ٥) لتحديد متوسط تكرار الحوادث المتوقع للظروف الحالية والبدائل المقترحة، يُحوّل التغيير المتوقع في متوسط تكرار الحوادث المميتة وحوادث الإصابات إلى قيمة مالية باستخدام التكلفة الاجتماعية للحوادث. وبالمثل، يُحوّل التغيير المتوقع للحوادث التي ينتج عنها تلفيات في الممتلكات فقط (التغيير في إجمالي الحوادث مطروحًا منه التغيير في الحوادث التي تؤدي إلى وقوع وفيات وإصابات) إلى قيمة مالية باستخدام التكلفة الاجتماعية للحوادث التي ينتج عنها تلفيات في الممتلكات فقط.

فيما يتعلق بالجوانب الإجرائية للتقييم الاقتصادي، بما في ذلك أيضًا طرق تقدير الفوائد إذا كان التغيير المتوقع في الحوادث غير معروف، على القارئ الرجوع إلى الملحق (هـ) من هذا المجلد.

٣-٧ تحديد أولويات المشروعات

٣-٧-١ نظرة عامة على العملية

يتناول هذا الجزء طرق تحديد أولويات مشروعات تنفيذ التدابير المضادة.

يتضمن هذا الجزء لمحات عامة عن أساليب التصنيف والتحسين البسيطة لتحديد أولويات المشاريع. إن طرائق تحديد أولويات المشروعات الواردة في هذا الجزء قابلة للتطبيق تطبيقًا أساسيًا لتطوير برامج التحسين عبر مواقع متعددة، أو لنظام طرق كامل، ولكن يمكن أيضًا تطبيقها لمقارنة بدائل التحسين لموقع واحد (انظر أيضًا جوانب التقييم الاقتصادي في الجزء ٣-٦).

طرق تحديد الأولويات الثلاثة الواردة في هذا الجزء هي:

- التصنيف حسب تدابير الفاعلية الاقتصادية.
- تصنيف تحليل الفائدة-التكلفة التزايدي.
- أساليب تحقيق الاستفادة المثلى.

التصنيف حسب تدابير الفاعلية الاقتصادية أو أسلوب تحليل الفائدة-التكلفة التزايدي يوفر قائمة أولويات للمشاريع وفقًا لمعيار مختار. توفر طرق التحسين أولويات المشروع بما يتفق مع تحليل الفائدة-التكلفة التزايدي، مثل البرمجة الخطية (linear programming) وبرمجة الأعداد الصحيحة (integer programming)، والبرمجة الديناميكية (dynamic programming)، ، ولكن مع الأخذ في الاعتبار تأثير قيود الميزانية في إنشاء مجموعة المشاريع المُثلى. قد يأخذ تخصيص الموارد متعدد الأهداف في اعتباره تأثير العناصر غير المالية، بما في ذلك عوامل اتخاذ القرار بخلاف تلك التي تتمحور حول الحد من الحوادث، وقد تُحسَّنُ بناءً على عدة عوامل (AASHTO, 2010)).

توجد نظرة عامة على كل أسلوب من أساليب تحديد الأولويات في الملحق (هـ).

٣-٧-٢ فهم نتائج تحديد الأولويات

يمكن دمج النتائج التي تمخضت عنها أساليب تحديد الأولويات المذكورة أعلاه في عملية اتخاذ القرار كعنصر أساسي واحد، ولكن ليس بالضرورة أن تكون معلومة وحيدة قاطعة. تتأثر نتائج أساليب تحديد الأولويات هذه بمجموعة متنوعة من العوامل، بما في ذلك:

- كيفية تعيين الفوائد والتكاليف وحسابها.
- مدى تحويل الفوائد والتكاليف إلى قيم كمية.
- أعمار خدمة المشاريع قيد الدراسة.
- معدل الخصم (أي الحد الأدنى لمعدل العائد).
- فترات الثقة (الإحصائية) المرتبطة بالتغييرات المتوقعة في الحوادث.

هناك عوامل غير مالية يتعين النظر فيها أيضًا، كما هو مبين في الملحق (هـ، الجزء الفرعي هـ-٨-٥). قد تؤثر هذه العوامل على التوزيع النهائي للأموال بالتأثير على أحكام صناع القرار الرئيسين، أو بتخصيص الموارد متعددة الأهداف الرسمية. كما هو الحال مع العديد من التحليلات الهندسية، لا تكشف عملية تحديد الأولويات عن قرار واضح، ينبغي إجراء تحليلات الحساسية لتحديد الفوائد الإضافية للاختيارات المختلفة (AASHTO, 2010).

٤- تدقيق وفحص سلامة الطرق

٤-١ مقدمة

٤-١-١ النطاق

ينطبق هذا الباب على تدقيق سلامة الطرق (للتصاميم)، وفحص سلامة الطرق (للطرق القائمة)، التي تُنفَّذ في جميع أنحاء شبكة الطرق في المملكة العربية السعودية.

٤-١-٢ المعايير والإرشادات

لا توجد معايير أخرى لفحص وتدقيق سلامة الطرق واجبة التطبيق في كود الطرق السعودي، بخلاف محتويات هذا الباب والملاحق ذات الصلة.

٤-١-٣ ملخص الأجزاء

الجزء (٤-١): يقدم المعلومات الأولية والسياق.

الجزء (٤-٢): يصف المجموعات المشاركة في فحص وتدقيق سلامة الطرق.

الجزء (٤-٣): يضع تدقيق سلامة الطرق في سياقه الصحيح، بمناقشة المراحل المختلفة لتدقيق سلامة الطرق، والتمييز بين تدقيق سلامة الطرق للتصاميم، وفحص سلامة الطرق وأنواع أخرى من تدقيق سلامة الطرق.

الجزء (٤-٤): يصف المؤهلات المطلوبة لفريق تدقيق/فحص سلامة الطرق (المهارات، والخبرة، والاستقلالية)، ويناقش الأدوار داخل الفريق.

الجزء (٤-٥): يحدد استخدامات قوائم المراجعة (المعروفة أيضًا باسم القوائم الفورية) في تدقيق/فحص سلامة الطرق، ويناقش الغرض منها، وكيفية استخدامها في مراحل التدقيق المختلفة.

يُحثُّ مستخدم كود الطرق السعودي أيضًا على الرجوع إلى:

الملحق (ز) – العوامل البشرية في سلامة الطرق؛ الذي يوفر معرفة خلفية أساسية لمدققي سلامة الطرق (وممارسي سلامة الطرق بشكل عام)، لمراعاة العوامل البشرية والقيود البشرية.

الملحق (ح) نهج النظام الآمن: يوفر مقدمة إلى فلسفة النظام الآمن، والتي تؤخذ بعين الاعتبار في عملية تدقيق سلامة الطرق، وتهدف إلى تركيز الصحة العامة على سلامة الطرق.

الملحق (ط) – شرح تدقيق سلامة الطرق؛ يوجه السلطات والمدققين خلال عملية تدقيق سلامة الطرق خطوة بخطوة، بدايةً من اختيار فريق التدقيق وتوفير المعلومات الأساسية، حتى كتابة تقرير عملية تدقيق سلامة الطرق، واجتماع إنهاء العمل، والرد الرسمي على التدقيق.

الملحق (ي) – دراسات حالة تدقيق سلامة الطرق وفحصها؛ يقدم العديد من دراسات الحالة النموذجية لتدقيق سلامة الطرق وفحص سلامة الطرق.

الملحق (ك) – قوائم المراجعة التفصيلية؛ يوفر قوائم مرجعية مفصلة ومخصصة يمكن استخدامها لكل مرحلة من مراحل عملية تدقيق سلامة الطرق، لتقليل أخطار التغاضي عن مخاوف السلامة المهمة أثناء عملية التدقيق.

الملحق (ل) – نماذج تدقيق سلامة الطرق؛ يوفر قوالب نموذجية لأنواع مختلفة من النماذج والتقارير الصادرة أثناء عملية تدقيق/فحص سلامة الطرق.

٤-١-٤ التفسير والملاحظات

تدقيق سلامة الطرق كمفهوم وأسلوب موجود منذ أوائل الثمانينيات (١٩٨٠م)، يهدف إلى ضمان مراعاة تبعات السلامة لجميع مخططات الطرق وتطوراتها بشكل كامل لجميع مستخدمي الطريق والعاملين عليه؛ وذلك للتأكد من أن أي إضافات أو تغييرات تنفذ على شبكة الطرق آمنة، ولا تتضمن خصائص أو مجموعة من الخصائص التي قد تساهم في أي نوع من التعارضات المحتملة في المستقبل، وتقديم المشورة لتقليل احتمالية وقوع الحوادث (Department of Municipal Affairs & Transport, 2018).

أثبتت الأدلة أن إجراء التدقيق في الوقت المناسب وبطريقة منضبطة كانت ولا تزال طريقة فعالة واستباقية لتحديد المخاطر ومصادر الاحتمالات السلبية المتعلقة بالسلامة، بحيث يمكن التخفيف منها، مع الهدف النهائي المتمثل في منع وقوع الحوادث التي تسبب الإصابات القاتلة والخطيرة. أدى إجراء تدقيق سلامة الطرق، وتنفيذ توصيات التدقيق إلى إنقاذ العديد من الأرواح؛ وبالتالي يظل تدقيق السلامة مكونًا أساسيًا للعديد من استراتيجيات الجهات المسؤولة عن سلامة شبكة الطرق (AUSTROADS, 2019).

يقدم هذا الباب توجيهات شاملة عن تدقيق وفحص سلامة الطرق بشأن أداء وإدارة أعمال تدقيق وفحص سلامة الطرق التي تكون ملزمة للجهات والمقاولين ومديري المشروعات والمدققين في المملكة العربية السعودية. تتوفر معلومات إضافية غير إلزامية في الملاحق من (ز) إلى (ل).

٢-٤ المجموعات المشاركة في عملية تدقيق سلامة الطرق

تشارك ثلاث مجموعات رئيسة في عملية تدقيق سلامة الطرق:

- جهة صاحب العمل، المتمثلة في مدير المشاريع.
- المصمم (أو فريق التصميم).
- فريق التدقيق.

تعد جهة صاحب العمل مسؤولة عن المشروع ومالكة للطريق. في حين أن صاحب العمل عادة ما يكون الجهة المسؤولة عن الطرق، ويمتلك الطريق نيابة عن الحكومة، ويمكن أن يكون أيضًا مستثمرًا خاصًا؛ مثل: الطرق برسوم تعرفة مرورية أو للتدقيق في تطويرات استخدام الأراضي الخاصة. تقرر جهة صاحب العمل في النهاية ما يجب القيام به (وما يجب عدم القيام به) في مشروع الطرق (Ministry of Transport, 2020).

مدير المشروع هو الممثل اليومي لصاحب العمل في الأمور الفنية. والمسؤول عن إجراء تدقيق سلامة الطرق، وتنظيمها وإدارتها داخل المشروع، التي تشمل:

- صياغة موجز التدقيق المطلوب وإصداره (أو الشروط المرجعية).
- تحديد فريق التدقيق وتكليفه.
- التنسيق مع مصمم المشروع وفريق التدقيق.
- إبقاء صاحب العمل على اطلاع، خاصة حول المخاوف.
- السعي للحصول على مدخلات متخصصة -عند الحاجة- من التخصصات الأخرى (مثال: المخططين الاستراتيجيين، ومشغلي شبكات الطرق، ومهندسي السلامة، ومهندسي إدارة حركة المرور، ومديري الأصول)، إما داخل جهاتهم أو التعاقد خارج الجهة.
- مراعاة نتائج التدقيق والاستجابة لها.
- إنهاء عملية تدقيق سلامة الطرق بواسطة:
  - تنفيذ الإجراءات المتفق عليها لمعالجة المخاطر المحددة، أو قبول وجود هذه المخاطر إذا لم يكن هناك إجراء أو معالجة قيد التنفيذ.
  - مراقبة أداء عملية تدقيق سلامة الطرق، بما في ذلك:
    - تطبيق السياسات المحلية.
    - تنفيذ التدقيق.
    - تطبيق النتائج.
  - الاحتفاظ بسجلات التدقيق ونتائجه.

يكلف القطاع العام مديرًا محترفًا خارجيًا ليكون مديرًا للمشروع في المشاريع الكبيرة والمعقدة (AUSTROADS, 2019).

المصمم هو فرد أو فريق مفوض من قبل مدير المشروع بالنيابة عن صاحب العمل لتصميم مشروع الطريق. قد يكون المصمم تابعًا لصاحب العمل أو مكتب تصميم أو شركة استشارية منفصلة. يوفر المصمم خدمة لصاحب العمل بتصميم الطريق الجديد ضمن القيود الصادرة من صاحب العمل (Ministry of Transport, 2020)).

يتألف فريق التدقيق على الأقل من شخصين مؤهلين كمدققي سلامة طرق، ومستقلين عن فريق التصميم وإعداد المقترح. أيضًا، لأغراض التدريب، قد يضم فريق التدقيق أيضًا مراقبًا واحدًا أو اثنين. يُعين فريق التدقيق من قبل مدير المشروع لصاحب العمل. في حين أن فريق التدقيق قد يكون من الجهة الخاصة بصاحب العمل (بشرط أن يكون أعضاء الفريق مستقلين بشكل كامل عن المشروع)، إلا أنهم في الغالب من المكاتب المتخصصة والشركات الاستشارية. يقدم فريق التدقيق خدمة لصاحب العمل بتقييم التصميم فيما يتعلق بقضايا السلامة وإعداد التقارير بالنتائج.

عند إعداد الشروط المرجعية لإحدى عمليات التدقيق، أو إشراك فريق تدقيق لإجراء تدقيق، من الضروري الوضوح بشأن تفاعل هذه المجموعات الرئيسة الثلاث. يجب أن يكون هناك تعاون مشترك من خلال تفاهم واضح بين المجموعات الثلاث التي تعمل في النهاية نحو هدف واحد. ومع ذلك، فإن فريق التدقيق مكلف بدمج خبرة سلامة الطرق في المشروع، وقد تكون هناك حالات تتعارض فيها

توصيات الفريق مع القيود التي تواجهها المجموعات الأخرى. مثل هذه المواقف شائعة، وينبغي أن تؤدي إلى مناقشات موضوعية بين المجموعات الثلاث.

في مثل هذه الحالات، على فريق التدقيق تعزيز نتائج السلامة الأكثر ملاءمة بغض النظر عن القيود الأخرى. يجب أن يكون أعضاء فريق التدقيق واضحين وحازمين في التركيز على السلامة في هذه الاجتماعات. في الوقت نفسه، ينبغي أن يدرك فريق التدقيق أن صاحب العمل يتحمل مسؤولية تقييم جميع العوامل المتنافسة، وتحديد كيفية المضي قدمًا. يطرح فريق التدقيق قضيته من أجل السلامة، ولكن بعد ذلك، يجب أن يسمح لصاحب العمل، ومدير المشروع، وفريق التصميم بتحديد ما سيتم القيام به في نهاية المطاف (Ministry of Transport, 2020).

٤-٣ مراحل تدقيق سلامة الطرق وأنواعها

تتمتع عملية تدقيق سلامة الطرق بأكبر إمكانات لتحسين السلامة عند تطبيقها على أحد التصاميم قبل إنشاء مشروع الطريق. تُنفذ إدارة مرور مؤقتة في الموقع، أو حتى في مرحلة التخطيط لمشاريع تطوير استخدامات الأراضي (انظر أيضًا الجزء الفرعي ٤-٣-٦). يمكن إجراء التدقيق بناءً على أي مقترح من المحتمل أن يغير التفاعل بين مستخدمي الطريق المختلفين، أو بين مستخدمي الطريق وبيئتهم المادية.

وبشكل عام، تُجرى عملية تدقيق سلامة الطرق في واحدة أو أكثر من المراحل الآتية، حيث ينتقل التصميم من المفهوم إلى التنفيذ:

- مرحلة التصميم الأولي.
- مرحلة التصميم النهائي (التفصيلي).
- أثناء الإنشاء (تصميم منطقة أعمال الطرق و/أو تدقيق إدارة المرور)،
- عند افتتاح المشروع (إما مرحلة ما قبل الافتتاح، أو ما بعد افتتاح المشروع مباشرة).

يجب إجراء تدقيق وفحص سلامة الطرق كحد أنى وفقًا لنوع المشروع، والمراحل ذات الصلة من التصميم، والإنشاء على النحو المُعرّف في الجدول (٤-١).

الجدول (٤–١) سياسة تدقيق/فحص سلامة الطرق وفقًا لكود الطرق السعودي.

مرحلة/نوع التدقيق نوع الطريق	التصميم الأولي	التصميم النهائي (التفصيلي)	أثناء الإنشاء	مرحلة الافتتاح (إما قبل الافتتاح أو بعده)	فحص سلامة الطرق
الطرق الريفية					
الطرق السريعة	√	√	إذا كان مطلوبًا [١]	√	كل ٥ سنوات [٢]
الطرق شبه السريعة	√	√	إذا كان مطلوبًا [١]	√	كل ٥ سنوات [٢]
الطرق الشريانية	√	√	إذا كان مطلوبًا [١]	√	كل ٥ سنوات [٢]
الطرق التجميعية	اختياري	√	إذا كان مطلوبًا [١]	√	اختياري
الطرق المحلية	اختياري	√	اختياري	√	اختياري
الطرق والشوارع الحضرية					
الطرق السريعة	√	√	إذا كان مطلوبًا [١]	√	كل ٥ سنوات [٢]
الطرق شبه السريعة	√	√	إذا كان مطلوبًا [١]	√	كل ٥ سنوات [٢]
الطرق الشريانية	√	√	إذا كان مطلوبًا [١]	√	كل ٥ سنوات [٢]
الطرق التجميعية	اختياري	√	اختياري	√	اختياري

مرحلة/نوع التدقيق نوع الطريق	التصميم الأولي	التصميم النهائي (التفصيلي)	أثناء الإنشاء	مرحلة الافتتاح (إما قبل الافتتاح أو بعده)	فحص سلامة الطرق
الشوارع المحلية	اختياري	اختياري	اختياري	اختياري	اختياري

ملحوظات:
١- يجب تنفيذ تدقيق سلامة الطرق لإدارة حركة المرور في منطقة أعمال الطرق (أثناء الإنشاء) في الحالات الآتية (Ministry of Transport, 2020):
- في مشاريع إدارة حركة المرور الكبيرة، أو المعقدة بشكلٍ استثنائي، التي تتضمن تغييرات مؤقتة في تخطيط التقاطعات وتشغيلها، أو إعادة تنظيم الطرق التي ستؤثر على شبكة الطرق لمدة شهر أو أكثر. تشمل الأمثلة على هذه المشاريع تحويل الطريق باستخدام ممر مؤقت للسماح بإجراء عمليات الحفر الكبيرة على الطريق الرئيس.
- لأعمال الطرق على طرق ذات أحجام مرورية كبيرة تسير بسرعات عالية، بغض النظر عن طول فترة الأعمال.
- لأعمال الطرق حيث يُطلب من العاملين العمل على مقربة من حركة المرور المتحركة.

٢. بالنسبة للطرق في عقود التشغيل/الصيانة، يجب أيضًا إجراء عملية فحص سلامة الطرق خلال الأشهر الستة الأولى من العقد.

٤-٣-١ تدقيق مرحلة التصميم الأولي

يجب تنفيذ مرحلة التصميم الأولي لتدقيق سلامة الطرق عند الانتهاء من التصميم الأولي أو قبل ذلك، وفحص الخصائص مثل المحاذاة الأفقية والرأسية، والقطاعات العرضية، والتوجيه القنواتي للتقاطعات.

عادةً ما تُظهر الرسومات في هذه المرحلة العناصر العامة للمشروع فقط، مثل محاذاة المسار، والقطاع الطولي للطريق والقطاعات العرضية النموذجية بمقياس الرسم المناسب. في بعض الأحيان تظهر المحولات والتقاطعات بشكل عام على مقياس رسم أكبر. عادةً ما تتضمن توصيات التدقيق في هذه المرحلة تغييرات في المحاذاة الأفقية والرأسية، ودمج نقاط الوصول، وتغيير مواقع الوصول، وتحسين عروض المسارات والأكتاف، وتوفير مسارات للدراجات، وأرصفة للمشاة، والتخطيط القنواتي للتقاطع. يجب مراجعة طرق الوصول، بما في ذلك المحولات والتقاطعات بحثًا عن أي تأثيرات في اتجاه المنبع/المصب، والحركات المتعارضة المحتملة ومسافات الرؤية.

يحدد التدقيق الخصائص الاستثنائية. وهذه الخصائص قد تكون مشكلات متعلقة بالسلامة أو لا صلة لها بها: الحكم الهندسي مطلوب. يمكن أن تشكل الخصائص غير المتسقة أو غير المتوقعة خطرًا؛ حيث قد يستعملها مستخدمو الطريق بشكل خاطئ. العناية مطلوبة للتأكد من أن التدقيق لا يعوق ابتكارًا يتمتع بمستوى جيد من الأمان؛ لأنه ببساطة ليس طريقة قياسية للتعامل مع المشكلة (AUSTROADS, 2022).

يجب إجراء زيارة للموقع لتقييم كيفية اندماج مشروع الطريق في شبكة الطرق القائمة، ومدى اتساق التصميم من منظور مستخدمي الطريق المختلفين. على جميع أعضاء فريق التدقيق زيارة الموقع معًا للنظر في الظروف المناخية السائدة، والنباتات المحيطة، والتضاريس، وسلوك مستخدمي الطرق المحليين.

إذا كان مشروع الطريق سيُنفذ على مراحل، فيجب مراعاة كل مرحلة على حدة في عملية التدقيق. إذا كانت عدة خيارات تصميمية بديلة قيد النظر، فيجب مراجعتها بشكل منفصل من قبل فريق التدقيق. يجب أن يتلافى تقرير التدقيق تصنيف الخيارات، ولكن قد يتضمن -إذا طلب مدير المشروع ذلك- مقارنةً واضحةً للخيارات بناءً على سلامة مستخدمي الطريق فقط.

على المصممين في هذه المرحلة التأكد من تزويد فريق التدقيق بجميع الرسومات، وجميع التقارير السابقة حول المشروع في الوقت المناسب، وقبل التدقيق، للسماح لفريق التدقيق بإجراء عملية التدقيق بشكل احترافي وكامل.

٤-٣-٢ تدقيق مرحلة التصميم النهائي (التفصيلي)

يجب إجراء تدقيق تفصيلي لمرحلة التصميم عند الانتهاء من رسومات التصميم النهائية لمشروع الطريق، وقبل طرح المشروع للمناقصة. عادةً ما يكون قد استحوذ على الأرض بحلول هذه المرحلة، مما يحد من قيام فريق التدقيق بتقديم توصيات تتضمن تغييرات كبيرة في المحاذاة. عادة ما تتعلق هذه المرحلة من التدقيق بالجوانب التفصيلية للتصميم، بما في ذلك:

- المحاذاة الرأسية والأفقية.
- القطاعات العرضية (عدد المسارات وعرضها، وعرض الأكتاف، والصرف، والبردورات والمزاريب، والجزر الوسطية، وأرصفة المشاة، وقضايا المنطقة الخالية، وحواجز جانب الطريق، والمخاطر المحتملة على جانب الطريق).
- تخطيطات التقاطع بما في ذلك أجهزة التحكم المروري، واللافتات، وعلامات الرصف والجزر الوسطية، والتوجيه القنواتي.
- تخطيطات المحولات، بما في ذلك اللافتات التوجيهية المُسبقة وعند المخارج، وطول وعرض مسارات التسارع/التباطؤ، ومحددات الطريق، ومعالجات المنطقة المُستدقة.

- تفاصيل مثل الإنارة، والمسطحات الخضراء، وتصاميم مناطق الاستراحة وتهدئة المرور.
- توفير متطلبات مستخدمي الطرق المعرضين للخطر.

يمكن أن يؤدي الانتباه إلى التفاصيل في مرحلة التصميم هذه إلى تقليل التكاليف والاضطراب المرتبطة بتغييرات اللحظة الأخيرة، التي قد تحدث بخلاف ذلك مع عملية تدقيق ما قبل الافتتاح.

وكما هو الحال في المرحلة السابقة، على المصممين في هذه المرحلة التأكد من تزويد فريق التدقيق بجميع الرسومات، وجميع التقارير السابقة حول المشروع في الوقت المناسب، وقبل التدقيق، للسماح لفريق التدقيق بإجراء عملية التدقيق بشكل احترافي وكامل.

٤-٣-٣ تدقيق مرحلة الإنشاء

عادةً ما يتضمن تدقيق سلامة الطرق أثناء الإنشاء تدقيقًا لخطط أعمال الطرق وخطط إدارة المرور المؤقتة في الحالات التي يكون فيها المشروع الجديد يعمل على تحسين طريق قيد التشغيل بالفعل (أو متصل به).

يجب تطبيق عملية مكونة من خطوتين. أولاً، يجب أن يتضمن التدقيق تقييمًا لخطط تصميم إدارة المرور المؤقتة المقترحة، لكل تكوين أو مرحلة مختلفة من المرور، قبل تنفيذها. يجب فحص الموقع، مع مراعاة أي سمات قائمة ستحتاج إلى تغطيتها أو إزالتها (مثال: اللافتات والخطوط الأرضية وعلامات الرصف)، أو الحماية (مثال: المخاطر على جانب الطريق التي ستكون قريبة من حركة المرور).

في الخطوة الثانية، بمجرد تنفيذ كل الترتيبات المؤقتة لحركة المرور، يجب فحص الموقع في وضح النهار والليل لجميع تحركات المرور المحتملة، وإعداد تقارير عنها. وفي النهاية، عند إزالة ترتيبات المرور المؤقتة، يجب إجراء فحص نهائي للتأكد من إزالة جميع الأجهزة المؤقتة (خاصة الخطوط الأرضية وعلامات الرصف) بشكل فعال. يجب أن تكون عملية التدقيق الأخيرة مقرونة بعملية تدقيق ما قبل الافتتاح (AUSTROADS, 2019).

عادةً ما تتضمن المسائل التي يجب التركيز عليها أثناء تدقيق إدارة المرور المؤقتة (مناطق أعمال الطرق) ما يلي (Department of Municipal Affairs & Transport, 2018; AUSTROADS, 2019):

- كفاية منطقة التحذير المسبق.
- كفاية أطوال المناطق الانتقالية (المستدقة).
- حدود السرعة المقترحة.
- ملاءمة التخطيط القياسي المُختار.
- التعارض بين السمات الدائمة والمؤقتة.
- أي جانب من جوانب التخطيط أو الأجهزة التي قد يخطئ السائقون في قراءتها (مثال: اللافتات المرورية وعلامات الرصف ومحددات الطريق).
- احتمالية وجود طين أو غبار يطمس الأجهزة.
- ملاءمة حواجز التصادم والتركيب السليم لها.
- الإنارة والتحويلات المناسبة.
- تدابير كافية للمشاة، ولا سيما لذوي الإعاقات.
- الحماية الكافية لموظفي أعمال الطرق.
- نقاط التعارض بين حركة المرور في منطقة أعمال الطرق والعامة.

الهدف من إدارة المرور في مناطق أعمال الطرق هو توجيه جميع مستخدمي الطريق إلى ما وراء منطقة أعمال الطرق بطريقة آمنة، وفعالة مع حماية العاملين في المنطقة. لذلك، يجب أن ينظر فريق التدقيق عن كثب في التعارضات المحتملة بين المركبات والعاملين، مع توفير معدات الحماية الشخصية للعاملين.

لا يعفي تدقيق سلامة الطرق لإدارة المرور في منطقة أعمال الطرق المقاول أو الاستشاري من أي مسؤولية عن ترتيبات العمل الآمن.

٤-٣-٤ التدقيق في مرحلة الافتتاح

هناك نوعان نموذجيان من التدقيق في مرحلة الافتتاح: ما قبل الافتتاح وما بعد الافتتاح.

إذا أُجريت عملية التدقيق عند اكتمال مشروع الطريق إلى حد كبير، وقبل فتح الطريق أمام حركة المرور، يُطلق عليها عملية التدقيق في مرحلة ما قبل الافتتاح. يجب أن تحدد هذه المرحلة من التدقيق المخاطر المحتملة لمستخدمي الطريق، والتي قد تكون نشأت أثناء الإنشاء أو لم تُحدد من خلال عمليات تدقيق سابقة. يتضمن هذا التدقيق فحصًا تفصيليًا للمخطط الجديد، ووجهاته ووصلاته قبل افتتاحه. يجب على فريق التدقيق القيادة في الطريق الجديد أو الطريق التي أجريت عليه إصلاحات جديدة والمشي على الأقدام فيه (حسب الاقتضاء)، لضمان توفير احتياجات السلامة لجميع مستخدمي الطريق المحتملين. يجب أن يشمل الفحص جميع أعضاء فريق التدقيق في وضح النهار وفي الظلام على حد السواء. يجب إجراء فحص ليلي في هذه المرحلة للتحقق من وضع اللافتات، ومحددات الطريق،

والإنارة وأي مسائل أخرى متعلقة بالليل/الإضاءة المنخفضة. على الفريق أيضًا أن يأخذ في الاعتبار تأثيرات الظروف الجوية المختلفة التي قد لا تكون موجودة وقت عملية الفحص (مثل الضباب أو العواصف الرملية).

لا تعد عملية تدقيق ما قبل الافتتاح مجرد فحص مدمج للتصميم المعتمد، ولكنها أيضًا إجراء قبول نيابة عن عامة مستخدمي الطريق. في هذا الوقت، قد تكون هناك حاجة إلى تحسينات صغيرة على بعض جوانب العمل الجديد لضمان عدم نقل الرسائل الخاطئة إلى مستخدمي الطريق بأساليب تعرض سلامتهم للخطر (AUSTROADS, 2022). فهي توفر الفرصة الأخيرة لإجراء تغييرات لاستبعاد المخاطر المحتملة قبل استخدام الطريق. في المشاريع الكبيرة أو المعقدة مع مراحل الافتتاح في أوقات مختلفة، يمكن إجراء تدقيق ما قبل الافتتاح على مراحل، حسب الاقتضاء لضمان فحص الأعمال قبل الافتتاح.

بحلول هذه المرحلة، سيتم إنشاء الطريق، ومن غير المحتمل أن تُعتمد أي توصيات من فريق التدقيق، تتضمن تغييرات مادية للقطاع العرضي، أو التخطيط، أو محاذاة الطريق بالكامل. إذا كانت المخاوف المتعلقة بالسلامة خطيرة، فيجب اكتشافها في مرحلة مبكرة من التدقيق. إذا لم يكن الأمر خطيرًا، فقد يبحث مدير المشروع عن تدابير مضادة منخفضة التكلفة (مثل لافتات التحذير) لمعالجتها.

وتجدر الإشارة إلى أنه في حال حدوث أي تغييرات رئيسة (مثال: التصميم) أثناء وجود المشروع قيد الإنشاء، على صاحب العمل طلب المشورة الهندسية لسلامة الطرق في ذلك الوقت (عن طريق تدقيق سلامة الطرق المرحلية - انظر أيضًا القسم الفرعي ٤-٣-٦-٤)، بدلاً من الاعتماد على التدقيق في مرحلة ما قبل الافتتاح.

يُشار إلى التدقيق الذي يُجرى في مراحل الافتتاح الأخرى باسم التدقيق لما بعد الافتتاح. إذا كان ذلك ممكنًا (انظر الجدول ٤-١)، يجب إجراء تدقيق ما بعد الافتتاح في غضون ثلاثة أشهر من الاكتمال، وفي موعد لا يتجاوز ستة أشهر بعد الانتهاء. أثناء عملية تدقيق ما بعد الافتتاح، على فريق تدقيق سلامة الطرق مراقبة السلوك البشري على الطريق الجديد في ظل ظروف تشغيل نموذجية.

في الحالات التي يكون فيها الطريق يحمل حركة مرور خلال فترة الإنشاء وقبل افتتاح الطريق رسميًا لحركة المرور، يجب إجراء التدقيق فور الانتهاء من أنشطة الإنشاء، ويفضل أن يكون ذلك قبل إزالة أي إدارة مرور مؤقتة أو قيود للسرعة.

في كل من التدقيق في مرحلة ما قبل الافتتاح وما بعد الافتتاح، بينما يجب تضمين جميع مخاوف السلامة المحددة في تقرير تدقيق سلامة الطرق وإحالتها إلى صاحب العمل لاتخاذ إجراء تصحيحي، فمن المتوقع أن يحدد فريق التدقيق المشكلات ويقدم توصيات متناسبة وقابلة للتطبيق تركز على عوامل مثل تغييرات في الإنارة، واللافتات، والمُحددات، وعلامات الرصف، وحواجز الحماية، وإزالة مخاطر الأشياء الثابتة، وتغييرات هيكلية طفيفة.

٤-٣-٥ تدقيق سلامة الطرق للطرق القائمة (فحص سلامة الطرق)

يجب أن يتضمن فحص سلامة الطرق تقييمًا رسميًا ومنهجيًا للمخاوف المتعلقة بالسلامة، وتقديم توصيات للتحسينات التصحيحية. يجب التخطيط للعملية، بشكلٍ شامل ومنهجي. ويؤخذ بالاعتبار:

- خصائص الطريق القائم قيد التقييم، مثل طريق أو جزء من الطريق، أو تقاطع، أو جوانب الطريق، أو سمات أخرى قد تكون مرتبطة بسلامة الطرق.
- حركات مستخدمي الطريق، بما في ذلك حركة المرور على الطريق، والحركات عند تقاطعات الطرق. يتضمن هذا أيضًا مختلف أنواع مستخدمي الطريق المرتبطين باستخدامات الأراضي المجاورة؛ أي ليس فقط هدف التصميم أو المواصفات، ولكن كيفية استخدام الطريق بالفعل.

يجب أن تطبق عملية فحص سلامة الطرق مبادئ هندسة سلامة الطرق على الطرق القائمة؛ أي أن عملية فحص سلامة الطرق غير مخصصة للتطبيق للتحقق من تصميم مشاريع الطرق، أو على الطرق قيد التنفيذ. وبدلاً من ذلك، يجب أن تحدد عملية فحص سلامة الطرق بشكل مباشر السمات التي قد تؤدي إلى الحوادث في المستقبل، بحيث تُنفذ تحسينات تصحيحية قبل وقوع الحوادث. قد تكون الحوادث السابقة مؤشرًا جيدًا على ذلك -وقد لا تكون كذلك- حيث تعد حوادث المرور حدثًا نادرًا نسبيًا. ومع ذلك، إذا كانت بيانات الحوادث تشير إلى أنماط حوادث معينة (الموقع، ونوع الحادث، وما إلى ذلك)، وبالتالي قد تؤخذ في الاعتبار.

تتضمن أهداف فحص سلامة الطرق ما يلي (AUSTROADS, 2022):

- أن يكون مكملًا لبرنامج معالجة بؤر الحوادث.
- معالجة مشكلات السلامة على وجه التحديد، بدلاً من الاعتماد كليًا على الصيانة الروتينية.
- تحديد المشكلات في إجراءات الصيانة الروتينية.
- تحديد مواقع المعالجات الشاملة (مثال: إزالة حواجز الحماية الأنبوبية الأفقية).
- الاهتمام بالتغييرات قبل أن تؤدي إلى حوادث؛ يمكن أن تتغير استخدامات الطريق والأرض المجاورة للطريق بمرور الوقت.
- التحقق من اتساق سمات الطريق.
- التحقق من كفاية توفير سمات إدارة حركة المرور.
- عدم نمو المسطحات الخضراء وحجب الأجهزة وخطوط الرؤية.
- تصبح الأجهزة قديمة بمرور الوقت، مما يؤثر على الوضوح والانعكاس ودقة الرسائل.

- الممارسات المقبولة تتغير مع الخبرة.

فيما يتعلق بإعطاء الأولوية لتصفية شبكة الطرق القائمة، يمكن أن يؤدي النهج المستهدف بشكل عام إلى تحسين التركيز على السلامة بهدف تقليل احتمالية وقوع حوادث في المواقع مرتفعة الخطورة، حيث من المرجح أن تكون احتمالية وقوع الحادث أو شدته هي الأكبر.

إن جدولة فحص سلامة الطرق التي تستهدف مجالات التركيز ذات الأولوية المحددة، لتعظيم المنافع والنتائج، قد تضمن ما يلي (Ministry of Transport, 2019):

- عينة من الطرق التي تشكل خطورة على مستخدمي الطريق، مثال: من تقارير الحوادث، أو الشكاوى العامة، أو المعلومات من موظفي الصيانة، وما إلى ذلك.
- التركيز على التحسينات منخفضة التكلفة، مثل فحص اللافتات وعلامات الرصف فقط، أو عناصر الصيانة الأخرى، خاصةً إذا فشل برنامج الصيانة في تصحيح أوجه القصور هذه.
- فحص حواجز الجسور و/أو حاجز السلامة المتصل بنهاية الجسر.
- فحص المخاطر الثابتة في المناطق الحضرية على جانب الطريق، بما في ذلك معالجات نهاية الحواجز.
- في المناطق الريفية، هناك حاجة إلى حاجز حماية عند الميول العالية أو شديدة الانحدار، بما في ذلك معالجات نهاية الحواجز.
- التركيز على خصائص محددة للطريق، مثل المنحنيات الضيقة.
- التركيز على أنواع معينة من التقاطعات المعروف أن احتمالية وقوع حوادث فيها أعلى، مثل التقاطعات العمودية، أو التقاطعات على شكل حرف (Y) بالإنجليزية، أو تلك التي تفتقر إلى مسارات الانعطاف.
- التركيز على مسافة الرؤية والرؤية عند التقاطعات.
- التركيز على المناطق التي ذات المستويات العالية من مستخدمي الطريق المعرضين للخطر، مثل المشاة.
- التحقق من اتساق المعالجات أو حدود السرعة.

أظهرت التجربة الدولية أن تدقيق مرحلة التصميم توفر طرقًا أكثر سلامة بتكلفة أقل، ولها فوائد مثبتة، وتكاليف تصحيحية أقل بشكل عام. لذلك يجب أن تدرك جهات الطرق أن تدقيق سلامة الطرق تكون أكثر فاعلية عندما تُجرى في وقت مبكر من تصميم الطريق وليس كفحص سلامة الطرق، لطريق مُنفّذ بالفعل (AUSTROADS, 2019).

تُوصف متطلبات فريق فحص سلامة الطرق، وخطوات الإجراء في الفقرات المقابلة، لجميع مراحل/أنواع تدقيق سلامة الطرق، مع الإشارة إلى خصائص عملية تدقيق الطرق القائمة عند الضرورة (يرد وصف فريق فحص سلامة الطرق في الجزء ٤-٤ وعملية فحص سلامة الطرق في الملحق (ط).

٤-٣-٦ الأنواع الأخرى من تدقيق سلامة الطرق

٤-٣-٦-١ التدقيق أثناء المرحلة المفاهيمية/الاستكشافية

على الرغم من أنه ليس شائعًا جدًا، في مشروعات الطرق الكبيرة، فإن توفير مدخلات هندسة سلامة الطرق المحددة في مرحلة الدراسات المفاهيمية والاستكشافية من خلال تدقيق مبكر لسلامة الطرق، يمكن أن يؤثر على المشكلات الأساسية مثل معايير التصميم، واختيار المسار، والتأثير على شبكة الطرق القائمة المجاورة والاستمرارية فيها، ونوع التقاطع أو المحول، والموقع والعدد والتخطيط (AUSTROADS, 2022).

بالنسبة لخطط إدارة المرور أو التحسينات على نطاق صغير، قد تكون هذه المرحلة غير مهمة، ولكن حتى يُجرى التدقيق، قد يكون من الصعب الحكم على قيمتها. عندما يؤثر الاختيار الأساسي للمعالجة على أداء السلامة، يمكن أن يكون التدقيق -مهما كان موجزًا- مفيدًا لأن الاختيار المحتمل للتصور غير المناسب قد يكون مكلفًا لتصحيحه.

في هذه المرحلة المبكرة، يحدد تدقيق سلامة الطرق مشكلات، مثل:

- الرجوع إلى مواصفات تصميم قديمة، أو التي لم تعد أفضل الممارسات.
- الرجوع إلى المواصفات التي لا تعد مناسبة للحد الأدنى من متطلبات التصميم والتي تكون صارمة للغاية، ولا تسمح بتصاميم أفضل، في حال إثبات إمكانيتها.
- عدم تقدير كيف يمكن أن يكون لمواصفة واحدة تأثير سلبي على سلامة عناصر أخرى من المشروع.
- غياب معايير التصميم للتشغيل الآمن للمركبات الثقيلة.
- غياب متطلبات سلامة الطرق الأساسية.

يعد إجراء تدقيق سلامة الطرق في مرحلة الدراسات المفاهيمية والاستكشافية اختياريًا لجميع أنواع الطرق، ولا يلغي الحاجة إلى التدقيق في مراحل لاحقة، على النحو المحدد في الجدول (٤-١).

٤-٣-٦-٢ تدقيق مشاريع تطوير استخدامات الأراضي

يمكن أن يكون لمشاريع تطوير استخدامات الأراضي تأثير على الطرق المتصلة بها، أو على طريق آخر على بُعد مسافة ما. عمليات التطوير من أي حجم لها مواقف سيارات، ومداخل، ومسارات مشاة خاصة بها. وبالتالي، لديها تقاطعات مرورية بنفس الطريقة الموجودة في الطرق العامة (AUSTROADS, 2019). ومع ذلك، ليست كل عمليات التطوير تستدعي إجراء تدقيق سلامة للطرق. يمكن تحقيق أكبر المكاسب المتعلقة بسلامة الطرق؛ إذا أجري التدقيق على:

- جميع الخطط الاستراتيجية.
- تطبيق تخطيط كل من البلدات/المدن (مشاريع تطوير استخدامات الأراضي) بحجم كبير (مثال: تقسيمات المجاورات السكنية/الصناعية الفرعية لأكثر من ٢٠ قسمًا، ومراكز التسوق الرئيسة، ومواقف السيارات التي تتسع لأكثر من ٥٠ سيارة).
- كل تطبيق يتصل مباشرة مع طرق شريانية أو مسارات مرورية مهمة أخرى؛ في بعض الأحيان يُتغاضى عن الأمور البسيطة مثل الوصول الآمن إلى المدخل في تطبيقات عمليات التطوير، ولا سيما عندما تمتد الخطة إلى حدود الموقع فقط.
- كل تطبيق حيث توجد أعداد كبيرة من المشاة أو راكبي الدراجات في مكان قريب.

يمكن أن تشمل أنواع عمليات التطوير أي شيء يناسب الوصف أعلاه، بما في ذلك:

- التقسيمات السكنية والتقسيمات الصناعية.
- مراكز التسوق (الجديدة والمتوسعة).
- محطات الوقود، ومحلات الوجبات السريعة، والمكاتب، وغرف الاستشارات الطبية، والتطويرات التجارية الأخرى.
- التطويرات الترفيهية.
- تطويرات الكثافة المتزايدة في مواقع فردية.

قد يعالج تدقيق سلامة الطرق الخاص بالتطوير مشاكل مثل (AUSTROADS, 2019):

- تأثير الازدحام على السلامة في فترات الذروة، بما في ذلك التغيرات في حركات الانعطاف، واستخدام الشوارع المجاورة.
- توليد حركات المشاة عبر الطرق الشريانية القائمة.
- توفير وسائل النقل العام الآمنة وروادها.
- الوصول إلى مواقع المركبات والمشاة، بما في ذلك مواقع المداخل وشكلها، وممرات الانعطاف الجديدة، ومسارات انعطاف للمركبات الكبيرة، ومواقع ممرات المشاة بالقرب من حركة المرور.
- توفير مواقف السيارات كافية، والحاجة إلى تلافي تجاوز وقوف السيارات على الطرق القريبة (أي في المسارات المرورية على الطرق).
- تعارضات المشاة والمركبات في الموقع، والمناطق المجاورة للموقع، والنوع، والتخطيط وتشغيل التقاطعات المجاورة.
- السرعات داخل الموقع وعند نقاط الوصول/التعارض.
- الرؤية في نقاط التعارض، وما إلى ذلك.

إن دمج تدقيق سلامة الطرق في عملية الموافقات على تخطيط المدن يحتاج إلى تنسيق ومراقبة من قبل سلطة التخطيط. يجب وضع إجراءات واضحة لتحديد ما يلي:

- ما هي المشاريع التي تتطلب إجراء تدقيق سلامة الطرق.
- في أي مرحلة من مراحل التصميم يلزم إجراء عملية تدقيق سلامة الطرق.
- من حصل على تقرير تدقيق سلامة الطرق (صاحب العمل أو سلطة التخطيط).
- من هم أعضاء فريق التدقيق المقبولين (التأهيل المسبق).
- إلى من يُوجه تقرير التدقيق (يجب توجيهه إلى سلطة التخطيط).
- كيف يتم التعامل مع نتائج التدقيق أو التوصيات، وما هي الوساطة أو التحكيم أو ترتيبات تقييم الطرف الخارجي، التي يجب اتباعها في حالة وجود خلاف.
- ما إذا كانت هناك حاجة لمزيد من التدقيق لإعادة التصميم.

٤-٣-٦-٣ تدقيقات/فحوصات متخصص لمجموعات مستخدمي الطرق

في حين أن جميع تدقيقات السلامة تحتاج إلى مراعاة احتياجات جميع مجموعات مستخدمي الطريق، فقد تكون هناك حالات يُجرى فيها تدقيق من منظور مجموعات مستخدمين احتياجات معينة (AUSTROADS, 2022). ومن هذا المنطلق، يمكن استخدام التدقيق على الطرق القائمة (أو غيرها من المرافق القائمة مثل مسارات الدراجات)، لتحديد مشاكل السلامة المحتملة لمجموعات مستخدمي طرق معينة، مع التركيز على احتياجات السلامة لتلك المجموعة. يمكن استخدام النتائج كمدخلات لبرامج المرور أو السلامة الأخرى، مثل برنامج المسارات الآمنة إلى المدرسة (المشاة من الأطفال)، وسلامة المركبات الثقيلة على طول مسارات الشحن الرئيسة، وسلامة الدراجات النارية على طول طرق السير الرئيسة، وسلامة راكبي الدراجات على شبكة الطرق وبرنامج التوعية بالسلامة.

قد تتضمن عمليات تدقيق سلامة الطرق المتخصصة ما يلي:

- التدقيق الرئيس لسلامة الطرق للحافلات و/أو مركبات النقل الثقيل.
- تدقيق سلامة المشاة وراكبي الدرجات على الطريق.
- تدقيق المسارات المشتركة مع المشاة و/أو راكبي الدراجات.
- تدقيق سلامة قيادة الدراجات النارية على الطريق.
- تدقيقات المشاة في المناطق القريبة من مراكز التسوق الكبيرة.
- معابر (مزلقانات) السكك الحديدية.
- تدقيق الوصول الآمن للأشخاص ذوي القدرة المحدودة على الحركة (مثال: المشاة المسنون، والأشخاص ذوي الإعاقة).

عند إجراء تدقيق لمجموعة معينة من مستخدمي الطريق، ينبغي على المدققين استخدام وسيلة النقل المعنية: ركوب الدراجة، أو ركوب شاحنة، أو المشي في الطريق، أو قيادة الدراجات النارية أو الدراجة الهوائية على الطريق، وما إلى ذلك. ينظر التدقيق في احتياجات المسنين، ويجب أن يضم فريق التدقيق عضوًا مسنًا.

٤-٣-٦-٤ التدقيقات المرحلية

يمكن إجراء تدقيقات سلامة الطرق المرحلية (Highways England, 2019; Department of Municipal Affairs & Transport, 2018) في أي مرحلة من مراحل المشروع، قبل أن يكتمل بشكل أكثر شيوعًا فهي تُطبق في مرحلة التصميم النهائي (التفصيلي)، لتقييم بعض أجزاء التصميم قيد الإعداد، أو في مرحلة التنفيذ؛ لمراجعة التغييرات في التصميم التي من المحتمل أن تُعتمد أثناء الإنشاء. يمكن أن يوفر إجراء تدقيقات سلامة الطرق المرحلية فائدة التحديد المبكر لمشاكل سلامة الطرق المحتملة قبل نهاية المرحلة المحددة، مما يؤدي إلى التوفير في كل من تكاليف البرنامج والتصميم، وتعود بالنفع على المشاريع الأكبر ذات البرامج العاجلة، مثل مخططات الطرق التي تتضمن المشاركة المبكرة من المقاول.

يعتمد قرار تعيين إجراء تدقيقات السلامة المرحلية على جهة صاحب العمل، ولا يجوز لفريق التصميم الاتصال بفريق التدقيق بدون الحصول على إذن كتابي مسبق من صاحب العمل. سيطلب فريق التدقيق معلومات لإجراء تدقيق مرحلي لسلامة الطرق، تحتوي على أي تفاصيل ورسومات متاحة، على الرغم من أنه من الواضح أنه لن يكون من الممكن تقديم كل شيء في مراحل التصميم المبكرة. وتجدر الإشارة إلى أن تنفيذ اتفاقية إجراء تدقيقات سلامة الطرق المرحلية يجب ألا تحل محل مرحلة معينة من مراحل تدقيقات سلامة الطرق.

٤-٤ فريق تدقيق سلامة الطرق

يحدد هذا الجزء متطلبات الفرق التي تقوم بتدقيق سلامة الطرق وفحصها، في المملكة العربية السعودية. من المهم أن يتم فقط تعيين الأشخاص المؤهلين بشكل مناسب لإجراء التدقيق للمملكة العربية السعودية.

العناصر الرئيسة التي يجب أن يمتلكها فريق التدقيق هي المهارات الهندسية لسلامة الطرق المناسبة، والاستقلالية عن تصميم المشروع والإنشاء، والخبرة ذات الصلة في هندسة سلامة الطرق، وأن يكونوا حاصلين على اعتماد مهني مناسب. وصفت هذه العناصر باستفاضة في الأقسام الفرعية الآتية، إلى جانب إرشادات حول العدد الموصى به من المدققين وتخصيصات الأدوار المنوطة داخل فريق التدقيق.

٤-٤-١ المهارات

الخبرة في هندسة سلامة الطرق هي العنصر الأكثر أهمية في أي فريق تدقيق أو فحص للسلامة على الطرق. وهذا يجب أن يتضمن:

- دراسات في قطاع النقل.
- خبرة في تصميم الطرق من خلال المشاركة في مشاريع تصميم الطرق، إما كعضو في فريق التصميم أو كمراجع.
- تحليل حوادث الطرق، إما كطالب (بعد اتباع دورة تدريبية ذات صلة) أو كمحترف في سلامة الطرق.

يجب أن يكون جميع الأشخاص الذين أُشركوا ليكونوا جزءًا من فريق التدقيق، مدققين مؤهلين ومدرجين في السجل الوطني لمدققي سلامة الطرق (انظر المتطلبات الرسمية ذات الصلة في الجزء الفرعي ٤-٤-٥). قد تتطلب مراحل أو أنواع التدقيق المختلفة مهارات وخبرات مختلفة، على النحو الموضح في الملحق (ط).

لن تقبل جهة صاحب العمل فريق التدقيق إذا كان يفتقر إلى التدريب، والمهارات، والخبرة اللازمة ليكون مدرجًا في السجل الوطني للمدققين المعتمدين، أو إذا كان استقلاله عن فريق التصميم موضع شك. في مثل هذه الحالات، يجب اقتراح فريق بديل.

٤-٤-٢ الاستقلالية

يجب أن يكون مُدقق سلامة الطرق مستقلاً، بحيث يُنظر إلى التصميم بمنظور جديد وحيادي وغير متحيز. ومع ذلك، يجب أن يكون هناك تواصل جيد بين المجموعات المعنية والمحافظة عليه، إذا كان التدقيق يجب أن يتم بشكل فعال، وبدون إضاعة الوقت والجهد (انظر أيضًا الجزء الفرعي ٤-٢). يجب أن يتحلى المدققون بالموضوعية في تقييماتهم، وأن يدركوا حقيقة أن لا أحد يحب النقد. يجب أن يأخذ المصممون وأصحاب العمل في الاعتبار نتائج التدقيق، أو التوصيات بموضوعية، وأن يدركوا أن التدقيق يساعد في تجنب إنشاء مشروعهم وهو يحتوي على مشاكل تتعلق بالسلامة (AUSTROADS, 2019).

فيما يتعلق فحوصات سلامة الطرق للطرق القائمة، يجب أن يكون فريق الفحص مستقلاً عن موظفي إدارة الطرق، الذين يكونون عادةً مسؤولين عن إدارة الطريق المحدد أو صيانته. يجب الحصول على أعضاء الفريق المناسبين من أماكن أخرى في إدارة الطرق (أو مستشاريها الحاليين)، أو من إدارات طرق أخرى، أو أن يكونوا مستشارين مستقلين معينين خصيصًا لهذه المهمة.

في سياق مشروع البنية التحتية العامة (الذي تقوم به جهة حكومية)، تعتبر العلاقة بين مدير المشروع وقائد فريق التدقيق ذات أهمية خاصة. وهذا بسبب الدور المركزي الذي يلعبه مدير المشروع في تمثيل مصالح جهة صاحب العمل (إدارة الطرق) في دورة حياة تطوير المشروع، وفي الوقت نفسه، التعامل مع قائد فريق التدقيق بشفافية وعدم انحياز. ويترتب على ذلك أن صاحب العمل/الراعي لمشروع من القطاع العام يجب أن يضمن عادةً أن يكون له الكلمة الأخيرة، أو حق النقض على التعيينات داخل فريق التدقيق. بالإضافة إلى دعم مبدأ الاستقلالية لعمليات التدقيق، فإن هذا يضمن الاستجابة لمخاطر الحوادث من منظور مالك الأصول النهائي، مع مراعاة واجب العناية الذي يتحملونه في نهاية المطاف (AUSTROADS, 2019).

٤-٤-٣ الأدوار في فريق التدقيق

يتألف فريق التدقيق من قائد الفريق وعضو (أو أعضاء) الفريق، وفي بعض الحالات مراقبي تدقيق سلامة الطرق و/أو مستشارين متخصصين.

إن قائد فريق تدقيق سلامة الطرق مسؤول عن ضمان فحص جميع جوانب سلامة الطرق للمشروع بدقة أثناء التدقيق، سواءً في الموقع أو في المكتب. قائد الفريق مسؤول عن ضمان اكتمال التدقيق في الوقت المناسب، وباحترافية، وهو مسؤول أيضًا عن محتوى التقرير النهائي، والتوقيع على التقرير المكتمل نيابةً عن الفريق، وإرساله إلى مدير المشروع.

يتحمل عضو (أعضاء) فريق التدقيق مسؤولية مساعدة قائد فريق التدقيق في فحص الرسومات بدقة (أو الطريق القائم في حالة إجراء فحص سلامة الطرق) أثناء التدقيق. عضو (أعضاء) الفريق مسؤول أيضًا عن فحص الموقع (ليلًا ونهارًا) مع الفريق، ومساعدة قائد الفريق في إكمال التدقيق في الوقت المناسب وباحترافية.

قد ينضم مراقبو فريق التدقيق أيضًا إلى الفريق لاكتساب الخبرة في تنفيذ أعمال تدقيق سلامة الطرق، قبل حصولهم على اعتمادهم الرسمي كمدققين. يجب أن يقتصر الحد الأقصى لعدد المراقبين على اثنين، حتى لا يعيق أعمال التدقيق.

على مدير المشروع وقائد فريق التدقيق النظر فيما إذا كانت هناك أي سمات للمشروع، مثل التقاطعات المعقدة المحكومة بالإشارات المرورية، أو تصميم الطرق ، أو إدارة حركة المرور، أو مشكلات الصيانة التي تستدعي تعيين مستشارين متخصصين لتقديم المشورة لفريق التدقيق. يخضع تعيين المستشارين المتخصصين لموافقة صاحب العمل. المستشارون المتخصصون ليسوا أعضاءً في فريق التدقيق ولكنهم ينصحون الفريق فقط بشأن مسائل محددة تتعلق بتخصصهم.

٤-٤-٤ عدد المدققين

يجب أن يتألف فريق تدقيق (أو فحص) سلامة الطرق من عضوين على الأقل: قائد الفريق وعضو الفريق، مع استثناءات للمشاريع الصغيرة فقط. أيضًا، لأغراض التدريب، قد يضم فريق التدقيق أيضًا مراقبًا واحدًا أو اثنين. هناك العديد من الفوائد لإشراك فريق تدقيق لإجراء أعمال التدقيق، بدلاً من الاستعانة بمدقق واحد:

- يمكن اكتساب وجهات نظر مختلفة لنفس المشكلة. يأتي هذا من تنوع الخلفيات ومن الخبرات المختلفة داخل الفريق.
- الإثراء المتبادل للأفكار. عندما يناقش اثنان أو ثلاثة متخصصين مشكلات السلامة في المكتب أثناء تدقيق "مكتبي"، أو عند تواجدهم في الموقع، فإنهم يساعدون بعضهم البعض على زيادة الوضوح في أفكارهم، وتوفير رؤية أوسع للمخاوف المحتملة المتعلقة بالسلامة في المشروع.
- الحصول على مزيد من المعرفة المتاحة في الموقع. إذا كان لدى فريق التدقيق أعضاء بخلفيات مختلفة، فقد يساعدون بعضهم البعض في المسائل الفنية.
- قد تؤدي الاختلافات بين الجنسين والعمر أيضًا إلى أن يرى المدققون قضايا السلامة بشكل مختلف. في حين أنه ليس من الممكن دائمًا الحصول على فريق تدقيق بمثل هذه الاختلافات الواسعة، فقد يكون من المرغوب فيه إشراك فرق التدقيق التي تقدم اختلافًا واسعًا قدر الإمكان.

يُحدد حجم فريق التدقيق من قبل مدير المشروع بعد التشاور مع رئيس فريق التدقيق، مع الأخذ في الاعتبار حجم المشروع الذي جرى فحصه وصعوباته. قد تصبح الفرق المكونة من أكثر من أربعة أشخاص غير قابلة للإدارة وغير فعالة. لذلك -كتوصية عامة- فإن فريقًا يتألف من مدققين أو ثلاثة هو عدد مناسب لمعظم أعمال التدقيق.

بالنسبة للمشاريع الصغيرة على الطرق ذات حجم المرور المنخفض في المواقع ذات السرعة المنخفضة، قد يكون التدقيق من قبل شخص واحد مُرضيًا، إذا فُصّل ذلك في الشروط المرجعية للتدقيق، والموافقة عليها من قبل إدارة سلامة الطرق في الجهة المختصة.

٤-٤-٥ المتطلبات الرسمية والخبرات

يُقر اعتماد المدققين وتسجيلهم في السجل الوطني رسميًا بنجاح المدقق في إكمال دورة تدقيق معترف بها وخبرة التدقيق ذات الصلة. قد تختلف الخبرة المطلوبة للمدققين فيما يتعلق بنوع التدقيق والأدوار داخل فريق التدقيق (انظر أيضًا الجزء الفرعي ٤-٤-٣).

يجب أن يكون مراقب فريق التدقيق لديه المواصفات الآتية:

- شهادة جامعية في الهندسة المدنية.
- ٣ سنوات على الأقل من الخبرة المهنية بعد الحصول على الشهادة.
- المشاركة (كمصمم أو مراجع) في مشروع تصميم طرق واحد على الأقل.
- المعرفة الأساسية بتحليل حوادث الطرق.
- الالتحاق الناجح بدورة تدريبية حول تدقيق سلامة الطرق، وإدراجها في السجل الوطني للمراجعين المعتمدين.

يجب أن يكون عضو فريق التدقيق قادرًا على إظهار المستوى التالي من الخبرة:

- جميع متطلبات مراقب فريق التدقيق.
- إكمال ما لا يقل عن ٥ عمليات تدقيق خلال الـ ١٢ شهرًا الماضية كمراقب لفريق التدقيق.

مهندسو سلامة الطرق المعتمدون رسميًا كمدققين في البلدان التي تطبق بانتظام أعمال تدقيق سلامة الطرق (المملكة المتحدة، وأستراليا، ونيوزيلندا، ودول الاتحاد الأوروبي)، ومع خبرة كبيرة من بلدان مختلفة قد يُنظر في اعتمادهم أيضًا كأعضاء فريق التدقيق في السجل الوطني.

يجب أن يحقق قائد فريق التدقيق المواصفات الآتية:

- جميع متطلبات أعضاء فريق التدقيق.
- إكمال ما لا يقل عن ٥ عمليات تدقيق خلال الـ ١٢ شهرًا الماضية كعضو في فريق التدقيق.

مهندسو سلامة الطرق المعتمدون رسميًا كمدققين في البلدان التي تطبق بانتظام أعمال تدقيق سلامة الطرق (المملكة المتحدة، وأستراليا، ونيوزيلندا، ودول الاتحاد الأوروبي)، ومع خبرة كبيرة من بلدان مختلفة قد يُنظر في اعتمادهم أيضًا كقادة لفريق التدقيق، إذا تمكنوا من إجراء ما لا يقل عن ٥ عمليات تدقيق كعضو فريق تدقيق في المملكة العربية السعودية.

٤-٥ قوائم المراجعة

٤-٥-١ الغرض من قوائم مراجعة أعمال تدقيق سلامة الطرق

يوصى باستخدام قوائم المراجعة لمساعدة فريق التدقيق، ولتقليل مخاطر التغاضي عن أمور مهمة تتعلق بالسلامة أثناء التدقيق. استخدام قوائم المراجعة ليس إلزاميًا، ولكنها مصدر قيّم. يجب استخدامها بطريقة تلبي احتياجات كل مدقق على أفضل وجه. قد تكون قوائم المراجعة قابلة للتطبيق بالكامل على جميع مشاريع الطرق، وقد لا تكون كذلك. يجب أن يدرك المدققون أن استخدام قوائم المراجعة يتطلب الحكم السليم. بمرور الوقت، عندما يصبح المدققون أكثر خبرة، قد يقررون استخدام قوائم المراجعة فقط كمنشطات صغيرة للذاكرة أثناء مرحلة التدقيق المكتبي.

تشير قوائم المراجعة أيضًا إلى مجموعة متنوعة من مستخدمي الطرق. على سبيل المثال، تُذكِر قوائم المراجعة فرق التدقيق بمراعاة احتياجات السلامة لمستخدمي الطريق المعرضين للخطر على قدم المساواة، مع احتياجات السلامة لمستخدمي المركبات.

هناك مجموعة واحدة من قوائم المراجعة لكل مرحلة من مراحل التدقيق المطلوبة. فضلاً عن ذلك، تُضمن مجموعة من قوائم المراجعة لأعمال التدقيق أثناء الدراسات المفاهيمية والاستكشافية، إذا كانت هناك حاجة إلى مرحلة مبكرة من التدقيق عن تلك المنصوص عليها في الجزء (٤-٣) لبعض المشاريع.

ينبغي عدم إرفاق قوائم المراجعة بتقرير التدقيق. يجب أن يحتوي التقرير المكتوب على شرح كافٍ لنتائجها وتوصياتها، دون الحاجة إلى الرجوع إلى الملاحظات على قوائم المراجعة.

قد يرغب المصممون أيضًا في استخدام قوائم المراجعة لمساعدتهم على تحديد مشكلات السلامة المحتملة في تصاميمهم، وكطريقة لمعرفة أنواع المشكلات التي سيعالجها المدقق.

يمكن استخدام قوائم المراجعة أثناء التدقيق في الحالات الآتية:

- تقييم الوثائق. على وجه الخصوص، عندما تُفحص رسومات المشروع.
- فحص الموقع. في هذه المرحلة، من المهم تصور كيف سيتناسب المشروع مع السمات القائمة.
- كتابة تقرير التدقيق، لإعادة التحقق من معالجة المشكلات ذات الصلة.

٤-٥-٢ كيفية استخدام قوائم المراجعة

قبل البدء، تُحدد أي مجموعة من قوائم المراجعة مطلوبة لأن التدقيق قد يغطي أكثر من مرحلة واحدة في عملية التصميم.

يجب استخدام قوائم المراجعة على النحو التالي:

- طباعة قوائم المراجعة واستخدامها في التدقيق المكتبي وفحص الموقع.
- تذكير أعضاء الفريق بأن التدقيق الناجح لا يتحقق بمجرد وضع علامة على كل عنصر في قائمة المراجعة. الموضوعات في كل قائمة مراجعة تغطي فقط العناصر المشتركة لمشروع الطريق؛ جرى تفصيلها ولكنها ليست شاملة.
- تذكير أعضاء الفريق أن بعض عناصر قائمة المراجعة قد لا تكون ذات صلة بالمشروع قيد التدقيق. لذلك يحتاج المدققون إلى ممارسة حكمهم الخاص حول سلامة أي سمة في تصميم هذا المشروع، حيث تكون الخبرة والحكم الهندسي بالغة الأهمية.
- تشجيع أعضاء فريق التدقيق على التفكير بنطاق واسع في سلامة مستخدمي الطريق في المستقبل لمشروع الطريق، وألا يقتصر التفكير فقط على العناصر الموجودة في قوائم المراجعة.
- تُصاغ قوائم المراجعة بحيث تعني الإجابة السلبية (لا) عن أي سؤال أنه قد تكون هناك مشكلة تتعلق بالسلامة لتُضمن في تقرير التدقيق. تعني الإجابة الإيجابية (نعم) المعطاة على أي سؤال أن المشكلة قد فُحصت، ومن غير المرجح أن تسبب مخاوف تتعلق بالسلامة لمستخدمي الطريق في المستقبل.
- وُفر عمود غير قابل للتطبيق (لا ينطبق) للتأكد من اكتماله حيث ستكون هناك حالات لا تكون فيها العناصر الموجودة في قائمة المراجعة ذات صلة بالمقترح قيد التدقيق.
- إضافة الملاحظات في عمود "التعليقات" حسب الضرورة حول مشكلات معينة تتعلق بالسلامة، ومكان وجودها.

تهدف الموضوعات المدرجة إلى تغطية العناصر الأكثر شيوعًا في التصميم والممارسة؛ فهي ليست وافية، وعلى المدققين استخدام مهاراتهم الخاصة للحكم على سلامة أي سمة. إذا كان الموضوع المدرج غير ذي صلة على ما يبدو بالمشروع قيد التدقيق، فيجب النظر للموضوع بنظرة شاملة، لمعرفة ما إذا كان يطرح سؤالاً ذا صلة. على سبيل المثال، قد تُطمس خطوط الرؤية بواسطة سمات غير مدرجة في قوائم المراجعة، وربما فقط في أوقات معينة من اليوم. يساعد فهم البيئة العامة حول المشروع المدققين على تحقيق أقصى استفادة من قوائم المراجعة.

يجب أن يحتفظ فريق التدقيق بقوائم المراجعة المكتملة للرجوع إليها في المستقبل.

٥- تحليل سلامة الطرق

٥-١ مقدمة

٥-١-١ النطاق

يشير تحليل سلامة الطرق إلى منهجيات وتقنيات تحديد المخاطر وأوجه القصور في السلامة التي تشكل جزءاً أصيلًا من إجراءات إدارة سلامة الطرق (انظر أيضا الباب ٣-: إدارة سلامة الطرق من المجلد الحالي). تنقسم تقنيات تحليل سلامة الطرق إلى فئتين كبيرتين:

- نُهج تفاعلية (كردة فعل)، تستند على تحليل إحصائي لبيانات الحوادث المسجلة.
- نهج استباقية، تستند على تقييم سلامة عناصر الطرق وعناصر الطرق المساهمة في معظم الأحيان في مخاطر الحوادث.

وتنقسم الأساليب الاستباقية إلى:

- الأساليب النوعية (مثل تدقيق وفحص سلامة الطرق).
- الأساليب الكمية (مثل استخدام نماذج التنبؤ بالحوادث).

يحدد هذا الباب من تحليل سلامة الطرق متطلبات استخدام منهجيات تحليل سلامة الطرق في سياق إدارة سلامة البنية التحتية الأساسية للطرق في المملكة العربية السعودية.

٥-١-٢ المعايير والإرشادات

منهجية التنبؤ بالحوادث المشار إليها في هذا الباب مأخوذة من دليل (AASHTO) لسلامة الطرق (AASHTO, 2010; AASHTO, 2014). بالنسبة للمسائل التي لم تُتناول في هذا الباب أو في الملحق (م)، يمكن للقارئ الرجوع إلى أحدث إصدار من دليل سلامة الطرق من إصدار (AASHTO).

لا توجد معايير للمواد ذات الصلة بالباب الحالي.

٥-١-٣ ملخص الأجزاء

الجزء (٥-١): يقدم (هذا الجزء) المعلومات الأولية والسياق.

يحدد الجزء (٥-٢): متطلبات تطبيق تقنيات التحليل الاستباقي مقابل التحليل التفاعلي للسلامة على الطرق.

يحدد الجزء (٥-٣): متطلبات تطبيق طريقة التنبؤ بالحوادث في سياق كود الطرق السعودي.

قد يشير كود الطرق السعودي أيضًا إلى الملحق (م) الذي يوفر المنهجية والإجراءات الموصى بها للتحليل الكمي لسلامة الطرق، بناءً على منهجية التنبؤ بالحوادث في دليل (AASHTO) لسلامة الطرق (AASHTO, 2010; AASHTO, 2014).

٥-١-٤ التفسير والملاحظات

تُطبَّق منهجيات تحليل سلامة الطرق لتكملة التطبيقات الأخرى لإدارة سلامة الطرق، مثل الاختيار بين التدابير المضادة البديلة، وتقدير إمكانية وقوع حادث لطريق قائم أو مستقبلي، وتقدير تكرار الحوادث المتوقع بعد تطبيق تدبير مضاد للسلامة، وما إلى ذلك.

يحدد هذا الباب نطاق أساليب التحليل الاستباقية مقابل التحليل التفاعلي للسلامة على الطرق، ويركز على الطريقة التنبؤية بوصفها أداة لتحليل سلامة الطرق ينبغي استخدامها عند الحاجة إلى تقدير تكرار الحوادث (أو تقدير التغير في تكرار الحوادث). ترد في هذا الباب متطلبات ملزمة بشأن كود الطرق السعودي بينما ترد التوصيات غير الملزمة والتوجيهات ذات الصلة في الملحق (م).

يُقترح استخدام منهجية التنبؤ بالحوادث المعروضة وما يتصل بها من دوال أداء السلامة (SPFs) وعوامل تعديل الحوادث (CMFs)، إلى أن يتم تطوير دوال أداء السلامة وعوامل تعديل الحوادث خصيصًا للمملكة العربية السعودية المبنية على البيانات المحلية. إن معايرة المنهجية للظروف المحلية حسب البيانات المتاحة (انظر الجزء الفرعي ٥-٣-٥) واختيار عوامل تعديل الحوادث الملائمة (انظر الجزء الفرعي ٥-٣-٥) ينبغي أن تُطبق في جميع تطبيقات الطريقة التنبؤية في المملكة العربية السعودية.

٥-٢ تحليلات سلامة الطرق الاستباقية والتفاعلية

٥-٢-١ طرق تحليل سلامة الطرق التفاعلية

في نُهج سلامة الطرق التفاعلية، تُستخدم بيانات الحوادث التاريخية السابقة، سواء في نقاط على الطريق أو على مقاطع طرق أو تقاطعات أو عبر المناطق، لتحديد المواقع التي من المرجح أن تحدث فيها الحوادث في المستقبل (تسمى "المواقع الخطرة" أو "المواقع عالية الخطورة" أو "بؤر الحوادث"). يعتمد النهج على تحليلات الحوادث لتحديد مشاكل السلامة أولاً قبل السعي لاتخاذ تدبير مضاد.

من أجل استخدام نهج تفاعلي لتحليل سلامة الطرق، يجب أن تنطبق جميع المتطلبات الآتية في آن واحد:

- يجب أن يكون الطريق (أو المرافق أو المواقع) الجاري فحصه قيد التشغيل لعدة سنوات (ثلاث سنوات كحد أدنى)، دون أي تغييرات كبيرة في هندسة الطريق أو معداته.
- يوجد تركيزات عالية للحوادث، حتى يتمكن التحليل الإحصائي من تحقيق نتائج قوية.
- توفر بيانات حوادث مفصلة ذات جودة كافية، بما في ذلك المواقع الدقيق للحوادث.

ويرد وصف تفصيلي للإجراء اللازم اتباعه من قبل المتخصصين في سلامة الطرق في المملكة العربية السعودية في الباب (٣) من المجلد الحالي.

٥-٢-٢ طرق تحليل سلامة الطرق الاستباقية

عادة لا تشكل المواقع الخطرة التي حُددت من خلال تحليل بيانات الحوادث المسجلة سوى نسبة صغيرة من الشبكة المسؤولة عن حوادث الإصابات. تظهر التجربة الدولية أن نسبة كبيرة من الحوادث الخطيرة لا تزال تحدث في مواقع لا يوجد بها حوادث مسجلة.

تُستخدم أساليب التحليل الاستباقي للسلامة على الطرق، التي لا تعتمد على المعرفة بمواقع الحوادث السابقة لتحديد المواقع الشديدة الخطورة، إما كنهج قائم بذاته أو كوسائل تكميلية للنهج التفاعلي. الأسلوب الاستباقي الأكثر شيوعًا هو عملية فحص سلامة الطرق، المحددة في الباب (٤) من المجلد الحالي.

تُستخدم منهجية التنبؤ بالحوادث، على النحو المحدد في الجزء التالي وبتفصيل أكبر في الملحق (م) لتقدير احتمالية وقوع حوادث في مشروع طريق جديد أو مشاريع إصلاح طرق قائمة، بشكل استباقي، وكذلك للاختيار بين التدابير المضادة البديلة للسلامة على الطرق (انظر أيضا الجزء ٣-٥) وتقدير الفوائد (من حيث خفض الإصابات والوفيات)؛ من أجل التقييم الاقتصادي لتدابير السلامة المضادة (انظر أيضًا الجزء ٣-٦).

٥-٢-٣ الربط بين الأساليب التفاعلية والاستباقية

الجدول (٥-١) يسلط الضوء على الخصائص الرئيسة للنهج التفاعلية والاستباقية.

الجدول (٥–١) التباين بين العمليات الاستباقية والتفاعلية (AUSTROADS, 2018).

العمليات الاستباقية - تقييمات الطرق	العمليات التفاعلية – مبنية على بيانات الحوادث
تعتمد على عملية تقييم صالحة، لكنه لا يتطلب بيانات دقيقة عن الحوادث.	تعتمد على بيانات الحوادث الصحيحة، بما في ذلك بيانات الموقع الدقيقة وبيانات شدة الحادث.
تعتمد على سمات الطريق وحدها للتنبؤ بالحوادث.	قادرة على استيعاب تاريخ الحادث المتأثر بالعوامل السلوكية وكذلك سمات الطريق (مثل القرب من فندق، أو وجود "منطقة الإجهاد" على بعد ساعات من مدينة رئيسة)
قد تتفاعل السمات الهندسية للطرق مع مستويات السلامة في مزيج المركبات لإحداث اختلافات غير مكتشفة في مخاطر الحادث وشدة الحادث.	تستوعب الاختلافات في مخاطر الحادث والشدة بسبب مزيج المركبات من خلال استخدام بيانات الحادث الفعلية.
يمكن تطبيقها على الطرق الجديدة أو المعاد تصميمها.	لا يمكن تطبيقها على الطرق الجديدة أو المعاد تصميمها. استخدام الطرق لعدة سنوات مطلوب لتوافر بيانات الحوادث.
مستقلة عن الاختلافات الإحصائية في وقوعات الحوادث.	قد تكون عرضة للاختلافات في وقوعات الحوادث.
ترتبط ارتباطًا وثيقًا بمبادئ النظام الآمن.	ليست مرتبطة ارتباطًا وثيقًا بالنظام الآمن، حيث يجب أن تقع الحوادث قبل أن تتمكن هذه العملية من العمل.
تعتمد التقييمات المستندة إلى إعادة تقييم الطريق على صحة طريقة التقييم وتوافقها مع مخاطر الحادث.	يمكن وضع التقييمات حسب تحول الفئة و/أو الانحدار إلى المتوسط (RTM)، على الرغم من وجود طرق للحد من هذه المخاطر .

غالبًا ما تُستخدم النُهج التفاعلية والاستباقية مجتمعة. على سبيل المثال، بالنسبة لطريق ريفي به أعداد كبيرة من حوادث الخروج عن الطريق، فمن المقبول معالجة جميع المواقع المحتملة عالية الخطورة، بغض النظر عما إذا كانت الحوادث قد وقعت هناك أم لا. هذا على عكس التحليل التقليدي القائم على الحادث الذي من شأنه أن يعالج فقط تلك المواقع التي سُجلت فيها الحوادث. علاوة على ذلك، يمكن استخدام تقنيات محددة للتحليل الاستباقي للسلامة على الطرق (مثل نماذج التنبؤ بالحوادث) ضمن نهج تصفية الشبكة القائم على الحوادث لاختيار أنسب التدابير المضادة (انظر أيضا الباب (٣).

٥-٣ الطريقة التنبؤية

٥-٣-١ نظرة عامة

تُستخدم الطريقة التنبؤية لتقدير متوسط تكرار الحادث المتوقع للشبكة أو المرفق أو الموقع الفردي لفترة زمنية معينة، والحجم المروري، وسمات التصميم الهندسي (الجيومتري) للطريق أو التقاطع. يمكن تطبيقه إما للحالات القائمة أو للحالات التي لم تحدث بعد. بناءً على ذلك، من الممكن استخدام الطريقة التنبؤية لتقييم ومقارنة متوسط تكرار الحوادث للآتي:

- مرافق قائمة في ظل الأحجام المرورية السابقة والمستقبلية.
- تصاميم بديلة لمرفق قائم في ظل الأحجام المرورية السابقة والمستقبلية.
- تصاميم مرفق جديد في ظل الأحجام المرورية المستقبلية (المُقدرة).
- تدابير مضادة محتملة بعد فترة من التنفيذ (للاختيار من بين البدائل).

وإلى أن يتم الانتهاء من وضع طريقة تنبؤية (دوال أداء السلامة وعوامل تعديل الحوادث) للمملكة العربية السعودية، ينبغي تطبيق الطريقة التنبؤية على النحو المبين في الملحق (م) التي تستند إلى أدلة الولايات المتحدة الأمريكية ذات الصلة (AASHTO, 2010; AASHTO, 2014; AASHTO, 2014; FHWA, 2013). إن معايرة المنهجية للظروف المحلية حسب البيانات المتاحة (انظر الجزء الفرعي ٥-٣-٥) واختيار عوامل تعديل الحوادث الملائمة (انظر الجزء الفرعي ٥-٣-٤) يجب أن تطبق في جميع تطبيقات الطريقة التنبؤية في المملكة العربية السعودية. وللحصول على معلومات إضافية غير مدرجة في هذا الباب والملاحق، يمكن للقارئ أن يرجع أيضاً إلى آخر إصدارات أدلة (AASHTO) المذكورة أعلاه.

٥-٣-٢ أنواع مرافق الطريق

لغرض تطبيق الطريقة التنبؤية، يجب تصنيف مقاطع الطرق إلى أحد أنواع المرافق الأربعة الآتية: الطرق الريفية ذات المسارين وذات الاتجاهين (المُفردة) والطرق الريفية متعددة المسارات والطرق السريعة والطرق شبه السريعة والطرق الحضرية الشريانية وطرق الضواحي الشريانية. تنطبق المعايير الآتية فيما يتعلق بهذا التصنيف (AASHTO, 2010; AASHTO, 2014).

٥-٣-٢-١ التمييز بين المناطق الحضرية والضواحي والمناطق الريفية

يخضع تصنيف منطقة ما على أنها حضرية أو ضواحي أو ريفية لخصائص الطريق، والسكان المحيطين، واستخدامات الأراضي. لغرض تنفيذ الأسلوب التنبؤي، تعتبر الأماكن داخل الحدود الحضرية (المناطق المطورة) حيث يزيد عدد السكان عن ٥,٠٠٠ نسمة "مناطق حضرية". تعد الأماكن خارج المناطق الحضرية "مناطق ريفية". يشير مصطلح "الضواحي" إلى الأطراف الخارجية للمنطقة الحضرية؛ لا تميز الطريقة التنبؤية بين الأجزاء الحضرية والضواحي من المنطقة المطورة.

٥-٣-٢-٢ طرق ريفية ذات مسارين وذات اتجاهين (مفردة)

تشير نماذج الطرق الريفية ذات المسارين وذات الاتجاهين (المفردة) إلى جميع الطرق الريفية ذات المسارين والحركة المرورية عليها ثنائية الاتجاه، بما في ذلك أيضًا الطرق ذات المسارين مع مسارات تجاوز/تخطي أو صعود/تسلق إضافية (انظر أيضًا الجزء الفرعي ٥-٤-٦ من كود الطرق السعودي ٣٠١ - التصميم الهندسي للطرق) أو مع مقاطع قصيرة من أربعة مسارات (قد يصل طولها إلى ثلاث كيلومترات) حيث تُوفر المسارات المضافة في كل اتجاه على وجه التحديد لتعزيز فرص التجاوز/التخطي. تُوفر أيضًا نماذج لتقاطعات رباعية أو ثلاثية الأفرع، حيث يكون الطريق الفرعي محكومًا بلافتة "قف"، وتقاطعات رباعية الأفرع محكومة بإشارات مرورية.

٥-٣-٢-٣ الطرق الريفية المتعددة المسارات

تشمل النماذج الطرق الريفية متعددة المسارات دون التحكم الكامل في الوصول. هذا يشمل جميع الطرق الريفية غير السريعة مع أربعة مسارات، باستثناء الطرق ذات المسارين مع مسارات تجاوز/تخطي، كما هو موضح في الفقرة ٥-٣-٢-٢. تُوفر نماذج أيضًا لتقاطعات رباعية أو ثلاثية الأفرع، حيث يكون الطريق الفرعي محكومًا بلافتة "قف"، وتقاطعات رباعية على الطرق الريفية متعددة المسارات محكومة بإشارات مرورية.

٥-٣-٢-٤ الطرق شبه السريعة ذات التحكم الكامل في الوصول والطرق السريعة

تشير النماذج إلى مقاطع الطرق الريفية السريعة مع أربعة إلى ثمانية مسارات (إجمالي اتجاهي السير)، ومقاطع الطرق الحضرية السريعة مع أربعة إلى عشرة مسارات (إجمالي اتجاهات السير) ومسارات تغيير السرعة للطرق السريعة المرتبطة بمنحدرات الدخول والخروج. الطرق السريعة ذات تحكم كامل في الوصول وفصل رأسي مع جميع الطرق المتقاطعة ولا يوصل إليها إلا من خلال محولات منفصلة رأسيًا. ينبغي تحليل الطرق السريعة التي يمكن الوصول إليها من خلال تقاطعات سطحية على أنها طرق ريفية أو طرق حضرية شريانية أو طرق ضواحي شريانية.

تُوفر أيضًا نماذج لمقاطع المنحدرات المستخدمة لربط طريقين أو أكثر عند محول، والطرق المتقاطعة عند نهايات المنحدرات.

٥-٣-٢-٥ الطرق الحضرية/الضواحي الشريانية

تشير النماذج إلى الطرق الشريانية بدون تحكم كامل في الوصول، بخلاف الطرق السريعة، مع مسارين أو أربعة مسارات، في المناطق الحضرية والضواحي. تُوفر أيضًا نماذج للتقاطعات رباعية وثلاثية الأفرع، حيث يكون الطريق الفرعي محكومًا بلافتة "قف"، أو المحكومة بإشارات مرورية والدوارات على هذه الأنواع من الطرق.

٥-٣-٣ النماذج التنبؤية ودوال أداء السلامة (SPFs)

لتطبيق الطريقة التنبؤية، تستخدم النماذج لتقدير متوسط تكرار الحوادث المتوقع،($N_{predicted}$) لنوع موقع معين باستخدام نموذج الانحدار الذي طُوّر من بيانات عدد من المواقع المماثلة. طُوّرت نماذج الانحدار هذه، والتي تسمى دوال أداء السلامة (SPFs) لأنواع محددة من المواقع و "الظروف الأساسية" التي تمثل سمات تصميم هندسي (جيومتري) وتحكم مروري محددة لموقع "أساس". يتمثل المتغير التابع لنموذج دالة أداة السلامة في متوسط تكرار الحوادث المتوقع لمقطع طريق أو تقاطع في ظل الظروف الأساسية وتتمثل

المتغيرات المستقلة في متوسط حجم المرور اليومي لمقطع الطريق أو أفرع التقاطع، وفي بعض الحالات، بعض المتغيرات الإضافية مثل طول مقطع الطريق.

ترد نماذج تنبؤية (SPFs) مناسبة لكل نوع من أنواع مرافق الطرق المذكورة في الجزء الفرعي (٥-٣-٢) من الملحق (م).

٥-٣-٤ استخدام عوامل تعديل الحوادث (CMFs)

يجب تطبيق عوامل تعديل الحوادث على تقدير دالة أداء السلامة لمراعاة الاختلافات الهندسية (الجيومترية) أو الجغرافية بين الظروف الأساسية للنموذج والظروف المحلية للموقع قيد النظر. يمثل عامل تعديل الحوادث نسبة متوسط تكرار الحوادث المقدر للموقع في ظل حالتين مختلفتين. لذلك يمثل عامل تعديل الحوادث التغير النسبي في متوسط تكرار الحوادث المقدر بسبب التغير في حالة معينة واحدة (عندما تظل جميع الظروف الأخرى وخصائص الموقع ثابتة). وبهذا المعنى، فإن عوامل تعديل الحوادث تمثل أيضًا تقديرًا لفعالية تنفيذ معالجة معينة، والمعروفة أيضًا باسم التدبير المضاد أو التدخل أو الإجراء أو التصميم البديل، وهذا يسمح بمقارنة خيارات المعالجة مقابل حالة مرجعية محددة. تشير قيم عامل تعديل الحوادث الأقل من (١,٠٠) إلى أن المعالجة البديلة تقلل من متوسط تكرار الحوادث المقدر مقارنة بالحالة الأساسية. تشير قيم عامل تعديل الحوادث الأكبر من (١,٠٠) إلى أن المعالجة البديلة تزيد من تكرار الحوادث المقدر مقارنة بالحالة الأساسية.

٥-٣-٤-١ اختيار عوامل تعديل الحوادث الملائمة

ينبغي أن يقوم أخصائيون مؤهلون في مجال سلامة الطرق باختيار أطر العمل الملائمة لكل حالة على حدة ، استنادا إلى معرفة راسخة بالمنهجية التنبؤية والخبرة في تطبيقها والمعرفة بالظروف المحلية.

فيما يلي المصادر المحتملة لعوامل تعديل الحوادث لاستخدامها في الأسلوب التنبؤي وفقاً لمتطلبات كود الطرق السعودي:

- دليل (AASHTO) لسلامة الطرق (AASHTO, 2010; AASHTO, 2014).
- المستودع الإلكتروني (FHWA CMF Clearinghouse)، وهي أداة في موقع إلكتروني خاص بالإدارة الاتحادية (الأمريكية) للطرق (FHWA, 2022).

أنتجت الأبحاث الدولية ثروة هائلة من عوامل تعديل الحوادث، والتي تغطي عددًا كبيرًا جدًا من الظروف على شبكة الطرق، بينما تُوفر عوامل جديدة لتعديل الحوادث عالميًا في كل يوم. مع ذلك، ليست جميع عوامل تعديل الحوادث المتاحة عالية الجودة بشكل مناسب أو مناسبة للاستخدام في المملكة العربية السعودية. وعليه، يجب النظر في المتطلبات الآتية لاختيار الأطر التقييمية الملائمة عند تطبيق الطريقة التنبؤية:

- جميع عوامل تعديل الحوادث المشمولة في الجزء (C) من دليل سلامة الطرق (AASHTO, 2010; AASHTO, 2014) بعد إخضاعها لعملية مراجعة صارمة للجودة؛ وبالتالي فهي صحيحة إحصائيًا وذات نوعية عالية ويمكن استخدامها، إذا كان ذلك مناسبا للظروف قيد الدراسة.
- جميع عوامل تعديل الحوادث في المستودع الإلكتروني (FHWA CMF Clearinghouse)، أي الأداة الإلكترونية (FHWA, 2022) التي حصلت على تصنيف خمس نجوم (من أصل خمس نجوم) تعد أيضًا صالحة من الناحية الإحصائية وذات جودة عالية ويمكن استخدامها، إذا كان ذلك مناسبًا للظروف التي قيد الدراسة. يُستخدم تصنيف النجوم المحدث للمستودع الإلكتروني (FHWA CMF Clearinghouse) (أي أن عامل تحديث الحوادث ذو الخمس نجوم يقابل درجة تصنيف تبلغ ١٣٥ نقطة أو أعلى وفق التقرير (NCHRP 17-72)).

وفقط في حال عدم وجود عوامل تعديل الحوادث المطلوبة للظروف أو التدابير المضادة قيد الدراسة في الصنفين السالف ذكرهما، فإنه يمكن استخدام عوامل تعديل حوادث أخرى، مع الأخذ بالاعتبار المعايير الآتية.

- نوع الدراسة: إذا طُور عامل تعديل الحوادث من خلال تحليل قبلي-و-بعدي بسيط (بدون مجموعة تحكم) أو دراسة مقارنة مقطعية بسيطة عبر عدة مواقع، فلا ينبغي اعتباره مناسبًا للاستخدام في المملكة العربية السعودية. إن عوامل تعديل الحوادث المطورة من خلال دراسات قبلية–و-بعدية مع مجموعة مقارنة، أو دراسات بايز التجريبية (Empirical-Bayes) القبلية–و-البعدية أو نماذج الانحدار باستخدام أي من بواسون (Poisson)، أو ثنائية الحدود السالبة (Negative Binomial) أو شبه بواسون (quasi-Poisson) تعد مقبولة.
- الصلاحية الإحصائية: مطلوب ما لا يقل عن ١٠ مواقع و ٣ سنوات من البيانات للنظر في استخدام أي عامل تعديل الحوادث. وينبغي رفض عوامل تعديل الحوادث التي يكون حجم العينة فيها أقل من العتبة (الحد الفاصل) المذكورة أعلاه أو يكون غير معروف. كما ينبغي رفض عوامل تعديل الحوادث التي لا يُعرف الخطأ القياسي لتقديرها.

- الموقع الجغرافي: يجب تجنب عوامل تعديل الحوادث الناشئة من ولايات أمريكية أو دول ذات ظروف مناخية مختلفة بشكل كبير عن المملكة العربية السعودية (على سبيل المثال، ولايات شمال الولايات المتحدة الأمريكية وشمال أوروبا). على العكس من ذلك، يجب تفضيل عوامل تعديل الحوادث من الولايات الجنوبية للولايات المتحدة الأمريكية.

٥-٣-٤-٢ الجمع بين عوامل تعديل الحوادث لمعالجات/سمات متعددة

في النماذج التنبؤية، يُضرب تقدير دالة أداء السلامة (SPF) في سلسلة من عوامل تعديل الحوادث لتعديل تقدير متوسط تكرار الحوادث من الظروف الأساسية إلى الظروف المحددة الموجودة في ذلك الموقع. وفيما يتعلق بتقدير الأثر المحتمل للمعالجات في مواقع معينة، من الشائع مع ذلك تنفيذ أكثر من معالجة في موقع معين، إما بالتتابع أو بالتزامن، لمعالجة مخاوف محددة تتعلق بالسلامة. وفي مثل هذه الحالة، يجب تقدير أثر المعالجات المشتركة، من خلال التطبيق المناسب لعوامل تعديل الحوادث.

يجب اتباع القواعد الآتية لتقدير أثر المعالجات المشتركة، أو العديد من معالم الطرق الموجودة في وقت واحد في موقع معين (NCHRP, 2022):

- في حال وجود عامل تعديل حوادث ذي جودة مقبولة (انظر أيضا متطلبات الجودة الواردة في القسم 5-3-4-1) لمزيج من المعالج ات(أو السمات)، ينبغي استخدام عامل تعديل الحادث هذا.
- وفي حال عدم وجود عامل تعديل حوادث للمزيج، يجب اختيار عامل تعديل حوادث لكل معالجة على حدة، وفقاً للمتطلبات المحددة في القسم ٥-٣-٤-١)، ثم دمجها على أساس التداخل المحتمل لآثار المعالجة الفردية، ومقدار آثار المعالجة الفردية، وقابلية تطبيق عوامل تعديل الحوادث الفردية، على النحو التالي:

الخطوة (١): حدد التداخل المحتمل لآثار المعالجة الفردية:

- الحالة أ: لا يوجد تداخل: تمثل هذه الحالة تأثيرين مستقلين حقًا حيث تتحقق الفائدة الكاملة لكلا العلاجين.
- الحالة ب: بعض التداخل: تمثل هذه الحالة معالجتين كلاهما يوفر مستوى معينًا من الفائدة، لكن المعالجة الثانية لها بعض التداخل مع الأولى.
- الحالة ج: تداخل كامل: تمثل هذه الحالة تأثيرين غير مستقلين حيث تستهدف المعالجة الثانية بعض أو كل أنواع/شدة التصادم نفسها مثل الأولى.
- الحالة د: تعزيز الآثار: تمثل هذه الحالة سيناريو يكون فيه التأثير المشترك لمعالجتين أكبر من مجموع آثارهما الفردية لأن إحداهما تعزز فعالية المعالجة الأخرى.
- الحالة هـ: آثار مُضادة: تمثل هذه الحالة سيناريو يكون فيه التأثير المشترك لمعالجتين أقل من تأثير المعالجة الأكثر فعالية لأن إحداهما تضاد تأثير المعالجة الآخر.

الخطوة (٢): حدد حجم تأثيرات المعالجة الفردية، وفقًا لعوامل تعديل الحوادث المختارة:

- صغير (تغير أقل من ١٠٪)
- متوسط (تغير ١٠-٢٥٪)
- كبير (تغير أكبر من ٢٥٪)

الخطوة (٣): عرّف قابلية تطبيق عوامل تعديل الحوادث الفردية، أي: ميّز أنواع وشدة الحوادث التي تنطبق عليها عوامل تعديل الحوادث الفردية.

الخطوة (٤ أ): لنفس نوع/شدة الحادث، ينبغي دمج عوامل تعديل الحوادث الفردية وفقًا للطرائق المعروضة في الجدول (٥-٢).

الجدول (٥–٢) طرائق للجمع بين عوامل تعديل الحوادث لنفس نوع الحادث والشدة (NCHRP, 2022).

التداخل	المقدار	الطريقة
الحالة أ **الحالة د**	لا تنطبق	الآثار المضافة مع خفض أقصى قدره ١٠٠٪ (أي عامل تعديل الحادث = ٠)
الحالة ب	صغير- صغير	التأثير السائد
	صغير- متوسط	البواقي الشائعة السائدة (إذا كان عوامل تعديل الحوادث أقل من ١,٠؛ خلّاف ذلك الأثر السائد.
	صغير- كبير	التأثير السائد
	متوسط - متوسط	البواقي الشائعة السائدة (إذا كان عوامل تعديل الحوادث أقل من ١,٠؛ خلّاف ذلك الأثر السائد.
	متوسط - كبير	البواقي الشائعة السائدة (إذا كان عوامل تعديل الحوادث أقل من ١,٠؛ خلّاف ذلك الأثر السائد.
	كبير- كبير	البواقي الشائعة السائدة (إذا كان عوامل تعديل الحوادث أقل من ١,٠؛ خلّاف ذلك الأثر السائد.
الحالة ج	غير منطبق	التأثير السائد
الحالة د	غير منطبق	تُضرب ببعضها البعض.

الخطوة (٤ ب): لأنواع/شدة الحوادث المختلفة، ينبغي دمج عوامل تعديل الحوادث الفردية وفقًا للطرائق المعروضة في الجدول (٥-٣). في هذه الحالة، يجب تطبيق عوامل تعديل الحوادث بشكل منفصل لأنها تنطبق على أنواع و/أو شدة حوادث مختلفة.

الجدول (٥–٣) طرائق للجمع بين عوامل تعديل الحوادث لمختلف أنواع الحوادث وشدتها (NCHRP, 2022).

التداخل	الأسلوب
الحالة أ **الحالة د**	التأثيرات المضافة مع خفض أقصى قدره ١٠٠٪ (أي: عامل تعديل الحادث =0). بافتراض عدم وجود تداخل بين تأثيرات المعالجة، يُتوقع تحقق الفائدة الكاملة لكل معالجة. ١. طبق عامل تعديل الحادث للمعالجة الأولى على الحوادث المقدرة بدون معالجة لنوع/شدة الحادث المُنطبق في الموقع موضع الاهتمام. ٢. طبق عامل تعديل الحادث للمعالجة الثانية على الحوادث المقدرة بدون معالجة لنوع/شدة الحادث المُنطبق في الموقع موضع الاهتمام. ٣. مجموع التغير المقدر في الحوادث لحساب الأثر الصافي. ٤. تحقق من أن التغير المقدر لا يتجاوز الحدود المحتملة للمعالجات المجمعة. إذا كان الأمر كذلك، فإن التغير المقدر يساوي الحد المعني.
الحالة ب **الحالة ه**	التأثير السائد لأنواع الحوادث المتداخلة بافتراض بعض التداخل بين آثار المعالجة، يُتوقع تحقق الفائدة الكاملة من المعالجة الأكثر فعالية وبعض الفائدة الإضافية من المعالجة الثانية. ١. طبق عامل تعديل الحادث للمعالجة الأكثر فاعلية (أي أدنى مستوى لعامل تعديل الحادث) على الحوادث المقدرة دون معالجة نوع/شدة الحادث المُنطبق في الموقع موضع الاهتمام. ٢. طبق عامل تعديل الحادث للمعالجة الثانية على الحوادث المقدرة دون معالجة لنوع/شدة الحادث المُنطبق في الموقع موضع الاهتمام، باستثناء الحوادث المرتبطة بالمعالجة الأكثر فاعلية. ٣. مجموع التغير المقدر في الحوادث لحساب الأثر الصافي. ٤. تحقق من أن التغير المقدر لا يتجاوز الحدود المحتملة للمعالجات المجمعة. إذا كان الأمر كذلك، فإن التغير المقدر يساوي الحد المعني.
الحالة ج	التأثير السائد بافتراض التداخل الكامل بين آثار المعالجة، يُتوقع تحقق الفائدة الكاملة من المعالجة الأكثر فاعلية فقط. لاحظ أن هذه نسخة مبسطة من الحالة (ب). طبق عامل تعديل الحادث للمعالجة الأكثر فاعلية (أي أدنى مستوى لعامل تعديل الحادث) على الحوادث المقدرة دون معالجة نوع/شدة الحادث المُنطبق في الموقع موضع الاهتمام.

٥-٣-٥ المعايرة للظروف المحلية

في جميع تطبيقات الطريقة التنبؤية لتقدير متوسط تكرار الحوادث المتوقع ($N_{predicted}$) لنوع موقع معين، يجب إجراء معايرة للظروف المحلية باستخدام أحد النُهج الآتية، اعتمادًا في الغالب على توافر البيانات.

نُهج المعايرة المحددة أدناه مذكورة بترتيب يتراوح بين أدق البيانات وأكثرها تطلّبًا وتعقيداً، والبيانات الأقل دقة، وإن كان تطبيقها أسهل. ينبغي للمهنيين المعنيين بسلامة الطرق أن يطبقوا أعلى النُهج الذي تتوفر بياناتها.

٥-٣-٥-١ تطوير دوال أداء السلامة (SPFs) بناءً على بيانات محلية

يوفر تطوير دوال أداء السلامة (علاوة على عوامل تعديل الحوادث) باستخدام البيانات المحلية التنبؤ الأكثر دقة وينبغي تفضيله إذا توافرت البيانات المطلوبة التي تمتد على مدى عدد كاف من السنوات، فضلاً عن توافر الخبرة في مجال التحليل الإحصائي (AASHTO, 2010; FHWA, 2013). تتضمن العملية تقدير النماذج الإحصائية (نماذج الانحدار ذات الحدين السالبة (negative binomial regression models) الأكثر بساطة باستخدام أساليب النمذجة الخطية العامة (generalized linear modeling)) التي تربط تكرار الحوادث بنوع المرفق، ومتوسط المرور السنوي اليومي (AADT)، وخصائص الموقع الأساسي.

وفيما يلي الحد الأدنى من متطلبات تطوير دالة أداء السلامة (لكل نوع من أنواع المرافق) (FHWA, 2013)):

- عدد المواقع: ما لا يقل عن ١٠٠-٢٠٠ تقاطع (لدوال أداء السلامة للتقاطعات، أو ١٦٠-٣٢٠ كم من مقاطع الطرق (لدوال أداء السلامة للمقاطع).
- عدد الحوادث: ما لا يقل عن ٣٠٠ حادث في السنة لمجموعة المواقع الإجمالية
- عدد السنوات: ٣ سنوات على الأقل من البيانات.
- الحجم المروري: مطلوب بيانات متوسط المرور السنوي اليومي (AADT) لكل سنة من سنوات التحليل.

٥-٣-٥-٢ معايرة دوال أداء السلامة الموجودة

ثاني أفضل بديل لنتائج التنبؤ الموثوقة هو معايرة دوال أداء السلامة الموجودة (الافتراضية) باستخدام البيانات المشتقة محليًا. تتضمن العملية: ١) اختيار عدد من المواقع لكل نوع منشأة (ويفضل أن يكون ذلك عشوائيًا)، ٢) الحصول على بيانات عن تكرار الحوادث والحجم المروري وخصائص الموقع المنطبقة على فترة المعايرة المحددة، ٣) طبق نموذج تنبؤي للتنبؤ بتكرار الحوادث الكلي لكل موقع خلال فترة المعايرة ككل ثم تقدير عامل المعايرة لكل نوع من أنواع المرافق كنسبة العدد الإجمالي للحوادث المرصودة في عينة المعايرة إلى العدد الإجمالي للحوادث المتوقعة.

وفيما يلي الحد الأدنى من متطلبات البيانات لمعايرة دالة أداء السلامة (لكل نوع من أنواع المرافق) (FHWA, 2013)):

- عدد المواقع: ٣٠-٥٠ موقعًا على الأقل (تقاطعات أو مقاطع الطرق).
- عدد الحوادث: ما لا يقل عن ٣٠٠ حادث في السنة لمجموعة المواقع الإجمالية.
- عدد السنوات: ٣ سنوات على الأقل من البيانات.
- الحجم المروري: مطلوب بيانات متوسط المرور السنوي اليومي (AADT) لكل سنة من سنوات التحليل.

٥-٣-٥-٣ استخدام طريقة بايز التجريبية (Empirical Bayes) لتعديل تقديرات الحوادث

حيثما تتوفر بيانات الحوادث المرصودة، ولكن ليس بكمية كافية لتطوير دوال أداء السلامة أو معايرة تلك الموجودة، ينبغي استخدام طريقة بايز التجريبية لتحسين موثوقية التقدير من النموذج التنبؤي من خلال الجمع بين كلا التقديرين. يمكن استخدام طريقة بايز التجريبية لتقدير متوسط تكرار الحوادث المتوقعة للفترات الماضية والمستقبلية واستخدامها إما على المستوى الخاص بالموقع أو المستوى الخاص بالمشروع (حيث قد تكون البيانات المرصودة معروفة لمرفق معين، ولكن ليس على المستوى الخاص بالموقع).

بالنسبة للموقع الفردي (أي طريقة بايز التجريبية الخاصة بالموقع)، تجمع طريقة بايز التجريبية بين تكرار الحوادث المرصودة وتقدير النموذج التنبؤي باستخدام المعادلة (٥-١). تستخدم طريقة بايز التجريبية عاملًا مُرجحًا (w) وهو دالة في معلمة التشتت المُفرط لدوال أداء السلامة (k) للجمع بين التقديرين. ولذلك فإن التعديل المرجح لا يتوقف إلا على التباين في نموذج دالة أداء السلامة. يُحسب عامل التعديل المرجح (w) باستخدام المعادلة (٥-٢).

المعادلة (٥-١)

$$N_{expected} = w \times N_{predicted} + (1.00 - w) \times N_{observed}$$

المعادلة (٥-٢)

$$w = \frac{1}{1 + k \times \left(\sum_{\text{all study years}} N_{\text{predicted}} \right)}$$

حيث إن:

$N_{expected}$ = تقدير متوسط تكرار الحوادث المتوقع لفترة الدراسة.
$N_{predicted}$ =تقدير النموذج التنبؤي لمتوسط تكرار الحوادث المتوقعة لفترة الدراسة.
$N_{observed}$ = تكرار الحوادث المرصود في الموقع خلال فترة الدراسة.
w = التعديل المرجح الذي يتعين إدخاله على تنبؤات دوال أداء السلامة.
k = معلمة التشتت المُفرط من دوال أداء السلامة المرتبطة بها.

مع زيادة قيمة معامل فرط التشتت، تنخفض قيمة عامل التعديل المرجح، وبالتالي يُركز بشكل أكبر على تكرار الحوادث المرصودة بدلاً من التكرار المتوقع لدالة أداء السلامة. عندما تكون البيانات المستخدمة لتطوير نموذج مشتتة بشكل مفرط، فمن المرجح أن تكون دقة لدالة أداء السلامة الناتجة أقل ؛ في هذه الحالة، من المعقول وضع وزن أقل على تقدير دالة أداء السلامة ووزن أكبر على تكرار الحوادث المرصودة. من ناحية أخرى، عندما يكون للبيانات المستخدمة لتطوير نموذج ما القليل من فرط التشتت، فمن المرجح أن تكون موثوقية دالة أداء السلامة الناتجة أعلى ؛ في هذه الحالة، من المعقول وضع وزن أكبر على تقدير دالة أداء السلامة ووزن أقل على تكرار الحوادث المرصودة.

٥-٣-٥-٤ تحديث القيم الافتراضية لشدة الحوادث وتوزيع نوع الحوادث للظروف المحلية

بالإضافة إلى تقدير متوسط تكرار الحوادث المتوقع لجميع الحوادث، يمكن استخدام دوال أداء السلامة لتقدير توزيع تكرار الحوادث حسب شدة الحادث وأنواع الحوادث (مثل حوادث المركبة الواحدة أو حوادث الخروج عن الطريق). تمثل نماذج التوزيع للطريقة التنبؤية توزيعات افتراضية (AASHTO, 2010; AASHTO, 2014).

إذا توافرت بيانات محلية كافية ومناسبة، فينبغي استبدال النسب الافتراضية لأنواع شدة الحادث وأنواع الحوادث، بما في ذلك أيضًا نسبة الحوادث الليلية، بقيم مشتقة محليًا.

٥-٣-٥-٥ استخدام عامل المعايرة (C) في النماذج التنبؤية الافتراضية

تحتوي جميع النماذج التنبؤية على ثلاثة عناصر أساسية: دالة أداء السلامة وعوامل تعديل الحوادث وعامل معايرة. وإذا لم تكن البيانات المتعلقة بنُهُج المعايرة المذكورة آنفا متاحة، ولكن بعض بيانات الحوادث المرصودة متاحة، على الأقل بالنسبة لبعض المواقع أو بالنسبة للمشروع بأكمله، ينبغي للمهنيين المعنيين بسلامة الطرق، كحد أدنى، أن يحسبوا ويطبقوا عوامل المعايرة بشكل منفصل بالنسبة لمقاطع الطرق (C_r)، والتقاطعات (C_i) لضبط دوال أداء السلامة الافتراضية لمطابقة الظروف المحلية بشكل أفضل.

سيكون لعوامل المعايرة قيم أكبر من (١,٠) للطرق التي، في المتوسط، تعاني من حوادث أكثر من تلك المستخدمة في تطوير دوال أداء السلامة، في حين أن الطرق التي، في المتوسط، تعاني من حوادث أقل من تلك المستخدمة في تطوير دوال أداء السلامة، سيكون لها عوامل معايرة أقل من (١,٠).

٦- إدارة السرعة وتهدئة المرور

٦-١ مقدمة

٦-١-١ النطاق

ينطبق هذا الباب على وصف الإجراءات والتدابير المُتخذة لإدارة السرعة في الطرق الريفية والحضرية، ولتهدئة المرور داخل المناطق الحضرية.

٦-١-٢ المعايير والإرشادات

يجب أن تكون جميع الإرشادات والإجراءات المتعلقة بإدارة السرعة وتهدئة المرور على النحو المحدد هنا وفي بقية مجلدات كود الطرق السعودي. ويلاحظ أنه عندما تتباين محتويات الجزء الفرعي (٦-٣-٢)تدابير الانحراف الرأسي مع مواصفة (SASO) رقم (GSO-2084): تصميم وتطبيق مطبات التحكم في السرعة (2010)، فإنها تحل محل مواصفة (SASO).

في حالات خاصة، عندما يُعتبر التوجيه التكميلي مناسباً، فإنه يمكن استخدام دليل معهد مهندسي النقل (ITE) بعنوان: دليل تقنيات تخفيض السرعة : تخطيط وتصميم مطبات السرعة، ومصاطب السرعة، والتدابير الأخرى ذات الصلة، ما لم يوجه بخلاف ذلك من قبل الهيئة العامة للطرق (RGA) و/أو الجهة المختصة (ITE, 2022).

لا توجد معايير للمواد ذات الصلة بالباب الحالي.

٦-١-٣ ملخص الأجزاء

الجزء (٦-١): يقدم (هذا الجزء) المعلومات الأولية والسياق.

ويصف الجزء (٦-٢): عملية تحديد وتقييم قضايا السرعة في الطرق الريفية.

ويقدم الجزء (٦-٣): لمحة عامة عن تدابير تهدئة المرور ومعايير تنفيذها. وترد متطلبات التصميم في الجزء (٦-٨) من كود الطرق السعودي ٣٠١ (التصميم الهندسي للطرق).

قد يرجع مستخدم كود الطرق السعودي أيضًا إلى الملحق (ن)، الذي يوفر خلفية نظرية ضرورية فيما يتعلق بالعلاقة بين السرعة واحتمال وقوع حادث وشدة الحادث، وسلوك السرعة على الطرق بالإضافة إلى مناقشة موجزة للطرق غير الهندسية لإدارة السرعة.

٦-١-٤ التفسير والملاحظات

تعد إدارة السرعة عاملاً رئيساً في التشغيل الآمن والفعال لشبكة الطرق. يجب أن تعكس حدود السرعة أنواعًا مختلفة من مستخدمي الطرق وبيئات الطرق وأنواع المركبات واحتياجات المجتمع، مثل السلامة والراحة والاقتصاد.

تحتاج الإدارة الفعالة للسرعة إلى بنية تحتية مناسبة، مصحوبة بالتعليم وإنفاذ القانون لزيادة الامتثال وسرعات السير المناسبة إلى أقصى حد. من المهم أن يكون السائقون والركاب على دراية بحدود السرعة التي تنطبق على الطرق التي يستخدمونها. من المهم أيضًا أن يفهم المجتمع سبب تطبيق حدود السرعة، والسبب وراء أي تغييرات في حدود السرعة وفوائد السير بسرعات آمنة. من الأهمية أيضًا أن تفرض الشرطة الالتزام بجميع حدود السرعة.

يحدد هذا الباب شروط كود الطرق السعودي الملزمة لتحديد المشاكل المتصلة بالسرعة في الطرق الريفية وتطبيق تدابير تهدئة المرور، ومعظمها في المناطق الحضرية. يشمل الإطار النظري غير الملزم الذي يعتبر ضرورياً للتنفيذ السليم لمتطلبات كود الطرق السعودي ذات الصلة في الملحق (ن).

٦-٢ تحديد قضايا زيادة السرعة على الطرق الريفية

على الرغم من الميل الأكبر إلى زيادة السرعة في المناطق الريفية، نظرًا لانخفاض الأحجام المرورية عادةً، فإن خفض الحد الأقصى للسرعة دون مبرر لا يؤدي بشكل فعال إلى انخفاض سرعات المركبات. لذلك، يجب استخدام عملية ممنهجة في معالجة السرعة، والتي تحتوي أولاً على تحديد ما إذا كانت هناك بالفعل مشكلة زيادة سرعة، وإذا كان الأمر كذلك، تحديد حجمها والعوامل المساهمة. وفيما يلي متطلبات هذا الإجراء (FHWA, 2012):

٦-٢-١ مصادر البيانات

من أجل تحديد قضايا زيادة السرعة على الطرق الريفية، تستخدم مصادر البيانات الآتية:

٦-٢-١-١ سجلات الحوادث

يوفر تحليل سجلات الحوادث أساسًا صلبًا لتحديد مشاكل زيادة السرعة. تتضمن بيانات الحوادث التي جمعتها الجهات المختصة عنصر بيانات محدد يشير إلى ما إذا كان الحادث يعد مرتبطًا بالسرعة (انظر أيضًا الملحق ب).

تُستخدم عملية تشخيص سلامة الطرق/التحليل المتعمق للحوادث لإجراء مراجعة مفصلة لتقارير الحوادث وربما تحديد مشكلات الحوادث الإضافية المتعلقة بزيادة السرعة (على سبيل المثال، نوع الحادث، والوقت من اليوم، والظروف الجوية، وشدة الحادث). لمزيد من التفاصيل، على القارئ الرجوع إلى الجزء ٣-٤ والملحق (هـ).

يجب أيضًا مراعاة التّعرض (Exposure) عند تحليل بيانات الحادث المتعلقة بزيادة السرعة، من خلال النظر في:

- عدد الحوادث حسب طول الطريق بالكيلومتر.
- عدد الحوادث من حيث الحجم المروري.

٦-٢-١-٢ ظروف الطريق

على المهندسين استقصاء الأدلة على الطريق التي قد تشير إلى مشكلة زيادة السرعة. تشمل الحالات المادية التي قد تشير إلى مشكلة زيادة السرعة ما يلي:

- علامات الانزلاق، نتيجة الكبح السريع. من غير المحتمل أن تشير مجموعة واحدة من علامات الانزلاق إلى مشكلة مزمنة. ومع ذلك، يمكن أن تشير مجموعات متعددة من علامات الانزلاق إلى حالة يختار فيها سائقو المركبات سرعة غير مناسبة والكبح فجأة لتصحيح سرعتهم.
- يمكن أن تشير الخطوط الأرضية لمحور الطريق المهترئة داخل المنحنيات إلى أن سائقي المركبات يختارون سرعات أسرع بكثير من السرعة التصميمية للمنحنى.
- قد تشير ضربات اللافتات أو صدمات حاجز الحماية/السياج إلى أن السرعات مرتفعة جدًا لظروف الطريق. قد يقترن الدليل على ضربات اللافتات أو صدمات حاجز الحماية/السياج بعلامات انزلاق.

٦-٢-١-٣ تاريخ المخالفات

مخالفات زيادة السرعة هي مصدر آخر للمعلومات حول مشكلة زيادة السرعة. يجب جمع بيانات المخالفات من سلطات إنفاذ القانون واستخدامها لتحديد أنماط زيادة السرعة أو تحديد مقاطع معينة من الطرق تعاني من مشاكل زيادة السرعة. إن ربط هذه البيانات ببيانات الحوادث، إن أمكن، يوفر فهمًا أفضل لحجم المشكلة.

٦-٢-١-٤ مخاوف أصحاب المصلحة

يجب أيضًا مراعاة المخاوف التي يثيرها أصحاب المصلحة في الدراسات الهندسية التي تحدد مشاكل زيادة السرعة، خاصة إذا كانت مدعومة بأدلة يمكن التحقق منها ميدانيًا أو في سجلات المخالفات.

٦-٢-٢ تقييم زيادة السرعة

بعد تحديد منطقة مشاكل زيادة السرعة، يجب تحديد أي عوامل خاصة بالموقع متعلقة بزيادة السرعة. ينبغي دراسة المسائل الآتية (FHWA, 2012):

- هل حُددت السرعة القصوى المعلنة وفقًا للإجراءات المقبولة للموقع؟
- هل تأخذ الإجراءات المقبولة في الاعتبار أنواع المستخدمين، مثل المستخدمين المعرضين للخطر، والمركبات الأبطأ، مثل المعدات الزراعية؟
- هل أؤخذ في الاعتبار الخصائص البيئية الأخرى؟
- هل تُواجَه ظروف غير متوقعة، مثل الانتقال إلى منطقة مُطورة أو تغير في هندسة الطريق؟

- هل يُزود سائقو المركبات بمعلومات كافية بشأن حالة غير متوقعة؟
- هل هناك أي قصور هندسي في الطريق أو في جانب الطريق، مثل عدم كفاية علامات الرصف أو اللافتات، الذي قد يساهم في زيادة السرعة المرصودة؟

ينبغي إجراء زيارة ميدانية للمواقع المحددة في ظل ظروف تدفق المرور الحر. يمكن الجمع بين هذه العملية وفحص رسمي لسلامة الطرق لمقاطع الطرق مع تحديد المشاكل المتصلة بزيادة السرعة (انظر أيضا الباب ٤).

سيساعد فهم العوامل المساهمة في مشكلة السرعة في تحديد استراتيجيات إدارة السرعة الفعالة.

٦-٢-٢-١ تقييم الحد الأقصى للسرعة

تكون حدود السرعة ذات مغزى فقط إذا امتثل لها غالبية سائقي المركبات طواعية، ولا يحدث ذلك إلا إذا كان الحد الأقصى للسرعة معقولاً للظروف المحيطة ويلبي توقعات السائقين. ترد متطلبات تحديد حدود السرعة في الجزء (٤-٣) من كود الطرق السعودي ٣٠١ (التصميم الهندسي للطرق).

٦-٢-٢-٢ تحديد ما إذا كانت السرعات الفعلية مفرطة

يجب إجراء دراسة للسرعة من أجل تقييم ما إذا كانت سرعات المركبات تتجاوز الحد الأقصى للسرعة المحددة و/أو متوافقة مع الظروف (FHWA, 2012). ترد متطلبات دراسات السرعة في الجزء (٢-٤) من كود الطرق السعودي ٦٠١ (هندسة المرور).

٦-٣ تدابير هندسية لتهدئة المرور

يقدم هذا الجزء لمحة عامة ومتطلبات لاختيار التدابير المناسبة لتهدئة المرور لمعالجة مشاكل زيادة السرعة في أجزاء الطرق أو مناطق أوسع. ترد تفاصيل تصميم التدابير الهندسية لتهدئة المرور في الجزء ٦-٨ من كود الطرق السعودي ٣٠١ (التصميم الهندسي للطرق).

يعرض هذا الجزء مجموعات تدابير تهدئة المرور الآتية:

- تخفيض عرض الشارع (تضييق الطريق).
- مقاييس الانحراف الرأسي.
- مقاييس الانحراف الأفقي.
- الرصف الملون وأشرطة الدمدمة.
- استخدام أجهزة التحكم المروري لتهدئة المرور.

٦-٣-١ تخفيض عرض الشارع

نظام تضييق الطريق هو إعادة تشكيل للطرق والشوارع الحضرية التي تتضمن تضييق أو إلغاء مسارات مرورية لإبطاء حركة المرور وزيادة سلامة جميع مستخدمي الطرق. تقوم أنظمة تضييق الطريق بإزالة مسارات المركبات من الطريق وإعادة تخصيص الحيز الإضافي لاستخدامات أخرى أو لوسائل النقل الأخرى، مثل المواقف أو أرصفة المشاة أو مسارات الدراجات أو استخدام النقل العام أو مسارات الانعطاف أو امتدادات بردورات الأرصفة أو جزر حماية المشاة. يعمل تطبيق أنظمة تضييق الطرق على تحسين التنقل وإمكانية الوصول لجميع المستخدمين، بما في ذلك المشاة وراكبي الدراجات وركاب النقل العام.

بعض الاعتبارات التي يجب تقييمها قبل اتخاذ قرار بتنفيذ نظام تضييق الطريق هي كثافة المداخل/الطرق الجانبية، ومسارات النقل العام ، وعدد التقاطعات وتصميمها على طول الممر، وكذلك الخصائص التشغيلية (FHWA, 2014).

لا يجوز تنفيذ تضييق الطرق على الطرق الحضرية السريعة والطرق الحضرية الشريانية (الطرق شبه السريعة). من أجل التنفيذ على الطرق الحضرية الشريانية الفرعية والشوارع الحضرية التجميعية ، يجب إجراء دراسة لتقييم التأثير المروري، من أجل التحقق من التشغيل المروري المناسب.

٦-٣-٢ تدابير الانحراف الرأسي

٦-٣-٢-١ نظرة عامة

يؤدي الانحراف الرأسي إلى تغيير في ارتفاع الطريق الذي يجبر سائق المركبة على التباطؤ من أجل الحفاظ على مستوى مقبول من الراحة.

الهدف من تطبيق تدابير الانحراف الرأسي ، وفقًا لمواصفة (SASO) رقم (GSO-2084): تصميم وتطبيق مطبات التحكم في السرعة (2010) هو تزويد السائق بتحذير ولفت انتباهه وتوفير الوقت الكافي للتباطؤ قبل الوصول إلى موقع الانحراف، بينما لا يسبب في الوقت نفسه أي ضرر للركاب أو للمركبة في حالة عدم تباطئ السائق ولكنه يلتزم بالسرعة المحددة للشارع المحدد.

في الأقسام الفرعية الآتية، تُحدد متطلبات أربعة أنواع من تدابير الانحراف الرأسي:

- مطبات السرعة.
- مصاطب السرعة (speed tables).
- معابر المشاة المرتفعة.
- التقاطعات المرتفعة.

٦-٣-٢-٢ مطبات السرعة

مطبات السرعة (أو وسائد السرعة) هي معالجة الانحراف الرأسي الأكثر شيوعًا (الشكل ٦-١). من أجل الموافقة على إنشاء مطبات سرعة، يجب إجراء دراسة مخصصة للسلامة على الطرق للتحقق من فوائد المعالجة للحالة المحددة. يجب أن تكون جميع الشروط المسبقة الآتية مطلوبة للسماح بالنظر في تنفيذ مطبات السرعة:

- يجب تصنيف الطريق إما على أنه شارع حضري محلي أو سكني أو شارع حضري تجميعي (فرعي) (انظر أيضًا الجزء ٣-٢ من كود الطرق السعودي 201 - عملية التخطيط). يجب عدم تنفيذ التدبير في الطرق ذات التصنيف الأعلى.
- يجب عدم وضع مطبات سرعة داخل الأنفاق أو على الجسور.
- يجب ألا يتجاوز الحد الأقصى للسرعة المعلنة ٥٠ كم/س (ينصح بـ ٣٠ كم/س).
- يجب ألا يخدم الشارع النقل العام.
- يجب ألا يحدد الدفاع المدني الشارع كطريق لخدمات الطوارئ (الشرطة والإسعاف وخدمة الإطفاء وما إلى ذلك)، أي يجب ألا تستخدمه مركبات الطوارئ بشكل منتظم.
- إذا وضع على منحنى أفقي، يجب أن يتجاوز نصف القطر ١٠٠ م.
- يجب ألا يتجاوز الميل الطولي للشارع ٦ ٪.
- يوصى بتجنب تركيب مطبات السرعة في الشوارع مع وجود نسبة من الشاحنات والحافلات تزيد عن ٥٪، ما لم تُوجه إلى طريق بديل.



الشكل (٦–١) مطبات السرعة (ITE, 2022).

٦-٣-٢-٣ مصاطب السرعة

تشبه مصاطب السرعة مطبات السرعة ولكنها أطول وتتضمن سطحًا مستويًا (هضبة) في الأعلى، كما في الشكل (٦-٢). ويمكن استخدامها في جميع الحالات التي تكون فيها مطبات السرعة مناسبة، ولكن أيضا على الطرق التجميعية (الرئيسة) السكنية التي تكون السرعات فيها أعلى قليلا من الشوارع المحلية وفي الشوارع ذات الميول الأكثر حدة. على غرار مطبات السرعة، من أجل الموافقة على إنشاء مصاطب السرعة، يجب إجراء دراسة مخصصة للسلامة على الطرق للتحقق من فوائد المعالجة للحالة المحددة. الشروط المسبقة للسماح بالنظر في تنفيذ مصاطب السرعة هي تلك الخاصة بمطبات السرعة (القسم الفرعي ٦-٣-٢-٢)، مع الاختلافات الآتية:

- يجب ألا تتجاوز السرعة القصوى المعلنة ٦٠ كم/س (ينصح بـ ٣٠ كم/س أو أقل).
- يجب ألا يتجاوز الميل الطولي للشارع ٨ ٪.



الشكل (٦–٢) مصطبة سرعة (ITE, 2022).

٦-٣-٢-٤ معابر المشاة المرتفعة

معابر المشاة المرتفعة (الشكل ٦-٣) هي سمة هندسية (جيومترية) للانحراف الرأسي تمتد عبر الشارع بأكمله، ويتم دمجها مع معابر المشاة ذات الخطوط الأرضية وتستخدم للتأكيد على معبر المشاة.

من أجل الموافقة على إنشاء معبر مشاة مرتفع يجب إجراء دراسة مخصصة للسلامة على الطرق للتحقق من فوائد المعالجة للحالة المحددة. يجب أن تكون جميع الشروط المسبقة الآتية مطلوبة للسماح بالنظر في تنفيذ معبر مشاة مرتفع:

- يجب تصنيف الطريق إما على أنه شارع حضري محلي أو سكني، أو شارع حضري تجميعي فرعي أو شارع حضري تجميعي رئيس. يجب عدم تنفيذ التدبير في الطرق ذات التصنيف الأعلى.
- يجب عدم وضع معبر مشاة مرتفع داخل الأنفاق أو على الجسور.
- يجب ألا يتجاوز الحد الأقصى للسرعة المعلنة ٥٠ كم/س (ينصح بـ ٣٠ كم/س).
- يجب ألا يخدم الشارع أحجام كبيرة من النقل العام.
- يجب ألا يحدد الدفاع المدني الشارع كطريق لخدمات الطوارئ (الشرطة والإسعاف وخدمة الإطفاء وما إلى ذلك)، أي يجب ألا تستخدمه سيارات الطوارئ بشكل منتظم.
- يجب ألا يتجاوز الميل الطولي للشارع ٨ ٪.



الشكل (٦–٣) معبر مشاة مرتفع.

٦-٣-٢-٥ التقاطعات المرتفعة

توفر التقاطعات المرتفعة انحرافًا رأسيًا يمتد عبر منطقة التقاطع وجميع اتجاهاتها. من أجل الموافقة على إنشاء تقاطع مرتفع يجب إجراء دراسة مخصصة للسلامة على الطرق للتحقق من فوائد المعالجة للحالة المحددة. يجب أن تكون جميع الشروط المسبقة الآتية مطلوبة للسماح بالنظر في تنفيذ التقاطعات المرتفعة:

- يجب تصنيف كل من الشارعين المتقاطعين على أنه شارع حضري محلي أو سكني، أو شارع حضري تجميعي فرعي أو شارع حضري تجميعي رئيس. يجب عدم تنفيذ التدبير في الطرق ذات التصنيف الأعلى.
- يجب ألا يتجاوز الحد الأقصى للسرعة المعلنة ٥٠ كم/س (ينصح بـ ٣٠ كم/س).
- يجب ألا يخدم كلا الشارعين المتقاطعين أحجام كبيرة من النقل العام.
- يجب ألا يكون أي من الشارعين المتقاطعين طريقًا رئيسًا لخدمات الطوارئ (الشرطة، والإسعاف، وخدمة الإطفاء، وما إلى ذلك).



الشكل (٦–٤) مثال على تقاطع مرتفع.

٦-٣-٣ تدابير الانحراف الأفقي

٦-٣-٣-١ نظرة عامة

الانحرافات الأفقية تعيق قدرة السائق على القيادة في خط مستقيم عن طريق إيجاد تحول أفقي في الطريق. هذا التحول يجبر سائق المركبة على إبطائها من أجل التنقل بشكل مريح من خلال التدبير (FHWA, 2022).

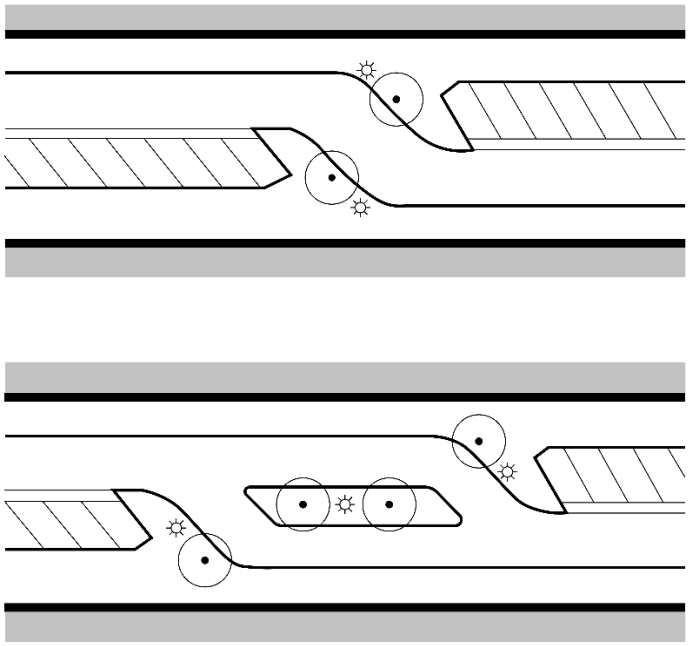
الأنواع الآتية من الانحرافات الأفقية شائعة الاستخدام:

- الإزاحة الجانبية والتعرجات.
- التقاطعات المعدلة.
- الدوارات (بما في ذلك دوائر المرور الصغيرة).

٦-٣-٣-٢ الإزاحة العرضية والتعرجات

الإزاحة العرضية هي إعادة المحاذاة لتكون غير مستقيمة مما يتسبب في إزاحة مسارات السير في اتجاه واحد. والغرض الأساسي من الإزاحة العرضية هو تقليل سرعة المركبة على طول الشارع. عادة ما تفصل الإزاحة العرضية حركة المرور المتعارضة من خلال الإزاحة بمساعدة جزيرة وسطية. على الرغم من أن الجزيرة ليست إلزامية، إلا أنه بدونها يمكن أن يعبر سائق المركبة الخط المركزي من أجل أن يسلك مسارًا أكثر استقامةً، وبالتالي يقلل من فاعلية تقليل السرعة نتيجة الإزاحة العرضية . التعرج هو نوع من الإزاحة العرضية الذي يغير محاذاة الشارع أكثر من مرة واحدة (FHWA, 2022).

ويظهر مفهوم الإزاحة العرضية، مع وبدون جزيرة وسيطة، في الشكل (٦-٥).



الشكل (٦–٥) رسم تخطيطي للإزاحة العرضية بوجود جزيرة وسيطة وبدونها (FGSV, 2006).

يجب أن يستند قرار تنفيذ الإزاحة العرضية أو مخطط التعرجات إلى دراسة مخصصة للسلامة على الطرق للتحقق من فوائد المعالجة للحالة المحددة. يجب أن تكون جميع الشروط المسبقة الآتية مطلوبة للسماح بالنظر في تنفيذ هذه المعالجة:

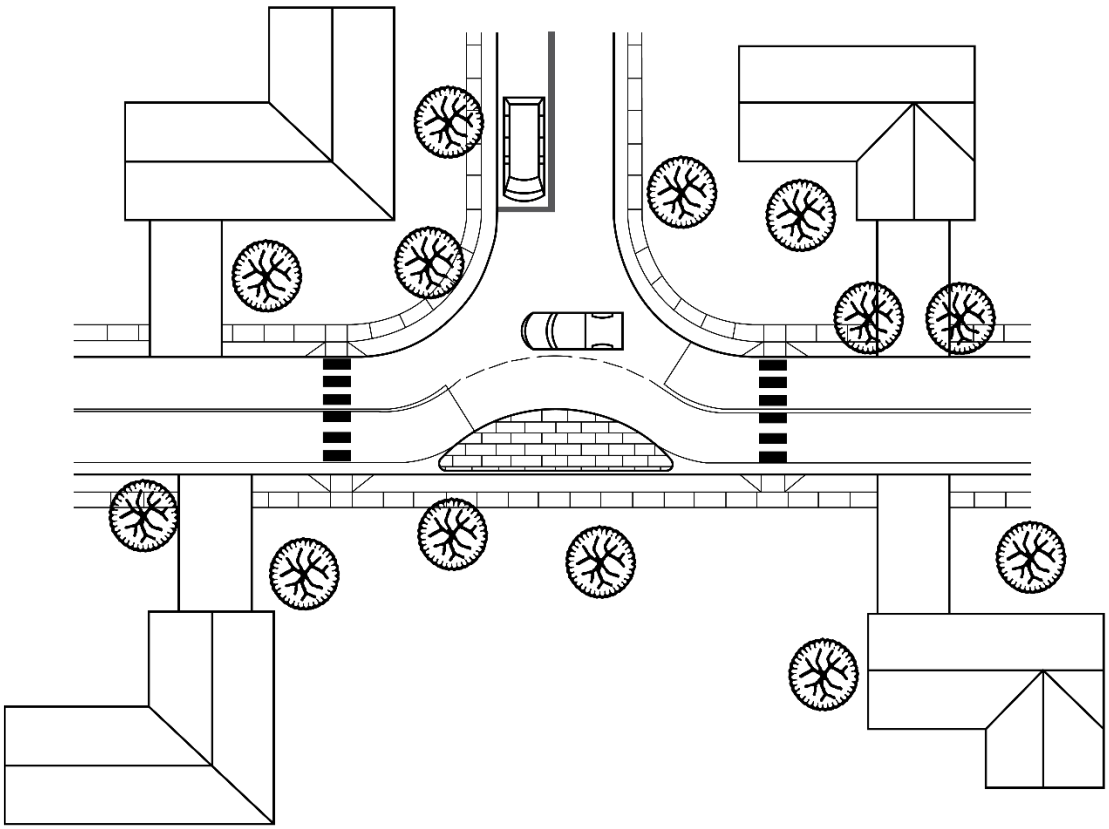
- يجب تصنيف الطريق إما على أنه شارع حضري محلي أو سكني ، أو شارع حضري تجميعي فرعي أو شارع حضري تجميعي رئيس. يجب عدم تنفيذ التدبير في الطرق ذات التصنيف الأعلى.
- يجب ألا يتجاوز الحجم المروري (متوسط المرور السنوي اليومي) ٣٥٠٠ مركبة/يوم.
- يجب أن تكون المحاذاة الأفقية للشارع مستقيمة أو منحنية بنصف قطر كبير جدًا (تُتصور على أنها مستقيمة).
- يجب ألا يتجاوز الحد الأقصى للسرعة المعلنة ٥٠ كم/س (ينصح بـ ٣٠ كم/س أو أقل).

- يجب ألا يتجاوز المنحدر الطولي للشارع ٦ ٪.

من أجل زيادة تعزيز تأثير تخفيض السرعة، إذا لزم الأمر، يمكن الجمع بين الإزاحة العرضية والتعرجات مع تدابير الانحراف الرأسي (مطبات السرعة، ومصاطب السرعة و/ أو معابر المشاة المرتفعة)، شريطة استيفاء المتطلبات ذات الصلة (راجع أيضًا الجزء الفرعي ٦-٣-٢).

٦-٣-٣-٣ التقاطعات المعدلة

يتضمن التقاطع المعدل إعادة تشكيل تقاطع حضري (فرعي) ليكون له مسارات سير منحنية عبر التقاطع (على سبيل المثال، كما هو موضح في الشكل ٦-٦)، وبالتالي تثبيط حركات المركبات السريعة عبر التقاطع. التطبيق الأكثر شيوعًا هو تحويل تقاطع نموذجي ثلاثي الأفرع مع طرق اقتراب مستقيمة إلى تلاقي شوارع منحنية بزوايا قائمة. والنتيجة هي إزالة جميع المسارات المستقيمة عبر التقاطع (FHWA, 2022).



الشكل (٦–٦) رسم تخطيطي لتقاطع معدل (FHWA, 2022).

يجب أن يستند قرار تنفيذ إجراء معدل للتقاطع إلى دراسة مخصصة للسلامة على الطرق للتحقق من فوائد المعالجة للحالة المحددة. كما يجب إجراء دراسة تقييم التأثير المروري لتحديد ضوابط المرور المناسبة للتقاطع وتحديد مدى تغيرات الاصطفاف والتأخير للمركبات والمشاة.

يجب أن تكون جميع المتطلبات الأساسية الآتية ضرورية للسماح بالنظر في هذا التنفيذ:

- يجب تصنيف كلا الشارعين المتقاطعين على أنهما شارع حضري محلي أو سكني، أو شارع حضري تجميعي فرعي أو شارع حضري تجميعي رئيس. يجب عدم تنفيذ التدبير في الطرق ذات التصنيف الأعلى.
- يجب ألا يتجاوز الحد الأقصى للسرعة المعلنة ٤٠ كم/س (ينصح بـ ٣٠ كم/س أو أقل).
- يجب ألا يزيد الميل الطولي لكلا الشارعين المتقاطعين عن ٦٪.

ترد تفاصيل تصميم جميع التقاطعات في الباب (١٠) من كود الطرق السعودي ٣٠١ (التصميم الهندسي للطرق).

٦-٣-٣-٤ الدوارات ودوائر المرور الصغيرة

يمكن الاطلاع على متطلبات التنفيذ ومسائل التصميم الخاصة بالدوارات في الجزء (١٠-٣) من كود الطرق السعودي ٣٠١ (التصميم الهندسي للطرق).

٦-٣-٤ تدابير تهدئة المرور الأخرى

٦-٣-٤-١ علامات الرصف المرتفعة

الرصف المُلون مناسب للتطبيق في المناطق السكنية، في الشوارع ذات حركة المشاة العالية، حيث يُتطلب إجراءً معتدلًا لتقليل السرعة. عادة ما يُركب الرصف المُلون باستخدام حجر أحجار رصف ("طوب") وهو مناسب بشكل خاص للشوارع القريبة من المدارس. يجب وضع التغير في سطح الطريق (على سبيل المثال، من الأسفلت إلى أحجار الرصف) على بعد ١٠ م على الأقل قبل منطقة السرعة المنخفضة المطلوبة (Riyadh Amanah, 2007).

يجب أن تكون جميع المتطلبات الأساسية الآتية مطلوبة لتنفيذ الرصف المُلون:

- يجب تصنيف الشارع على أنه شارع حضري محلي أو سكني. يجب عدم تنفيذ التدبير في الطرق ذات التصنيف الأعلى.
- يجب ألا يتجاوز حد السرعة المعلن ٣٠ كم/س.

٦-٣-٤-٢ أشرطة الدمدمة (rumble strips) العرضية

أشرطة الدمدمة العرضية هي أنماط إما مرفوعة أو مُحززة على سطح الرصف، وتستخدم لتنبيه السائقين بالحاجة إلى الإبطاء أو التوقف، أو للتغيرات المُقبلة الأخرى التي قد لا يتوقعها السائق غير المنتبه. تُوضع هذه الأشرطة في مسار السير بشكل عمودي على اتجاه السير وتنتج صوتًا واهتزازًا لجذب انتباه السائق.

أشرطة الدمدمة العرضية:

- يجب عدم استخدامها داخل المناطق السكنية؛ لتجنب التلوث الضوضائي.
- يمكن استخدامها في الطرق الحضرية والريفية التجميعية والشريانية الفرعية.
- يمكن استخدامها على منحدرات المحولات أو طرق الخدمة المغادرة من طريق عالي السرعة (على سبيل المثال، الاقتراب من مفترق الطرق في نهاية منحدر مخرج من مُحول ماسّي/مَعيني).

٦-٣-٥ استخدام أجهزة التحكم المروري لتهدئة المرور

يمكن أن يكون تركيب أو تحديث اللافتات وعلامات الرصف على الطريق المتأثر إجراءً فعالًا من حيث التكلفة لتقليل السرعة. قد تنظر دراسات سلامة الطرق في تطبيق لافتات للسرعة المقترحة و/أو علامات رصف و/أو لافتات تُنشّط بالسرعة و/أو لافتات التنبيه بالسرعة الإلكترونية ، كتدابير مضادة لتهدئة المرور، في كل من البيئات الحضرية والريفية (FHWA, 2012).

للحصول على تفاصيل حول هذه التدابير، على المستخدم الرجوع إلى كود الطرق السعودي ٦٠٢ (الدليل الموحد لأجهزة التحكم المروري) وإلى الجزء (١٠) من المواصفة (SASO-GSO-2084).

٧- سلامة الأنفاق

٧-١ مقدمة

٧-١-١ النطاق

يناقش هذا الباب تدابير سلامة الأنفاق، ويحدد المتطلبات السلامة الدنيا لتشغيل الأنفاق. ينطبق باب سلامة الأنفاق على أنفاق الطرق الخاصة بالمركبات (أي لا ينطبق على أنفاق السكك الحديدية و/أو أنفاق المشاة و/أو راكبي الدراجات فقط، وما إلى ذلك).

٧-١-٢ المعايير والإرشادات

حُددت المعايير والمبادئ التوجيهية لأنفاق الطرق في كل من كود الطرق السعودي ٣١٠ (تصميم الجسور والأنفاق)، وكود الطرق السعودي ٤٠٢ (إنشاء الجسور والأنفاق)، وكود الطرق السعودي ٥٠٢ (نظم صيانة الجسور والأنفاق وإدارتها).

لا توجد معايير للمواد ذات الصلة بالباب الحالي من هذا المجلد.

٧-١-٣ ملخص الأجزاء

الجزء (٧-١): يقدم (هذا الجزء) المعلومات الأولية والسياق.

الجزء (٧-٢): يوفر سياق قرارات السياسات المتعلقة بتدابير سلامة الأنفاق.

الجزء (٧-٣): يتعلق بتدابير سلامة الأنفاق المتعلقة بالبنية التحتية.

الجزء (٧-٤): يركز على تدابير سلامة الأنفاق فيما يتعلق بتشغيلها. يجب أن يرجع المستخدم أيضًا إلى كود الطرق السعودي ٥٠٢ (نظم صيانة الجسور والأنفاق وإدارتها) للحصول على مزيد من المتطلبات التفصيلية.

٧-١-٤ التفسير والملاحظات

كحد أدنى، تنفذ تدابير السلامة المحددة في الأقسام الآتية والمتصلة بتشغيل الأنفاق؛ من أجل ضمان أدنى حد من السلامة في جميع الأنفاق الجديدة. بالنسبة لمتطلبات الحد الأدنى من سلامة الأنفاق المتعلقة بالبنية التحتية، وللتصميم التفصيلي ومتطلبات الإنشاء، على القارئ الرجوع إلى كود الطرق السعودي ٣١٠ (تصميم الجسور والأنفاق) وكود الطرق السعودي ٤٠٢ (إنشاء الجسور والأنفاق).

فقط عندما لا يمكن تحقيق المتطلبات الإنشائية (فيما يتعلق بالأنفاق القائمة بالفعل - انظر أيضا الفقرة التالية) أو يمكن تحقيقها ولكن من خلال تكلفة غير متناسبة، فإنه يمكن قبول تنفيذ تدابير مُكافئة أو مُحسنة لتقليل المخاطر بدلًا من متطلبات السلامة الخاصة بالبنية التحتية والتشغيل. ويتعين توضيح كفاءة هذه التدابير من خلال تحليل المخاطر، مع الأخذ بالاعتبار جميع عوامل التصميم وظروف المرور (الحجم المروري، ونوع المرور، وعدد مركبات النقل الثقيل، وخصائص الأنفاق: على سبيل المثال، الطول، والميول، والتصميم الهندسي/الجيومتري)، ويلزم الحصول على موافقة من الهيئة العامة للطرق على عدم التقيد بهذه الشروط الدنيا.

فيما يتعلق بالأنفاق المفتوحة بالفعل لحركة المرور العامة، على الجهة الإدارية تقييم امتثالها لمتطلبات كود الطرق السعودي على أساس القيام بفحص (فحص الموقع ومراجعة الرسومات والوثائق المُنفذة على أرض الواقع) في غضون فترة ٣ سنوات -وإذا لزم الأمر- تقترح خطة للتدابير التصحيحية للامتثال للحد الأدنى من متطلبات السلامة. يجب تجديد الأنفاق الحالية وفقًا لجدول زمني متفق عليه على أن يُنتهى منه في غضون ٧ سنوات.

يستخدم مصطلح "حادث نفق" (tunnel accident) أو "حادث" (accident) في هذا الباب للإشارة إلى أي حادث يقع داخل نفق يؤدي إلى الوفاة أو الإصابة أو تلف الممتلكات (مثال: الحوادث المرورية، ولكن أيضًا اندلاع حريق في مركبة، وانسكاب مواد خطرة، وما إلى ذلك). وبالتالي فإن المصطلح له معنى أوسع من المصطلح "تصادم" (crash).

٧-٢ أساس البتّ في تدابير السلامة

٧-٢-١ معلمات السلامة

يجب أن تستند تدابير السلامة التي ستنفذ في نفق إلى دراسة منهجية لجميع جوانب النظام المكون من البنية التحتية والتشغيل والمستخدمين والمركبات.

يجب مراعاة المعلمات الآتية:

- طول النفق.
- عدد قنوات الأنفاق المُفردة (tubes).
- عدد المسارات.
- الشكل الهندسي (الجيومتري) للقطاع العرضي.
- المحاذاة الرأسية والأفقية.
- نوع الإنشاء.
- مرور أحادي أو ثنائي الاتجاه.
- الحجم المروري لكل قناة نفق (بما في ذلك التوزيع الزمني).
- خطر الازدحام (اليومي أو الموسمي).
- زمن وصول خدمات الطوارئ.
- وجود مركبات نقل ثقيل ونسبتها.
- وجود مرور بضائع خطرة/ضارة ونسبتها ونوعها.
- خصائص طرق الوصول.
- عرض المسار.
- اعتبارات السرعة.
- البيئة الجغرافية والمناخية.

عندما يكون لنفق خاصية خاصة فيما يتعلق بالمعلمات المذكورة أعلاه، يلزم إجراء تحليل للمخاطر؛ لتحديد ما إذا كانت تدابير السلامة الإضافية و/أو المعدات التكميلية ضرورية لضمان مستوى عالٍ من سلامة النفق. يجب أن يراعي تحليل المخاطر هذا الحوادث المحتملة، التي تؤثر تأثيرًا واضحًا على سلامة مستخدمي الطريق في الأنفاق، والتي قد تحدث أثناء مرحلة التشغيل، وطبيعتها وحجم عواقبها المحتملة (The European Parliament and the Council of the European Union, 2004).

يجب تنفيذ تدابير السلامة المطلوبة في الأقسام التالية كحد أدنى من أجل ضمان الحد الأدنى من السلامة في جميع الأنفاق الجديدة، وبالتدريج في إعادة تأهيل الأنفاق غير المطابقة والمفتوحة بالفعل لحركة المرور العامة (انظر أيضًا الجزء الفرعي ٧-١-٤).

٧-٢-٢ الحجم المروري

عند ذكر "الحجم المروري" في هذا الباب فإنه يشير إلى متوسط المرور السنوي اليومي (AADT) عبر النفق لكل مسار. لغرض تحديد الحجم المروري، يجب أن تُحسب كل مركبة كوحدة واحدة.

عندما يتجاوز عدد مركبات النقل الثقيل التي يزيد وزنها عن ٣,٥ طن ١٥٪ من متوسط المرور السنوي اليومي، أو تتجاوز حركة المرور اليومية الموسمية بشكل كبير متوسط المرور السنوي اليومي، يجب تقييم المخاطر الإضافية، وأخذها في الاعتبار من خلال زيادة الحجم المروري في النفق لتطبيق الفقرات التالية (The European Parliament and the Council of the European Union, 2004).

٧-٣ تدابير البنية التحتية

بخصوص متطلبات سلامة الأنفاق الدنيا المتعلقة بالبنية التحتية، وللتصميم التفصيلي ومتطلبات الإنشاء، يجب على القارئ الرجوع إلى كود الطرق السعودي ٣١٠ (تصميم الجسور والأنفاق) وكود الطرق السعودي ٤٠٢ (إنشاء الجسور والأنفاق).

٧-٤ التدابير المتعلقة بالتشغيل

٧-٤-١ وسائل التشغيل

يجب تنظيم تشغيل النفق وتدبير وسائلها؛ لتضمن استمرارية المرور والسلامة عبر النفق، وأن يتلقى الموظفون المشاركون في التشغيل وكذلك خدمات الطوارئ؛ تدريبًا أوليًا مستمرًا ومناسبًا (The European Parliament and the Council of the European Union, 2004).

٧-٤-٢ التخطيط للطوارئ

يجب أن تكون خطط الاستجابة للطوارئ متاحة لجميع الأنفاق، التي طورها مشغل الطريق بالتعاون مع خدمات الطوارئ، ومعتمدة من قبل الجهة المختصة.

٧-٤-٣ الأعمال في الأنفاق

يجب أن يبدأ الإغلاق الكامل أو الجزئي للمسارات؛ بسبب أعمال الإنشاء أو الصيانة المخطط لها مسبقًا خارج النفق، ويمكن استخدام لافتات الرسائل المتغيرة، وإشارات المرور، والحواجز الميكانيكية لهذا الغرض (راجع أيضًا كود الطرق السعودي ٦٠٢ - الدليل الموحد لأجهزة التحكم المروري).

٧-٤-٤ إدارة حوادث التصادم والأحداث

في حال وقوع تصادم أو حدث خطير، يجب إغلاق جميع قنوات الأنفاق المعنية على الفور أمام حركة المرور.

ويجب القيام بذلك من خلال التفعيل المتزامن، ليس فقط لأجهزة التحكم المروري قبل البوابات (مذكورة في الجزء الفرعي ٧-٤-٣)، ولكن أيضًا للافتات الرسائل المتغيرة وإشارات المرور والحواجز الميكانيكية داخل النفق -إذا كانت متاحة-؛ بحيث يمكن إيقاف حركة المرور بالكامل في أسرع وقت ممكن خارج النفق وداخله. يمكن إغلاق الأنفاق التي يقل طولها عن ١,٠٠٠ م بوسائل أخرى. يجب إدارة حركة المرور بطريقة تسمح للمركبات غير المتضررة بمغادرة النفق بسرعة.

يجب أن يكون زمن وصول خدمات الطوارئ -في حال وقوع حادث في نفق- قصيرًا قدر الإمكان، ويُقاس أثناء التدريبات الدورية (ممارسات التدريب) أو أثناء وقوع الحوادث.

في الأنفاق الرئيسة ثنائية الاتجاه ذات الأحجام المرورية الكبيرة، يجب أن يحدد تحليل المخاطر ما إذا كان ينبغي تمركز خدمات الطوارئ على طرفي النفق (The European Parliament and the Council of the European Union, 2004).

٧-٤-٥ نشاط مركز التحكم

في جميع الأنفاق التي تتطلب مركز تحكم، يجب أن يكون لمركز التحكم الواحد سيطرة كاملة في أي وقت (The European Parliament and the Council of the European Union, 2004).

٧-٤-٦ إغلاق النفق

يجب إعلام المستخدمين بأفضل المسارات البديلة في حالة إغلاق النفق (طويل أو قصير الأجل)؛ وذلك عن طريق أنظمة معلومات يسهل الوصول إليها. يجب أن تشكل هذه المسارات البديلة جزءًا من خطط الطوارئ المُنظمة. ينبغي أن تهدف إلى الحفاظ على تدفق المرور ما أمكن، وتقلل تأثيرات السلامة الثانوية على المناطق المحيطة إلى أدنى حد (The European Parliament and the Council of the European Union, 2004).

٧-٤-٧ التجاوز في الأنفاق

يجب إجراء تحليل للمخاطر؛ لتقرير إمكانية السماح لمركبات النقل الثقيل بالتجاوز/التخطي في الأنفاق التي بها أكثر من مسار في كل اتجاه (The European Parliament and the Council of the European Union, 2004).

٧-٤-٨ المسافات بين المركبات والسرعة

تعد السرعة المناسبة للمركبات والمسافة الآمنة بينها أمرًا مهمًا خاصة في الأنفاق؛ ولذا ينبغي أن تعطى اهتمامًا كبيرًا. وينبغي أن يشمل هذا إخطار مستخدمي الأنفاق بالسرعات والمسافات المناسبة، والشروع في تدابير إنفاذ القانون بالشكل المناسب.

ينبغي على مستخدمي الطريق الذين يقودون سيارات ركاب في الظروف العادية الحفاظ على مسافة دنيا من المركبة التي أمامهم، تعادل المسافة التي تقطعها مركبة في ثانيتين. وينبغي مضاعفة هذه المسافة لمركبات النقل الثقيل (The European Parliament and the Council of the European Union, 2004).

عند توقف حركة المرور في أحد الأنفاق، على مستخدمي الطريق الحفاظ على مسافة لا تقل عن ٥ م من المركبة التي أمامهم، إلا إذا كان ذلك غير ممكن بسبب التوقف في حالات الطوارئ (The European Parliament and the Council of the European Union, 2004).

٨- نقل المواد الخطرة

٨-١ مقدمة

٨-١-١ النطاق

يحدد هذا الباب العناصر والمتطلبات الرئيسة لإدارة نقل المواد الخطرة، مع التركيز على القيود المفروضة في الأنفاق لنقل هذه المواد.

٨-١-٢ المعايير والإرشادات

يجب أن تكون فئات وأقسام ورموز المواد الخطرة على النحو المحدد في كود البناء السعودي ٨٠١ (الكود السعودي للحماية من الحرائق) (SBCNC, 2018).

٨-١-٣ ملخص الأجزاء

الجزء ٨-١: يقدم (هذا الجزء) المعلومات الأولية والسياق.

الجزء ٨-٢: يحدد العناصر والمتطلبات الرئيسة لإدارة نقل المواد الخطرة، بما في ذلك مجموعة من القواعد التي تنص على مواصفات السلامة ومتطلبات الشحن ذات الصلة.

الجزء ٨-٣: يوفر سياق القيود التي تفرضها السلطات المختصة على نقل المواد الخطرة.

٨-١-٤ التفسير والملاحظات

تُعد إرشادات نقل المواد الخطرة الموصوفة في هذا الباب شرطًا مُلزمًا لكود الطرق السعودي، ويتعين على مهندس/مدير المرور المعتمد استخدام المواد المقدمة هنا على النحو المناسب، كما على مهندس/مدير المرور تطبيق نظام المرور والمتطلبات المحددة الإضافية التي تضعها السلطات المختصة حسب الحاجة، بما في ذلك الضوابط التوجيهية لنقل المواد الكيميائية الخطرة المقيدة أمنيًا الصادرة عن الهيئة العليا للأمن الصناعي بوزارة الداخلية (HCIS, 2022).

ويوضح كذلك أن هذا الباب من كود الطرق السعودي المتعلق بنقل المواد الخطرة ينطبق على الطرق والطرق المخصصة للاستخدام العام، ينظم نقل المواد الخطرة داخل مرافق الهيئة العليا للأمن الصناعي بموجب توجيهات الهيئة العليا للأمن الصناعي ذات الصلة (HCIS, 2017).

٨-٢ العناصر الرئيسة لإدارة نقل المواد الخطرة

٨-٢-١ نظرة عامة

يشير مصطلح المواد الخطرة إلى فئة واسعة من النفايات الخطرة والمواد الخطرة والمواد الكيميائية السامة التي يمكن أن تؤثر سلباً على صحة الإنسان أو البيئة.

يشكل نقل المواد الخطرة خطرًا كبيراً لوقوع حوادث. لذلك ينبغي اتخاذ تدابير لضمان تنفيذ هذا النقل في ظل أفضل ظروف السلامة الممكنة (The European Parliament and the Council of the European Union, 2008).

يستند نقل المواد الخطرة إلى مجموعة من القواعد التي تنص على مواصفات السلامة ومتطلبات الشحن ذات الصلة، وفيما يلي العناصر الرئيسة لإدارة نقل المواد الخطرة (Government of Canada, 2022; HCIS, 2022; UNECE, 2021):

- الاحتياجات العامة من الموظفين.
- تدريب الأشخاص الضالعين في نقل المواد الخطرة.
- تصنيف المنتج.
- استخدام علامات سلامة المواد الخطرة لتوصيل المخاطر التي قد يشكلها المنتج على الجمهور أو البيئة.
- إعداد الوثائق، مثل أوراق الشحن.
- اختيار الاحتواء المناسب (التغليف).
- توفير المعدات المناسبة للمركبات والأفراد.

- خطط المساعدة على الاستجابة في حالات الطوارئ (إذا لزم الأمر).
- معالجة الأحداث.

٨-٢-٢ الاحتياجات العامة من الموظفين:

يجب أن يستوفي الأشخاص الذين تتعلق واجباتهم بنقل المواد الخطرة، كحد أدنى، المتطلبات التالية (HCIS, 2022).

٨-٢-٢-١ اللياقة للقيادة

يجب أن يكون الموظفون لائقين بدنيًا لمتطلبات العمل. وبالتحديد يجب أن يكون السائق لائقًا طبيًا، وفقًا للتقارير الطبية الصادرة عن جهة حكومية معتمدة، في الجوانب الآتية (HCIS, 2022):

- أمراض القلب.
- التنفس.
- السكري وضغط الدم.
- النظر والسمع.
- الكحول والمخدرات.
- الأمراض العقلية والعصبية.
- أي مشاكل صحية أخرى قد تؤثر على القيادة.

يجب ألا تتجاوز أعمار السائقين الذين ينقلون موادًا خطرة خمسة وخمسين (٥٥) سنة.

٨-٢-٢-٢ المتطلبات الأمنية

يجب ألا يكون الموظفون قد أدينوا بجريمة تهريب مخدرات وسرقة واعتداء وغيرها، ما لم يكن قد أعيد تأهيل سائق الشاحنة. لا يُسمح إلا للسائقين السعوديين بدخول المواقع العسكرية ومنشآت القواعد الجوية وجميع المرافق الحكومية الحساسة (HCIS, 2022).

٨-٢-٢-٣ الرخصة

يجب أن يحمل السائق رخصة صالحة لقيادة مركبة ثقيلة.

٨-٢-٢-٤ ظروف العمل

تطبق ظروف العمل المحددة في التوجيه: "ضوابط نقل المواد الكيميائية الخطرة المقيدة أمنيًا" (HCIS, 2022).

٨-٢-٣ متطلبات تدريب الموظفين

يجب أن يُدرب الأشخاص الذين تتعلق واجباتهم بنقل المواد الخطرة، على المتطلبات التي تحكم نقل تلك البضائع بما يتناسب مع مسؤولياتهم وواجباتهم. ويجب تدريب الموظفين وفقًا للفقرات التالية قبل توليهم المسؤوليات، ويجب أن يقتصر عملهم على أداء المهام التي لم يُوفَّر التدريب المطلوب لها تحت إشرافٍ مباشر من شخص مُدرب.

ويتخذ التدريب الصيغة التالية التي تتناسب مع مسؤولية وواجبات الفرد المعني (UNECE, 2021).

٨-٢-٣-١ تدريب للتوعية العامة

يجب أن يكون الموظفون على دراية بالمتطلبات العامة للأحكام المتعلقة بنقل المواد الخطرة (UNECE, 2021).

٨-٢-٣-٢ التدريب الخاص بالوظائف

يتلقى الموظفون تدريبًا يتناسب مباشرة مع واجباتهم ومسؤولياتهم وفقًا لمتطلبات الأنظمة المتعلقة بنقل المواد الخطرة.

عندما ينطوي نقل المواد الخطرة على عملية نقل متعدد الوسائط، يجب أن يكون الموظفون على علم بالمتطلبات المتعلقة بوسائط النقل الأخرى (UNECE, 2021) (UNECE، 2021).

٨-٢-٣-٣ التدريب على السلامة

يجب تدريب الموظفين على المخاطر والأخطار التي تمثلها المواد الخطرة، بما يتناسب مع درجة خطر الإصابة أو التعرض لها، الناجم عن حدث نقل مواد خطرة، بما في ذلك التحميل والتفريغ. يجب أن يهدف التدريب المقدم إلى توعية الموظفين بإجراءات المناولة الآمنة والاستجابة في حالات الطوارئ.

ويجب أن يُستكمل التدريب دوريًا بتدريب لتجديد المعلومات لمراعاة التغييرات في الأنظمة واللوائح (UNECE, 2021).

٨-٢-٣-٤ التوثيق

يجب أن يحتفظ صاحب العمل بسجلات التدريب المُعطى ويتيحها للموظف أو السلطة المختصة، بناء على الطلب. ويجب التحقق من سجلات التدريب عند بدء توظيف جديد (UNECE, 2021).

٨-٢-٤ نظام تصنيف المخاطر

تصنف المواد الخطرة وفقًا للجزء (٥٠٠١,٢) من كود البناء السعودي 801 (الكود السعودي للحماية من الحرائق).

٨-٢-٥ لافتات تمييز المواد الخطرة

ما لم يُعفي مسؤول الكود السعودي للحماية من الحرائق خلاف ذلك، يجب أن تُميّز المواد الخطرة باستخدام اللافتات المحددة في الكود (NFPA 704)، واللافتات على النحو المحدد في الأجزاء (١٠٠ إلى ١٨٥) من المواصفة (DOTn 49 CFR).

٨-٢-٦ وثائق الشحن

يجب أن تقدم وثائق الشحن على النحو المحدد في التوجيه: "ضوابط نقل المواد الكيميائية الخطرة المقيدة أمنيًا" (HCIS, 2022).

٨-٢-٧ مركبات النقل والتغليف

يجب أن يستخدم المرسل -فقط- التغليف، والتعبئة الكبيرة، وحاويات السوائب الوسيطة، والصهاريج (مركبات الصهاريج والصهاريج القابلة للفك والصهاريج المتنقلة وحاويات الصهاريج) المعتمدة والملائمة لنقل المواد المعنية والتي تحمل علامات كما هو محدد في كود البناء السعودي801 (الكود السعودي للحماية من الحرائق).

يجب التصديق على مركبات الصهاريج وعربات الصهاريج التي تنقل سوائل قابلة للاشتعال والاحتراق وفقاً للأجزاء (١٠٠ إلى ١٨٥) من المواصفة (DOTn 49 CFR). كما يجب أن يكون تصميمها وإنشائها وتجهيزها وصيانتها وفقًا للكود (NFPA 385)، ومن الجزء (٥٧٠٦,٦,١) حتى الجزء (٥٧٠٦,٦,٤) من كود البناء السعودي801 (الكود السعودي للحماية من الحرائق).

يجب أن تتوافق عبوات الوقود الدفعي عديم الدخان والمسحوق الأسود وذخيرة الأسلحة الصغيرة مع المادة (٥٦٠٦) من قانون مكافحة الحرائق في المملكة العربية السعودية والكود (NFPA 495).

للاشتراطات العامة للشحنات والعبوات، ارجع أيضاً إلى الجزء (١٧٣) من المواصفة (DOTn 49 CFR).

يجب أن يتأكد الناقل بصريًا من أن المركبات والأحمال خالية من العيوب، أو التسربات، أو الشقوق الواضحة، أو المعدات المفقودة، وما إلى ذلك، وأن المركبات ليست محملة بحمولة زائدة (UNECE, 2021).

٨-٢-٨ المعدات

يجب أن تُجهَّز وحدات النقل (الشاحنات) التي تحمل موادًا خطرة وفقًا لمتطلبات الاتفاقية الأوروبية للنقل الدولي للبضائع الخطرة على الطرق والتي تعرف بالاختصار (ADR) بالإنجليزية (UNECE, 2021) والتوجيه: "ضوابط نقل المواد الكيميائية الخطرة المقيدة أمنيًا" (HCIS, 2022). وتحديدًا:

- يجب أن تجهز الشاحنات بلافتات ولوحات تحذير وتمييز وفقًا للمواصفات المعتمدة.
- يجب أن توفر عواكس للنور في جميع حواف الشاحنة؛ لضمان الرؤية في ظروف الإضاءة المنخفضة.
- يجب أن تزود الشاحنة بوسائل جاهزة لسحبها عند الحاجة.
- يجب تركيب أنوار تحذيرية وتحذير صوتي مسموع عند الرجوع للخلف، وجرس تحذير لربط حزام الأمان.
- يجب أن تجهز جميع الشاحنات بعجلة احتياطية وإطار، ورافعة، ومفتاح ربط، وحاملة عجلات احتياطية، وجهاز لمراقبة ضغط الإطارات.
- يجب تركيب نظام كبح عالي القدرة؛ وفقًا لمتطلبات الهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس والجودة .
- يجب تركيب نظام للتحكم في الاستقرار والحد من الانقلاب؛ للحد من احتمالات وقوع حوادث الانقلاب.
- يجب تركيب حواجز حماية أمامية وجانبية وخلفية؛ للحماية من الحوادث.
- يجب تركيب حاوية للأسلاك الكهربائية.
- يجب حماية خزانات الوقود؛ لمنع تسرب الوقود.
- يجب عزل نظام العادم لمنع نقل الحرارة إلى المواد المنقولة، في حال نقل متفجرات أو مواد قابلة للاشتعال.
- يجب تأريض المركبة (كهربائيًا) في حال نقل مواد قابلة للاشتعال.
- يجب نقل المعدات الآتية على متن المركبة:
  - مانع حركة (مصد) للعجلة بحجم يناسب الكتلة القصوى للمركبة وقطر العجلة.
  - طفايات حريق.
  - عدد كاف من أقماع المرور ومثلثات التحذير القائمة بذاتها.
  - مصباح يدوي.
  - أشرطة حاجز.
  - مجموعة إسعافات أولية.
  - سائل غسل العين.
- لكل فرد من أفراد طاقم المركبة، يجب نقل المعدات الآتية:
  - سترة تحذير.
  - زوج من القفازات الواقية.
  - حماية للعين (مثل النظارات الواقية).
  - زوج من أحذية الأمان.
  - خوذة واقية.
  - ملابس مناسبة ومقاومة للحريق.
  - قناع بمرشح؛ في حال كانت المادة المنقولة غازًا سامًا.
- يجب تزويد المركبات أو الأفراد بوسيلة اتصال فعالة بدون استخدام اليدين؛ مثل الهاتف المحمول، وبوسيلة احتياطية في حالة عدم عمل وسيلة الاتصال الرئيسة.

٨-٢-٩ خطة المساعدة على الاستجابة للطوارئ

للشحنات التي تستلزم وثيقة نقل مواد خطرة، يجب أن تتوفر المعلومات المناسبة فورًا في جميع الأوقات؛ ؛ وذلك لاستخدامها في الاستجابة لحالات الطوارئ للأحداث والحوادث التي تشمل موادًا جاري نقلها.

يجب أن تكون المعلومات متوفرة بعيدًا عن الرُزم التي تحتوي موادًا خطرة، بحيث يمكن الوصول لها فورًا في حالات الطوارئ.

تشمل طرائق الامتثال ما يلي:

- المدخلات المناسبة في وثيقة النقل.
- توفير وثيقة منفصلة مثل صحيفة بيانات السلامة (UNECE, 2014).

تصف خطة المساعدة على الاستجابة للطوارئ، كيف يجب على مُرسل المواد الخطرة عالية الخطورة الاستجابة لدعم المستجيبين الأوائل في حال وقوع حدث/حادث نقل. عمومًا، يجب على خطة المساعدة على الاستجابة للطوارئ أن تقوم بما يلي:

- إعداد قائمة بوسيلة النقل المستخدمة، وتردد (تقاطر) النقل، ووسائل الاحتواء، والمنطقة الجغرافية التي تشحن إليها المواد الخطرة.
- وصف المعدات والإجراءات المتاحة لدى جهة الشحن لدعم الاستجابة للحوادث/الأحداث المتعلقة بالمواد شديدة الخطورة.

- تحديد المعلومات المتعلقة بالموظفين المعنيين بالاستجابة لخطة المساعدة على الاستجابة للطوارئ (مثل المستشارين التقنيين، وقادة الفرق، وفرق الاستجابة).
- وصف قدرات الاستجابة المتخصصة، مثل؛ التدابير التي ينبغي اتخاذها، والمسؤولون عن اتخاذ تلك التدابير، ونحوه.
- تقدير الوقت اللازم للاستجابة، على سبيل المثال؛ الوصول إلى موقع الانسكاب، والخطوات اللازمة لخروج الأفراد والمعدات، ونحوه.
- تضمين معلومات عن الجاهزية لحالات الطوارئ لسيناريوهات محددة، (أي: انسكاب أقل من ١ ٪ من المواد الخطرة في وسيلة احتواء، وأكثر من ٥٠ ٪ من المواد الخطرة في وسيلة احتواء، والتعرض لحريق).

يمكن استخدام خطة المساعدة على الاستجابة للطوارئ إلى جانب خطط الطوارئ المقدمة من جهات أخرى، مثل؛ السلطات المحلية، أو سلطات المناطق. والتأكد من هذه السلطات أو الجهات أن لديها القدرة على المساعدة، أو الاستجابة المناسبة لمخاطر المواد الخطرة المحددة التي تُشحن في منطقتها؛ فإنشاء نظام لإدارة الحوادث سيساعد على تنسيق هذه الخطط (Government of Canada, 2022).

٨-٢-١٠ معالجة الحوادث

إذا لوحظ أثناء الرحلة حدوث انتهاك يمكن أن يعرض سلامة العملية للخطر، توقف الشحنة في أقرب وقت ممكن مع مراعاة متطلبات سلامة المرور، ولا يجوز مواصلة عملية النقل إلا إن امتثلت الشحنة للوائح، وللسلطة المختصة المعنية ببقية الرحلة أن تمنح إذنًا بمواصلة عملية النقل.

تقدم السلطة المختصة إلى الناقل المساعدة الإدارية اللازمة؛ إن لم تمتثل الشحنة الامتثال المطلوب، ولم تُمنح إذنًا لاستكمال الرحلة، وينطبق الشيء نفسه إن أبلغ الناقل السلطة المختصة بأن المرسل لم يبلغه بالطبيعة الخطرة للبضاعة المنقولة ، وأنه يرغب - بمقتضى قانون عقد النقل-، بتفريغ البضاعة، أو إتلافها، أو جعلها غير ضارة (UNECE, 2021).

٨-٢-١٠-١ تقدير الموقف عند الانسكاب

متى ما حدث انسكاب على الطريق، فمن المهم لفريق الاستجابة أن يُميز المادة الخطرة، ومنع الانسكاب من الانتشار. وينبغي على فريق الاستجابة الأولي فقط محاولة تحديد مدى انتشار الانسكاب من خلال جمع المعلومات وتحليلها. تسمى هذه استراتيجية تقدير الموقف؛ وهي محاولة دون تدخلات للحصول على صورة عامة أو انطباع عن طبيعة الحدث وشدته.

على المستجيبين استخدام استراتيجية تقدير الموقف للحصول على المعلومات الآتية وتقييمها (FHWA, 2009):

- هوية المواد.
- مقدار الانسكاب.
- المخاطر المرتبطة بكل مادة من المواد.
- الآثار والمخاطر على العامة والممتلكات والبيئة.
- المسار المحتمل للانسكاب؛ الهواء، أو الأرض، أو المياه السطحية، أو المياه الجوفية.
- أنسب التدابير لمراقبة الانسكاب لمنع التأثير أو تقليله.
- تدابير السلامة لحماية أفراد الاستجابة.

عند تمييز انسكاب عارض لمواد خطرة، يجب اتباع الخطوات الآتية (FHWA, 2009):

١- استخدام تقنيات التنظيف السريع من قبل المستجيبين الأوائل.
٢- حماية الموارد المائية بتنفيذ تقنيات التنظيف السريع من قبل المستجيبين الأوائل.
٣- استئجار مقاولي الاستجابة الخاصة المؤهلين مسبقًا للتعامل مع الانسكاب.
٤- تحسين جهود التنسيق، والتأهب من قبل جهات النقل، وإدارة الشرطة، وإدارة الإطفاء، ومركبات السحب.

أما المستجيبين الأوائل للانسكاب الصغير، فقد تستلزم أنشطة التنظيف المحدودة تقنيات احتواء وعزل أساسية. ويشمل احتواء الانسكاب أساليبًا تستخدم لتقييد المادة في حاويتها الأصلية، مثل؛ السّد، والترقيع، وزيادة التغليف، وما إلى ذلك. كما يتضمن عزل الانسكاب طرقًا للحد من الحجم المادي لمنطقة الانسكاب (على سبيل المثال: التخميد بالرذاذ/الكبت بالبخار، والتحويل، والتطويق بخندق، والتفجير، والامتصاص، والتسييج، ووضع سد. قد تكون كلتا الطريقتين فعالة جدًا في التحكم في الانسكاب الخطير، إذا استخدمت استخدامًا مناسبًا. ومع ذلك ينبغي لموظفي الاستجابة عدم استخدام أي من الطريقتين دون حماية مناسبة ومراعاة السلامة.

إن أسهل الطرق للسيطرة على الانسكابات الصغيرة من المركبات هي استخدام المواد الماصة الحبيبية، أو اللبادات الماصة للزيت، أو اللبدات الماصة الشاملة للمنتجات غير النفطية؛ فهذه الأصناف متاحة بسهولة وفعالة للغاية لمعالجة الانسكابات الصغيرة.

ومع ذلك، يجب أن يدرك موظفو الاستجابة الخصائص المرتبطة بكل منها، وإجراءات التشغيل الموحدة لاستخدامها، وطرق الجمع والتخزين الصحيحة للمواد الماصة الملوثة (FHWA, 2009).

وبمجرد انسكاب المواد الخطرة، تقوم الشركات المهنية المرخصة بإعادة تدويرها أو التخلص منها على نحو سليم (FHWA, 2009).

٨-٣ قيود النقل التي تضعها الجهات المختصة

يمكن تطبيق متطلبات أو قيود السلامة المتعلقة بالمركبات التي تستخدم منشآت معينة، مثل؛ الجسور، أو المركبات التي تستخدم عدة وسائل نقل مشتركة، مثل؛ العبارات، أو القطارات، أو المركبات التي تدخل أو تخرج من الموانئ، أو محطات النقل الأخرى.

تضع جهات النقل اشتراطات محددة للمركبات التي تنقل موادًا خطرة، تقضي باتباع طرق محددة؛ لتجنب المناطق التجارية، أو السكنية، والمناطق الحساسة بيئيًا، والمناطق الصناعية التي تحتوي منشآت خطرة، أو الطرق التي تنطوي على مخاطر مادية بالغة، حيثما يكون مناسبًا.

يمكن في حال التعرض للظروف الجوية القاسية، أو الزلازل، أو الحوادث، أو الأعمال الصناعية، أو الاضطرابات المدنية، أو الأعمال العسكرية العدائية؛ تطبيق متطلبات الطوارئ المتعلقة بتوجيه أو إيقاف المركبات التي تحمل مواد خطرة.

ويجوز للهيئات المختصة أيضا فرض قيود على حركة نقل المواد الخطرة، في أيام معينة من الأسبوع أو السنة (UNECE, 2021).

٩- تقييد البضائع أثناء النقل على الطرق

٩-١ مقدمة

٩-١-١ النطاق

يحدد هذا الباب العناصر والمتطلبات الرئيسة للتقييد الآمن لجميع أنواع البضائع أثناء النقل على الطرق بواسطة المركبات الثقيلة ذات الوزن الإجمالي الذي يزيد عن ٤,٥٠٠ كجم.

٩-١-٢ المعايير والإرشادات

استندت متطلبات كود الطرق السعودي لتقييد البضائع الآمن في معظمها إلى "مواصفة أمريكا الشمالية لتأمين البضائع - لائحة نموذجية" (FMCSA, 2012). تنطبق أحكام المواصفة المذكورة على الجوانب التي لا يشملها هذا الباب.

٩-١-٣ ملخص الأجزاء

الجزء ٩-١: يقدم المعلومات الأولية والسياق.

الجزء ٩-٢: يصف الأهداف العامة لتقييد الشحنات بأمان.

الجزء ٩-٣: يوجز الاحتياجات المتعلقة بجميع الأجهزة المستخدمة لتأمين البضائع.

٩-١-٤ التفسير والملاحظات

العناصر الرئيسة لتقييد الشحنات بأمان الموصوفة في هذا الباب هي متطلبات ملزمة لكود الطرق السعودي. وعلى مهندس/مدير المرور استخدام المواد المقدمة هنا على النحو المناسب. كما ينبغي لمهندس/مدير المرور المُعتمد استخدام المواد المعروضة هنا بشكل ملائم. كما ينبغي لمهندس/مدير المرور المُعتمد أن يطبق نظام المرور والاشتراطات المحددة الإضافية التي تحددها السلطات المختصة حيثما ينطبق.

كما يوضح أيضًا على أن المتطلبات الإضافية تنطبق على البضائع التي توصف بأنها مواد خطرة. هذه المتطلبات مُعرّفة في الباب (٨-) من المجلد الحالي.

٩-٢ أهداف تقييد الشحنات بأمان

٩-٢-١ المتطلبات العامة لتقييد البضائع

يجب أن تؤمَّن البضائع أثناء نقلها على الطرق؛ بحيث لا تتسرب، أو تنسكب، أو تنفجر، أو تسقط من المركبة، أو تتناثر منها، أو تنفك من المركبة أو تتأرجح أو تنزاح عن مكانها فوق المركبة أو داخلها لدرجة أن استقرار المركبة يتأثر سلبًا (FMCSA, 2012).

٩-٢-٢ معيار الأداء

يجب أن يتحمل نظام تأمين البضائع القوى الناتجة إذا أُخضعت المركبة المحملة بشكل منفصل لكل مما يلي (FMCSA, 2012):

- تباطؤ بمعدل ٠,٨ عجلة الجاذبية الأرضية (٠,٨ g) في اتجاه أمامي.
- تباطؤ بمعدل ٠,٥ عجلة الجاذبية الأرضية (٠,٥ g) في اتجاه خلفي.
- تسارع بمعدل ٠,٥ عجلة الجاذبية الأرضية (٠,٥ g) في أي من الاتجاهين العرضيين.

في حال كانت الشحنة غير محتواه بالكامل في هيكل المركبة، يجب أن يوفر نظام تأمين الحمولة أيضًا قوة للأسفل تعادل ما لا يقل عن ٢٠ ٪ من وزن الشحنة. تحت هذه الظروف، يجب ألا يتجاوز كل عنصر من عناصر نظام تأمين البضائع، المطبق بشكل منفصل، بما في ذلك أجزاء من هيكل المركبة التي تتفاعل مع أي قوى، حد تصنيفه أو حمولته العاملة.

٩-٣ أحكام عامة بشأن تقييد الشحنات بأمان

٩-٣-١ أحكام بشأن الأجهزة المستخدمة لتأمين الشحن في المركبة

٩-٣-١-١ هياكل المركبات ونقاط التثبيت

يجب أن تكون هياكل المركبات، والأرضيات، والجدران، والأسطح، ونقاط الربط، والألواح الأمامية، والحواجز، والأسهم، والأوتاد، والأعمدة، وجيوب التعليق المرتبطة بها المستخدمة لاحتواء أو تأمين البضائع قوية بما يكفي لتحمل القوى التي يسببها تعرض المركبة للتسارع المحدد في الجزء الفرعي (٩-٢-٢). ويجب أن يكون كل منها في حالة تشغيلية سليمة عند استخدامه لتأمين البضائع، بدون أضرار أو عيوب واضحة أو مكونات أو أجزاء ضعيفة.

حاجز الرياح فوق مقصورة السائق ليس جزءًا من نظام تأمين البضائع.

٩-٣-١-٢ طريقة التثبيت

تكون طريقة التثبيت المختارة مناسبة لحجم البضاعة المنقولة، وشكلها، وقوتها، وخصائصها، ويكون لأصناف البضائع، بما في ذلك الأصناف غير ذات الأولوية، والمواد المكدسة واحدة فوق الأخرى، سلامة هيكلية كافية لتحمل قوى التحميل والتأمين والنقل.

وتستخدم جميع أجهزة التأمين وفقا لتعليمات الصانع.

٩-٣-١-٣ عُرى التثبيت

يجب أن تصمم وتُصان عرى التثبيت، باستثناء الربط الحديدي، بحيث يتمكن سائق المركبة من شدها، كما يجب أن ترفق وتؤمَّن عرى التثبيت بطريقة تمنعها من أن تصبح فضفاضة، أو غير محكمة، أو تفتح، أو تنطلق أثناء حركة المركبة. ويجب أن تكون جميع مكونات الربط في حالة تشغيلية مناسبة، مع عدم وجود عُقد، أو أضرار أو عيوب واضحة أو مكونات أو أجزاء ضعيفة.

يجب أن تكون جميع عمليات الربط والمكونات الأخرى لنظام تثبيت البضائع موجودة داخل حواجز الحماية عندما يكون جهاز منصة مجهزًا بمثل هذا الجهاز، ولا ينطبق هذا الشرط عندما يمتد عرض الحمل إلى حواجز الحماية أو خارجها.

يجب أن تستخدم حماية الحافة في حالة تعرض الرباط للتآكل، أو القطع عند النقطة التي تمس فيها سلعة من البضائع، ويجب أيضًا أن تقاوم حماية الحافة الكشط والقطع والسحق.

٩-٣-١-٤ مادة وِقاء للبضائع المشحونة، والأوتاد، والمهد، والحجب والتثبيت

يجب أن تكون المواد المستخدمة للبضائع المشحونة؛ كوِقاء، أو أوتاد، أو مُهد، أو للحجب، أو التثبيت قوية بما يكفي للصمود ضد الانفصال أو سحقها من قبل البضاعة أو روابط التثبيت.

٩-٣-١-٥ تصنيف القوة لأنظمة الحجب

يجب ألا يقل الحد الإجمالي للحمل العامل لجميع المكونات المستخدمة لحجب سلعة ضد الحركة الأمامية، بما في ذلك حالات الربط المباشر عن نصف وزن السلعة الجاري حجبها.

٩-٣-١-٦ تصنيف قوة نظام التأمين

الحد العامل للحمل للتثبيت هو الحد الأدنى للحمل العامل لأي من مكوناتها، أو حد الحمولة لنقاط التثبيت المربوطة بها، أيهما أقل. في حالة التثبيت بواسطة أحزمة ربط اصطناعية، يكون حد الحمل العامل هو حد الحمل العامل لمجموعة الربط أو نقطة التثبيت المربوطة بها، أيهما أقل.

للمكون أو مجموعة المكونات التي يضع عليها المصنع علامة بحد رقمي للحمل العامل، يجب اعتبار أن حد الحمل العامل يساوي القيمة المحددة في العلامة.

للمكون أو مجموعة المكونات التي يضع عليها المصنع علامة وفقًا لمواصفة معترف بها، يجب اعتبار أن حد الحمل العامل يساوي القيمة المحددة في تلك المواصفة.

للمكون أو مجموعة المكونات التي لم يضع عليها المصنع علامة، يجب اعتبار أن حد الحمل العامل لها هو على النحو المبين في المادة (٢-١-٧) والجزء (٦) من "مواصفة أمريكا الشمالية لتأمين البضائع - لائحة نموذجية" (FMCSA, 2012).

٩-٣-٢ متطلبات تقييد البضائع العامة

٩-٣-٢-١ نظرة عامة

تنطبق المتطلبات المحددة أدناه على نقل جميع أنواع البضائع، باستثناء السلع السائبة التي تفتقر إلى هيكل أو شكل ثابت (مثل: السوائل، أو الغازات، أو الحبوب، أو الخرسانة السائلة، أو الرمل، أو الحصى، أو الركام) وأن تنقل في صهريج، أو عربة تفتح من الأسفل، أو صندوق، أو جهاز مماثل الذي يشكل جزءًا من هيكل مركبة تجارية.

٩-٣-٢-٢ وضع البضائع وتقييدها

يجب لأصناف البضائع الموضوعة بجانب بعضها البعض والمؤمنة بربط عرضي غير مباشر:

- أن تكون إما موضوعة على اتصال مباشر مع بعضها البعض، أو
- أن توفر وسيلة للحيلولة دون انتقالها نحو بعضها البعض أثناء حركة المركبة لوجهتها.

يجب تقييد أصناف البضائع التي تميل إلى التدحرج بأوتاد، أو مهد، أو وسائل مماثلة أخرى تمنع التدحرج، ولا يمكن أن تكون وسيلة منع التدحرج غير مثبتة أو فضفاضة أثناء حركة المركبة لوجهتها.

٩-٣-٢-٣ حد الحمل العامل الإجمالي لروابط التثبيت

يجب ألا يقل حد الحمل العامل الإجمالي لروابط التثبيت التي تؤمن سلعة أو مجموعة سلع عن نصف وزن السلعة أو السلع المؤمنة. وينطبق هذا المتطلب على نقل جميع السلع الأساسية، باستثناء الحالات التي تحدد فيها متطلبات مختلفة للأنواع المعينة من البضائع المذكورة في الملحق (س).

٩-٣-٢-٤ روابط التثبيت المباشرة

روابط التثبيت المباشرة التي توفر مقاومة ضد الحركة الطولية يجب أن لا تزيد زاويتها عن ٤٥ درجة مع الأفقي عند النظر إليها من الجانب الأيسر للمركبة. وروابط التثبيت المباشرة التي توفر مقاومة ضد الحركة العرضية، يجب ألا تزيد زاويتها عن ٤٥ درجة مع الأفقي عند النظر إليها من مقدمة أو مؤخرة المركبة.

لأغراض الحساب، يجب أن يستند حد الحمل العامل الإجمالي لجميع حالات الربط المباشر المستخدمة لتقييد السلع إلى مجموع ما يلي:

- حد الحمل العامل لكل رابط مباشر متصل بين المركبة وسلعة البضائع.
- حد الحمل العامل لكل رابط مباشر مربوط بالمركبة، أو يمر عبر أو حول سلعة من البضائع، أو يُربط بها ثم يُربط مرة أخرى بالمركبة.

٩-٣-٢-٥ روابط التثبيت غير المباشر

الربط غير المباشر الذي يوفر مقاومة للحركة الطولية يجب أن لا تقل زاويته عن ٣٠ درجة مع الأفقي عند النظر إليه من مقدمة أو مؤخرة المركبة. وروابط التثبيت غير المباشرة التي توفر مقاومة ضد الحركة العرضية، يجب ألا تقل زاويتها عن 30درجة مع الأفقي عند النظر إليها من جانب المركبة.

كل ربط غير مباشر يمر فوق مادة ما يعد ربطة تثبيت واحدة.

ولأغراض الحساب؛ يجب أن يستند حد الحمل العامل الإجمالي لجميع حالات الربط غير المباشر المستخدمة لتقييد السلع إلى مجموع حدود الحمل العامل لكل رابط غير مباشر.

٩-٣-٢-٦ الحد الأدنى لعدد حالات الربط غير المباشر المطلوبة

عندما لا تُحجب أو تُشَلّ حركة سلعة فردية لمنع الحركة في الاتجاه الأمامي؛ بواسطة لوح أمامي، أو حاجز، أو شحنة أخرى مثبتة أيضًا، أو أي أداة حجب مناسبة أخرى، يجب تأمينها بما يلي على الأقل:

- ربطة تثبيت واحدة للسلع التي يصل طولها إلى ١,٥٢ م و ٥٠٠ كجم من الوزن.
- ربطتا تثبيت إذا كانت السلعة:
  - يصل طولها إلى ١,٥٢ م، ولكن وزنها يزيد عن ٥٠٠ كجم.
  - أطول من ١,٥٢ م، ولكن أقل من أو يساوي ٣,٠٤ م في الطول.
- ربطتا تثبيت إذا كانت السلعة أطول من ٣,٠٤ م، وربطة تثبيت إضافية واحدة لكل ٣,٠٤ م إضافية من طول السلعة، أو جزء منها، بعد أول ٣,٠٤ م من الطول.

إن حجبت أو شُلت حركة سلعة ما لمنع الحركة في الاتجاه الأمامي بواسطة لوح أمامي، أو حاجز، أو سلع أخرى مؤمنة بشكل كافٍ، أو بطريقة ملائمة للحجب أو منع الحركة، فيجب أن تؤمَّنُ برابط واحد على الأقل لكل ٣,٠٤ م من طول المادة، أو جزء منها.

تنطبق المتطلبات السابقة على نقل جميع السلع الأساسية، باستثناء الحالات التي تحدد فيها متطلبات مختلفة للسلع المحددة في الملحق (س).

٩-٣-٢-٧ قواعد خاصة بالمركبات ذات الأغراض الخاصة

لا تنطبق القواعد الواردة في القسم الفرعي (٩-٣-٢-٦) على مركبة تنقل سلعة أو أكثر من السلع، على سبيل المثال لا الحصر الآلات أو الأصناف الهيكلية المصنعة (مثل: الكمرات الحديدية أو الخرسانية، وأذرع الرافعات، والعوارض، والجمالونات، وما إلى ذلك)، التي يجب تثبيتها بطرق خاصة؛ بسبب تصميمها، أو حجمها، أو شكلها، أو وزنها. ومع ذلك، يجب تثبيت أي سلعة من السلع المنقولة على تلك المركبة تثبيتًا آمنًا ومناسبًا في المركبة.

٩-٣-٣ فحص أنظمة تقييد البضائع

لا يسمح للسائق بتشغيل مركبة تجارية ما لم:

- تكن شحنة المركبة التجارية موزعة توزيعًا سليمًا ومُؤمَّنة بصورة كافية.
- يكن الباب الخلفي للمركبة التجارية، واللوح الخلفي، والأبواب، والقماش المشمع، والإطارات الاحتياطية وغيرها من المعدات المستخدمة في تشغيلها، ووسائل ربط شحنة المركبة التجارية مؤمَّنَة.
- تكن حمولة المركبة التجارية أو أي جسم آخر لا تحجب رؤية السائق للأمام أو إلى الجانبين الأيمن أو الأيسر -باستثناء سائقي القاطرات ذاتية التوجيه-، أو تعيق حركة ذراعيه أو ساقيه الحرة، أو تمنع وصوله الحر والسهل للملحقات اللازمة لحالات الطوارئ، أو تمنع خروج أي شخص بحرية من مقصورة المركبة التجارية أو مقصورة السائق.

يقوم سائق الشاحنة أو قاطرة الشاحنة بما يلي:

- ضمان الامتثال لأحكام الجزء الفرعي (٩-٣-٢) قبل قيادة المركبة التجارية.
- فحص الشحنة والأجهزة المستخدمة لتأمين الشحنة خلال الثمانين (٨٠) كيلومترًا الأولى بعد بدء الرحلة، وإجراء أي تعديلات على أجهزة حجز البضائع أو التحميل حسب الحاجة، بما في ذلك إضافة المزيد من أجهزة الحجز؛ لضمان عدم إمكانية إزاحة البضائع فوق المركبة التجارية أو داخلها، أو السقوط منها.
- إعادة فحص شحنة المركبة التجارية وأجهزة تثبيتها أثناء النقل، وإجراء أي تعديل ضروري على أجهزة حجز البضائع، أو التحميل، بما في ذلك إضافة المزيد من أجهزة الحجز؛ لضمان عدم إمكانية إزاحة البضائع فوق المركبة التجارية أو داخلها أو السقوط منها.

تُجرى إعادة الفحص والتعديلات الضرورية على فترات تستند إلى أي مما يلي يحدث أولاً:

- يقوم السائق بتغيير وضع واجباته.
- قيادة المركبة التجارية لمدة ٣ ساعات.
- قيادة المركبة التجارية لمسافة ٢٤٠ كم.

المراجع

Aarts, L. & van Schagen, I. (2006) *Driving speed and the risk of road crashes; A review.* Accident Analysis and Prevention, Volume 38, pp. 215-224.

AASHTO (2010) *Highway Safety Manual, 1st Edition,* Washington DC, USA: American Association of State and Highway Transportation Officials.

AASHTO (2014) *Highway Safety Manual User Guide,* Washington DC, USA: American Association of State Highway and Transportation Officials.

AASHTO (2014) *Highway Safety Manual, 1st Edition - 2014 Supplement,* Washington DC, USA: American Association of State and Highway Transportation Officials.

AASHTO (2018). *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets - 7th Edition,* Washington DC, USA: American Association of State Highway and Transportation Officials.

Allery, B. & Kononov, J. (2003) *Level of Service of Safety. In Transportation Research Record 1840.,* Washington DC, USA: TRB, National Research Council.

ASHGAL (2015) *Road Safety Audit Guidelines and Procedures,* Doha, Qatar: ASHGAL.

Australian Transport Council (2011) *National Road Safety Strategy 2011-2020,* Canberra, Australia: ATC.

AUSTROADS (2002) *Guide to Road Safety-Part 6: Road Safety AUdit 2nd Edition,* Sydney, Australia: AUSTROADS.

AUSTROADS (2018) *Towards Safe System Infrastructure: A Compendium of Current Knowledge,* Sydney, Australia: AUSTROADS.

AUSTROADS (2019) *Guide to Road Safety - Part 6: Managing Road Safety Audits,* Sydney, Australia: AUSTROADS.

AUSTROADS (2019) *Guide to Road Safety - Part 6A: Implementing Road Safety Audits,* Sydney, Australia: AYSTROADS.

AUSTROADS (2020) *Guide to Traffic Management - Part 13: Safe System Approach to Transport Management,* Sydney, Australia: AUSTROADS.

AUSTROADS (2021) *Guide to Road Safety - Part 1: Introduction and The Safe System,* Sydney, Australia: AUSTROADS.

AUSTROADS (2021) *Guide to Road Safety - Part 2: Safe Roads,* Sydney, Australia: AUSTROADS.

AUSTROADS (2021) *Guide to Road Safety - Part 3: Safe Speed,* Sydney, Australia: AUSTROADS.

AUSTROADS (2022) *Guide to Road Safety Part 6: Road Safety Audit,* Sydney, Australia: AUSTROADS.

Bared, J., Edara, P. & Kim, T. (2006) *Safety Impact of Interchange Spacing on Urban Freeways.* Washington DC, USA, 85th Transportation Research Board Annual Meeting, TRB.

Belcher, M., Proctor, S. & Cook, P. (2008) *Practical Road Safety Auditing 2nd Edition,* s.l.: Thomas Telford.

Denmark Ministry of Transport (1996) *Safety Audit in Denmark – a Cost Effective Activity,* s.l.: Road Directorate, Denmark Ministry of Transport.

Department of Municipal Affairs & Transport (2018) *Emirate of Abu Dhabi Road Safety Audit Manual,* Abu Dhabi, UAE: DoMAT.

Department of Transport and Main Roads (2015) *Safer roads Safer Queensland: Road Safety Strategy 2015-2021,* Queensland: TMR.

DOTn (2009) *CFR 49 North American Cargo Securement Standard Model Regulation,* USA: Department of Transportation.

Elvik, R., Hoye, A., Vaa, T. & Sorensen, M. (2009) *The Handbook of Road Safety Measures, Second Edition.* Bingley, UK: Emerald Group Publishing Limited.

ETSC (2001) *Transport Safety Performance Indicators,* Brussels: European Transport Safety Council.

European Commission (2015) *Speed and Speed Management,* s.l.: European Commission, Directorate General for Transport.

European Commission (2018) *Monitoring Road Safety in the EU: Towards a comprehensive set of Safety Performance Indicators,* Brussels: European Commission, Directorate General for Transport.

FGSV (2006) *Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen RASt 06 (in German),* Germany: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV).

FHWA (1988) *Risk Perception in Highway Driving. FHWA Project No. DTFH61-85-C-00143,* Washington DC, USA: Federal Hifhway Administration.

FHWA (1995) *Horizontal Alignment Design Consistency for Rural Two-Lane Highways, Publication No. FHWA-RD-94-034,* Washington D.C., USA: Federal Highway Administration.

FHWA (2000) *Design Factors that Affect Driver Speed on Suburban Arterials,* Washington DC, USA: Federal Highway Administration.

FHWA (2004) *Road Safety Fundamentals,* Washington DC, USA: Federal Highway Administration Office of Safety by BMI-SG (draft).

FHWA (2012) *Speed Management: A Manual for Local Rural Road Owners,* Washington DC, USA: Federal Highway Administration.

FHWA (2013) *Crash Modification Factors in Practice,* Washington DC, USA: Federal Highway Administration.

FHWA (2013) *MIRE Data Collection Guidebook,* Washington DC, USA.: Federal Highway Administration.

FHWA (2013) *Safety Performance Function Decision Guide: SPF Calibration vs SPF Development,* Washington, DC, USA: Federal Highway Administration.

FHWA (2014) *Road Diet Informational Guide,* Washington DC, USA: Federal Highway Administration.

FHWA (2018) *Project Development and Design Manual,* Washington CD, USA: Federal Highway Administration - Federal Lands Highway (FLH).

FHWA (2022) *Crash Modification Factors Clearinghouse.* [Online] Available at: https://www.cmfclearinghouse.org/ [Accessed 24 11 2022].

FHWA (2022) *Traffic Calming ePrimer,* https://highways.dot.gov/safety/speed-management/traffic-calming-eprimer: s.n.

FMCSA (2012) *North American Cargo Securement Standard - Model Regulation,* USA: Federal Motor Carrier Safety Administration.

Gahin, R., Veleva, V. & Hart, M. (2003) *Do indicators help create sustainable communities?*. Local Environment, 8(6), pp. 661-666.

Government of Canada (2022) *CCOHS: Canadian Centre for Occupational Health and Safety.* [Online]
Available at: https://www.ccohs.ca/oshanswers/legisl/tdg/tdg_overview.html
[Accessed 14 10 2022].

Haddon, W. (1972) *A Logical Framework for Categorizing Highway Safety Phenomena and Activity*. The Journal of Trauma, Volume 12, pp. 193-207.

Hauer, E. (1997) *Observational Before-After Studies in Road Safety,* Oxford, UK: Pergamon Press Inc..

HCIS (2017) *SAF-106: Hazardous Materials in Portable Containers. Safety & Fire Protection Directives For Light Industrial and Non-industrial Facilities,* Riyadh, KSA: Ministry of Interior, High Commission for Industrial Security.

HCIS (2017) *SAF-24: Hazardous Materials in Portable Containers. Safety & Fire Protection Directives For Industrial Facilities,* Riyadh, KSA: Ministry of Interior. High Commission for Industrial Security.

HCIS (2022) *Controls for Transporting Hazardous Chemicals that are Security Restricted,* Riyadh, KSA: Ministry of Interior, High Commission for Industrial Security.

Highways England (2019) *Design Manual for Roads and Bridges - GG 119: Road Safety Audit,* London, UK: Highways England.

Institute of Transportation Engineers (ITE) (2022) *A Community of Transportation Professionals.* [Online]
Available at: https://www.ite.org/technical-resources/topics/speed-management-for-safety/setting-speed-limits/
[Accessed 06 10 2022].

Institution of Highways & Transportation (2008). *Road Safety Audit,* London, UK: IHT.

International Transport Forum (2016) *Zero road deaths and serious injuries: Leading a paradigm shift to a Safe System,* Paris, France: ITF.

ITE (1994) *Manual of Transportation Engineering Studies,* Washington DC, USA: Institute of Transportation Engineers (ITE).

ITE (2010) *Manual of Transportation Engineering Studies - 2nd Edition,* Washington DC, USA: Institute of Transportation Engineers (ITE).

ITE (2022) *A Guide to Speed Reduction Techniques: Planning and Design of Speed Humps, Speed Tables, and Other Related Measures,* Washington DC, USA: Institute of Transportation Engineers (ITE).

ITF (2016) *Zero Road Deaths and Serious Injuries: Leading a Paradigm Shift to a Safe System,* Paris, France: ITF - OECD Publishing.

Johannson, C. & Rumar, K. (1971) *Drivers' Brake Reaction Time*. Human Factors: The Journal of the, 13(1), pp. 22-27.

Kloeden, C. N., McLean, A. J. & Glonek, G. (2002) *Reanalysis of travelling speed and the risk of crash involvement in Adelaide South Australia,* Canberra, ACT: Australian Transport Safety Bureau.

Kloeden, C. N., Ponte, G. & McLean, A. J. (2001) *Travelling speed and the risk of crash involvement on rural roads,* Canberra, ACT: Australian Transport Safety Bureau.

Kononov, J. (2002) *Use of Direct Diagnostics and Pattern Recognition Methodologies in Identifying Locations with Potential for Accident Reductions,* Washington DC, USA: Transportation Research Board Annual Meeting CD-ROM. TRB, National Research Council.

Kononov, J. & Allery, B. (2003) *Transportation Research Board Level of Service of Safety: Conceptual Blueprint and Analytical Framework. In Transportation Research Record 1840.,* Washington DC, USA: TRB, National Research Council.

Midwest Research Institute (2002) *White Paper for Module 1—Network Screening,* Washington DC,USA: Federal Highway Administration.

Ministry of Transport (2019) *Road Safety Engineering Manual 3: Road Safety Inspection of Existing Roads,* Kingdom of Saudi Arabia: MoT.

Ministry of Transport (2020) *Road Safety Audit Guidelines for Saudi Arabia,* Kingdom of Saudi Arabia: MoT.

Ministry of Transport (2020) *Road Safety Audit Policy and Procedures,* Kingdom of Saudi Arabia: MoT.

Mourant, R. R., Rockwell, T. H. & Rackoff, N. J. (1969) *Drivers' Eye Movements and Visual Workload*. Transportation Research Record, Volume 292, pp. 1-10.

National Transport Commission (2018) *Load Restraint Guide,* Melbourne, Australia: National Transport Commission.

NCHRP (1997) *NCHRP Report 400: Determination of Stopping Sight Distances,* Washington D.C., USA: National Cooperative Highway Research Program.

NCHRP (2008) *Research Results Digest 329: Highway Safety Manual Data Needs Guide,* Washington D.C., USA: National Cooperative Highway Research Program.

NCHRP (2012) *NCHRP Report 600: Human Factors Guidelines for Road Systems, Second Edition,* Washington D.C., USA: National Cooperative Highway Research Program.

NCHRP (2021) *NCHRP Research Report 966:Posted Speed Limit Setting Procedure and Tool: User Guide,* Washington D.C., USA: National Cooperative Highway Research Program.

NCHRP (2022) *Guidance for the Development and Application of Crash Modification Factors,* Chapel Hill, North Carolina, USA: National Cooperative Highway Research Program - NCHRP Project 17-63.

NHTSA (2017) *MMUCC Guideline. Model Minimum Uniform Crash Criteria - Fifth Edition,* Washington DC, USA: National Highway Traffic Safety Administration, US DoT.

Nilsson, G. (1982) *The effects of speed limits on traffic accidents in Sweden,* Sweden: National Swedish Road and Traffic Research Institute (VTI). VTI Report Särtryck No. 68.

NRSC (2021) *Road Safety Auditors - Training and Accreditation Program,* Riyadh, KSA: National Road Safety Center.

Ogden, K. W. (1996) *Safer Roads: A Guide to Road Safety Engineering.,* Surrey, UK: Ashgate.

Olivier, J. & Creighton, P. (2016) *Bicycle injuries and helmet use: a systematic review and meta-analysis.* International Journal of Epidemiology, pp. 1-15.

Olson, P. L., Cleveland, D. E., Fancher, P. S. & Schneider, L. W. (1984) *Parameters Affecting Stopping Sight Distance,* Michigan, USA: Uiversity of Michigan Transportation Research Institute (UMTRI).

PACTS (2018) *Developing Safe System Road Safety Indicators for the UK,* London, UK: Parliamentary Advisory Council for Transport Safety.

PIARC (2003) *Road Safety Manual,* Paris, France: World Road Association (PIARC).

PIARC (2021) *Road Safety Manual. A Manual For Practitioners And Decision Makers On Implementing Safe System Infrastructure!,* s.l.: World Road Association - PIARC.

Polus, A., Fitzpatrick, K. & Fambro, D. B. (2000) *Predicting Operating Speeds on Tangent Section of Two-Lane Rural Highways.* Transportation Research Record, Volume 1737, pp. 50-57.

Professional Engineers Ontario (1997) *Highway 407 safety review: A safety review of the first phase of the Highway 407 Project carried out for the Ministry of Transportation Ontario,* North York, Canada: Association of Professional Engineers Ontario.

Ranney, T. A., Masalonis, J. & Simmons, L. A. (1996) *Immediate and Long-term Effects of Glare from Following Vehicels on Target Detection in Driving simulatoy.* Transportation Research Record, Issue 1550, pp. 16-222.

RIPCORD – ISEREST project (2008) *Road Safety Audit – Current Practice,* s.l.: Federal Highway Research Institute.

Riyadh Amanah (2007) *Traffic Calming Measures Guide in Riyadh City,* s.l.: Ministry of Municipal & Rural Affairs Riyadh Region Amanah.

Riyadh Amanah (2007) *Traffic Safety Audit Guide on Riyadh Streets and Roads Network,* Riyadh, KSA: Riyadh Amanah.

SafetyNET (2007) *Road Safety Performance Indicators: Theory. Deliverable D3.6 of the EU FP6 project SafetyNet.,* EC: SafetyNET Consortium.

SASO (2010) *SASO-GSO-2084: Design and Application of Speed Control Humps,* Kingdom of Saudi Arabia: Saudi Standards, Metrology and Quality Organization (SASO).

SBCNC (2018) *Saudi Fire Code SBC 801 - CR,* Kingdom of Saudi Arabia: Saudi Building Code National Committee.

Schmidt, F. & Tiffin, J. (1969) *Distortion of Driver's Estimates of Automobile Speed as a Function of Speed Adaptation.* Journal of Applied Psychology, Volume 53, pp. 536-539.

Shinar, D., McDowell, E. & Rockwell, T. H. (1977) *Eye Movements in Curve Negotiation.* Human Factors, 19(1), pp. 63-71.

Stigson, H., Krafft, M. & Tingvall, C. (2008) *Use of fatal real-life crashes to analyze a safe road transport system model, including the road user, the vehicle, and the road.* Traffic Injury Prevention, Volume 9(5), p. 463–471.

Surrey County Council, Unpublished. *Road Safety Audit Study,* UK: s.n.

Swedish Transport Administration (1997) *Vision Zero,* Borlange, Sweden: s.n.

SWOV (2010) *Fact Sheet Motorcycle and moped helmets,* Leidschendam, the Netherlands: SWOV.

The European Parliament and the Council of the European Union (2004) *Directive 2004/54/EC on Minimum Safety Requirements for Tunnels in the Trans-European Road Network,* s.l.: s.n.

The European Parliament and the Council of the European Union (2008) *Directive 2008/68/EC on the Inland Transport of Dangerous Goods,* s.l.: s.n.

Treat, J. R. et al. (1979) *Tri-Level Study of the Causes of Traffic Crashes. Executive Summary,* Bloomington, IN, USA: Institute for Research in Public Safety.

UNECE (2021) *ADR Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road,* s.l.: United Nations Economic Commision for Europe Committee on Inland Transport.

US Department of Transportation (2022) *National Roadway Safety Strategy,* Washington DC, USA: US DOT.

Yannis, G. (2013) *Review of distracted driving factors,.* Rio de Janeiro, Brazil, 13th World Conference on Transportation Research, COPPE.

Yannis, G., Papadimitriou, E., Chaziris, A. & Broughton, J. (2014) *Modeling road accident injury under-reporting in Europe.* European Transport Research Review, 6(4), pp. 425-438.

Ziakopoulos, A. T. A. P. E. Y. G. (2016) *Distraction – Cell phone use – Hand held. Distraction of road users caused by using a cell phone held in their hand (Conversation, talking, locating, dialling).* [Online] Available at: www.roadsafety-dss.eu [Accessed 06 07 2022].

الملحق أ - أساسيات بيانات تحليل الحوادث

أ-١ الحوادث باعتبارها أساس تحليل السلامة

يُستخدم معدل تكرار الحوادث كمؤشر أساسي "لسلامة الطرق" في أساليب التقييم والتقدير الواردة في هذا المجلد من كود الطرق السعودي. عند استخدام مصطلح "سلامة الطرق"، فإنه يشير عادةً إلى تكرار الحادث أو شدته، أو كليهما، ونوع الحادث لفترة زمنية محددة، وموقع معين، ومجموعة معينة من الظروف الهندسية والتشغيلية (AASHTO, 2010).

يقدم هذا الجزء نظرة عامة على المفاهيم التالية الأساسية المتعلقة بالحوادث واستخدامها في المجلد الحالي من كود الطرق السعودي:

- الفرق بين السلامة الموضوعية والسلامة الذاتية،
- الإقرار بأن الحوادث نادرة وعشوائية،
- الإقرار بأن العوامل المساهمة التي تؤثر على الحوادث يمكن معالجتها من خلال عدد من الاستراتيجيات، و
- الظروف المتغيرة للطريق/البيئة.

تم تناول تعريفات الحوادث والمصطلحات الأخرى المتعلقة بالحوادث في الملحق (ش).

أ-١-١ السلامة الموضوعية والذاتية

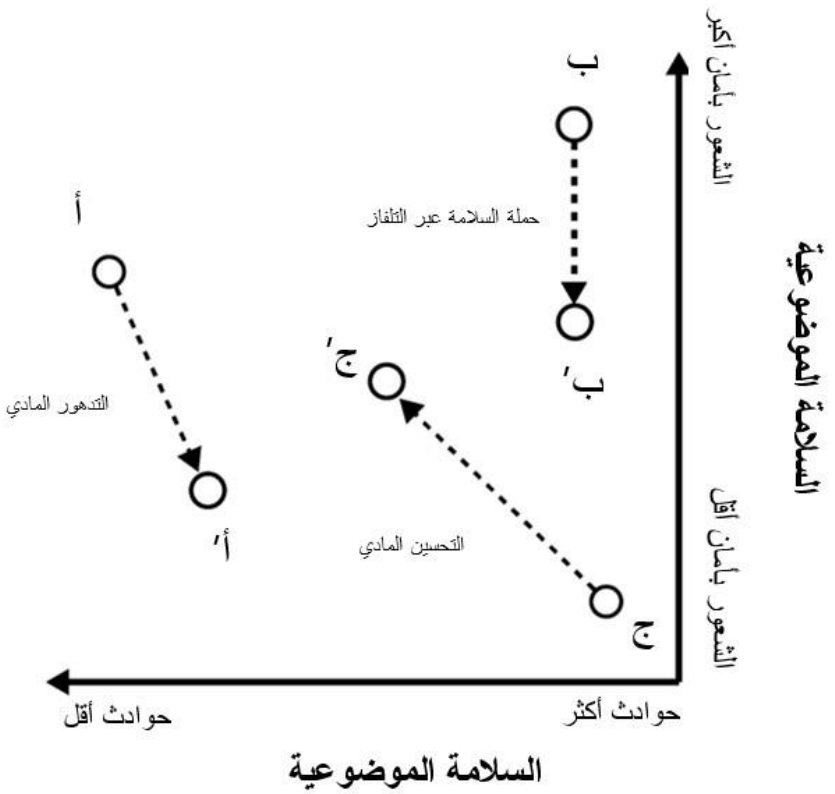
تركز العديد من الأساليب المعروضة في المجلد الحالي من كود الطرق السعودي على كيفية تقدير معدل تكرار الحوادث وشدتها وتقييمها، لشبكة طرق أو مرفق أو موقع معين، في فترة معينة، ومن ثم ينصب تركيز هذه الأساليب على السلامة "الموضوعية". تشير السلامة الموضوعية إلى استخدام مقياس كمي مستقل عن المراقب.

على الصعيد الآخر، تتعلق السلامة "الذاتية" بإدراك مدى سلامة الشخص في نظام النقل. يختلف تقييم السلامة الذاتية لنفس الموقع بين المراقبين.

قد يكون للجمهور المتنقل، وخبير النقل، والإحصائيين آراء متنوعة ولكنها صحيحة حول ما إذا كان الموقع "آمنًا" أو "غير آمن". تستمد جهات الطرق المعلومات من كل مجموعة من هذه المجموعات في تحديد السياسات والإجراءات التي يجب استخدامها للتأثير على تغيير معدل تكرار الحوادث أو شدتها، أو كليهما، بين نظام الطرق أو الطرق.

الشكل (أ-١) يوضح الفرق بين السلامة الموضوعية والذاتية. يُظهر الانتقال إلى اليمين على المحور الأفقي للرسم البياني من الناحية النظرية، زيادة في السلامة الموضوعية (تقليل الحوادث). يُظهر التحرك لأعلى على المحور الرأسي من الناحية النظرية زيادة في السلامة الذاتية (أي زيادة إدراك السلامة). في هذا الشكل، توضح ثلاثة أمثلة الاختلاف:

- يمثل التغيير بين النقطتين "أ" إلى "أ′" تدهورًا واضحًا في السلامة الموضوعية والذاتية كليهما. على سبيل المثال، قد تؤدي إزالة الإنارة من التقاطع إلى زيادة الحوادث وتقليل إدراك السائق للسلامة (ليلاً).
- يمثل التغيير بين النقطتين من "ب" إلى "ب′" انخفاضًا في مفهوم السلامة على شبكة الطرق. على سبيل المثال، نتيجة لحملة تلفزيونية ضد القيادة العدوانية، قد يشعر المواطنون بأمان أقل على الطرق بسبب زيادة الوعي عن السائقين العدوانيين. إذا لم تكن الحملة فعالة في الحد من الحوادث التي تسببها القيادة العدوانية، فإن الانخفاض في السلامة المتصورة يحدث دون تغيير في عدد الحوادث.
- يمثل التغيير من النقطة "ج" إلى "ج′" تحسينًا ماديًا للطريق (مثل إضافة مسارات انعطاف يسارًا) ينتج عنه تقليل الحوادث وزيادة السلامة الذاتية.



الشكل (أ–١) التغييرات في السلامة الموضوعية والذاتية (AASHTO, 2010).

أ-١-٢ الحوادث أحداث نادرة وعشوائية

الحوادث أحداث نادرة وعشوائية. نادرًا ما يكون من الواضح ضمنيًا أن الحوادث لا تمثل سوى نسبة صغيرة جدًا من إجمالي عدد الأحداث التي تحدث في نظام النقل. تعني كلمة عشوائية أن الحوادث تحدث كدالة لمجموعة من الأحداث التي تتأثر بعدة عوامل، والتي هي حتمية جزئيًا (يمكن التحكم فيها) وعشوائية جزئيًا (عشوائية وغير متوقعة). يشير الحدث إلى حركة مركبة واحدة أو أكثر و/أو تحرك المشاة وراكبي الدراجات في شبكة الطرق (AASHTO, 2010).

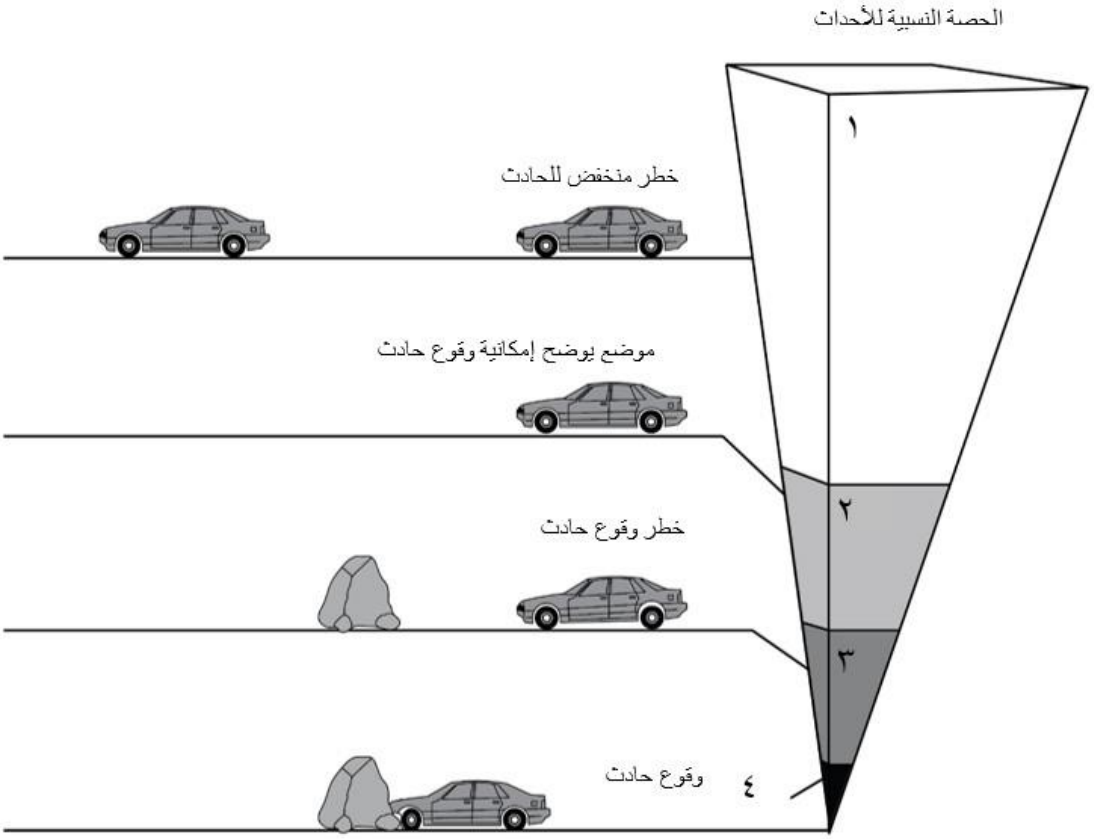
يعد الحادث أحد النتائج المحتملة لسلسلة الأحداث المستمرة على شبكة الطرق، والتي قد يتغير خلالها احتمال وقوع حادث من خطر منخفض إلى مخاطر عالية. تمثل الحوادث نسبة صغيرة جدًا من إجمالي الأحداث التي تحدث على شبكة الطرق. على سبيل المثال، لكي يقع الحادث، يجب أن تصل مركبتان إلى نفس النقطة في الحيز في نفس الوقت. ومع ذلك، فإن الوصول في نفس الوقت لا يعني بالضرورة وقوع حادث. للسائقين والمركبات خصائص مختلفة (أوقات رد الفعل، وكفاءة الفرامل، والقدرات البصرية، والانتباه، واختيار السرعة)، والتي ستحدد ما إذا كان سيقع الحادث أم لا.

يتم تمثيل سلسلة الأحداث التي قد تؤدي إلى وقوع حوادث والنسبة النظرية للحوادث إلى الأحداث غير المصادفة في (الشكل أ-٢). بالنسبة للغالبية العظمى من الأحداث (أي حركة مركبة واحدة أو أكثر و/أو حركة المشاة وراكبي الدراجات) في نظام النقل، تحدث الأحداث مع انخفاض مخاطر الحوادث (أي يكون احتمال وقوع حادث منخفض للغاية بالنسبة لمعظم الأحداث في شبكة الطرق).

في عدد أقل من الأحداث، يزداد الخطر المحتمل لوقوع حادث، مثل حدوث تغيير غير متوقع في تدفق حركة المرور على طريق سريع، أو ملاحظة شخص يعبر طريقًا، أو شيئًا غير متوقع على الطريق. في معظم هذه المواقف، يتم تلافي احتمالية وقوع حادث من خلال عمل السائق المسبق، مثل إبطاء السرعة، أو تغيير المسارات، أو استخدام بوق التنبيه.

حتى في عدد أقل من الأحداث، يزيد خطر وقوع الحادث بشكل أكبر. على سبيل المثال، إذا لم ينتبه السائق للحظات، تزداد احتمالية وقوع حادث. ومع ذلك، لا يزال من الممكن تجنب الحادث، على سبيل المثال، من خلال الوقوف في حالات الطوارئ. وأخيرًا، في أحداث قليلة جدًا، يقع الحادث. على سبيل المثال، في المثال السابق، ربما لم يستخدم السائق المكابح في الوقت المناسب لتجنب وقوع الحادث.

لن تؤدي الظروف التي تؤدي إلى وقوع حادث في أحد الأحداث بالضرورة إلى وقوع حادث مماثل في حدث مماثل. وهذا يعكس العشوائية المتأصلة في الحوادث.



الشكل (أ–٢) الحوادث أحداث نادرة وعشوائية (AASHTO, 2010،).

أ-١-٣ العوامل المساهمة في وقوع حادث

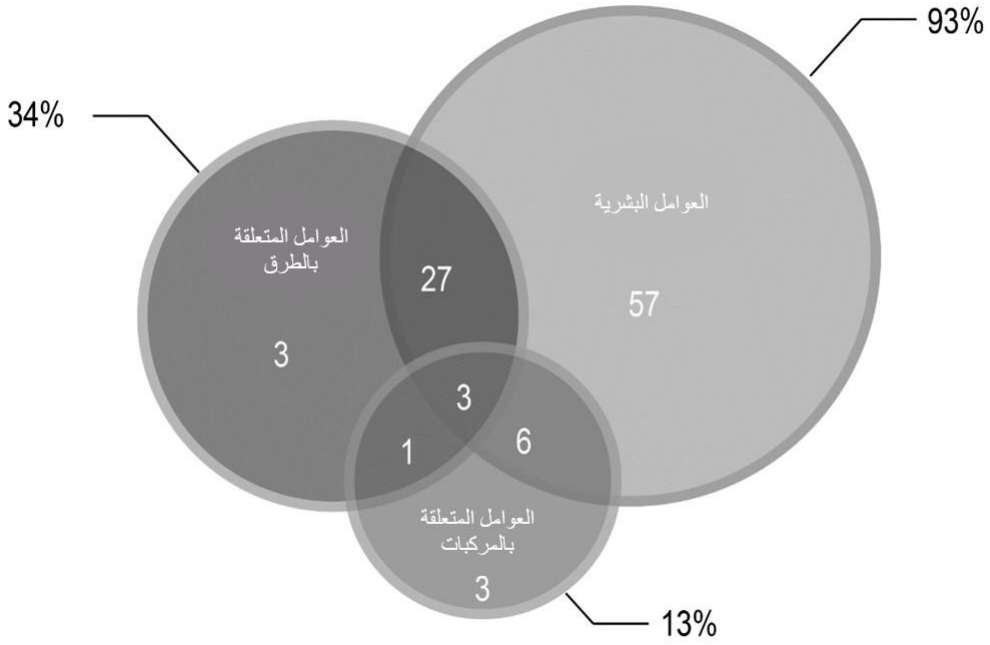
في حين أنه من الشائع الإشارة إلى "سبب" وقوع الحادث، إلا أنه في الواقع، لا يمكن ربط معظم الحوادث بحدث سببي فردي. بدلاً من ذلك، تكون الحوادث نتيجة تقارب سلسلة من الأحداث التي تتأثر بعدد من العوامل المساهمة (مثال: الوقت من اليوم، ومدى انتباه السائق، والسرعة، وحالة المركبة، وتصميم الطريق، وما إلى ذلك). تؤثر هذه العوامل المساهمة في تسلسل الأحداث قبل الحادث وأثناءه وبعده.

- تكشف أحداث ما قبل وقوع الحادث عن العوامل التي ساهمت في خطر وقوع حادث وكيف تم منعه. على سبيل المثال، تحدد ما إذا كانت مكابح إحدى المركبات المعنية أو كلتيهما كانت بالية .
- حيث تكشف الأحداث أثناء وقوع الحادث عن العوامل التي ساهمت في شدة الحادث وكيف يمكن للحلول الهندسية أو التغييرات التكنولوجية أن تقلل من شدة الحادث. على سبيل المثال، تحدد ما إذا كانت السيارة بها وسائد هوائية، وما إذا كانت الوسادة الهوائية موزعة بشكل صحيح.
- تكشف أحداث ما بعد وقوع الحوادث عن العوامل التي تؤثر على نتيجة الحادث، وكيف يمكن تقليل الضرر والإصابة من خلال التحسينات في الاستجابة لحالات الطوارئ والعلاج الطبي. على سبيل المثال، تحديد وقت الاستجابة لحالات الطوارئ وجودته في حالة وقوع حادث.

تشتمل الحوادث على الفئات العامة الثلاث التالية من العوامل المساهمة:

- **الإنسان**: بما في ذلك العمر، والحكم، ومهارة السائق، والانتباه، والتعب، والخبرة، والقيادة العدوانية،
- **المركبة**: بما في ذلك التصميم، والتصنيع والصيانة،
- **الطريق / البيئة**: بما في ذلك المحاذاة الهندسية، والمقطع العرضي، وأجهزة التحكم في حركة المرور، والاحتكاك السطحي، والميلان، واللافتات، والطقس، والرؤية.

من خلال فهم هذه العوامل وكيف يمكن أن تؤثر على تسلسل الأحداث، يمكن الحد من الحوادث وشدتها، من خلال تنفيذ تدابير محددة لاستهداف عوامل مساهمة محددة. يمكن أن تساعد المساهمة النسبية لهذه العوامل في الحوادث في تحديد أفضل طريقة لتخصيص الموارد لتقليل الحوادث. بحث أجراه تريت وآخرون. (1979) عن الجزء النسبي للعوامل المساهمة ملخص في (أ-٣). على الرغم أنه تم إجراء البحث في الثمانينيات، وبالتالي، فإن الأجزاء النسبية أكثر إفادة من القيم الفعلية الموضحة.



الشكل (أ–٣) العوامل المساهمة في وقوع حوادث السيارات (AASHTO, 2010).

إطار عمل لربط سلسلة الأحداث في الحادث بفئات العوامل المساهمة في وقوع الحادث هو مصفوفة هادون. في مصفوفة هادون، تنقسم العوامل المساهمة في الحوادث إلى ثلاث فئات: السائق والمركبة والطريق. يعرض (أ-١) (AASHTO, 2010) مثالًا على مصفوفة هادون التي أُعدت لحالات الحوادث من الخلف.

الجدول (أ–١) يقدم هذا الجدول مثالًا لمصفوفة هادون لحالات الحوادث من الخلف (AASHTO،2010)

الفترة	العوامل البشرية	العوامل المتعلقة بالمركبة	العوامل المتعلقة بالطريق
قبل الحادث (أسباب حدوث حالة الخطر)	التشتت الشعور بالتعب قلة الانتباه سوء التقدير العمر استخدام الجوال ضعف المهارات المعرفية عادات القيادة المعيبة	الإطارات بدون طبقة خارجية المكابح البالية	الرصيف المبلل الركام المصقول الانحدار الشديد ضعف تنسيق الإشارة مسافة الرؤية المحدودة للتوقف نقص اللافتات التحذيرية

الفترة	العوامل البشرية	العوامل المتعلقة بالمركبة	العوامل المتعلقة بالطريق
أثناء الحادث (أسباب شدة الحادث)	قابلية التعرض للإصابة العمر عدم ارتداء حزام الأمان	ارتفاعات المصد وامتصاص الطاقة تصميم مسند الرأس تشغيل الوسادة الهوائية	احتكاك الرصف الميل
بعد الحادث (عوامل نتيجة الحادث)	العمر الجنس	سهولة نقل الركاب المصابين	وقت الاستجابة للطوارئ وجودته المعالجة الطبية اللاحقة

تساعد مصفوفة هادون في إنشاء النظام عند تحديد العوامل المساهمة التي تؤثر على وقوع الحوادث، وأي فترة من الحادث تؤثر عليها العوامل. لا يُقصد بالعوامل المدرجة أن تكون شاملة؛ إنها مجرد أمثلة.

بالنظر إلى العوامل المساهمة في وقوع الحادث وما هي فترة وقوع الحادث التي ترتبط بها، يدعم عملية تحديد استراتيجيات الحد من الحوادث المعنية. يمكن تقليل الحوادث وشدتها من خلال إدخال تغييرات على:

- السلوك البشري،
- حالة الطريق/البيئة،
- تصميم التكنولوجيا وصيانتها، بما في ذلك المركبات والطرق وتكنولوجيا البيئة،
- توفير المعالجة الطبية في حالات الطوارئ، وتكنولوجيا المعالجة الطبية، وإعادة التأهيل بعد الحوادث،
- التعرّض للتنقل أو مستوى الطلب على النقل .

قد تتضمن استراتيجيات التأثير على ما ورد أعلاه وتقليل الحوادث وشدتها، ما يلي:

- قد يؤدي التصميم والتخطيط والصيانة إلى تقليل الحوادث أو القضاء عليها، من خلال تحسين نظام النقل وصيانته، مثل تعديل أطوار الإشارات. يمكن أيضًا تقليل شدة الحادث عن طريق اختيار المعالجات المناسبة، مثل استخدام حواجز الجزيرة الوسطية لمنع حوادث وجهاً لوجه.
- قد يقلل التعليم من وقوع الحوادث من خلال التأثير على السلوك البشري، بما في ذلك حملات التوعية العامة، وبرامج تدريب السائقين، وتدريب المهندسين والأطباء.
- قد تقلل السياسة/التشريع من الحوادث من خلال التأثير على السلوك البشري، وتصميم الطرق وتكنولوجيا المركبات. على سبيل المثال، قد تحظر القوانين استخدام الجوال أثناء القيادة، وتتطلب الحد الأدنى من مواصفات التصميم، وتفرض استخدام الخوذات أو أحزمة الأمان.
- قد يقلل الإنفاذ من الحوادث من خلال معاقبة السلوك غير القانوني، مثل السرعة المفرطة.
- قد يقلل التقدم التكنولوجي من الحوادث وشدتها، من خلال تقليل نتائج الحوادث أو منع وقوع الحوادث تمامًا. على سبيل المثال، تعمل أنظمة التحكم الإلكتروني بالثبات في المركبات على تحسين قدرة السائق على التحكم في السيارة. أدى إدخال أدوات متخصصة لنقل المصابين من السيارة إلى تقليل الوقت المستغرق لتقديم الخدمات الطبية الطارئة.
- قد تقلل إدارة الطلبات/تقليل التعرض من وقوع الحوادث عن طريق تقليل عدد "الأحداث" على نظام النقل التي قد ينشأ عنها خطر وقوع حادث. على سبيل المثال، تؤدي زيادة توفر النقل الجماعي إلى تقليل عدد المركبات الخاصة على الطريق، وبالتالي قد يحدث انخفاض محتمل في تكرار الحوادث بسبب التعرض الأقل.

لا توجد علاقة مباشرة بين العوامل المساهمة الفردية والاستراتيجيات الخاصة للحد من الحوادث. على سبيل المثال، في حالة وقوع الحوادث المباشرة على طريق ريفي مفرد، في ظروف جافة وتوفر إضاءة جيدة، فقد لا يتم اعتبار الطريق عاملاً مساهمًا. ومع ذلك، ربما تم منع وقوع الحادث إذا كان الطريق عبارة عن طريق مزدوج. ومن ثم، في حين أن الطريق قد لا يتم إدراجه كعامل مساهم، فإن تغيير تصميم الطريق هو إحدى الإستراتيجيات المحتملة لمنع وقوع حوادث مماثلة في المستقبل.

بينما تلعب جميع الاستراتيجيات المذكورة أعلاه دورًا مهمًا في تقليل الحوادث وشدتها، فإن غالبية هذه الاستراتيجيات خارج نطاق كود الطرق السعودي. يركز كود الطرق السعودي على الحد من الحوادث وشدتها، حيث يُعتقد أن الطريق/البيئة هي عامل مساهم، إما بشكل حصري، أو من خلال التفاعلات مع السيارة أو السائق، أو كليهما.

أ-١-٤ شرح المصطلحات المتعلقة بالحوادث المستخدمة بشكل شائع في تحليل سلامة الطرق

يهدف الجزء الحالي إلى تقديم بعض التوضيحات والأفكار الإضافية حول المصطلحات ذات الصلة بالحوادث، بما يتجاوز نطاق تعريف موجز (الذي يمكن أن يوجد في **الملحق ش**).

أ-١-٤-١ متوسط تكرار الحوادث المتوقع

يُستخدم مصطلح "متوسط تكرار الحوادث المتوقع" في المجلد الحالي من كود الطرق السعودي، لوصف تقدير متوسط تكرار الحوادث على المدى الطويل لموقع أو مرفق أو شبكة في إطار مجموعة معينة من التصاميم الهندسية، وأحجام حركة المرور في فترة زمنية معينة (بالسنوات).

نظرًا لأن الحوادث أحداث عشوائية، فإن معدلات تكرار الحوادث المرصودة في موقع معين تتقلب بشكل طبيعي بمرور الوقت. لذلك، فإن معدل تكرار الحوادث المرصود خلال فترة قصيرة ليس مؤشرًا موثوقًا به لمتوسط تكرار الحوادث المتوقع في ظل نفس الظروف على مدى فترة زمنية أطول.

إذا كان من الممكن التحكم في جميع الظروف على طريق ما (مثال: ثبات حجم حركة المرور، والتصميم الهندسي غير المتغير، وما إلى ذلك)، فيمكن قياس متوسط تكرار الحوادث على المدى الطويل. ومع ذلك، ونظرًا لأنه نادرًا ما يكون من الممكن تحقيق هذه الظروف المستقرة، فإن متوسط تكرار الحوادث طويل المدى الحقيقي غير معروف، ومن الأفضل تقديره بدلاً من ذلك.

أ-١-٤-٢ شدة الحادث

تشير شدة الحادث إلى مستوى الإصابة أو تلف الملكيات بسبب الحادث. في حين أن الحادث قد يُسبب عددًا من الإصابات التي تختلف شدتها، يشير مصطلح شدة الحادث إلى أشد إصابة سببها الحادث (انظر أيضًا الملحق ش).

يتم تقسيم شدة الحادث إلى فئات وفقًا لمقياس KABCO، والذي يوفر خمسة مستويات من شدة الإصابة. مستويات خطورة الحوادث الخمسة حسب مقياس KABCO(NHTSA, 2017):

- K - إصابة قاتلة: إصابة تؤدي إلى الوفاة.
- A- الاشتباه في وقوع إصابة خطيرة.
- B- الاشتباه في وقوع إصابة طفيفة.
- C- إصابة محتملة.
- O - عدم وجود إصابات ظاهرة/ أضرار لحقت بالممتلكات فقط.

يمكن الحصول على مزيد من التفاصيل بخصوص مقياس KABCO في الجزء الفرعي ب-٣-٥ من **الملحق ب** - عناصر قاعدة بيانات الحوادث

أ-١-٤-٣ تقييم فعالية (المعالجة)

يشير هذا المصطلح إلى تحديد فعالية معالجة معينة أو برنامج معالجات بعد تنفيذه، أي التغيير في متوسط تكرار الحوادث المتوقع (أو شدتها) لموقع أو مشروع. يعتمد التقييم على مقارنة النتائج التي تم الحصول عليها من تقدير الحادث. وتشمل أمثلة ذلك ما يلي:

- تقييم تطبيق واحد للمعالجة لتوثيق فعاليتها؛
- تقييم مجموعة من المشاريع المتشابهة لتوثيق فعالية تلك المشاريع؛
- تقييم مجموعة من المشاريع المتشابهة لغرض محدد وهو قياس فعالية التدبير المضاد؛
- تقييم الفعالية الإجمالية لمشاريع محددة أو تدابير مضادة مقارنة بتكاليفها.

أ-١-٥ قيود بيانات الحوادث ودقتها

يناقش هذا الجزء الفرعي قيود تسجيل بيانات الحوادث والإبلاغ عنها وقياسها بدقة واتساق. قد تؤدي هذه المشكلات إلى حدوث تحيز وتؤثر على موثوقية تقدير الحوادث بطرق لا يمكن معالجتها بسهولة. على هذا النحو، من الأهمية بمكان أن يفهم مهندسو سلامة الطرق قيود البيانات، وأن يتخذوا خطوات لحل أي أوجه قصور قد تحدث. هذه القيود ليست خاصة بمنهجية معينة لتحليل الحوادث، وتتطلب آثارها المراعاة، بغض النظر عن أسلوب تحليل الحوادث المتبع (AASHTO, 2010; AUSTROADS, 2021).

تشمل قيود بيانات الحوادث المرصودة ما يلي:

- أخطاء الإبلاغ،
- أخطاء الموقع،
- نقص الإبلاغ عن بيانات الحوادث،
- الاختلافات بين معايير الإبلاغ عن الحوادث للجهات المختلفة.

أ-١-٥-١ أ-١-٥-١ أخطاء الإبلاغ

عادةً ما يتم جمع بيانات الحوادث في نماذج موحدة، من قبل أفراد الشرطة المدربين ثم يتم ترميزها في قواعد البيانات. قد تحدث أخطاء في أي مرحلة من مراحل جمع بيانات الحوادث وتسجيلها وقد تكون بسبب:

- إدخال البيانات - أخطاء مطبعية،
- إدخال غير دقيق - استخدام المصطلحات العامة لوصف الموقع،
- إدخال غير صحيح - إدخال أسماء الطرق، وسطح الطريق، ومستوى شدة الحادث، وأنواع المركبات، ووصف التأثير، وما إلى ذلك،
- تدريب غير صحيح - نقص التدريب على استخدام رموز التصادمات،
- الذاتية - حيث يعتمد جمع البيانات على الرأي الشخصي للفرد، فمن المحتمل أن يكون هناك عدم اتساق. على سبيل المثال، قد يختلف تقدير حدود الضرر في الممتلكات أو السرعة المفرطة حسب الظروف.

من المهم التعرف على الظروف التي يحصل فيها ضابط الشرطة على معلومات لإكمال تقرير الحادث. غالبًا ما تكون هناك أمور أكثر إلحاحًا في مسرح الحادث. قد لا يكون لدى الضابط معرفة محلية أو تدريب مناسب في التحقيق في الحادث، لذلك قد يتم تسجيل بعض عناصر البيانات بشكل غير كافٍ أو خاطئ. لا تتوافق الحوادث دائمًا مع التنسيقات "القياسية" وقد لا يكون هناك دافع لملء النموذج.

بالإضافة إلى ذلك، قد تحدث أخطاء في الترميز خلال العملية من ملء نموذج تقرير الحوادث إلى إدخال البيانات في محطة الكمبيوتر. تتضمن المشكلات النموذجية الاتجاه الخاطئ للنقطة الشمالية، والاتجاه الخاطئ لإحدى حركتي المركبتين، واختيار حركة مستخدم الطريق الخاطئة، على سبيل المثال " الخلفي" بدلاً من " الخلفي في الاتجاه الأيمن"، وأخطاء الترميز الرقمية.

أ-١-٥-٢ أ-١-٥-٢ أخطاء الموقع

قد يكون موقع الحادث غير دقيق أو خاطئ في نموذج تقرير الشرطة الأصلي، وسيتم نقل ذلك إلى قاعدة البيانات. إذا استمر هذا في الترميز، فقد تظهر الحوادث في موقع واحد في جزأين منفصلين من قاعدة بيانات الحوادث. قد يكون النظام المرجعي للموقع غير دقيق أيضًا، لذلك قد لا يتمكن مستخدم البيانات من تحديد الموقع بدقة (مثال: قد يتم تسجيل جميع الحوادث غير الواضحة على أنها في منتصف الطريق بين التقاطعات المجاورة).

أ-١-٥-٣ نقص في بيانات الإبلاغ عن الحوادث وعدم تحديد معدل التكرار والشدة

لا يتم إبلاغ الشرطة عن جميع الحوادث القابلة للإبلاغ، وانطلاقًا من هذا، لا يتم تضمين جميع الحوادث في قاعدة بيانات الحوادث. بالإضافة إلى ذلك، تشير الدراسات إلى أن الحوادث الأكثر خطورة يتم الإبلاغ عنها بشكل موثوق به أكثر من الحوادث الأقل خطورة. لا يوجد بحث ذو صلة بمدى نقص الإبلاغ في المملكة العربية السعودية، ومع ذلك فإن الدراسات من دول أخرى تقارن البيانات من قواعد بيانات الحوادث مع المعلومات من دخول المستشفيات وغيرها من المصادر تشير إلى أنه -باستثناء حوادث الوفيات- فقط حوالي ٦٠٪ إلى ٧٠٪ من الحوادث الخطيرة تُسجل في قاعدة بيانات الحوادث، مع نسبة أقل بكثير لحوادث الإصابات الطفيفة (AUSTROADS, 2021; Yannis, et al., 2014). قد تختلف معدلات الإبلاغ أيضًا حسب نوع الحادث، على سبيل المثال، تكون معدلات الإبلاغ أقل عادة لراكبي الدراجات والمشاة وراكبي الدراجات النارية

يرتبط عدم الإبلاغ عن الحوادث بمسألة تسمى عدم تحديد التكرار والشدة، والتي تمثل صعوبة تحديد ما إذا كان التغيير في عدد الحوادث المبلغ عنها ناتجًا عن تغيير فعلي في حوادث، أو تحول في نسب الشدة، أو مزيج من الاثنين. من المهم إدراك عدم تحديد معدل التكرار والشدة، في قياس فعالية التدابير المضادة واختيارها. لا توجد أدوات كمية حاليًا لقياس عدم تحديد معدل التكرار والشدة.

أ-١-٥-٤ الاختلافات بين معايير الإبلاغ عن الحوادث للجهات المختلفة

قد توجد اختلافات بين الجهات فيما يتعلق بكيفية الإبلاغ عن الحوادث وتصنيفها. يؤثر هذا بشكل خاص على تطوير النماذج الإحصائية لأنواع المرافق المختلفة باستخدام بيانات الحوادث من الجهات المختلفة، ومقارنة النماذج أو استخدامها عبر الجهات القضائية. قد تشمل التعاريف والمعايير والطرق المختلفة لتحديد بيانات الحوادث وقياسها ما يلي:

- عتبات الإبلاغ عن الحوادث،
- تعريف المصطلحات والمعايير المتعلقة بالحوادث، وحركة المرور وبيانات التصميم الهندسي،
- فئات شدة الحادث.

أ-١-٦ القيود الناجمة عن العشوائية والتغيير

يناقش هذا الجزء الفرعي القيود المرتبطة بالتغيرات الطبيعية في بيانات الحوادث والتغيرات في ظروف الموقع. هذه قيود بسبب الخصائص المتأصلة للبيانات نفسها، وليست قيودًا بسبب الطريقة التي يتم بها جمع البيانات أو الإبلاغ عنها. إذا لم يتم أخذها في الاعتبار وحصرها قدر الإمكان، فقد تؤدي القيود إلى التحيز وتؤثر على موثوقية بيانات الحوادث بطرق لا يمكن تفسيرها بسهولة.

هذه القيود ليست خاصة بمنهجية معينة لتحليل الحوادث، وتتطلب آثارها المراعاة، بغض النظر عن أسلوب تحليل الحوادث المتبع.

تتضمن القيود الناجمة عن العشوائية والتغيير ما يلي:

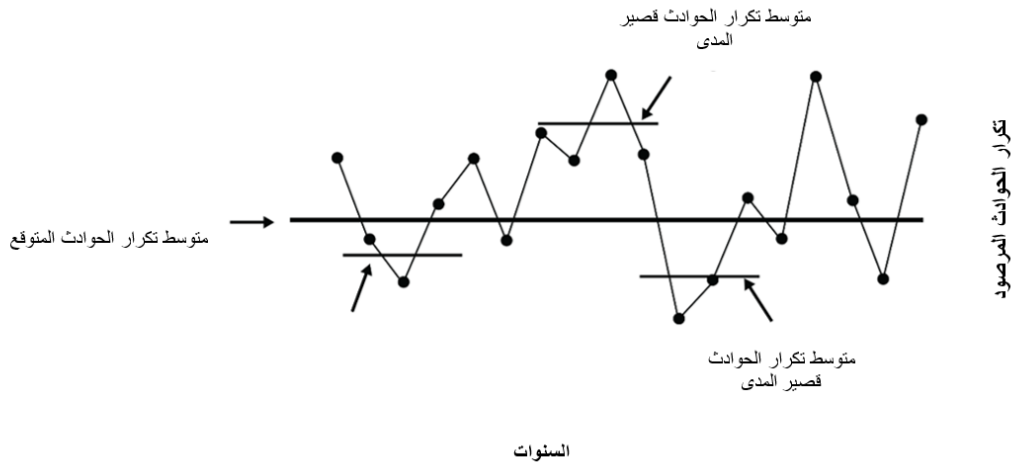
- التباين الطبيعي في تكرار الحوادث،
- تحيز الانحدار إلى المتوسط والانحدار إلى المتوسط،
- الاختلافات في خصائص الطريق، و
- التعارض بين تباين تكرار الحوادث وظروف الموقع المتغيرة.

أ-١-٦-١ التغير الطبيعي في تكرار الحوادث

نظرًا لأن الحوادث أحداث عشوائية، فإن تكرار الحوادث تتقلب بشكل طبيعي بمرور الوقت في أي موقع معين. تشير عشوائية وقوع الحادث إلى أن تكرارات الحوادث قصيرة المدى وحدها ليست أداة موثوق بها لتقييم تكرار الحوادث طويل المدى. إذا تم استخدام فترة ثلاث سنوات من الحوادث كعينة لتقدير تكرار الحوادث، فسيكون من الصعب معرفة ما إذا كانت فترة الثلاث سنوات هذه تمثل تكرارًا مرتفعًا أو متوسطًا أو منخفضًا في الموقع.

هذا التباين من سنة إلى أخرى في تكرار الحوادث يؤثر سلبًا على تقدير الحادث بناءً على بيانات الحوادث التي تم جمعها خلال فترات قصيرة. قد يختلف متوسط تكرار الحوادث قصير المدى اختلافًا كبيرًا عن متوسط تكرار الحوادث طويل المدى. يتم تضخيم هذا التأثير في مواقع الدراسة ذات تكرارات الحوادث المنخفضة حيث تمثل التغييرات الناتجة عن التباين في تكرارات الحوادث تقلبًا أكبر بالنسبة لمتوسط تكرار الحوادث المتوقع.

(الشكل أ-٤) يوضح عشوائية تكرار الحوادث المرصود ومحدودية تقدير تكرار الحوادث بناءً على الملاحظات قصيرة المدى.



الشكل (أ–٤) التغير في تكرار الحوادث المرصود قصير المدى (AASHTO, 2010)

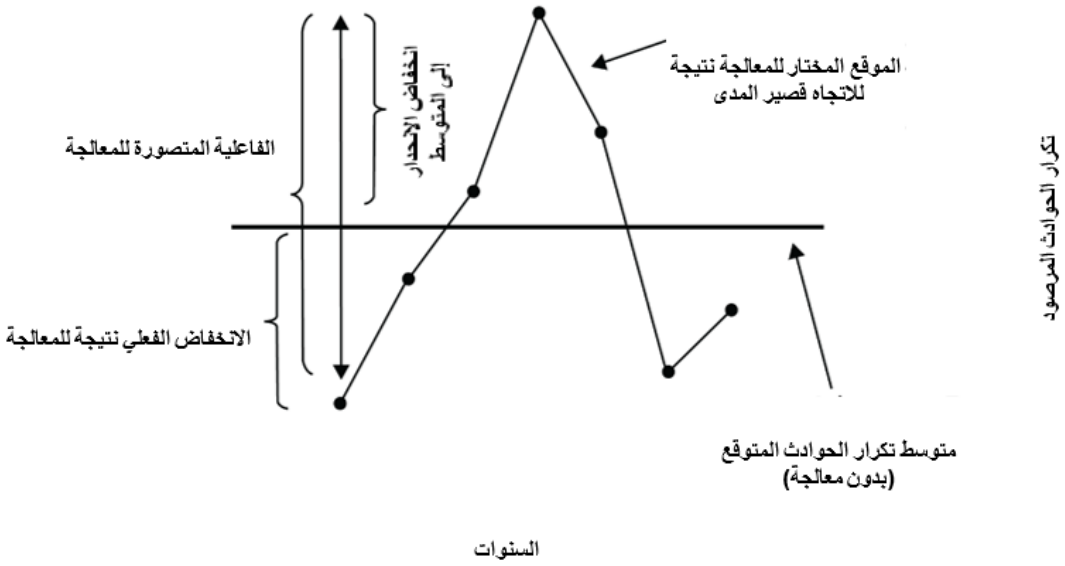
أ-١-٦-٢ تحيز الانحدار إلى المتوسط والانحدار إلى المتوسط

يجعل تقلب الحوادث بمرور الوقت من الصعب تحديد ما إذا كانت التغييرات في تكرار الحوادث المرصود ناتجة عن تغيرات في ظروف الموقع، أو بسبب تقلبات طبيعية. عندما يتم ملاحظة فترة ذات تكرار حوادث مرتفع نسبيًا، فمن المحتمل إحصائيًا أن تتبع الفترة التالية بتكرار حوادث منخفض نسبيًا. يُعرف هذا الاتجاه باسم **الانحدار إلى المتوسط** وينطبق أيضًا على الاحتمال الكبير بأن فترة تكرار الحوادث المنخفض ستتبعها فترة تكرار حوادث عالية.

يؤدي الفشل في حساب تأثيرات الانحدار إلى المتوسط إلى احتمال "تحيز الانحدار إلى المتوسط"، المعروف أيضًا باسم "تحيز الاختيار". يحدث التحيز في الاختيار عندما يتم اختيار المواقع للمعالجة بناءً على الاتجاهات قصيرة المدى في تكرار الحوادث المرصود. على سبيل المثال، يتم اختيار موقع للمعالجة بناءً على تكرار الحوادث المرتفع خلال فترة زمنية قصيرة جدًا (مثال: سنتان). ومع ذلك، قد يكون تكرار الحادث طويل المدى بالموقع أقل بشكل كبير، وبالتالي قد تكون المعالجة أكثر فعالية من حيث التكلفة في موقع بديل. قد يؤدي تحيز الانحدار إلى المتوسط أيضًا إلى المبالغة في تقدير فعالية المعالجة أو التقليل منها (أي التغيير في متوسط تكرار الحوادث المتوقع). بدون احتساب تحيز الانحدار إلى المتوسط، لا يمكن معرفة ما إذا كان الانخفاض الملحوظ في الحوادث ناتجًا عن المعالجة، أو ما إذا كان سيحدث بدون المعالجة.

تأثير الانحدار إلى المتوسط وتحيز الانحدار إلى المتوسط في تقييم الفعالية (العلاج) موضح في (أ-٥). في هذا المثال، يتم اختيار موقع للمعالجة بناءً على اتجاه تكرار الحوادث قصير المدى على مدار ثلاث سنوات (وهو يتجه صعودًا). بسبب الانحدار إلى المتوسط، من المحتمل أن تكرار الحوادث المرصود سينخفض فعليًا (نحو متوسط تكرار الحوادث المتوقع) دون أي تعديلات. يتم تطبيق تعديلات يكون له تأثير مفيد (أي هناك انخفاض في الحوادث بسبب التعديلات). ومع ذلك، إذا تم تجاهل الانخفاض في تكرار الحوادث الذي كان سيحدث (بسبب الانحدار إلى المتوسط) دون معالجة، فإن فعالية المعالجة تعتبر أكبر من فعاليتها الفعلية.

يتم احتساب تأثير تحيز الانحدار إلى المتوسط عندما تكون فعالية المعالجة (أي تقليل تكرار الحوادث أو شدتها)، واختيار الموقع يعتمد على متوسط تكرار الحوادث على المدى الطويل. بسبب التباين قصير المدى من سنة إلى أخرى في تكرار الحوادث المرصود، وعواقب عدم حساب تحيز الانحدار إلى المتوسط، تركز بعض تقنيات تحليل سلامة الطرق على تقدير متوسط تكرار الحوادث المتوقع بدلاً من ذلك (انظر أ-١-٤-١).



الشكل (أ–٥) الانحدار إلى المتوسط وتحيز الانحدار إلى المتوسط (AASHTO, 2010)

أ-١-٦-٣ التباينات في خصائص الطريق والبيئة

تخضع خصائص الموقع، مثل حجم حركة المرور والطقس والتحكم في حركة المرور واستخدام الأراضي والتصميم الهندسي، للتغيير بمرور الوقت. تعتبر بعض الظروف، مثل التحكم في حركة المرور أو تغييرات التصميم الهندسي عند التقاطع، أحداثًا منفصلة. تتغير الخصائص الأخرى، مثل حجم حركة المرور والطقس، على أساس مستمر.

يؤدي تباين ظروف الموقع بمرور الوقت إلى صعوبة نسب التغييرات في متوسط تكرار الحوادث المتوقع إلى ظروف معينة. كما أنها تحد من عدد السنوات التي يمكن تضمينها في الدراسة. إذا تمت دراسة فترات زمنية أطول (لتحسين تقدير تكرار الحوادث، ومراعاة التباين الطبيعي والانحدار إلى المتوسط)، فمن المحتمل حدوث تغييرات في الظروف في الموقع خلال فترة الدراسة. تتمثل إحدى طرق معالجة هذا القيد في تقدير متوسط تكرار الحوادث المتوقع للظروف المحددة لكل عام في فترة الدراسة.

يلعب التباين في الظروف أيضًا دورًا في تقييم فعالية المعالجة. التغييرات في الظروف بين فترة "ما قبل" وفترة "ما بعد" قد تجعل من الصعب تحديد لفاعلية الفعلية لمعالجة معينة. قد يعني هذا أن تأثير المعالجة قد يكون مبالغًا فيه، أو يتم التقليل من شأنه، أو يتعذر تحديده.

أ-١-٦-٤ التعارض بين تباين تكرار الحوادث وظروف الموقع المتغيرة

غالبًا ما تتعارض الآثار المترتبة على تغير تكرار الحوادث وتباين ظروف الموقع. من ناحية أخرى، يميل التقلب من سنة إلى أخرى في تكرارات الحوادث نحو الحصول على سنوات أكثر من البيانات لتحديد متوسط تكرار الحوادث المتوقع. على الصعيد الآخر، يمكن للتغييرات في ظروف الموقع تقصير المدة الزمنية التي تكون فيها تكرارات الحوادث صالحة للنظر في القيم المتوسطة. تتطلب علاقة الدفع / السحب هذه حكمًا كبيرًا عند إجراء تحليلات واسعة النطاق، واستخدام إجراءات تقدير الحوادث بناءً على تكرار الحوادث المرصود. يجب معالجة هذا القيد من خلال تقدير متوسط تكرار الحوادث المتوقع للظروف المحددة لكل عام في فترة الدراسة.

أ-٢ المصادر المحتملة لبيانات الحوادث

يتم استخدام معلومات حوادث الطرق من قبل مجموعة متنوعة من الأشخاص والكيانات لمجموعة متنوعة من الأغراض، من بينها:

- ممارسو سلامة الطرق، لوضع تدابير علاجية أو استباقية للطرق وحركة المرور،
- الشرطة، التي قد تحقق فيما إذا كانت ستتهم شخصًا بارتكاب جريمة جنائية فيما يتعلق بحادث معين، أو فيما يتعلق بأنشطة الإنفاذ، مثل تحديد موقع كاميرات السرعة،
- المستشفيات والمراكز الصحية لمراقبة متطلبات الخدمة الصحية الخاصة بها،
- المحامون الذين ينوبون عن العملاء في الدعاوى المدنية، وخاصة التعويض عن الإصابات والخسائر الأخرى،
- شركات التأمين، تبحث عن الحقائق قبل تسوية مطالبة التأمين،
- أولئك الذين يتحملون المسؤولية عن التثقيف والترويج الإعلامي في مجال سلامة الطرق، للتأكد من أن جهودهم موجهة على نحو جيد،
- الإعلام،
- مديرو السلامة، الذين يمارسون واجب الإبلاغ عن المعلومات الإحصائية عن حوادث الطرق،
- الباحثون، الذين يحتاجون إلى الوصول إلى قاعدة بيانات دقيقة وموثوقة لإجراء مشاريع بحثية شديدة الدقة،
- مصنعو المركبات والمكونات وموردو مواد الطرق، الذين يرغبون في تقييم سلامة منتجاتهم، ربما من وجهة نظر التشريع أو التسويق أو تحسين المنتج، إلخ.

نظرًا لاختلاف الأغراض الأساسية لجمع البيانات داخل المؤسسات المختلفة، فإن المعلومات التي يتم جمعها والطريقة التي يتم بها إنشاء قواعد البيانات وفرص تجميع البيانات وتحليلها وتفسير المعلومات ستختلف؛ ستكون فرص استكمال المعلومات على قاعدة بيانات بمعلومات من قاعدة بيانات أخرى محدودة للغاية. على سبيل المثال، قد لا تقوم قاعدة البيانات الخاصة بشركة التأمين على السيارات بتشفير موقع الحادث بواسطة نظام جغرافي رقمي، لأن هذه المعلومات ثانوية بالنسبة لمخاوف تقييم مطالبات التأمين والإدارة المالية. لا تكون المعلومات الإجمالية في قاعدة البيانات بتنسيق يمكن أن يستخدمه شخص يسعى للحصول على معلومات حول أداء السلامة في موقع معين.

أ-٢-١ مصادر البيانات الأساسية لبرامج تقليل الحوادث

المصدر الرئيس لمعلومات حوادث الطرق هو نموذج تقرير الحوادث الصادر عن الشرطة. بشكل عام، ستحضر الشرطة أي حادث ينطوي على وفاة أو إصابة خطيرة، والعديد من الحوادث التي ينجم عنها أضرار تلحق بالممتلكات فقط. ومع ذلك، غالبًا ما لا تُعرف نتائج الحوادث هذه إلا بعد وقوع الحدث، لذلك ستحضر الشرطة أحيانًا حوادث طفيفة نسبيًا (أقل في كثير من الأحيان)، ولن تحضر بعض الحوادث الخطيرة. إلى جانب الشرطة، قد يتم أيضًا تكليف الشركات الخاصة بمهمة الحضور والإبلاغ عن حوادث الأضرار التي لحقت بالممتلكات فقط.

عادةً ما يتم إدخال المعلومات الواردة في نماذج تقرير الحوادث هذه في قاعدة بيانات الشرطة، ويتم عادةً تقديم نسخ إلى جهات الطرق لإدخالها في قاعدة بياناتها جنبًا إلى جنب مع معلومات الطريق الإضافية (طالما أنها تفي بمعايير الترميز).

أ-٢-٢ مصادر البيانات الأخرى

إلى جانب تقارير الحوادث، قد يتم أيضًا استغلال المصادر التالية للحصول على البيانات المتعلقة بالحوادث:

- تسجل **المستشفيات** أسباب الإصابات وكذلك طبيعتها ومداها وعلاجها. قد تشير بيانات الحوادث المأخوذة من معلومات الشرطة إلى ما إذا كان شخص ما قد تم نقله بواسطة سيارة إسعاف أم لا، ولكنها عادةً لا تقدم معلومات حول ما إذا كان هذا الشخص قد تم نقله إلى المستشفى، أو لكم من الوقت، أو ما إذا كانت الإصابات التي لحقت به أدت إلى إعاقة طويلة الأجل.

مع التقدم في التكنولوجيا، وزيادة التعاون بين الجهات، من الممكن ربط هذه المعلومات معًا، مما يسمح بتركيز معالجات سلامة الطرق على تلك التي تؤدي إلى الإصابات الأكثر إضعافًا.

في ظروف خاصة، شريطة أن تكون سرية معلومات المريض آمنة، قد تكون بيانات المستشفى متاحة لأغراض البحث. وقد كان لذلك أثر جيد في تطوير التدابير المضادة لتقليل شدة إصابات حوادث الطرق.

- تطلب **شركات التأمين** من المدعين على وثائق التأمين تقديم وصف للظروف التي حدثت فيها الخسارة أو الضرر أو الإصابة. لا يتم إصدار هذه المعلومات عادة، على الرغم من إصدارها كبيانات موحدة من قبل بعض شركات التأمين. فهي توفر إمكانية تحديد المدى الحقيقي للحوادث الأقل تكلفة والتي لا يتم إبلاغ الشرطة عنها. لسوء الحظ، فهي ليست بشكل عام متوافقة مع احتياجات تحليل موقع الحادث ومعالجته.

قد يكون هناك مصدر آخر للمعلومات حول الحوادث وهو سجلات مشغلي شاحنات القطر، على الرغم من عدم وجود نظام قائم لجمع هذه المعلومات.

- من وقت لآخر، يتم إجراء **دراسات متعمقة** حول طبيعة الحوادث في منطقة معينة وأسبابها. هذه الدراسات مكلفة لإجرائها وتشارك فيها فرقًا متخصصة تحضر مسرح الحادث، وتأخذ القياسات وتسجل مواصفات الحادث. عادة ما يتم نشر النتائج في تقارير خاصة.
- **المعرفة المحلية** هي مصدر مهم للمعلومات حول مشاكل السلامة على شبكة الطرق. يجب مراعاة المعلومات الشخصية حول مشكلات الحوادث بحذر، ولكنها يمكن أن تكون مؤشرًا على المشكلات أو تحث على إجراء مزيد من التحقيق. يمكن أن تشمل مصادر المعلومات السكان المحليين والشركات ومجموعات السلامة وموظفي خدمة الطوارئ والممارسين الطبيين المحليين ومقاولي الصيانة وموظفي الجهة المحلية.
- تم استخدام **المقابلات مع مستخدمي الطريق**، بما في ذلك الأشخاص المتورطين في الحادث في موقع مهم، بتنسيق منظم من قبل بعض سلطات المرور للحصول على معلومات لتطوير التدابير المضادة للحوادث.
- يمكن استخدام **استبيانات تعارض حركة المرور** عندما يكون جمع بيانات الحوادث غير عملي. وهذا يتضمن الملاحظات الميدانية أو تسجيل الفيديو للتعارضات (مثال: الحوادث الوشيكة).
- قد تكون **ملفات سجل الفيديو** من مراكز إدارة حركة المرور مصدرًا مفيدًا للمعلومات، حيث قد يتم الاحتفاظ بتسجيلات الفيديو الخاصة بالحوادث (عادةً لفترة زمنية محدودة).
- يمكن أن تكون **تقارير الطبيب الشرعي** مصدرًا مفيدًا للمعلومات الإضافية المتعلقة بحوادث وفيات محددة.
- تُعد **التحقيقات في الموقع** مكونًا ضروريًا لأي برنامج لتطوير التدابير المضادة، وغالبًا ما تقدم رؤى حول محفوظات الحوادث في الموقع.
- توفر **بيانات مسح السرعة** أيضًا مصدرًا للمعلومات المتعلقة بسلوك السرعة.

أ-٣ التكنولوجيا المتاحة لجمع البيانات

يتم تطوير التكنولوجيا المعتمدة على الكمبيوتر بطريقتين مهمتين لتحسين دقة جمع البيانات.

أ-٣-١ لتحسين دقة معلومات الموقع

تستخدم معظم الجهات أنظمة تحديد المواقع العالمية، أو أنظمة الملاحة عبر الأقمار الصناعية لتحديد موقع الحادث بدقة. يستخدم الشخص الذي يحضر مسرح الحادث النظام بدلاً من، أو كذلك، توثيق الموقع بالمصطلحات التقليدية (الطريق أ ب ج، س من الأمتار، شمال/جنوب/شرق/غرب الشارع س ص ع). تتمتع هذه الطريقة بإمكانيات كبيرة في المناطق الريفية حيث يمكن أن يكون تسجيل المسافة والاتجاه إلى ميزات محددة عرضة لخطأ كبير. تسمح هذه الطريقة بدمج بيانات الحوادث في قاعدة بيانات علاقية، مما يسمح بتراكب مواقع الحوادث على الخطط التي تعرض معلومات جغرافية أخرى، مثل ميزات الطرق ، وتدفقات حركة المرور، وتخطيطات التقاطع واستخدامات الأراضي.

التكنولوجيا الجديدة قد تجعل الجمع الأولي وتقييم البيانات المتعلقة بالسلامة أسهل وأكثر فائدة. على سبيل المثال، يمكن للفرق المختصة بتحقيقات الحوادث استخدام مقاطع فيديو لمساعدتهم في إجراء مثل هذه التحقيقات مع استخدام كاميرات فيديو تشتمل على معلومات نظام تحديد المواقع العالمي وعارض يقوم بتراكب جميع معلومات المسار على شاشة الفيديو. وهذا يساعد في استكمال التحقيقات الأولية في الحادث. علاوة على ذلك، يجري البحث حاليًا حول دمج بيانات الجرد، على سبيل المثال، بيانات هندسة الطريق، وبيانات الحادث مع معلومات الفيديو. ويهدف هذا إلى المساعدة في تقييم مسار الحادث عالي الخطورة لتحديد تدابير التخفيف من شدة الحادث المقترحة. هذا البحث في مراحله الأولى من التطوير.

أ-٣-٢ لتحسين دقة بيانات الحوادث واستكمالها

يمكن استخدام برامج التقاط بيانات الحوادث يجري التحكم بها من خلال القوائم مع أجهزة الكمبيوتر المحمولة أو الأجهزة اللوحية من قبل الشرطة التي تحضر حادثًا لضمان جمع كل المعلومات المطلوبة في الموقع. يمكن أن تتضمن هذه البرامج فحوصات منطقية واتساقات البيانات عند إدخالها.

يمكن ترتيب نماذج تقارير الحوادث بحيث يمكن مسح المعلومات ضوئيًا في قاعدة البيانات لتقليل التكاليف وتقليل فرصة حدوث أخطاء في الترميز.

الملحق ب - عناصر قاعدة بيانات الحوادث

تصف عناصر قاعدة بيانات الحوادث الخصائص العامة لكل حادث. يوجد ملخص لجميع العناصر في (الجدول ٢-١). يتم توفير مزيد من التفاصيل لكل عنصر أدناه.

ب-١ عناصر قاعدة بيانات الحوادث

ب-١-١ مُعرف الحادث

التعريف: معرّف فريد خلال سنة معينة يحدد كل حادث معين.

السمات: قيمة أبجدية رقمية، فريدة لكل حادث محدد.

ب-١-٢ تصنيف الحادث

التعريف: يُستخدم الحقل الفرعي ١ من هذا العنصر لتحديد ملكية الطريق (أو المنطقة المجاورة للطريق) حيث وقع الحادث. يستخدم الحقل الفرعي ٢ من هذا العنصر لتحديد خصائص الحادث فيما يتعلق بموقعه داخل الطريق المروري أو خارجه. يشتمل الحقل الفرعي ٣ من هذا العنصر على حادث مرور مركبة آلية داخل مسرح الحادث المروري أو داخل صف مرور في أي اتجاه ناتج عن حادث مروري سابق.

السمات:

الحقل الفرعي ١: الملكية

- ملكية عامة
- ملكية خاصة

الحقل الفرعي ٢: الخصائص

- طريق مروري، على الطريق
- طريق مروري، ليس على الطريق
- ليس طريق مروري

الحقل الفرعي ٣: حادث ثانوي؟

- لا
- ٠نعم

ب-١-٣ تاريخ الحادث ووقته

التعريف: يحدد الحقل الفرعي ١ من هذا العنصر تاريخ الحادث (السنة والشهر واليوم) وفقًا للتقويم الهجري، وهو أمر مفيد لربط الحادث بالأحداث المحلية والعطلات والمهرجانات (مثال: أثناء موسم الحج، شهر رمضان، إلخ.). يحدد الحقل الفرعي ٢ من هذا العنصر تاريخ الحادث (السنة والشهر واليوم) وفقًا للتقويم الميلادي. يحدد الحقل الفرعي ٣ الوقت (٠٠: ٠٠-٥٩: ٢٣) الذي وقع فيه الحادث.

السمات:

الحقل الفرعي ١: التاريخ (بالتقويم الهجري)

- السنة (YYYY)
- الشهر (نص)
- يوم (DD)

الحقل الفرعي ٢: التاريخ (بالتقويم الميلادي)

- السنة (YYYY)
- الشهر (MM)

- يوم (DD)

الحقل الفرعي ٣: الوقت

- الوقت (HH:MM)
- غير معروف

ب-١-٤ منطقة الحادث

تعريف: المنطقة السعودية التي وقع فيها الحادث فعليًا.

السمات: اسم المنطقة

- منطقة الرياض
- منطقة مكة المكرمة
- منطقة المدينة المنورة
- منطقة القصيم
- المنطقة الشرقية
- منطقة عسير
- منطقة تبوك
- منطقة حائل
- منطقة الحدود الشمالية
- منطقة جازان
- منطقة نجران
- منطقة الباحة
- منطقة الجوف

ب-١-٥ المكان/المدينة التي حدث فيها الحادث

تعريف: المدينة/المكان (الجهة القضائية السياسية) التي وقع فيها الحادث فعليًا.

السمات:

- اسم المدينة/المكان
- غير ذلك
- غير معروف

ب-١-٦ موقع الحادث

تعريف: الموقع الدقيق في طريق المرور لتوثيق مكان وقوع أول حدث ضار من الحادث. من غير المتوقع أن يتم جمع كل السمات التالية. يتم تقديم السمات التالية بترتيب الأفضلية/الدقة.

السمات:

- dd.mm.ss D خط العرض (بالدرجات. دقائق. ثواني + اتجاه البوصلة)
- dd.mm.ss D خط الطول (بالدرجات. دقائق. ثواني + اتجاه البوصلة)

أو

- قيمة نظام المرجعية الخطية ١ لنظام المرجعية الخطية
- قيمة نظام المرجعية الخطية ٢

ب-١-٧ أول حدث ضار

تعريف: يتم تعريف الحدث الضار الأول على أنه الحدث الأول الذي يتسبب في وقوع إصابة أو ضرر.

السمات:

أحداث ضارة لا علاقة لها بالاصطدام

- فقدان البضائع/المعدات أو تزحزحها
- السقوط/القفز من المركبة الآلية
- الحريق/الانفجار
- الانغماس كليًا أو جزئيًا
- الالتواء (أي مفصل غير متحكم فيه بين قاطرة ومقطورة)
- أحداث غير تصادمية أخرى
- الانقلاب/السقوط
- جسم ملقى أو ساقط

الاصطدام بشخص أو سيارة أو جسم غير ثابت

- حيوان (حي)
- معدات إنشاء (الحفار، البلدوزر، إلخ.)
- معدات زراعية (الجرار، الحصادات، إلخ.)
- مركبات قيد النقل
- أجسام أخرى غير ثابتة
- عناصر أخرى لا علاقة لها بالسائق
- سيارة متوقفة
- دراجة هوائية
- أحد المشاة
- مركبات السكك الحديدية (قطار، محرك)
- الاصطدام بجسم في حالة سكون من مركبات قيد النقل
- الاصطدام بالبضائع الساقطة أو المتزحزحة أو أي شيء يتم تحريكه بواسطة مركبة

الاصطدام بجسم ثابت

- الهيكل أعلى الجسر
- دعامة الجسر
- قضبان الجسر
- حاجز الكابلات
- حواجز مرور خرسانية
- عبّارة
- الأرصفة
- قناة تصريف
- ردمية
- السياج
- النهاية الطرفية لحاجز الحماية المعدني
- الواجهة الأمامية لحاجز الحماية المعدني
- ماص الصدمات/وسائد تخفيف الصدمات
- صندوق البريد
- جسم ثابت آخر (جدار، مبنى، نفق، إلخ.)
- سارية أو عمود أو دعامة أخرى
- حاجز مروري آخر
- دعامة اللافتة المرورية
- دعامة إشارات المرور
- شجرة (واقفة)
- عمود كهربائي/دعامة إنارة
- غير معروف

ب-١-٨ موقع أول حدث ضار متعلق بالطريق المروري

تعريف: موقع الحدث الضار الأول من حيث صلته بموقعه داخل الطريق المروري أو خارجه.

السمات:

- مثلث المنطقة الحرجة
- في مسار المواقف، أو منطقة مواقف، أو منطقة الاستراحة
- الجزيرة الوسطية
- خارج الطريق، موقع مجهول
- على الطريق
- على الكتف، الجانب الأيسر
- على الكتف، الجانب الأيمن
- خارج الطريق/حرم الطريق
- جانب الطريق
- جزيرة مرورية/فاصلة
- غير معروف

ب-١-٩ طريقة الحادث/تأثير الحادث

تعريف: تحديد الطريقة التي اجتمعت بها مركبتان آليتان في البداية، بغض النظر عن اتجاه القوة. يشير عنصر البيانات هذه فقط إلى الحوادث الواقعة حيث ينطوي الحدث الضار الأول على تصادم بين سيارتين قيد النقل.

السمات:

- ليس تصادمًا بين سيارتين
- زاوية
- من الأمام إلى الأمام
- من الأمام إلى الخلف
- من الخلف إلى الخلف
- من الخلف إلى الجانب
- من الجوانب، في الاتجاه المعاكس
- من الجوانب، في نفس الاتجاه
- غير ذلك
- غير معروف

ب-١-١٠ الأحوال الجوية

تعريف: الظروف الجوية السائدة التي كانت موجودة وقت وقوع الحادث.

السمات:

- هبوب الرمال، أو التراب، أو الأوساخ
- سقوط الثلج
- صاف
- غائم
- ضباب، ضباب دخاني، دخان
- مطر متجمد أو رذاذ متجمد
- مطر
- رياح متعامدة شديدة
- صقيع أو برد
- ثلج
- غير ذلك
- غير معروف

ب-١-١١ حالة الضوء

تعريف: نوع / مستوى الضوء الذي كان موجودًا وقت وقوع الحادث.

السمات:

- ضوء النهار
- الفجر/الشفق
- ظلام - مضاء
- ظلام - غير مضاء
- ظلام - إضاءة غير معروفة
- غير ذلك
- غير معروف

ب-١-١٢ حالة سطح الطريق

تعريف: حالة سطح الطريق وقت وقوع الحادث ومكانه.

السمات:

- جاف
- الثلج/الجليد
- طين، أوساخ، حصاة
- زيت
- رمال
- ثلوج ذائبة
- ثلج
- مياه (ثابتة، متحركة)
- رطب
- غير ذلك
- غير معروف

ب-١-١٣ الظروف المساهمة

تعريف: الظروف البيئية أو ظروف الطريق الظاهرة التي ربما تكون قد ساهمت في الحادث.

السمات:

- لا يوجد
- الحيوانات
- الحطام
- الوهج
- أعمال لا صلة لها بالطريق
- معابر المُشاة المطموسة
- العوائق في الطريق
- حادث سابق
- واقعة سابقة غير متكررة
- ازدحام طبيعي
- متعلق بمحطة وقوف الحافلات
- حالة سطح الطريق (رطب، ثلجي، جليدي، طيني، رملي، إلخ.)
- شقوق، حفر، مطبات
- الأكتاف (لا يوجد، منخفضة، مرتفعة، بسيطة)
- كشك / ساحات تحصيل الرسوم ذات الصلة

- جهاز التحكم في حركة المرور
- حادث مرور
- عوائق بصرية
- الأحوال الجوية
- منطقة عمل (إنشاء/صيانة/مرافق)
- سطح بالي ومصقول
- غير ذلك
- غير معروف

ب-١-١٤ الصلة بالتقاطع

تعريف: يعتمد ترميز عنصر البيانات هذا على موقع الحدث الضار الأول للحادث. إنه يحدد موقع الحادث فيما يتعلق بالوجود في التقاطع (تقاطع على نفس المستوى أو محوّلات مفصولة المستوى)، أو القرب من المكونات عادة في مناطق التقاطع.

السمات:

الحقل الفرعي ١: داخل منطقة التقاطع؟

- لا
- ٠نعم
- غير معروف

الحقل الفرعي ٢: موقع محدد

- ليس تقاطع
- مسار التباطؤ/التسارع
- ذو صلة بالمقطع
- الوصول إلى مداخل السيارات أو ما يرتبط بها
- منحدر الخروج/الدخول أو ما يرتبط به
- تقاطع أو ما يرتبط به
- معبر سكة حديدية على نفس المستوى
- مسار أو ممر للاستخدام المشترك
- طريق عابر
- موقع آخر غير مدرج أعلاه داخل منطقة التقاطع (الجزيرة الوسطية والكتف وجانب الطريق)
- غير معروف

ب-١-١٥ نوع التقاطع

تعريف: توفر عناصر البيانات هذه معلومات أساسية حول التقاطع (تقاطع على نفس المستوى أو محوّلات مفصولة المستوى).

السمات:

الحقل الفرعي ١: عدد المداخل

- ليس تقاطع
- (٢) اثنان
- (٣) ثلاثة
- (٤) أربعة
- (+٥) أكثر من خمسة
- غير معروف

الحقل الفرعي ٢: التصميم الهندسي الشامل للتقاطع

- ليس تقاطع
- المحوّلات مفصولة المستوى
- تقاطع بزاوية / منحرف

- دوار / دائرة مرور
- تقاطع عمودي
- غير معروف

الحقل الفرعي ٣: أجهزة التحكم في حركة المرور بالكامل

- ليس تقاطع
- محكوم بإشارات مرورية
- لافتة قف – كل الاتجاهات
- لافتة قف – جزئي
- لافتة إعطاء الأفضلية
- غيرمحكوم
- غير معروف

ب-١-١٦ الصلة بالحافلة المدرسية

تعريف: يشير إلى ما إذا كانت حافلة مدرسية أو سيارة تعمل كحافلة مدرسية لغرض متعلق بالمدرسة متورطة في الحادث. يجب أن تكون "حافلة المدرسة"، مع أو بدون ركاب، مشتركة بشكل مباشر كمركبة تلامس أو مشتركة بشكل غير مباشر كمركبة غير ملامسة (أطفال اصطدموا عند الصعود إلى الحافلة المدرسية أو النزول منها، اصطدمت مركبتان كنتيجة توقف الحافلة المدرسية، وما إلى ذلك).

السمات:

- لا
- نعم، حافلة المدرسة مشتركة بشكل مباشر
- نعم، حافلة المدرسة مشتركة بشكل غير مباشر

ب-١-١٧ ما يتعلق بمنطقة العمل (إنشاء/صيانة/مرافق)

تعريف: حادث يقع في منطقة إنشاء أو صيانة أو مرافق أو يتعلق بها، سواء كان العمال موجودين بالفعل في وقت وقوع الحادث أم لا. قد تشمل الحوادث المتعلقة بمنطقة العمل أيضًا تلك التي تنطوي على تباطؤ أو توقف المركبات بسبب منطقة العمل، حتى لو وقع أول حدث ضار قبل اللافتة التحذيرية الأولى.

السمات:

الحقل الفرعي ١: هل وقع الحادث في منطقة أعمال الإنشاء أو الصيانة أو المرافق أو كان مرتبطًا بنشاط داخل منطقة العمل؟

- لا
- نعم
- غير معروف

الحقل الفرعي ٢: موقع الحادث

- قبل اللافتة التحذيرية الأولى لمنطقة العمل
- منطقة التحذير المبكر
- المنطقة الانتقالية
- منطقة النشاط
- منطقة انتهاء الأعمال
- لا ينطبق/ليس داخل منطقة العمل أو له صلة بها

الحقل الفرعي ٣: نوع منطقة العمل

- إغلاق المسار
- تغيير المسار/المقطع
- العمل على الكتف جانبي الطريق أو الجزيرة الوسطية
- عمل متحرك أو متقطع
- أنواع أخرى من منطقة العمل

- لا ينطبق/ليس داخل منطقة العمل أو له صلة بها

الحقل الفرعي ٤: وجود العمال

- لا
- ٠نعم
- لا ينطبق/ليس داخل منطقة العمل أو له صلة بها
- غير معروف

الحقل الفرعي ٥: وجود إنفاذ القانون

- لا
- ٠نعم
- لا ينطبق/ليس داخل منطقة العمل أو له صلة بها

ب-١-١٨ شدة الحادث

تعريف: تعتمد شدة الحادث على أخطر إصابة لأي شخص متورط في الحادث. مستمدة من عنصر بيانات "شدة الإصابة" (الجزء الفرعي ب-٣-٥) لكل شخص متورط في الحادث.

السمات:

- (K) إصابة وفاة
- (A) الاشتباه في وقوع إصابة خطيرة
- (B) الاشتباه في وقوع إصابة طفيفة
- (C) إصابة محتملة
- (O) أضرار لحقت بالممتلكات فقط
- غير معروف

ب-١-١٩ عدد المركبات المشاركة

تعريف: العدد الإجمالي للمركبات (السيارات، والشاحنات ذات الوحدة الواحدة، ومجموعات الشاحنات، والدراجات النارية، وما إلى ذلك) المتورطة في الحادث. مُشتق عن طريق حساب عدد المركبات المتورطة في حادث، كما هو مبين في عنصر بيانات "نوع وحدة المركبة " (الجزء الفرعي ب-٢-٣).

السمات: القيمة الرقمية للعدد الإجمالي للمركبات المشاركة.

ب-١-٢٠ عدد سائقي السيارات

تعريف: يشير العدد الإجمالي لسائقي السيارات إلى عدد ركاب المركبات الآلية المشاركة في الحادث. مستمدة من حساب عدد سائقي المركبات المشاركين في الحادث، كما هو مبين في عنصر بيانات "نوع الشخص" (الجزء الفرعي ب-٣-٤).

السمات: القيمة الرقمية لإجمالي عدد ركاب المركبات المشاركين.

ب-١-٢١ عدد الركاب غير السائقين

تعريف: يشير العدد الإجمالي لغير السائقين إلى عدد الأشخاص المشاركين في الحادث من غير ركاب المركبات (المشاة، راكبو الدراجات البخارية، وغير ذلك). مستمدة من حساب عدد غير السائقين المشاركين في الحادث، كما هو موضح في عنصر بيانات "نوع الشخص" (الجزء الفرعي ب-٣-٤).

السمات: القيمة الرقمية للعدد الإجمالي لركاب المركبات غير المشاركين.

ب-١-٢٢ عدد الأشخاص المصابين بإصابات غير قاتلة

تعريف: إجمالي عدد المصابين باستثناء الوفيات خلال ٣٠ يومًا من الحادث. يُشتق عن طريق عد الأشخاص المشتبه في إصابتهم بإصابة خطيرة (أ) أو المشتبه في إصابتهم بإصابات طفيفة (ب) أو إصابات محتملة (ج) نتيجة وقوع الحادث، كما هو موضح في عنصر بيانات "شدة الإصابة" (الجزء الفرعي ب-٣-٥).

السمات: القيمة الرقمية للعدد الإجمالي للأشخاص المصابين بجروح غير قاتلة.

ب-١-٢٣ عدد الوفيات

تعريف: العدد الإجمالي للوفيات (من سائقي السيارات وغير السائقين) التي نتجت عن الإصابات التي لحقت بهم نتيجة حادث سيارة محدد. عند الإبلاغ عن إحصائيات الوفيات، يجب استخدام قاعدة العد لمدة ٣٠ يومًا (يتم حساب الوفيات التي تحدث خلال فترات ٢٤ ساعة – ٣٠ يوم فقط من وقوع حادث). مستمد من حساب عدد الأشخاص الذين أصيبوا بجروح قاتلة في حادث من (K) إصابات وفاة، كما هو مدرج في عنصر بيانات "شدة الإصابة" (الجزء الفرعي ب-٣-٥).

السمات: القيمة الرقمية للعدد الإجمالي من الوفيات.

ب-١-٢٤ يوم الأسبوع

تعريف: يوم الأسبوع الذي وقع فيه الحادث. مشتق من عنصر البيانات "تاريخ الحادث ووقته" (الجزء الفرعي ب-١-٣).

السمات:

- الأحد
- الاثنين
- الثلاثاء
- الأربعاء
- الخميس
- الجمعة
- السبت

ب-٢ عناصر بيانات المركبة

تصف عناصر بيانات المركبة صفات المركبة ذات الصلة بالحادث ووقائع هذا الحادث ونتائجه.

ب-٢-١ معرف المركبة

تعريف: هو عبارة عن رقمٍ مخصص لتمييز كل مركبة ذات صلة بالحادث. ولا يُخصص هذا الرقم للأشخاص من غير السائقين.

السمات: قيمة رقمية، تخص مركبة محددة دون غيرها.

ب-٢-٢ رقم لوحة المركبة

تعريف: معرّف أبجدي رقمي، أو حروف أخرى، كما يظهر تمامًا على لوحة المركبة المثبتة عليها. فيما يتعلق بالمركبات ذات المقطورة، يُعرف رقم لوحة المركبة من خلال لوحة الشاحنة الجرارة.

السمات: معرَّف أبجدي رقمي للوحة المركبة.

ب-٢-٣ نوع وحدة المركبة

تعريف: يصف حالة المركبة المتحركة، وقت وقوع الحادثة.

السمات:

- مركبات قيد النقل
- المركبة المتوقفة
- المركبة/المعدات أثناء التشغيل

ب-٢-٤ سنة تسجيل المركبة

تعريف: السنة التي سُجِّلت فيها المركبة

السمات:

- القيمة الرقمية لسنة (بتنسيق "YYYY") تسجيل المركبة
- غير معروف

ب-٢-٥ ماركة المركبة

تعريف: الاسم الكودي الذي خصصته الشركة المصنعة، والمُستخدم في مجموعة من المركبات .

السمات:

- الاسم (الذي خصصته الشركة المصنعة للمركبة ويمكن معرفته من بيانات تسجيل المركبة)
- غير معروف

ب-٢-٦ طراز المركبة

تعريف: الكود الذي خصصته الشركة المصنعة، والذي يشير إلى عائلة من المركبات (داخل المصنع) تتسم بدرجة من تشابه التصميم، كما هو الحال مع الهيكل والشاسيه، وغير ذلك.

السمات:

- كود الموديل (الذي وضعته الشركة المصنعة للمركبة ويمكن معرفته من بيانات تسجيل المركبة)
- غير معروف

ب-٢-٧ فئة نوع جسم المركبة

تعريف: الفئة التي تشير إلى شكل المركبة العام أو مظهرها الخارجي، حيث يمكن أن تتميز المركبة بمواصفات منها، عدد الأبواب أو عدد صفوف المقاعد أو عدد النوافذ أو بطانة السقف. وسائل النقل الشخصية - مثل ألواح التزلج وسيارات الألعاب والكراسي المتحركة - لا تعتبر مركبات ولا تحمل أكوادًا.

السمات:

الحقل الفرعي ١: فئة نوع الهيكل

- مركبة لجميع التضاريس/دراجة لجميع التضاريس (ATV/ATC)
- عربة جولف
- مركبة بسرعة منخفضة
- دراجة بخارية أو آلية
- مركبة ترفيهية خارج الطرق (ROV)
- دراجة نارية بعجلتين
- دراجة نارية بثلاث عجلات
- دراجة بمُحرك
- سيارة ركاب
- فان ركاب (أقل من ٩ مقاعد)
- مركبة استخدامات (رياضية)
- شاحنة صغيرة
- فان صغير لنقل البضائع

- معدات الإنشاء (حفَّار، بلدوزر، وغير ذلك)
- معدات زراعية (الجرار، الحصادات، إلخ.)
- شاحنة بوحدة واحدة
- شاحنة جرارة
- مركبة تخييم (منزل متنقل)
- فان ركاب يقل ٩ راكب أو ١٢ راكباً
- فان ركاب يقل ١٥ راكب
- سيارة ليموزين كبيرة
- حافلة نقل صغيرة
- حافلة مدرسية
- حافة نقل عام
- حافلة سياحية (موتوركوتش)
- أنواع أخرى للحافلات
- شاحنات أخرى
- غير ذلك

الحقل الفرعي ٢: عدد وحدات الجر

- عدد العربات المقطورة
- (مركبة بدون وحدات جر) غير قابلة للاستخدام

الحقل الفرعي ٣: هل تحمل هذه المركبة ملصقًا بوجود مواد خطرة (HM)؟

- لا
- نعم

ب-٢-٨ إجمالي عدد ركاب المركبة

تعريف: العدد الإجمالي للركاب المصابين وغير المصابين في المركبة التي تعرضت للحادث، بما في ذلك الأشخاص فيها وفوقها وقت وقوع الحادث.

السمات: القيمة الرقمية للعدد الإجمالي للركاب المصابين وغير المصابين بما في ذلك السائق.

ب-٢-٩ الوظيفة الخاصة بالمركبة

تعريف: نوع الوظيفة الخاصة التي تؤديها هذه المركبة، بغض النظر عما إذا كانت الوظيفة موضحة على المركبة وقت الحادث، أو غير موضحة. الحافلات هي أي مركبة آلية بمقاعد لنقل تسعة (٩) أشخاص أو أكثر، بما في ذلك مقعد السائق، ولكن لا تشمل الشاحنات المملوكة والمُشغَّلة للاستخدام الشخصي.

السمات:

- لا يوجد وظيفة خاصة
- حافلة – مدرسية (عامة أو خاصة)
- حافلة –لرعاية أطفال/روضة أطفال
- حافلة – نقل عام/متنقل منتظم
- حافلة – رحلات/جولات خاصة
- حافلة – بين المدن
- حافلة – مكوكية
- حافلة – لأغراض أخرى
- مركبة خدمات زراعية
- شاحنة إطفاء
- الطرق /الصيانة
- شاحنة لنقل البريد
- المركبات العسكرية
- سيارات الإسعاف

- الشرطة
- مركبات المرافق العامة
- مركبات خدمات الطوارئ غير المرتبطة بالنقل
- دوريات خدمة السلامة – الاستجابة للحوادث
- مركبات أخرى للاستجابة للحوادث
- شاحنات مستأجرة
- قطر المركبات المعطلة – الاستجابة للحوادث
- شاحنة تعمل كماص للصدمات
- تاكسي
- مركبة تُستخدم لنقل الركاب عبر أحد تطبيقات النقل (شركة شبكات النقل)
- غير ذلك
- غير معروف

ب-٢-١٠ اتجاه السير قبل الحادث

تعريف: اتجاه تنقل المركبة على الطريق قبل وقوع الحادث. ولاحظ أن هذا ليس اتجاه يُحدد بالبوصلة، بل اتجاه يتوافق مع الاتجاه المعيَّن للطريق. فعلى سبيل المثال، يجب أن يكون اتجاه الطريق الممتد بين الشمال والجنوب إما متجهًا شمالًا أو متجهًا جنوبًا، بالرغم من احتمال اتجاه المركبة ناحية الشرق بسبب وجود جزء قصير من الطريق يتجه من الشرق إلى الغرب.

السمات:

- ليس على الطريق
- باتجاه الشمال
- باتجاه الشرق
- باتجاه الجنوب
- باتجاه الغرب
- غير معروف

ب-٢-١١ مناورة/ تحرك المركبة

تعريف: مناورة قامت بها هذه المركبة مُتحكم بها حدثت قبل بدء تسلسل الأحداث المؤدية إلى وقوع الحادث.

السمات:

- رجوع المركبة عكس اتجاه القيادة
- تغيير المسارات
- دخول مسار مروري
- الخروج من مسار مروري
- الدوران للخلف
- التحركات التي تتجه للأمام أساسًا
- القيادة في منحنى
- التجاوز/التخطي
- المركبات المتوقفة
- إبطاء السرعة
- المركبات المتوقفة في ازدحام مرورى
- الانعطاف يساراً
- الانعطاف يميناً
- غير ذلك
- غير معروف

ب-٢-١٢ أكثر الأحداث ضررًا التي لحقت بهذه المركبة

تعريف: الحدث الذي أدى إلى حدوث أكثر الإصابات حدة أو أكبر الأضرار الذي لحقت بهذه المركبة، في حالة عدم وجود إصابات.

السمات:

الأحداث المُضرة غير المرتبطة بحادث التصادم

- فقدان البضائع/المعدات أو تزحزحها
- السقوط/القفز من المركبة
- الحريق/الانفجار
- الانغماس كليًا أو جزئيًا
- فقدان التحكم في المقطورة
- حدث ضار آخر غير مرتبط بحادث التصادم
- الانقلاب/السقوط
- جسم ملقى أو ساقط

الاصطدام بشخص ما أو مركبة آلية أخرى أو جسم متحرك

- الحيوانات (الحية)
- مركبات قيد النقل
- أجسام أخرى غير ثابتة
- غير سائق المركبة
- مركبة متوقفة
- دراجة هوائية
- أحد المشاة
- مركبات السكك الحديدية (قطار، محرك)
- الاصطدام بجسم في حالة سكون من مركبات قيد النقل
- اصطدام نتيجة السقوط أو تزحزح الحمولة أو أي شيء يتحرك باستخدام محرك
- المركبة
- معدات منطقة العمل / الصيانة

الاصطدام بجسم ثابت

- الهيكل أعلى الجسر
- دعامة الجسر
- قضبان الجسر
- حاجز الكابلات
- حواجز مرور خرسانية
- عبّارة
- الأرصفة
- قناة تصريف
- ردمية
- السياج
- النهاية الطرفية لحاجز الحماية المعدني
- الواجهة الأمامية لحاجز الحماية المعدني
- ماص الصدمات/وسائد تخفيف الصدمات
- صندوق البريد
- جسم ثابت آخر (جدار، مبنى، نفق، إلخ.)
- سارية أو عمود أو دعامة أخرى
- حاجز مروري آخر
- دعامة اللافتة المرورية
- دعامة إشارات المرور
- شجرة (واقفة)
- عمود كهربائي/دعامة إنارة
- تصادم بأجسام ثابتة غير معروفة

ب-٢-١٣ الاصطدام والهروب

تعريف: يشير إلى الحالات التي تكون فيها المركبة المتحركة أو سائقها هي المركبة المتسببة في الحادث، وتغادر موقع الحادث دون توقف لتقدِّم المساعدة في الحادث أو لتبلغ عنه.

السمات:

- لا، لم تغادر موقع الحادث
- نعم، اصطدم السائق أو المركبة المتسببة في الحادث بالمركبة الأخرى وهرب/ت من موقع الحادث

ب-٣ عناصر بيانات الشخص

تصف عناصر بيانات الشخص صفات الشخص ذي الصلة بالحادث ووقائع هذا الحادث ونتائجه.

ب-٣-١ اسم الشخص المتورط

تعريف: اسم الشخص الكامل ذي الصلة بالحادث.

السمات: اسم الشخص المعني

ب-٣-٢ تاريخ الميلاد

تعريف: سنة وشهر ويوم الميلاد، أو العمر (المُقدَّر) لاستخدامه فقط عندما لا يمكن الحصول على تاريخ الميلاد) للشخص ذي الصلة بالحادث.

السمات:

الحقل الفرعي ١: تاريخ الميلاد

- السنة (YYYY)
- الشهر (MM)
- يوم (DD)
- غير معروف

الحقل الفرعي ٢: العمر

- العمر

ب-٣-٣ الجنس

تعريف: جنس الشخص ذي الصلة بالحادث.

السمات:

- ذكر
- أنثى
- غير معروف

ب-٣-٤ نوع الشخص

تعريف: نوع الشخص ذي الصلة بالحادث.

السمات:

الحقل الفرعي ١: نوع الشخص

راكب مركبة

- سائق
- راكب
- راكب في أي مركبة آلية غير متحركة

شخص غير راكب

- راكب دراجة
- درَّاج آخر
- المشاة
- أنواع المشاة الآخرين (شخص يستعمل كرسيًا متحركًا، شخص في مبنى، متزلج، شخص مستخدم لوسائل النقل الشخصية، وغير ذلك.)
- الراكب لأي مركبة نقل بدون محرك
- نوع غير معروف من الأشخاص غير الركاب
- غير معروف

الحقل الفرعي ٢: هل هو المستجيب للحادث؟

- لا

نعم، هو نوعًا مستجيب الحادث

- خدمات الطوارئ الطبية
- أحد رجال المطافئ
- الشرطة
- مشغّل قطر السيارات
- النقل (أي عمال الصيانة، موظفو دوريات خدمات السلامة، وغير ذلك.)
- غير ذلك
- غير معروف

ب-٣-٥ شدة الإصابة

تعريف: مستوى شدة الإصابة للشخص ذي الصلة بالحادث. يجب أن يستند تحديد "الصفة المميزة" لأحدث المعلومات المتاحة وقت الانتهاء من التقرير، باستثناء ما هو موضح أدناه فيما يتعلق بالإصابات المميتة.

إصابة وفاة (K): إصابة الوفاة هي أي إصابة تؤدي إلى الوفاة في غضون ٣٠ يومًا بعد حادث مركبة آلية وقعت فيه الإصابة. فإذا لم يمت الشخص في مكان وقوع الحادث، ولكنه توفي في غضون ٣٠ يومًا من الحادث الذي وقعت فيه الإصابة، فيجب تغيير تصنيف الإصابة من الصفة المميزة المعينة سابقًا إلى صفة "إصابة وفاة".

الاشتباه في وقوع إصابة خطيرة (A): الإصابة الخطيرة المشتبه فيها هي أي إصابة غير مميتة تؤدي إلى أحد أو أكثر النتائج التالية:

- جروح ممزقة شديدة تؤدي إلى انكشاف الأنسجة/العضلات/الأعضاء الرئيسة أو تؤدي إلى فقدان كميات كبيرة من الدماء
- أطراف مكسورة أو مشوهة (ذراع أو ساق)
- إصابات تحطم
- إصابات يُشبته وقوعها في الجمجمة أو الصدر أو البطن بخلاف الكدمات أو التمزقات الطفيفة
- حروق كبيرة (حروق من الدرجة الثانية والثالثة في أكثر من ١٠ ٪ أو أكثر من الجسم)
- فقدان المُصاب الوعي عند أخذه من موقع الحادث
- الشلل

إصابات طفيفة مشتبه بها (B): الإصابة الطفيفة هي أي إصابة واضحة في مكان الحادث، بخلاف إصابات الوفاة أو الخطيرة. وتشمل الأمثلة على ذلك تورم في الرأس، وسحجات وكدمات وتمزقات طفيفة (جروح على سطح الجلد مع حدوث نزيف قليل وعدم انكشاف أنسجة/عضلات على نحوٍ أعمق).

الإصابة محتملة الحدوث (C): الإصابة المحتملة هي أي إصابة يُفاد أو يُدعَّى بها ليست إصابة وفاة أو يُشتبه في أنها خطيرة أو يشتبه في أنها إصابة طفيفة. وتشمل الأمثلة على ذلك فقدان الوعي المؤقت، أو ادعاء الإصابة أو العرج أو شكوى الألم أو الغثيان. والإصابات المحتملة هي تلك التي يقر بها الشخص أو يُشار إلى حدوثها بسلوكه، ولكن لا توجد جروح أو إصابات واضحة تبينها.

إصابات غير واضحة (O): الإصابة غير الواضحة هي حالة لا يوجد فيها سبب للاعتقاد بأن الشخص قد تعرض لأي ضرر جسدي من حادث المركبة . ولا يوجد دليل مادي على التعرض لها، ولا يقر الشخص المعترض لها عن أي تغيير في وظائفه الطبيعية.

السمات:

- (K) إصابة وفاة
- (A) الاشتباه في وقوع إصابة خطيرة
- (B) الاشتباه في وقوع إصابة طفيفة
- (C) إصابة محتملة
- (O) لا توجد إصابة واضحة

ب-٣-٦ معرف راكب المركبة

تعريف: الرقم الفريد المخصص لهذا الحادث الذي تعرضت له المركبة ، والتي كان هذا الشخص شاغلاً لها، ويُعرف هذا الرقم في عنصر البيانات بـ "معرّف المركبة" (الجزء الفرعي ب-٢-١). فلا يزال يُعتبر الأشخاص المقذوفون من المركبة أو الذين سقطوا منها ركابًا.

السمات: القيمة الرقمية التي يُشار بها إلى أي مركبة آلية كان يوجد بها هذا الراكب.

ب-٣-٧ موضع الجلوس

تعريف: موقع هذا الراكب في المركبة أو فوقها أو خارجها قبل وقوع الحدث الأول من تسلسل الأحداث.

السمات:

الصف

- أمامي
- ثاني
- ثالث
- رابع
- صفوف أخرى (حافلة، فان ركاب يقل ١٥ راكباً، وغير ذلك)
- صف غير معروف

المقاعد

- المقاعد على اليسار (عادةً ما يكون مقعد سائق المركبة في هذه الناحية باستثناء بعض المركبات الأجنبية - تُستخدم أيضًا لسائقي الدراجات النارية)
- المقاعد الوسطى
- المقاعد على اليمين (تُستخدم هذه المقاعد في هذه الجهة أيضًا لركاب الدراجات النارية)
- مقعد غير معروف

موقع آخر

- منطقة أخرى للحمولات المغلقة
- الركوب على السطح الخارجي للمركبة (وحدة غير مجرورة)
- كابينة النوم بالشاحنة
- وحدة للجر
- منطقة حمولات مفتوحة
- لا ينطبق
- غير معروف

ب-٣-٨ استخدام أنظمة التقييد / خوذة الدراجات النارية

تعريف: معدات التقييد بالمركبة التي يستخدمها الراكب، أو الخوذة التي يستخدمها راكب الدراجة النارية، وقت وقوع الحادث.

السمات:

الحقل الفرعي ١: أنظمة التقييد

- مقعد تعزيز
- نظام تقييد أطفال – مواجه للأمام
- نظام تقييد أطفال – مواجه للخلف
- نظام تقييد أطفال – نوع غير معروف
- استخدام حزام حاضن فقط
- لا يوجد نظام مستخدم – راكب المركبة
- نظام التقييد المستخدم – نوع غير معروف
- تم استخدام حزام الكتف والحزام الحاضن
- تم استخدام حزام الكتف فقط
- نقالة لحمل المرضى
- كرسي متحرك
- استخدام خُوذة راكب الدراجة النارية
- بدون خوذة
- لا ينطبق
- غير ذلك
- غير معروف

الحقل الفرعي ٢: هل يوجد أي مؤشر على الاستخدام غير الملائم؟

- لا
- نعم

ب-٣-٩ توزيع الوسادة الهوائية

تعريف: حالة انتفاخ الوسادة الهوائية بالنسبة لموضع ركوب هذا الشخص في المركبة.

السمات:

- لم تنتفخ
- انتفخت - بهيئة ستارة
- انتفخت - في الأمام
- انتفخت - على أحد الجانبين
- انتفخت - بهيئات أخرى (حزام ركبة، حزام هوائي، وغير ذلك)
- انتفاخ غير معروف
- لا ينطبق

ب-٣-١٠ القذف من المركبة

تعريف: إلقاء الراكب كليًا أو جزئيًا خارجَ المركبة، باستثناء الدراجات النارية، نتيجة للحادث.

السمات:

- غير مقذوف
- مقذوف جزئيًا
- مقذوف بالكامل
- لا ينطبق
- غير معروف

ب-٣-١١ متعلقة بالسرعة

تعريف: إشارة إلى ما إذا كان ضابط التحقيق يشتبه في أن السائق المتورط في الحادث كان مسرعًا في القيادة بناءً على أدلة شفهية أو مادية وليس على التكهنات وحدها.

السمات:

- لا
- تجاوز حدود السرعة
- تسابق
- سريع جدًا لظروف الطريق
- غير معروف

ب-٣-١٢ تصرفات السائق وقت الحادث

تعريف: الأفعال التي قام بها السائق وقد تكون ساهمت في وقوع الحادث. يستند عنصر البيانات هذا إلى قرار ضابط إنفاذ القانون الذي يحقق في الحادث.

السمات:

- لا يوجد تصرف يدل على المساهمة في الحادث
- تجاهل العلامات الأرضية الأخرى
- تجاهل اللافتات المرورية الأخرى
- لم يستقر في قيادته على المسار الصحيح
- لم يعطِ الآخرين حق الطريق
- كانت هناك سيارات أخرى قريبة جدًا منه
- رجوع إلى الوراء غير مناسب
- تخطي المركبة للمركبات الأخرى بشكل غير سليم
- انعطاف غير مناسب بالمركبة
- كان يقود المركبة بطريقة تنطوي على قلة انتباه أو بإهمال أو بتجاهل
- أو بأسلوب غير طبيعي
- كان يقود المركبة بطريقة متهورة أو عدوانية
- تصحيح/انحراف عن مسار القيادة بإفراط
- الخروج من الطريق
- تجاوز الإشارة الحمراء
- تجاوز لافتة قف
- منحرف عن الطريق أو مبتعد عنه بسبب الرياح أو الأسطح الزلقة أو المركبات الأخرى،
- الأجسام الأخرى، أو غير ركاب المركبة وغير ذلك.
- الجانب الخاطئ أو الطريق الخاطئ
- التصرفات الأخرى المساهمة في الحادث
- غير معروف

ب-٣-١٣ حالة رخصة السائق

تعريف: الوضع الحالي لرخصة قيادة الفرد وقت وقوع الحادث.

السمات:

- لا يحمل رخصة
- ملغاة أو مرفوضة
- انتهت صلاحيتها
- مُبطلة
- معلقة
- سارية
- غير معروف

ب-٣-١٤ الحالة وقت وقوع الحادث

تعريف: أي حالة تخص الفرد (سائق أو غير سائق) المرتبط مباشرةً بالحادث.

السمات:

- حالة طبيعية على ما يبدو
- نائم أو مرهق
- منفعل (مكتئب، غاضب، مضطرب، غير ذلك)
- مريض (متوعك)، فاقد الوعي
- عاجز بدنيًا
- تحت تأثير أدوية
- لا ينطبق
- غير ذلك
- غير معروف

ب-٣-١٥ منطقة الإصابة

تعريف: منطقة الإصابة الرئيسة أو الأكثر وضوحًا في جسم الشخص المصاب أثناء الحادث. هذا هو تعريف منطقة الإصابة، كما هو موضح في منظومة سجلات خدمات الطوارئ الطبية في سرديتها أو في وثائق الخروج من المستشفى الموجودة بقسم الطوارئ أو في المستشفى أو في سجلات التأمين. وتمثل القائمة التالية المناطق الرئيسة بالجسم المعرضة للإصابة.

السمات:

- الرأس
- الوجه
- الرقبة
- الأطراف العلوية
- الصدر
- العمود الفقري
- البطن والحوض
- الأطراف السفلية
- غير محدد

ب-٤ عناصر بيانات الطريق

يتم إنشاء عناصر بيانات الطرق بربط بيانات الحوادث بمعلومات الطرق وبيانات الطرق. وتشمل عناصر البيانات المستخدمة في هذا الربط عنصر بيانات "موقع الحادث" وغيرها من البيانات حسب الاقتضاء، استنادًا إلى بنية نظام جرد الطرق المُنفَّذ، على النحو المبين في الجزء ٢-٣.

ب-٤-١ وصف الطريق المروري

تعريف: إشارةً إلى ما إذا كان الطريق المروري لهذه المركبة مزدوجاً أم لا وما إذا كان يخدم حركة المرور في اتجاه واحد أو في اتجاهين.

ويحدد الحقل الفرعي ١ ما إذا كان الطريق المروري المرتبط بهذه المركبة يخدم حركة المرور باتجاه واحد أو باتجاهين. كما يحدد الحقل الفرعي ٢ ما إذا كان الطريق المروري لهذه المركبة مزدوجاً أم لا.

السمات:

الحقل الفرعي ١: اتجاهات القيادة

- أمفرد
- مزدوج

الحقل الفرعي ٢: هل الطريق مزدوج؟

- ليس مزدوج
- ليس مزدوج، مع مسار انعطاف دائم لليسار
- مزدوج، جزيرة وسطية بالعلامات الأرضية المُقطّعة / المُظلّلة (في نفس مستوى الطريق)
- مزدوج، جزيرة وسطية مرتفعة عن مستوى الطريق (مرصوفة)
- مزدوج، جزيرة وسطية منخفضة
- غير معروف

ب-٤-٢ إجمالي المسارات في الطريق

تعريف: العدد الإجمالي للممرات في الطريق الذي وقع فيه الحادث. تشمل مسارات المرور العابر أيضًا المسارات المشتركة للمرور العابر / مسارات الانعطاف، ولكن يُستثنى منها المسارات الإضافية للانعطافات فقط، مثل المسارات التجميعية والموزعة ومسارات التناسج، ومسارات الطرق الجانبية، ومسارات وقوف السيارات، ومسارات التسارع / التباطؤ، ومسارات تحصيل الرسوم، ومسارات الارتقاء للشاحنات. تنقسم المسارات الإجمالية إلى جزأين، إجمالي مسارات المرور العابر وإجمالي المسارات الاحتياطية.

السمات:

الحقل الفرعي ١: الطرق المرورية غير المزدوجة

- الدخول إلى إجمالي مسارات المرور العابر في كلا الاتجاهين، باستثناء المسارات الإضافية.
- الدخول في إجمالي المسارات الإضافية في كلا الاتجاهين
- لا ينطبق

الحقل الفرعي ٢: الطرق المرورية المزدوجة

- دخول إجمالي مسارات المرور العابر في اتجاه المركبة، باستثناء المسارات الإضافية.
- دخول إجمالي المسارات الإضافية في اتجاه المركبة
- لا ينطبق

ب-٤-٣ مسار وميل الطريق

تعريف: التصميم الهندسي أو التخطيط للطريق وخصائص الميل فيه باتجاه يزيد فيه عدد الكيلومترات وفق العلامات الكيلومترية.

السمات:

الحقل الفرعي ١: مسار أفقي

- مستقيم
- منحنٍ ناحية اليسار
- منحنٍ ناحية اليمين

الحقل الفرعي ٢: الميل

-
- منحدر صاعد
- قمة المنحدر
- منحدر هابط
- منخفض (أدنى)

ب-٤-٤ نوع أجهزة التحكم في حركة المرور

تعريف: نوع جهاز التحكم في حركة المرور المُستخدم في موقع الحادث.

السمات:

الحقل الفرعي ١: نوع (أنواع) جهاز التحكم في حركة المرور

- لا توجد أجهزة تحكم
- الشخص (بما في ذلك حامل العلم، وضباط إنفاذ القانون، ومنظمو العبور، وغير ذلك)

اللافتات

- لافتة عبور دراجات
- لافتة تحذيرية "منحنى في الأمام"
- لافتة تحذيرية "تقاطع في الأمام"
- لافتات تحذيرية أخرى
- لافتة عبور المشاة
- لافتة لتقاطع خط سكك حديدية
- لافتة تحذيرية "تقليل السرعة في الأمام"
- لافتة منطقة مدرسية
- لافتة قف
- لافتة أعط الأفضلية

الإشارات

- إشارة وامضة لتقاطع خط السكك الحديدية (قد يشمل ذلك البوابات)
- إشارة وامضة لمنطقة مدرسية
- إشارة مرورية وامضة
- إشارة لتنظيم استخدام المسار
- إشارات أخرى
- إشارة ضبط مداخل الطرق
- إشارة مرورية

العلامات الرصف

- عبور الدراجات
- علامات رصف أخرى(باستثناء خطوط الحواف أو الخطوط الوسطية أو خطوط المسارات)
- منطقة عبور المشاة
- تقاطع خط للسكك الحديدية
- منطقة مدرسية
- غير ذلك
- غير معروف

الحقل الفرعي ٢: هل هناك أي شيء معطَّل أو مفقود؟

- لا يوجد شيء معطَّل أو مفقود
- انظر الصفات المميزة من الحقل الفرعي ١

ب-٤-٥ التصنيف الوظيفي للطريق

تعريف: طبيعة خدمة أو وظيفة الشوارع أو الطرق. يمكن التعرُّف عليها بربط عنصر البيانات "موقع الحادث" (الجزء الفرعي ب-١-٦) ببيانات جرد الطريق (الجزء٢-٣).

السمات:

الطرق الريفية

- الطرق السريعة
- الطرق شبه السريعة
- الطرق الشريانية
- الطرق التجميعية
- الطرق المحلية (الطرق ذات الحجم المروري المنخفض)

الطرق والشوارع الحضرية

- الطرق السريعة

- الطرق شبه السريعة
- الطرق الشريانية
- الطرق التجميعية
- الشوارع المحلية

ب-٤-٦ المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية (AADT)

تعريف: متوسط عدد المركبات التي تمر بنقطة ما على الطريق المروري في اليوم، في جميع أيام السنة، خلال سنة تقويمية محددة. يمكن التعرُّف عليها بربط عنصر البيانات "موقع الحادث" (الجزء الفرعي ب-١-٦) ببيانات جرد الطريق (الجزء ٢-٣).

السمات:

الحقل الفرعي ١: المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية (AADT) (السنة)

- قيمة المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية(AADT) (السنة)

الحقل الفرعي ٢: المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية (AADT)

- قيمة المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية(AADT)

ب-٤-٧ عرض المسار (المسارات) والكتف (الأكتاف)

تعريف: عرض المسارات والأكتاف (بالأمتار) التي وقع فيها الحادث. يمكن التعرُّف عليها بربط عنصر البيانات "موقع الحادث" (الجزء الفرعي ب-١-٦) ببيانات جرد الطريق (الجزء ٢-٣).

السمات:

الحقل الفرعي ١: عرض المسار

- القيمة الرقمية بالأمتار

الحقل الفرعي ٢: عرض الكتف الأيسر

- القيمة الرقمية بالأمتار

الحقل الفرعي ٣: عرض الكتف الأيمن

- القيمة الرقمية بالأمتار

ب-٤-٨ عرض الجزيرة الوسطية

تعريف: العرض بين حافة مسار تنقل وحافة مسار تنقل آخر لجزء مزدوج من الطريق يفصل الطريق لحركة المرور في الاتجاهين المتعاكسين في الموقع الذي وقع فيه الحادث . في حالة وقوع الحادث في قسم بين تقاطعين، سيعتمد على عرض الجزيرة الوسطية بناءً على هذا القسم. إذا وقع الحادث عند التقاطع، سيعتمد عرض الجزيرة الوسطية على عرض الجزيرة الوسطية عند التقاطع. يمكن التعرُّف عليها بربط عنصر البيانات "موقع الحادث" (الجزء الفرعي ب-١-٦) ببيانات جرد الطريق (الجزء ٢-٣).

السمات: القيمة الرقمية لعرض الجزيرة الوسطية بالأمتار

ب-٤-٩ التحكم في الوصول

تعريف: درجة التحكم في الوصول إلى الأراضي المتجاورة الخاضعة، كليًا أو جزئيًا، لسيطرة الجهات العامة أو غير الخاضعة لهذه الجهة. التحكم الكامل في الوصول – منح الأسبقية في حركات المرور العابر من خلال توفير محوّلات مع طرق العامة المختارة، ومن خلال منع العبور على نفس المستوى لوصلات دخول المركبات المباشرة (أي الوصول المحدود إلى المرفق). التحكم الجزئي في الوصول – منح الأسبقية في حركات المرور العابر. بالإضافة إلى محوّلات، قد تكون هناك بعض المعابر بنفس المستوى مع الطرق العامة، ولكن تم تقليل الوصلات المباشرة لمداخل السيارات الخاصة باستخدام الطرق الجانبية أو بوضع قيود أخرى على الوصول إلى الوجهات المحلية. التحكم في قِطعِ الرصيف لا يُعد تحكمًا في الوصول. لا يوجد تحكم في الوصول – لا توجد درجة من درجات التحكم في الوصول (أي، يُسمح بالوصول الكامل إلى المرفق).

يمكن التعرُّف عليها بربط عنصر البيانات "موقع الحادث" (الجزء الفرعي ب-١-٦) ببيانات جرد الطريق (الجزء ٢-٣).

السمات:

- لا يوجد تحكم في الوصول
- تحكم جزئي في الوصول
- تحكم كامل في الوصول

ب-٤-١٠ معبر للسكك الحديدية

تعريف: تحديد ما إذا كان الحادث قد وقع عند تقاطع طريق / سكة حديدية

السمات:

- نعم
- لا

ب-٤-١١ إضاءة الطريق

تعريف: نوع الإنارة على الطريق. يمكن التعرُّف عليها بربط عنصر البيانات "موقع الحادث" (الجزء الفرعي ب-١-٦) ببيانات جرد الطريق (الجزء ٢-٣).

السمات:

- الإنارة المستمرة على كلا الجانبين
- الإنارة المستمرة على جانب واحد
- لا توجد إنارة
- الإنارة الموضعية على كلا الجانبين
- الإنارة الموضعية على جانب واحد

ب-٤-١٢ علامات الرصف، طولية

تعريف: العلامات الطولية (المرسومة بالطلاء أو البلاستيك أو غيرها من المواد) المستخدمة على سطح الطريق لتوجيه المسار الذي يتبعه السائقون أو للتحكم فيه. يمكن التعرُّف عليها بربط عنصر البيانات "موقع الحادث" (الجزء الفرعي ب-١-٦) ببيانات جرد الطريق (الجزء ٢-٣).

السمات:

الحقل الفرعي ١: وجود / نوع خط الحواف

- لا يوجد خط حواف
- عرض خط حواف قياسي
- خط حواف عريض
- غير ذلك

الحقل الفرعي ٢: وجود / نوع الخط الوسطي

- لا يوجد خط وسطي
- خط وسطي مع أشرطة دمدمة
- علامات خط وسطي قياسية

الحقل الفرعي ٣: علامات خط المسار

- لا توجد علامات للمسار
- خط مسار قياسي
- خط مسار عريض

ب-٤-١٣ وجود/نوع مرفق الدراجات

تعريف: أي طريق أو مسار أو ممر يُحدد أنه مفتوح للتنقل بالدراجات، بغض النظر عما إذا كانت هذه المرافق مخصصة للاستخدام الحصري للدراجات أو سيتم مشاركة استخدامها مع أنماط النقل الأخرى. يمكن الوصول إليها بربط عنصر البيانات "موقع الحادث" (الجزء الفرعي ب-١-٦) ببيانات جرد الطريق (الجزء ٢-٣).

السمات:

- لا يوجد
- مسار معلَّم للدراجات
- مسار/طريق منفصل للدراجات
- كتف مرصوف بدون علامات
- مسار مرصوف واسع
- غير معروف

ب-٤-١٤ رقم الخط الرئيس للمسارات عند التقاطع

تعريف: عدد مسارات المرور العابر في مداخل الخط الرئيس للتقاطع، بما في ذلك جميع مسارات المرور العابر (مرور عابر وانعطاف لليسار، أو مرور عابر وانعطاف لليمين)، ولكنها ليست مسارات انعطاف فقط. يمكن التعرُّف عليها بربط عنصر البيانات "موقع الحادث" (الجزء الفرعي ب-١-٦) ببيانات جرد الطريق (الجزء ٢-٣).

السمات:

- ليس تقاطعًا أو محوّلاً
- مسار واحد
- مساران
- ثلاثة مسارات
- أربعة إلى ستة مسارات
- سبعة مسارات أو أكثر
- غير معروف

ب-٤-١٥ عدد مسارات الشارع المتقاطع عند التقاطع

تعريف: عدد مسارات المرور العابر في مداخل الطرق الجانبية عند التقاطع، بما في ذلك جميع مسارات المرور العابر (مرور عابر وانعطاف لليسار، أو مرور عبار وانعطاف لليمين)، ولكنها ليست مسارات انعطاف فقط. يمكن التعرُّف عليها بربط عنصر البيانات "موقع الحادث" (الجزء الفرعي ب-١-٦) ببيانات جرد الطريق (الجزء ٢-٣).

السمات:

- ليس تقاطعًا أو محوّلاً
- مسار واحد
- مساران
- ثلاثة مسارات
- أربعة إلى ستة مسارات
- سبعة مسارات أو أكثر
- غير معروف

الملحق ج - عناصر جرد الطريق

توفر عناصر جرد الطريق معلومات حول الخصائص المادية للطريق والتقاطعات. يتوفر ملخص لعناصر بيانات معظم الطرق في (الجدول ٢-٢) ومجموعة مختصرة للطرق مع متوسط سنوي لحركة المرور اليومية (AADT) بأقل من ٤٠٠ مركبة /يوم في (الجدول ٢-٣). وترد تفاصيل أخرى أدناه تخص كل عنصر.

ج-١ عناصر قطاع الطريق

ج-١-١ معرف القطاع

تعريف: معرّف القطاع الفريد.

السمات: قيمة أبجدية رقمية، تخص قطاع محدد دون غيره. ويمكن اشتقاق هذا المعرّف من عناصر أخرى (على سبيل المثال، مزيج من رقم المسار والمنطقة وتسلسل بداية الطريق ونهايته).

ج-١-٢ رقم المسار

تعريف: اسم/ رقم الطريق المعلَّم.

السمات: القيمة الأبجدية الرقمية المعلَّمة لقطاع الطريق.

ج-١-٣ اسم الشارع/المسار

تعريف: اسم المسار أو الشارع، حيث يختلف كلاهما عن رقم المسار.

السمات: اسم المسار أو الشارع بتنسيق أبجدي رقمي

ج-١-٤ تسمية ريفية/حضرية

تعريف: التسمية الريفية أو الحضرية على أساس حدود معينة رسميًا للمناطق الحضرية ولمناطق السكان.

السمات:

- ريفي
- حضري (السكان ≤ ٥٠٠٠)

ج-١-٥ نوع سطح الطريق

تعريف: نوع السطح لقطاع الطريق.

السمات:

- غير مرصوف
- طريق قاري
- " "JPCP– رصف خرساني ذو فواصل
- " "JRCP– رصف خرساني مسلح ذو فواصل
- " "CRCP– رصف خرساني مسلح باستمرار
- رصف يحمل تراكبًا من الخرسانة الأسفلتية فوق طبقة الخرسانة الأسفلتية الموجودة بالفعل
- رصف يحمل تراكبًا من الخرسانة الأسفلتية فوق طبقة الخرسانة المسلحة ذات الفواصل
- خرسانة أسفلتية (تراكب من الخرسانة البيتومينية فوق طبقة "CRCP" الموجودة بالفعل)
- تراكب من الخرسانة المسلحة غير المتصلة ببعضها فوق أرصفة خرسانة بأسمنت بورتلاند (PCC)
- رصف بفواصل غير متصلة يحمل طبقة من تراكب "CRCP" فوق "PCC"

- رصف بفواصل متصلة يحمل طبقة من تراكب "PCC" فوق "PCC"
- غير ذلك

ج-١-٦ واصف قطاع نقطة البداية

تعريف: معلومات الموقع المحدد لموقع بداية القطاع.

السمات: ستُحدَّدُ نقطة البدء من خلال جهة المستخدم (على سبيل المثال، بناءً على تجانس الصفات المميزة المختارة في جميع أنحاء القطاع). ويمكن أن تكون أدوات واصفات قطاع نقطة البدء مرتبطة بنظام مرجعي خطي (LRS) (على سبيل المثال، العلامة الكيلومترية التي تكون في بداية الطريق والعلامة الكيلومترية التي تكون في نهايته) أو بنظام البيانات المكانية (أي، خط الطول/خط العرض لنقاط البدء والنهاية). ويمكن أيضًا استخدام عنوان الشارع في المناطق الحضرية.

ويجب أن تكون أنواع أدوات الواصف المستخدمة شائعة في جميع ملفات جرد الطرق ومتوافقة مع ترميز مواقع بيانات الحوادث (انظر أيضًا الجزء الفرعي ب-١-٦).

ج-١-٧ واصف قطاع نقطة النهاية

تعريف: معلومات الموقع المحدد لموقع نهاية القطاع.

السمات: ستُحدَّدُ نقطة النهاية من خلال جهة المستخدم (على سبيل المثال، بناءً على تجانس الصفات المميزة المختارة في جميع أنحاء القطاع). ويمكن أن تكون أدوات واصفات قطاع نقطة النهاية مرتبطة بنظام مرجعي خطي (LRS) (على سبيل المثال، العلامة الكيلومترية التي تكون في بداية الطريق والعلامة الكيلومترية التي تكون في نهايته) أو بنظام البيانات المكانية (أي، خط الطول/خط العرض لنقاط البدء والنهاية). ويمكن أيضًا استخدام عنوان الشارع في المناطق الحضرية.

ويجب أن تكون أنواع أدوات الواصف المستخدمة شائعة في جميع ملفات جرد الطرق ومتوافقة مع ترميز مواقع بيانات الحوادث (انظر أيضًا الجزء الفرعي ب-١-٦).

ج-١-٨ طول القطاع

تعريف: الطول الخاص بالقطاع.

السمات: طول القطاع بالكيلومترات (قيمة رقمية).

ج-١-٩ اتجاه الجرد

تعريف: اتجاه الجرد إذا تم جرد الطرق المزدوجة في كل اتجاه.

السمات:

- اتجاه البوصلة المرجعي إذا تم جرد الطرق المزدوجة، في العادة، في كل اتجاه بسبب الخصائص المختلفة على كل طريق.
- وفي كلا الطريقين، إذا كان الجرد في اتجاه واحد فقط.

ج-١-١٠ التصنيف الوظيفية

تعريف: التصنيف الوظيفية للمحور التي ينتمي إليه القطاع.

السمات:

<u>الطرق الريفية</u>

- الطرق السريعة
- الطرق شبه السريعة
- الطرق الشريانية
- الطرق التجميعية
- الطرق المحلية (الطرق ذات الحجم المروري المنخفض)

الطرق والشوارع الحضرية

- الطرق السريعة
- الطرق شبه السريعة
- الطرق الشريانية
- الطرق التجميعية
- الشوارع المحلية

ج-١-١١ نوع الجزيرة الوسطية

تعريف: نوع الجزيرة الوسطية الموجودة في القطاع.

السمات:

- غير مزدوج
- جزيرة وسطية مرصوفة - بعلامات أرضية مُقطّعة / مُظلّلة
- جزيرة وسطية مرتفعة
- جزيرة وسطية منخفضة
- جزيرة وسطية لخطوط السكك الحديدية أو للنقل العام السريع
- مزدوج، مستويات منفصلة بدون جدار استنادي
- مزدوج مستويات منفصلة مع وجود جدار استنادي
- مزدوج، أخرى

ج-١-١٢ التحكم في الوصول

تعريف: درجة التحكم في الوصول.

السمات:

- التحكم الكامل في الوصول: منح الأسبقية لحركات المرور العابر من خلال توفير محوّلات مع الطرق العامة المختارة، ومن خلال منع العبور على نفس المستوى لوصلات دخول المركبات المباشرة (أي الوصول المحدود إلى المرفق).
- التحكم الجزئي في الوصول: منح الأسبقية لحركة المرور العابر. بالإضافة إلى إنشاء المحوّلات، قد تكون هناك بعض المعابر على نفس المستوى مع الطرق العامة، ولكن تم تقليل وصلات مداخل السيارات الخاصة المباشرة باستخدام الطرق الجانبية أو بوضع قيود أخرى على الوصول إلى الوجهات المحلية. التحكم في قِطع الرصيف لا يُعد تحكمًا في الوصول.
- لا يوجد تحكم في الوصول: لا توجد درجة من درجات التحكم في الوصول (أي، يُسمح بالوصول الكامل إلى المرفق).

ج-١-١٣ تشغيل أحادي/ثنائي الاتجاه

تعريف: هو عبارة عن إشارة إلى ما إذا كان القطاع يعمل كطريق أحادي الاتجاه أو ثنائي الاتجاه.

السمات:

- اتجاه واحد
- اتجاهان
- اتجاه واحد للتنقل على الطرق المزدوجة

ج-١-١٤ عدد مسارات المرور العابر

تعريف: العدد الإجمالي لمسارات المرور العابرفي القطاع. ويُستثنى من ذلك المسارات الإضافية، مثل المسارات التجميعية والموزعة ومسارات التناسج ومسارات الطرق الجانبية ومسارات وقوف السيارات ومسارات الانعطاف ومسارات التسارع / التباطؤ، ومسارات تحصيل الرسوم والأكتاف ومسارات الارتقاء للشاحنات.

السمات: عدد المسارات (القيمة الرقمية).

ج-١-١٥ المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية (AADT)

تعريف: القيمة الخاصة بالمتوسط السنوي لحركة المرور اليومية لتمثيل أحدث سنة للبيانات. بالنسبة للمرافق ذات الاتجاهين، يتعين عليك تقديم قيمة "المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية" لكلا الاتجاهين؛ مع تقديم قيمة "المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية" الاتجاهية إذا كان هذا جزءًا من الطريق أحادي الاتجاه أو مرتبطًا بالشوارع أحادية الاتجاه.

السمات: عدد المركبات / يوم (قيمة رقمية).

ج-١-١٦ سنة المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية (AADT)

تعريف: السنة التي سُجلت فيها قيمة المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية.

السمات: السنة (القيمة الرقمية).

ج-١-١٧ الملكية الإدارية

تعريف: الجهة التي تمتلك الملكية الإدارية للقطاع.

السمات: اسم الجهة (على سبيل المثال، وزارة النقل والخدمات اللوجستية، ووزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان، والهيئة الملكية للجبيل وينبع، وغير ذلك)، بغض النظر عما إذا كان القطاع جزءًا من عقد التشغيل/ الصيانة المبرم مع شركة خاصة.

ج-١-١٨ جزء من عقد الصيانة/التشغيل

تعريف: يُحدد ما إذا كان يتم تشغيل/ صيانة القطاع من قبل شركة خاصة، نيابةً عن الجهة الإدارية.

السمات: نعم/ لا.

ج-٢ أدوات وصف ملتقى الطرق

ج-٢-١ معرف ملتقى الطرق الفريد

تعريف: معرّف فريد لملتقى الطرق.

السمات: قيمة أبجدية رقمية، تخص ملتقى طرق محدد دون غيره. ويمكن اشتقاق المعرّف من عناصر أخرى (على سبيل المثال، رقم العقدة، والنظام المرجعي الخطي (LRS) الخاص بالمسار الرئيسي، وغير ذلك).

ج-٢-٢ معرف الموقع لنقطة تقاطع الطرق رقم ١

تعريف: موقع لمركز ملتقى الطرق على مسار التقاطع الأول (على سبيل المثال، العلامة الكيلومترية للمسار). لاحظ أنه إذا كان "ملف الملتقى" عبارة عن ملف بيانات مكانية، فستكون هذه هي الإحداثيات، وسيكون هو نفس ملف جميع الطرق المتقاطعة.

السمات: أدوات واصفات الطرق والمواقع (على سبيل المثال، المسار والنقاط الكيلومترية أو المسار والإحداثيات المكانية).

ج-٢-٣ معرف الموقع لنقطة تقاطع الطرق رقم ٢

تعريف: موقع لمركز مفترق الطرق على مسار التقاطع الثاني (على سبيل المثال، العلامة الكيلومترية للمسار). لاحظ أنه في نظام البيانات المكانية، سيكون هذا هو نفس العنصر "معرَّف الموقع لنقطة تقاطع الطرق رقم ١". ولا ينطبق هذا الأمر، إذا لم يكن مسار التقاطع طريقًا تم جرده (أي، خط سكة حديد أو مسار للدراجات).

السمات: أدوات واصفات الطرق والمواقع (على سبيل المثال، المسار والنقاط الكيلومترية أو المسار والإحداثيات المكانية).

ج-٢-٤ التصميم الهندسي للتقاطع/ملتقى الطرق

تعريف: نوع التصميم الهندسي الذي يصف التقاطع/ ملتقى الطرق بشكل أفضل.

السمات:

- تقاطع على شكل حرف T
- تقاطع على شكل حرف Y
- تقاطع رباعي الأضلاع
- تقاطع مكون من ٥ أضلاع أو أكثر وليس دوّار
- دوّار
- تقاطع دائري آخر (مثل تقاطعات الأحياء المرورية الدائرية)
- تقاطعات غير تقليدية (على سبيل المثال، تقاطع مقيّد، جزيرة وسطية للدوران للخلف ، وانعطاف لليسار مُزاح)
- معبر مشاة عند منتصف مربع سكني

ج-٢-٥ التحكم في حركة مرور التقاطع/ملتقى الطرق

تعريف: التحكم في حركة المرور عند التقاطع/ملتقى الطرق.

السمات:

- غير متحكم فيه
- لوحة قف في كلا الاتجاهين
- لوحة قف في الطريق بكامله
- لافتة إعطاء الأفضلية
- محكوم بإشارة مرورية (مع إشارة للمشاة)
- محكوم بإشارة مرورية (بدون إشارة للمشاة)
- تقاطع خط سكك حديدية، وبوابات، وأضواء ساطعة
- تقاطع خط سكك حديدية، وأضواء ساطعة فقط
- تقاطع خط سكك حديدية، لافتة قف مع جهاز تحكم
- تقاطع خط سكك حديدية، لافتات إعطاء الأفضلية للقطار فقط
- غير ذلك

ج-٢-٦ المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية(AADT) [لكل طريق متقاطع]

تعريف: القيمة الخاصة بالمتوسط السنوي لحركة المرور اليومية لتمثيل أحدث سنة للبيانات. بالنسبة للمرافق ذات الاتجاهين، يتعين عليك تقديم قيمة المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية لكلا الاتجاهين؛ مع تقديم قيمة المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية الاتجاهية إذا كان هذا جزءًا من الطريق أحادي الاتجاه أو مرتبطًا بالشوارع أحادية الاتجاه.

السمات: المركبات / اليوم (قيمة رقمية).

ج-٢-٧ سنة المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية [لكل طريق متقاطع]

تعريف: السنة التي سُجلت فيها قيمة المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية.

السمات: السنة (القيمة الرقمية).

ج-٢-٨ معرف مدخل التقاطع الفريد

تعريف: معرف فريد لكل مدخل تقاطع في تقاطع.

السمات: أي معرف فريد لكل مدخل تقاطع بداخل تقاطع واحد (على سبيل المثال، الأرقام أو الحروف المتسلسلة، واتجاهات البوصلة، و"الوقت في الساعة").

ج-٣ واصفات المحوّلات والمنحدرات

ج-٣-١ معرف المحوّل الفريد

تعريف: معرف فريد لكل محوّل.

السمات: قيمة رقمية، تخص محوّل محدد دون غيره. يمكن اشتقاقه من عناصر أخرى (على سبيل المثال، رقم العقدة، والنظام المرجعي الخطي (LRS) الخاص بالمسار الرئيس وأرقام المخرج، وغير ذلك).

ج-٣-٢ معرف الموقع للطريق عند بداية طرف المنحدر

تعريف: الموقع على الطريق عند بداية طرف المنحدر (على سبيل المثال، العلامة الكيلومترية لمسار ذلك الطريق) إذا كان المنحدر يتصل بطريق ما في تلك النقطة.

السمات: واصفات الطريق والموقع (على سبيل المثال، المسار والعلامة الكيلومترية أو الإحداثيات المكانية) للطريق المتقاطع عند بداية طرف المنحدر. ويجب أن تكون متسقة مع عناصر جرد الطرق الأخرى ذات الصلة بالربط.

ج-٣-٣ معرف الموقع للطريق عند نهاية طرف المنحدر

تعريف: الموقع على الطريق عند نهاية طرف المنحدر (على سبيل المثال، العلامة الكيلومترية لمسار ذلك الطريق) في حالة ربط المنحدر بطريق ما عند تلك النقطة.

السمات: واصفات الطريق والموقع (على سبيل المثال، المسار والعلامة الكيلومترية أو الإحداثيات المكانية) للطريق المتقاطع عند نهاية طرف المنحدر. ويجب أن تكون متسقة مع عناصر جرد الطرق الأخرى ذات الصلة بالربط.

ج-٣-٤ طول المنحدر

تعريف: طول المنحدر. في حالة وجود منحدر متصل بتقاطع في نفس المستوى، فستُقاس المسافة بين الأنف المطلي لمنطقة المثلث الحرجة إلى خط رصيف التقاطع. في حالة وجود منحدر متصل بمنحدر آخر أو بطريق سريع، فستُقاس المسافة بين الأنف المطلي لمثلث المنطقة الحرجة إلى الأنف المطلي لمثلث المنطقة الحرجة.

السمات: طول المنحدر بالمتر (القيمة الرقمية).

ج-٣-٥ نوع الطريق عند بداية طرف المنحدر

تعريف: يُوصف المنحدر بطرفي بداية ونهاية طرف المنحدر في اتجاه تدفق حركة المرور على المنحدر أو اتجاه الجرد. يصف هذا العنصر نوع الطريق الذي يتقاطع مع المنحدر في طرف البداية.

السمات:

- طريق سريع
- طريق غير سريع (شارع سطحي)
- منحدر آخر
- طريق جانبي
- غير ذلك

ج-٣-٦ نوع الطريق عند نهاية طرف المنحدر

تعريف: يُوصف المنحدر بطرفي بداية ونهاية المنحدر في اتجاه الجرد. يصف هذا العنصر نوع الطريق الذي يتقاطع مع المنحدر في طرف النهاية.

السمات:

- طريق سريع
- طريق غير سريع (شارع سطحي)
- منحدر آخر
- طريق جانبي
- غير ذلك

ج-٣-٧ نوع المحوّل

تعريف: نوع المحوّل.

السمات:

- بشكل معين
- بشكل ورقة برسيم كاملة
- بشكل ورقة برسيم جزئية
- بشكل بوقي
- مباشر ثلاثي الاتجاهات
- مباشر رباعي الاتجاهات
- شبه مباشر
- بمداخل و/أو مخارج مفردة (محوّل جزئي)
- محوّل أحادي النقاط
- بأشكال أخرى (مثل، شكل معين بمعابر مزدوجة، انعطاف لليسار مُزاح انعطافي لليسار بوجهتين، بشكل معين متفرع)

ج-٣-٨ المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية للمنحدر

تعريف: المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية على المنحدر.

السمات: عدد المركبات / يوم (قيمة رقمية).

ج-٣-٩ سنة المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية للمنحدر

تعريف: سنة المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية على المنحدر.

السمات: السنة (القيمة الرقمية).

ج-٣-١٠ التصنيف الوظيفي

تعريف: التصنيف الوظيفية للمحور التي ينتمي إليه المحوّل.

السمات:

<u>الطرق الريفية</u>

- الطرق السريعة
- الطرق شبه السريعة
- الطرق الشريانية
- الطرق التجميعية
- الطرق المحلية (الطرق ذات الحجم المروري المنخفض)

<u>الطرق والشوارع الحضرية</u>

- الطرق السريعة
- الطرق شبه السريعة
- الطرق الشريانية
- الطرق التجميعية

- الشوارع المحلية

ج-٣-١١ الملكية الإدارية

تعريف: الجهة التي تحوز الملكية الإدارية للمحوّل.

السمات: اسم الجهة (على سبيل المثال، وزارة النقل والخدمات اللوجستية، ووزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان، والهيئة الملكية للجبيل وينبع، وغير ذلك)، بغض النظر عما إذا كان المحوّل مضمنًا في عقد التشغيل/ الصيانة المبرم مع الشركة الخاصة.

ج-٣-١٢ جزء من عقد الصيانة/التشغيل

تعريف: يُحدد ما إذا كانت هناك شركة خاصة تُجري تشغيل/ صيانة التبادل، نيابةً عن الجهة الإدارية.

السمات: نعم/ لا.

الملحق د - أساسيات مؤشرات أداء السلامة

د-١ نظرة عامة على مؤشرات أداء السلامة ودورها في إدارة سلامة الطرق

يتمثل الهدف النهائي أو النتيجة النهائية لأي سياسة للسلامة على الطرق في تقليل عدد الحوادث، وما يتصل بها من وفيات وإصابات. ومع ذلك، فمجرد مراقبة هذه الأرقام المتعلقة بالحادث لا تقدم أفكارًا وافية حول العمليات الكامنة وراء الحادث. وتُعد الحوادث بمثابة السيناريو "الأسوأ" للظروف التشغيلية غير الآمنة لحركة المرور على الطرق، وتعطي مؤشرًا غير مكتمل لمستوى سلامة الطرق، والنتائج النهائية - فيما يخص عدد أو نسبة الأشخاص الذين قُتِلوا أو أصيبوا بجروح خطيرة - إلى التدخلات التي ينبغي أن تركز عليها الدولة.

وفي الوقت نفسه، يتعين على مهندسي سلامة الطرق وصانعي القرار الذين يهدفون إلى تحقيق مستوى أعلى من السلامة أن يأخذوا في الاعتبار أكبر عدد ممكن من العوامل التي تفيد السلامة أو، على الأقل، تلك العوامل التي يمكنهم بها تعزيز السلامة أو التحكم بها (ETSC, 2001). وبهذا المعنى، قد يوفر رصد مؤشرات أداء السلامة الإضافية (بدلاً من عدد الحوادث/ الإصابات) وسيلة لرصد أكثر دقة لفاعلية سياسات وإجراءات السلامة المطبَّقة على الطرق.

تم تعريف مؤشرات أداء السلامة (ETSC, 2001) على أنها "وحدة قياس مرتبطة سببيًا بالحوادث أو الإصابات، وتُستخدم، بالإضافة إلى عدد الحوادث أو الإصابات، للإشارة إلى أداء السلامة أو فهم العمليات التي تؤدي إلى وقوع حوادث". كما توفر الصلة بين الإصابات الناجمة عن حوادث الطرق والتدابير الرامية إلى الحد من وقوع هذه الحوادث. ومن تفسيرات مؤشرات أداء السلامة الأخرى التي تتواجد في الدراسات المرجعية العالمي أن هذه المؤشرات تشكل "إحدى طرق المساءلة الواضحة عن الأجزاء المختلفة للنظام الأمن والسماح بتركيز التعاون على نتائج أفضل" (ITF, 2016) وأنها " تعمل كمصدر للمعلومات الهامة حول الاتجاهات والظروف الحالية وتساعد على تتبع التقدم نحو الأهداف المحددة" (Gahin, et al., 2003).

وعلى سبيل المثال، إذا افترضنا وجود سياسة للسلامة على الطرق لتقليل السرعات على الطرق الريفية، فلن يوفر التحقق من عدد الحوادث والإصابات قبل تنفيذ التدابير وبعد ذلك سوى معلومات محدودة. ومن ناحية أخرى، فبالتوازي مع عدد الحوادث والإصابات، فمن شأن تقييم مؤشرات أداء السلامة مثل متوسط سرعة المركبة أو عدد مخالفات تعدي السرعة النظامية القصوى على شبكة الطرق المتضررة أن يلقي المزيد من الضوء على مدى فاعلية هذه التدابير، إذا كانت مدعومة بشكل صحيح بأنشطة الإنفاذ مع انخفاض (أو عدم انخفاض) الأسباب وراء وقوع الحوادث / الإصابات.

فيما يلي الأسباب الرئيسة لضرورة استعمال مؤشرات أداء السلامة (ETSC, 2001):

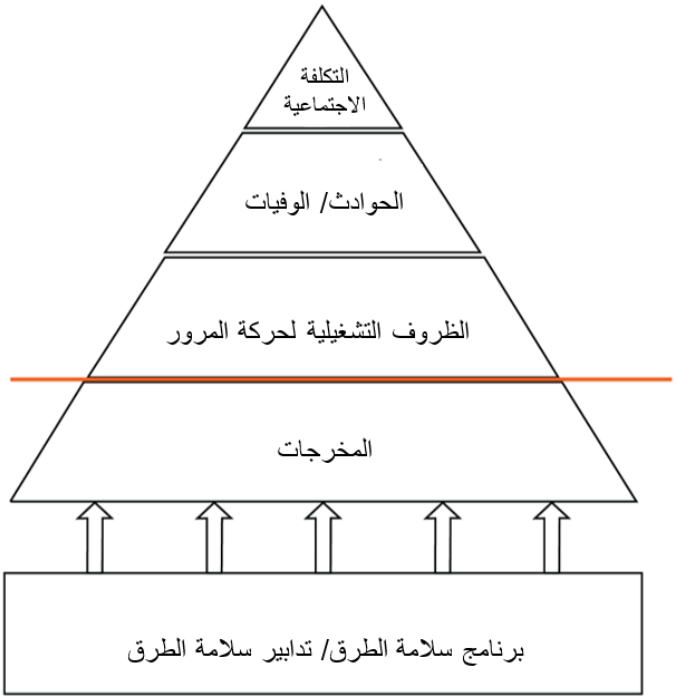
- يخضع عدد حوادث الطرق والإصابات لتقلبات عشوائية، حيث لا يعكس التغيير قصير الأجل في الأعداد المُسجلة بالضرورة تغيرًا في الأعداد الأساسية المتوقعة على المدى الطويل.
- الإبلاغ عن الحوادث والإصابات في الإحصاءات الرسمية لحوادث الطرق ليست كاملة. وبالتالي، فالتغيير الملحوظ في عدد الحوادث يمكن أن يكون مجرد تغيير في الجنوح نحو الإبلاغ عن الحوادث من خلال الشرطة.
- عد الحوادث أحيانًا لا يوضح أي شيء عن العمليات التي تنتج هذه الحوادث. وإلى حدٍ ما، يحدث الأمر بقبيل الصدفة، سواء كان موقف خطير أو حادث على وشك الوقوع كاد أن يؤدي إلى حادث أم لا . ولحسن الحظ، يمكن في الكثير من الحالات، بالرغم من الظروف المحفوفة بالمخاطر، ألا تقع أي حوادث.
- ولوضع تدابير فعَّالة لتقليل عدد الحوادث / الإصابات، من الضروري فهم العمليات التي تؤدي إلى هذه الحوادث. ويمكن لمؤشرات أداء السلامة تأدية هذا الغرض.

لذلك، يمكن لمؤشرات أداء السلامة أن تقدم صورة أكثر اكتمالاً لمستوى سلامة الطرق وأن تدل على ظهور مشاكل في مرحلة مبكرة، قبل ظهور هذه المشاكل في هيئة حوادث.

د-٢ نظرية مؤشرات أداء السلامة

هناك نموذج يصف مكان مؤشرات أداء السلامة في نظام إدارة سلامة الطرق، وهذا النموذج مُوضَّح في

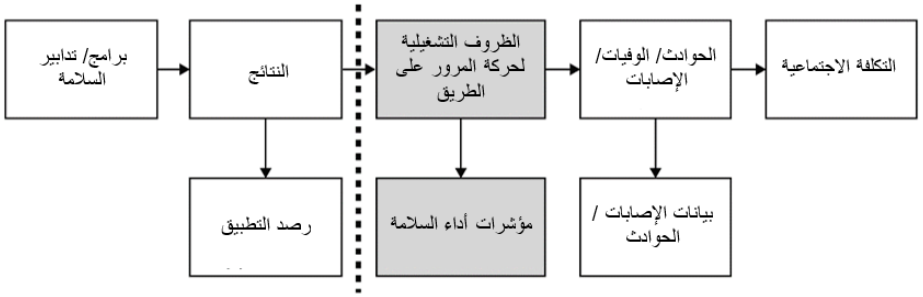
(SafetyNET, 2007).



الشكل (د–١) العناصر الأساسية لنظام إدارة سلامة الطرق (SafetyNET, 2007)

تتمثل الأضرار الاجتماعية، في أعلى مستوياتها، في النتائج المتعلقة بالشؤون المالية والتي تأتت جراء العواقب (المادية) النهائية، والتي تأتي في المستوى التالي، أي الحوادث / الوفيات/ الإصابات. والمستوى التالي، والذي يأتي في المرتبة الثانية، هو ما يُسمى النتائج الوسطية. وتعتبر الحوادث بمثابة "أسوأ حالة" حسب الظروف التشغيلية غير الآمنة لحركة المرور على الطرق. بغض النظر عن أي تدخل للسلامة على الطرق، فالظروف التشغيلية غير الآمنة لحركة المرور على الطرق تُعد مسؤولة عن وقوع الحوادث / الإصابات. وقد تكون الظروف التشغيلية غير الآمنة لحركة المرور على الطرق مرتبطة بمرحلة ما قبل وقوع الحادث (مما يشير إلى الحاجة إلى تدابير الوقاية من الحوادث) أو متعلقة بالحادث (مما يعني الحاجة إلى الوقاية من الإصابات في حالة وقوع حادث) أو مرتبطة بمرحلة ما بعد وقوع الحادث (الحاجة إلى معالجة الإصابة بعد وقوع الحادث). في الوقت نفسه، فالغرض من تدابير/ تدخلات السلامة المختلفة هو تحسين الظروف التشغيلية للنظام المروري، حيث يتم عرض التأثيرات المباشرة لهذه التدخلات على أنها "نتيجة".

على سبيل المثال، في حالة استخدام حزام الأمان، قد تكون "النتيجة النهائية" مجموعة سائقي المركبات/الركاب الذين قُتِلوا بسبب عدم ارتدائهم حزام الأمان من بين جميع السائقين/الركاب الذين قُتلوا؛ وقد يكون "النتيجة الوسطية" هو السائقين/ركاب المركبات الذين لم يرتدوا حزام الأمان من بين جميع السائقين/ الركاب، في حين يمكن النظر في "نتيجة السياسة" من حيث ساعات عمل الشرطة أو عدد عمليات تحقق الشرطي فيما يتعلق بإنفاذ ارتداء حزام الأمان.



الشكل (د–٢) نظام إدارة سلامة الطرق ورصده (SafetyNET, 2007)

للتمييز بين ظروف نظام إدارة سلامة الطرق (العملية المادية) وانعكاس ذلك في البيانات/ المؤشرات، يوضح (الشكل د-٢) (SafetyNET, 2007) نفس النموذج في صيغة نظام إدارة السلامة والبيانات/ المؤشرات اللازمة لرصده. باتباع هذا النموذج، في حالة السرعة على سبيل المثال، يمكننا القول إن الظروف التشغيلية غير الآمنة لـ (سرعة) الحركة المرورية على الطريق تتأثر بالنتيجة النهائية لبرنامج سلامة الطرق بشكل عام أو من تدبير خاص للسلامة على الطرق (على سبيل المثال، إنفاذ مخالفات السرعة). النتيجة النهائية لتدبير عبارة عن مخرج مادي للتدبير (على سبيل المثال، كاميرات السرعة المستخدمة)، بينما يجب رؤية نتيجة التدبير في تحسين الظروف التشغيلية (على سبيل المثال، مستوى السرعة)، والتي يمكن رؤيتها من خلال أحد مؤشرات أداء السلامة المعني بذلك. سيؤدي تحسُّن الظروف التشغيلية إلى تقليل الحوادث أو الإصابات، حيث يجب أن تقلل العملية بأكملها من التكاليف الاجتماعية في نهاية المطاف.

يمكن تحديد ثلاثة مستويات لجودة مؤشرات أداء السلامة:

١- قياس مباشر ممكن للظروف التشغيلية غير الآمنة المحددة. وفي هذه الحالة، سيغطي المؤشر النطاق الكامل للمشكلة، وسيتفاعل مع جميع التدخلات الممكنة.
٢- القياس المباشر للمشكلة المحددة أمرٌ غير ممكن. ويمكن النظر إلى المشكلة المحددة كمتغير كامن. وسيؤدي وصف المتغير الكامن بأنه عبارة عن عدة متغيرات غير مباشرة كمؤشرات إلى سد هذه الفجوة. وهذه هي الحالة الأكثر شيوعًا في تطوير مؤشرات أداء السلامة، حيث يجب أن يتمثل الحل في البحث عن عدة مؤشرات مستقلة عن التدخلات وتصف المتغير الكامن. كما أن إيجاد مؤشرات صالحة لوصف المتغير الكامن سيحقق الهدف المرجو.

وبالنظر إلى التوافر المتوقع للبيانات وتقييم الجهد المعقول للحصول على البيانات، سيكون من الصعب أو حتى من المستحيل في بعض الحالات تطوير مؤشرات لأداء السلامة مستقلة عن التدخلات. في هذه الحالة، سيتعين عبور الخط الفاصل بين الظروف التشغيلية لحركة المرور والتدخلات على الطرق، وهذا يهدف إلى تحسين الظروف التشغيلية (انظر

٣-).

كلما زاد ارتباط المؤشر بمجال التدخلات، زادت أهمية الأسئلة التالية:

- ما الذي يجب أن يؤثر عليه التدخل؟ ما المشكلة التي يشير إليها أحد مؤشرات أداء السلامة؟
- ما الذى يمكن تحقيقه؟ كيف يمكن حل المشكلة؟
- كيف يجب أن يعمل التدخل؟
- أي جزء من المشكلة لم يُغطى؟
- هل مؤشر واحد كافٍ، ولماذا؟ هل هناك حاجة إلى استعمال مزيدٍ من المؤشرات؟

د-٣ المبررات القانونية لاستعمال مؤشرات أداء السلامة المختارة

في الجزء ٣-٢ من هذا المجلد لكود الطرق السعوي، توجد قائمة بمؤشرات أداء السلامة مختارة للمملكة العربية السعودية. وتقدم الفقرات التالية أفكارًا حول أهمية مؤشرات أداء السلامة المختارة للسلامة على الطرق، وبالتالي هذا يبرر اختيارها.

د-٣-١ أحزمة الأمان ومقاعد الأطفال

تشير التقارير إلى أن تقديرات انخفاض نسب الوفيات الناجمة عن استخدام أحزمة الأمان تتراوح بين ٤٠ ٪ و٦٠ ٪ (SafetyNET, 2007). ومعدلات انخفاض نسب الوفيات المُفاد بها نتيجة استعمال مقاعد الأطفال أصبحت أعلى، بحيث تصل إلى ٩٠ ٪ لمقاعد الأطفال الخلفية و٦٠ ٪ لمقاعد الأطفال الأمامية (ETSC, 2001). ومع ذلك، يتم الإبلاغ بانتظام عن معدلات عالية من سوء الاستخدام لمقاعد الأطفال، أي حالات الإهمال في التركيب والربط، مما قد يؤدي إلى تدهور كبير في فاعليتها.

د-٣-٢ الخُوَّذ

تم تصميم الخُوَّذ للدراجات الهوائية والدراجات ذات عجلتين التي تعمل بالطاقة لتخفيف القوى الحركية والإصابات في المنطقة الأكثر هشاشة في جسم الإنسان (European Commission, 2018). ويقلل ارتداء الخُوَّذ من خطر إصابة الرأس في الحادث بشكل كبير. وتظهر مراجعة دولية لـ ٦١ دراسة حول حوادث الدراجات النارية أن خطر إصابة الرأس الشديدة يقل بنحو ٦٩ ٪ عند ارتداء الخُوَّذ. وينخفض خطر التعرض للقتل بحوالي ٤٢٪ ((SWOV, 2010). وفيما يتعلق بخُوَّذ ركوب الدراجات، قدَّر Olivier & Creighton (2016) أن خطر إصابة الرأس الشديدة انخفض بنسبة ٦٩ ٪ وأن خطر إصابة الرأس القاتلة انخفض بنسبة ٦٥ ٪.

د-٣-٣ السرعة

حُددتْ السرعة كأحد العوامل الرئيسة المُسببة لحوادث التصادم على الطرق (European Commission, 2018). تؤدي سرعات القيادة العالية إلى المزيد من الطاقة الحركية المؤدية إلى الحوادث– مما يزيد من شدتها. ويمكن وصف العلاقة بين التغيرات في السرعة القصوى والتغيرات في سلامة الطرق، من خلال نموذج الطاقة، أي سلسلة وظائف الطاقة اعتمادًا على مستويات شدة الحادث - التي طورها Nilsson (1982) - والتي أكدت نتائجها العديد من الدراسات، وفقًا لتحليل تجميعي أجراه .Elvik et al (2009) . ويقال أيضًا إن السرعة القصوى لا تلعب بمفردها دورًا في السلامة ولكن أيضا هناك الاختلافات في السرعات، أي تشتت السرعة أو تباين السرعة على طول امتداد الطريق؛ فكلما زادت الاختلافات، زادت الحوادث (Aarts & van Schagen, 2006).

د-٣-٤ الهواتف الخلوية المحمولة باليد

يؤدي استخدام الهواتف الخلوية المحمولة باليد (أي عدم استخدام جهاز بوضع حر اليدين أو جهاز بلوتوث لتحرير أيدي المستخدم) إلى مستوى معين من تشتت انتباه الشخص الذي يقود السيارة، وهو عامل خطر رئيس في سلامة الطرق (European Commission, 2018) و(Ziakopoulos, 2016). ويُقترح أن استخدام الهاتف المحمول قد يكون أكثر مصدر إلهاء أهمية للسائقين داخل المركبة (Yannis, 2013). ولا يقتصر الأمر على إجراء المكالمات (الاتصال أو التحدث) فحسب، بل ينطبق أيضًا على العديد من أنشطة الرسائل النصية والقراءة على الهاتف الذكي (رسائل البريد الإلكتروني وتصفح رسائل Messenger والتطبيقات المرتبطة بوسائل التواصل الاجتماعي وغير ذلك). والسبب وراء ذلك هو الطرق العديدة الممكنة التي يمكن أن يؤدي بها استخدام الهاتف المحمول إلى تشتت انتباه الأشخاص أثناء القيادة: (١) الإلهاء الجسدي (على سبيل المثال، استخدام اليدين للاتصال)، و(٢) الإلهاء البصري (على سبيل المثال، النظر إلى الهاتف الخلوي والانحراف عن الطريق)، و(٣) الإلهاء السمعي (على سبيل المثال، عندما يُفاجأ السائق بالرنين الأول من الهاتف المحمول) و(٤) الإلهاء الإدراكي (على سبيل المثال، نقص الانتباه وتأخر اتخاذ الحكم بسبب أداء مهمتين ذهنيتين في نفس الوقت). فهذا القدر الإضافي من عبء العمل العقلي والوظائف المعرفية للسائقين يقلل من ردود أفعالهم ويبطئ اتخاذهم ردود أفعالٍ تجاه الأحداث (أي الوقت المستغرق لتسجيل التأثير عقليًا ووقت الاستجابة الجسدية له.

د-٣-٥ تدقيقات سلامة الطرق للتصاميم الجديدة

من الصعب تحديد التأثير الدقيق لتدقيقات سلامة الطرق فيما يخص الحوادث ؛ ومع ذلك، اقترحت إحدى الدراسات (غير المنشورة) التي أجراها Surrey County Councilفي المملكة المتحدة، والتي تقارن المخططات المُدققة مع مخططات مماثلة غير المُدققة، أن إجراء تدقيق للسلامة على الطرق يمكن أن ينقذ ضحية واحدة لكل مخطط يُجرى له ذلك سنويًا. اقترحت دراسات أخرى، باستخدام افتراضات مختلفة، أن معدلات العوائد للسنة الأولى من هذا العمل تراوحت ما بين ١٤٩٪ و٦٠٠٪ (Denmark Ministry of Transport, 1996; Belcher, et al., 2008) (أي في نهاية السنة الأولى من تشغيل المشروع، فاقت المنافع التي نجمت عن قلة الحوادث تكلفة التشغيل نفسها بنسبة من ١٤٩٪ إلى ٦٠٠٪). وقد يكون هناك قليلٌ من الشك في أن تدقيق سلامة الطرق فيما يتعلق بتصاميم الطرق فعَّال من حيث التكلفة بمرور الوقت.

ولذلك، توفرت إرشادات مُفصَّلة حول تدقيقات سلامة الطرق في الباب الرابع من هذا المجلد لكود الطرق السعودي.

د-٣-٦ فحوصات سلامة الطرق للطرق الحالية

وفقًا لـ Elvik et al. (2009)، أفاد تقييم لفحص سلامة الطرق لعدد٣٠٠ موقع عالية الحوادث في نيويورك انخفاضًا بنسبة ٢٠-٤٠٪ في الحوادث، بينما أظهرت دراسة أمريكية أخرى أجريت في كارولينا الجنوبية أن فحوصات سلامة الطرق تؤدي إلى تقليل الحوادث بنسبة ١٢,٥٪ - ٢٣,٤٪، وهناك موقع واحد انخفضت فيه الوفيات بنسبة ٦٠٪.

د-٣-٧ العمر الافتراضي للمركبة

تتحسن مواصفات سلامة المركبات بمرور الوقت؛ حيث يتم وضع مواصفات سلامة جديدة للمركبات إلى حد كبير نتيجة للتعاون الدولي ونتيجة اللوائح الأكثر صرامة فيما يتعلق بالموافقة على فئة الموديل. وتعتبر ميزات السلامة مثل نظام منع انغلاق المكابح "ABS" ونظام الثبات الإلكتروني "ESP" وأنظمة تجنب التصادم وغير ذلك إما إلزامية أو ستصبح متاحة بسهولة أكبر في المركبات الجديدة، وسيكون تأثيرها في الحد من الخسائر أمرًا لا جدال فيه. وعلاوة على ذلك، أحرزت صناعة المركبات تقدمًا كبيرًا نحو تعزيز سلامة المركبات من خلال تحسين الحماية من الحوادث، والتي تهدف إلى تقليل شدة الإصابة أثناء مرحلة التصادم. وتشمل الأمثلة على ذلك التحسينات في أنظمة أحزمة أمان المتنقلين، وهذا يعكس بشكل أفضل حدود التسامح البشري المختلفة للركاب والراكبات وللفئات العمرية المختلفة.

ونظرًا لوجود القليل من البيانات حول التأثير المشترك لهذه التكنولوجيا على سلامة الطرق، كما أن هناك العديد من الصعوبات في جمع البيانات إذا تم تحديد مؤشرات لأداء السلامة منفصلة ومفصَّلة لكل تقنية، يُنصح عمومًا باستخدام عمر المركبات الافتراضي كمؤشر غير مباشر للمركبات (PACTS, 2018).

د-٣-٨ وقت استجابة الخدمات الطبية الطارئة

يرتبط وقت استجابة الخدمات الطبية الطارئة، من الإخطار بالحادث حتى الوصول إلى مكانه، ارتباطًا مباشرًا بعواقب الإصابة وخطر الوفاة. وتعتبر الإدارة المناسبة لإصابات الطرق بعد وقوع حادثٍ ما عاملاً حاسماً في تحديد فرصة النجاة والبقاء على قيد الحياة وجودة الحياة. ويمكن أن يؤدي تقليص الوقت بين وقوع الحادث ووصول الخدمات الطبية الطارئة إلى تقليل الوفيات إلى الثلث. ومع ذلك، فهذا يقيس السرعة فقط، وليس جودة الرعاية (PACTS, 2018).

د-٣-٩ الخدمات الطبية الطارئة وطاقم المستشفى والبنية التحتية

تم تحديد وجود مركبات الخدمات الطبية الطارئة EMS مجهزة تجهيزًا جيدًا مع موظفين مدربين جيدًا وتشغيل مراكز متخصصة لإدارة الإسعاف توفر رعاية عالية الجودة في المستشفى لتحسين معدلات بقاء ضحايا الحوادث. كلما كانت رعاية ما بعد الحادث أفضل من قبل الخدمات الطبية الطارئة والمستشفى، زادت فرصة البقاء على قيد الحياة، وعند البقاء على قيد الحياة، تكون نوعية الحياة أفضل (European Commission, 2018)

د-٤ جمع البيانات لمؤشرات أداء السلامة

توضح الفقرة التالية توصيات بشأن كيفية جمع البيانات المطلوبة لتقدير مؤشرات أداء السلامة وتحليلها (عند الحاجة).

د-٤-١ أحزمة الأمان ومقاعد الأطفال

يمكن أن تستخدم الجهات إحدى طرق جمع البيانات التالية (أو أكثر)، للحصول على معدلات ارتداء أحزمة الأمان واستخدام مقاعد الأطفال، وفقًا للموظفين، والمعدات، والتجارب السابقة المتاحة:

- معدلات البلاغات المقدمة للشرطة (عمليات التفتيش على جانب الطريق)،
- معدلات التقارير الذاتية (من المقابلات أو الاستبيانات على الإنترنت)،
- معدلات الارتداء الخاص بالضحايا في أماكن وقوع الحادث (مُبلغ عنه عبر الشرطة)
- والاستبيانات الرصدية.

تميل الطرق الثلاث الأولى إلى المبالغة في تقدير معدلات الارتداء، وبالتالي يوصي باتباع طريقة الاستبيانات الرصدية، والتي تتألف من الرصد بمجرد النظر لمعدلات الارتداء على يد مراقبين مدربين، ويتم وضعهم إما على جانب الطريق (أو في مكان مناسب آخر)، أو في سيارة متحركة. وتتيح الأخيرة إمكانية المراقبة على الطرق عالية السرعة، حيث قد يمثل التقييم الكامل لمعدلات استخدام جميع ركاب السيارة صعوبة. ومؤخرًا، أصبحت الكاميرات المزودة بوظيفة التعرف متاحة، والتي قد تحل محل المراقبين البشريين بالتدريج، وتكتشف تلقائيًا عدم استخدام حزام الأمان، أو استخدام الجوالات المحمولة باليد، على الأقل لركاب المقاعد الأمامية.

يجب اتباع المتطلبات التالية وفقًا لجمع بيانات المراقبة لمعدلات ارتداء حزام الأمان واستخدام مقاعد الأطفال (European Commission, 2018):

- يجب وضع نقاط المراقبة على عينة عشوائية من الطرق (تمثل شبكة الطرق) مع التوزيع المكاني للمراقبة على طول فئات الطريق المختلفة في مناطق مختلفة.
- يجب قياس ٢٠٠ مركبة كحد أدنى لكل نقطة مراقبة، مع توزيع تمثيلي لأنواع المركبات (السيارات والدراجات التي تسير على عجلتين بالطاقة، والشاحنات الصغيرة ومركبات نقل البضائع الثقيلة).
- يجب أن تظل مواقع نقاط المراقبة ووقت المراقبة (الباب والوقت خلال اليوم) كما هي على مدار السنوات، من أجل أن تقارن النتائج بفاعلية، والتعرف على الاتجاهات.

د-٤-٢ الخُوَّذ

لجمع معدلات ارتداء الخوذة، يجب تطبيق متطلبات متشابهة كما هو الحال مع أحزمة الأمان ومقاعد الأطفال: يتم الحصول على النتائج الموثوق فيها من خلال عملية الرصد البصري التي يجريها مراقبون مدربون، إما على جانب الطريق أو في مركبات متحركة. يمكن دمج حملات الرصد لأنظمة الحماية (أحزمة الأمان، ومقاعد الأطفال، والخوذ) والهواتف الخلوية المحمولة باليد لتوفير الوقت والموارد.

د-٤-٣ السرعة

على الجهات استخدام أسلوبًا واحدًا (أو أكثر) من أساليب جمع بيانات السرعة، وفقًا للموظفين والمعدات المتاحة، والخبرة السابقة:

- المراقبة اليدوية من قبل الموظفين المسؤولين عن القياس (أجهزة الليزر والرادارات المحمولة باليد)،
- كاشف الحلقة الاستقرائي،
- مستشعرات الرادار الآلية (متنقلة أو ثابتة)
- أدوات البرمجيات المعتمدة على الفيديو.

يجب اتباع المتطلبات التالية لجمع بيانات السرعة لمؤشرات أداء السلامة ((European Commission, 2018). وتضاف هذه الاحتياجات إلى المتطلبات العامة لدراسات السرعة اللحظية على النحو المحدد في الجزء ٢-٤ من كود الطرق السعودي ٦٠١ - هندسة المرور.

- يجب إجراء قياسات السرعة بالنهار، ويجب أن تمثل القيادة في ظل ظروف طبيعية، وألا تتأثر بالطقس السيئ. يجب تجنب عمليات القياس أثناء العطلات أو عطلة نهاية الأسبوع.
- يجب وضع سرعات المركبات في ظروف التدفق الحر المعقولة في عين الاعتبار فقط. وبالتالي، يجب تسجيل الفوارق الزمنية (التقاطرات)، يجب تصفية المركبات ذات الفوارق الزمنية (التقاطرات)، التي تقل عن ٥ ثوانٍ إلى المركبة التي أمامها.
- يجب ألا يستطيع السائقون كشف الموظفين المسؤولين عن قياس السرعة أو المعدات، وذلك لتجنب الفرملة المفاجئة خوفًا من تسجيل المخالفات.
- يجب أن تقع نقاط الرصد في عينة عشوائية من الطرق (تمثل شبكة الطرق)، على أقسام مستقيمة من الطريق، بميل بسيط فقط، وأن تكون بعيدة عن التقاطعات، وأجهزة تهدئة السرعة، ومعابر المشاة، ومناطق العمل، وتغييرات حد السرعة.
- يجب قياس ٢٠٠ مركبة كحد أدنى لكل نقطة رصد، مع توزيع تمثيلي لأنواع المركبات (السيارات والدراجات التي تسير على عجلتين بالطاقة، والشاحنات الصغيرة ومركبات نقل البضائع الثقيلة).
- يجب أن تظل نقاط الرصد كما هي على مدار السنوات، من أجل أن تقارن النتائج بفاعلية، والتعرف على الاتجاهات.

د-٤-٤ الهواتف الخلوية المحمولة باليد

لجمع معدلات استخدام الهواتف الخلوية المحمولة باليد، يجب تطبيق متطلبات متشابهة كما هو الحال مع أحزمة الأمان ومقاعد الأطفال: يتم الحصول على النتائج الموثوق فيها من خلال عملية الرصد البصري التي يجريها مراقبون مدربون، إما على جانب الطريق أو في مركبات متحركة. يمكن دمج حملات الرصد لأنظمة الحماية (أحزمة الأمان، ومقاعد الأطفال، والخوذ) والهواتف الخلوية المحمولة باليد لتوفير الوقت والموارد.

د-٤-٥ تدقيقات سلامة الطرق للتصاميم الجديدة

يمكن الحصول على بيانات عدد ت الطرق التي دُقّقت من الجهات المسؤولة عن إجراء التدقيقات، فضلاً عن سجل المدققين الذي تحتفظ به وزارة النقل والخدمات اللوجستية.

د-٤-٦ فحوصات سلامة الطرق للطرق الحالية

يمكن الحصول على بيانات عدد مخططات الطرق الحالية التي فُحصت من الجهات المسؤولة عن إجراء الفحوصات، فضلاً عن سجل المدققين الذي تحتفظ به وزارة النقل والخدمات اللوجستية.

د-٤-٧ العمر الافتراضي للمركبة

يمكن الاطلاع على بيانات عمر المركبة من سجل المركبات في المملكة العربية السعودية.

د-٤-٨ وقت استجابة الخدمات الطبية الطارئة

غالبًا ما تكون البيانات الواردة من جهات الرعاية الصحية متوفرة لسرعة الاستجابة إلى حوادث الطرق. في حال عدم جمع مثل هذه البيانات بشكل منتظم، قد يشمل جمع البيانات رسم خرائط لبيانات الطوارئ من قبل خدمات الإسعاف، ودمجها مع حوادث السير.

د-٤-٩ الخدمات الطبية الطارئة وطاقم المستشفى والبنية التحتية

قد يكون توفر البيانات لمؤشرات الرعاية الصحية محدودًا. قد يتضمن جمع البيانات التعاون مع جهات الرعاية الصحية لتوفير البيانات بانتظام إلى المؤشرات المحددة.

د-٥ حدود مؤشرات أداء السلامة

سيركز اعتماد مجموعة من مؤشرات الأداء، الاهتمام على صفات السلامة الرئيسة المميزة، وسيؤدي إلى تقدم أكثر كفاءة وسرعة نحو تقليل الخسائر بشكل كبير. ومع ذلك، من المهم أن تكون على دراية ببعض القيود وإساءة الاستخدام المحتملة لمؤشرات الأداء (PACTS, 2018):

- تصف هذه المؤشرات الأهداف الوسيطة لبرامج سلامة الطرق. وهي ليست بالضرورة أهدافًا في حد ذاتها. فالهدف لا يزال هو تقليل الخسائر وتوفير نظام آمن. ومع ذلك، فالمخاطر والتكنولوجيا والأولويات ستتغير بمرور الوقت، مثلما سيحدث مع دخول المركبات ذاتية القيادة إلى الصناعة، وسيحتاج اختيار وقياس مؤشرات أداء السلامة إلى التكيف مع الظروف الجديدة.
- ومن المستحيل تحديد نطاق النظام الكامل وتعقيده بعدد قليل من المؤشرات الرئيسية، بغض النظر عن مدى حسن اختياره. يجب استخدام المصادر والمعلومات الأخرى للتحقق من صحتها ولتقديم صورة أغنى وفهم أفضل.
- سيكون هناك حتما تضاربٌ بين الدقة والجوانب العملية لتحديد البيانات وجمعها لأغراض مؤشرات أداء السلامة. يجب تطبيق القرار الهندسي لحل مثل هذه النزاعات.
- قد يكون من المناسب تحديد أهداف لبعض أو كل المؤشرات. عندما يكون لدى المؤسسات فهمٌ جيد للمشكلات الأساسية، فقد يقررون أنه من المفيد تحديد أهداف لأنفسهم.

الملحق هـ - إجراءات إدارة سلامة الطرق

هـ-١ مقاييس الأداء المرتبطة بمسح الشبكة

يصف هذا الجزء الفرعي مقاييس الأداء المستخدمة لمسح الشبكات ونقاط القوة والقيود لكل التدابير. توفر المواصفات التالية، جنبًا إلى جنب مع (الجدول ٣-١) و (الجدول ٣-٢)، إرشادات حول اختيار مقاييس الأداء. تُوضح الإجراءات الخاصة بتطبيق بكل تدبير من تدابير الأداء بالتفصيل.

هـ-١-١ متوسط تكرار الحوادث

يُعطى الموقع الذي يضم أكبر عدد من إجمالي عدد الحوادث أو أكبر عدد من الحوادث، بشدة حادث معينة أو فئة معينة وفي فترة زمنية معينة، تصنيفًا أعلى. ويحتل الموقع الذي يضم ثاني أكبر عدد من الحوادث، بشدة حادث معينة أو فئة معينة في فترة زمنية معينة، تصنيفًا تاليًا، وهلم جرا.

وينتج عن تطبيق تدبير الأداء المتعلق بـ "تكرار الحوادث" ترتيبًا بسيطًا لمواقعها وفقًا لإجمالي عدد الحوادث أو الحوادث حسب النوع أو الشدة أو كليهما. ويمكن استخدام هذه الطريقة لتحديد مجموعة أساسية مكونة من المواقع ذات التكرار المرتفع للحوادث لإجراء المزيد من التحليل.

وتشمل نقاط القوة والقيود الخاصة بتدابير الأداء لمتوسط تكرار الحوادث ما يلي:

الجدول(هـ-١) نقاط القوة والقيود الخاصة بمتوسط تكرار حوادث التصادم (AASHTO،2010).

نقاط القوة	القيود
بسيطة.	لا يأخذ تحيز الانحدار إلى المتوسط (RTM) بعين الاعتبار. لا تضع حدًا أقصى لتقييم المواقع التي تعاني من الحوادث أكثر من المتوقع مقارنةً بالمواقع ذات الصفات المماثلة. لا يأخذ حجم حركة المرور في الاعتبار. لن تحدد مواقع الحوادث ذات الحجم المروري المنخفض، حيث يمكن تطبيق تدابير مضادة بسيطة فعَّالة من حيث التكلفة بسهولة.

هـ-١-١-١ احتياجات البيانات

بيانات الحوادث حسب الموقع.

هـ-١-١-٢ الإجراء

الخطوة ١ - إجمالي الحوادث في كل موقع: احسب عدد الحوادث التي وقعت في كل تقاطع / قطاع.

الخطوة ٢ - تصنيف المواقع: يجب ترتيب التقاطعات/ القطاعات ترتيبًا تنازليًا بوضع رقم واحد أو أكثر على ما يلي: إجمالي عدد الحوادث، أو حوادث الوفيات والإصابات ، أو الحوادث التي تنطوي على "ضرر الممتلكات فقط". قد يؤدي الترتيب على أساس شدة الحادث إلى حصول تقاطع واحد/ قطاع واحد على رتبة مختلفة اعتمادًا على أولوية الترتيب (AASHTO, 2010).

هـ-١-٢ معدل الحوادث

تجعل تدابير الأداء فيما يخص معدل الحوادث تكرار الحوادث المكشوفة للجميع أمرًا طبيعيًا، وهذا يتم قياسه من خلال حجم حركة المرور. وعند حساب معدل الحوادث، يتم الإبلاغ عن أحجام حركة المرور على أنها مليون مركبة داخلة (MEV) إلى كل تقاطع خلال فترة الدراسة. تُقاس أحجام حركة المرور في قطاعات الطريق على أنها كيلومترات مقطوعة بالمركبة (VKT) خلال فترة الدراسة. غالبًا ما يُقاسُ "التعرض" عن قطاعات الطريق لكل مليون كيلومتر مقطوعة بالمركبة (VKT).

وتشمل نقاط القوة والقيود الخاصة بتدابير الأداء لمعدلات الحوادث ما يلي:

الجدول (هـ–٢) نقاط القوة والقيود الخاصة بتدابير الأداء لمعدلات حوادث التصادمالحوادث (AASHTO،2010)

نقاط القوة	القيود
بسيطة. يمكن تعديلها لمراعاة شدة التصادم إذا تم استخدام حساب عدد الحوادث المستندة إلى الضرر المعادل للممتلكات فقط أو فحص سلامة الطرق.	لا يأخذ تحيز الانحدار إلى المتوسط (RTM) بعين الاعتبار. لا يضع حدًا أقصى للإشارة إلى المواقع التي تعاني من الحوادث أكثر من المتوقع مقارنةً بالمواقع ذات الصفات المماثلة. لا يمكن إجراء مقارنات عبر جميع المواقع ذات الأحجام المرور المختلفة بشكل كبير. سيُعطي هذا الأولوية بطريق الخطأ لمواقع التصادم منخفضة الحجم المروري ومنخفضة التصادمات.

هـ-١-٢-١ احتياجات البيانات

الحوادث حسب الموقع
حجم حركة المرور

هـ-١-٢-٢ الإجراءات

الخطوة ١ - حساب المليون مركبة الداخلة (MEV): حساب المليون مركبة الداخلة (MEV) بكل الأعوام. استخدم (المعادلة هـ-١) لحساب التعرض فيما يتعلق بالمليون مركبة الداخلة (MEV) عند تقاطع/ قطاع.

المعادلة (هـ-١)

$$\boldsymbol{MEV = \frac{TEV}{1{,}000{,}000} \times (n) \times 365}$$

حيث إن:
MEV =المليون مركبة الداخلة (MEV)
TEV =إجمالي عدد المركبات الداخلة لكل يوم
n =عدد سنوات بيانات الحوادث

الخطوة ٢ – حساب معدل الحوادث: احسب معدل الحوادث لكل تقاطع / قطاع بقسمة إجمالي عدد الحوادث على المليون مركبة الداخلة (MEV) خلال فترة الدراسة كما هو موضح في (المعادلة هـ-٢).

المعادلة (هـ-٢)

$$\boldsymbol{R_i = \frac{N_{observed,i\,(total)}}{MEV_i}}$$

حيث إن:
R_i =معدل الحوادث الملحوظ في تقاطع/ قطاع (i)
$N_{observed,i}$ =إجمالي الحوادث الملحوظ في تقاطع/ قطاع (i)
MEV_i =المليون مركبة الداخلة (MEV) في تقاطع/ قطاع (i)

الخطوة ٣ - تصنيف التقاطعات/القطاعات: تصنيف التقاطعات/ القطاعات بناءً على معدلات الحوادث (AASHTO, 2010).

هـ-١-٣ متوسط تكرار حوادث الأضرار المعادلة للممتلكات فقط (EPDO)

يخصص قياس الأداء الخاص بمتوسط تكرار حوادث الأضرار المعادلة للممتلكات فقط (EPDO) فقط عوامل الترجيح للحوادث حسب الشدة (حوادث الوفيات والإصابات والأضرار بالممتلكات فقط) لتطوير درجة تكرار وشدة مجمعة لكل موقع. غالبًا ما يتم حساب عوامل الترجيح بالنسبة لتكاليف الأضرار بالممتلكات فقط (PDO). ويمكن تلخيص تكاليف الحوادث حسب الشدة، ويكون الناتج النهائي هو قيمة الضرر المعادل للممتلكات فقط. لمسح الشبكة، يتم تصنيف المواقع من أعلى درجة إلى أدنى درجة. يتم تقييم المواقع ذات الدرجات الأعلى بمزيد من التفصيل لتحديد المشكلات والتدابير المضادة المحتملة.

تتأثر هذه الطريقة بعوامل الترجيح لحوادث الوفيات والإصابات بشكل كبير. ويمكن لعامل ترجيح كبير لحوادث الوفيات تصنيف المواقع التي بها حادث وفاة واحد وعدد صغير من الإصابات أو حوادث ضرر في الممتلكات فقط، أو كليهما، بما يفوق المواقع التي لا توجد بها حوادث وفيات وعدد مرتفع نسبيًا من الإصابات أو حوادث ضرر في الممتلكات، أو كليهما. وفي بعض التطبيقات، تُدمج حوادث الوفيات والإصابات في فئة واحدة تضم حوادث الوفيات/ الإصابات لتجنب مبالغات التأكيد على حوادث الوفيات. حوادث الوفيات هي أحداث مأساوية؛ ومع ذلك، فإن حقيقة أنها قاتلة غالبًا ما تكون نتيجة لعوامل (أو مجموعة من العوامل) خارجة عن سيطرة المهندس والمخطط.

وتشمل نقاط قوة وقيود قياس الأداء الخاص بمتوسط تكرار حوادث الأضرار المعادلة للممتلكات فقط (EPDO) ما يلي:

الجدول (هـ–٣) نقاط القوة وقيود الخاصة بمتوسطبقياس الأداء لمتوسط تكرار حوادث التصادم الأضرار المعادلة للممتلكات فقط (AASHTO،2010)

نقاط القوة	القيود
بسيطة. يأخذ شدة الحادث في الاعتبار.	لا يأخذ تحيز الانحدار إلى المتوسط (RTM) بعين الاعتبار. لا يضع حدًا أقصى للإشارة إلى المواقع التي تعاني من الحوادث أكثر من المتوقع مقارنةً بالمواقع ذات الصفات المماثلة. لا يأخذ حجم حركة المرور في الاعتبار. قد يبالغ في التأكيد على المواقع ذات التكرار المنخفض للحوادث الشديدة اعتمادًا على عوامل الترجيح المستخدمة.

هـ-١-٣-١ احتياجات البيانات

بيانات الحوادث حسب الشدة والموقع
عوامل ترجيح الشدة
تكاليف الحوادث حسب شدتها

هـ-١-٣-٢ الإجراءات

تُستخدم تكاليف الحوادث المجتمعية لحساب العوامل الترجيحية لحوادث الضرر المعادل للممتلكات فقط (EPDO). لتحسين قبول نتائج الدراسة التي تستخدم القيم المالية، من المهم مراجعة القيم المالية والتصديق عليها من خلال الجهة التي تجري الدراسة.

الخطوة ١ – حساب العوامل الترجيحية لحوادث الضرر المعادل للممتلكات فقط (EPDO): احسب العوامل الترجيحية لحوادث الضرر المعادل للممتلكات فقط (EPDO) فيما يتعلق بحوادث الوفيات والإصابات والأضرار بالممتلكات فقط (PDO). يتم حساب العوامل الترجيحية لحوادث الوفيات والإصابات باستخدام المعادلة (هـ-٣). يتم تقسيم تكلفة حادث الوفاة أو الإصابة على تكلفة حادث "ضرر في الممتلكات فقط"، على التوالي. عادةً ما تؤدي عوامل الترجيح التي تم تطويرها من بيانات لتكلفة الحوادث محلية إلى نتائج أكثر دقة. وإذا لم تكن المعلومات المحلية متاحة، فيجب استخدام بيانات تكلفة الحادث على مستوى الدولة.

العوامل الترجيحية هي كما يلي:

المعادلة (هـ-٣)

$$f_{y(weight)} = \frac{CC_y}{CC_{PDO}}$$

حيث إن:

$f_{y(weight)}$ =عامل ترجيحي يعتمد على شدة الحادث، (y)

CC_y =تكلفة الحادث ذات الصلة بشدة الحادث، (y)

CC_{PDO} =تكلفة الحادث ذات الصلة بشدة حادث ضرر في الممتلكات فقط (PDO)

الخطوة ٢ – حساب درجات حوادث الضرر المعادل للممتلكات فقط (EPDO): لكل تقاطع/ قطاع، اضرب العوامل الترجيحية الخاصة بحوادث الأضرار المعادلة للممتلكات فقط (EPDO) بالعدد المماثل لها من حوادث الوفيات والإصابات وحوادث الأضرار بالممتلكات فقط (PDO) كما هو موضح في المعادلة (هـ-٤). يعتمد تكرار حوادث الأضرار بالممتلكات فقط (PDO) وحوادث الإصابات والوفيات على عدد الحوادث ، وليس على عدد الإصابات لكل حادث.

$$\boldsymbol{Total\ EPDO\ Score = f_{k(weight)}\left(N_{observed,i(F)}\right) + f_{inj(weight)}\left(N_{observed,i(I)}\right) + f_{PDO(weight)}\left(N_{observed,i(PDO)}\right)}$$

المعادلة (هـ-٤)

حيث إن:

$f_{k(weight)}$ =العامل الترجيحي لحادث الوفاة

$N_{observed,i(F)}$ =عدد حوادث الوفيات لكل تقاطع/ قطاع، (i)

$f_{inj(weight)}$ =العامل الترجيحي لحوادث الإصابات

$N_{observed,i(I)}$ =عدد حوادث الإصابات لكل تقاطع/ قطاع، (i)

$F_{PDO(weight)}$ =العامل الترجيحي لحادث الأضرار بالممتلكات فقط

$N_{observed,i(PDO)}$ =عدد حوادث الأضرار بالممتلكات فقط لكل تقاطع/ قطاع، (i)

الخطوة ٣ - تصنيف المواقع: يجب ترتيب التقاطعات/ القطاع بالترتيب التنازلي حسب درجة الأضرار المعادلة للممتلكات فقط (EPDO) (AASHTO, 2010).

هـ-١-٤ مؤشر الشدة النسبية

تُخصص تكاليف الحوادث المالية لكل نوع من أنواع الحوادث ، وتُحسَبُ التكلفة الإجمالية لجميع الحوادث لكل موقع. ثم يُقارن متوسط تكلفة الحادث لكل موقع بالمتوسط العام لتكلفة الحادث للمجموعة المرجعية في الموقع. والمتوسط العام لتكلفة الحادث هو متوسط مجموع التكاليف في جميع المواقع في المجموعة المرجعية. يوضح مقياس الأداء الخاص بمؤشر الشدة النسبية (ReSI) الناتج ما إذا كان الموقع يعاني من تكاليف الحوادث أعلى من المتوسط لمواقع أخرى ذات خصائص مماثلة.

تشمل نقاط القوة والقيود الخاصة بتدابير الأداء لمؤشر الشدة النسبية ما يلي:

الجدول (هـ-٤) نقاط القوة والقيود الخاصة بمؤشر قياس أداء الشدة النسبية (AASHTO، 2010 ,).

نقاط القوة	القيود
بسيطة. يأخذ في الاعتبار نوع التصادم وشدة الحادث.	لا يأخذ تحيز الانحدار إلى المتوسط (RTM) بعين الاعتبار. قد تتم المبالغة في التأكيد على المواقع التي تحوي عددًا من الحوادث الشديدة اعتمادًا على عوامل الترجيح المستخدمة. لا يأخذ حجم حركة المرور في الاعتبار. سيُعطي هذا الأولوية بطريق الخطأ لمواقع التصادم منخفضة الحجم المروري ومنخفضة التصادمات.

هـ-١-٤-١ احتياجات البيانات

الحوادث حسب النوع والموقع
تكاليف الحوادث وفق مؤشر الشدة النسبية (ReSI)

هـ-١-٤-٢ الإجراءات

الخطوة ١ – حساب تكاليف مؤشر الشدة النسبية (ReSI) لكل نوع من أنواع الحوادث: لكل تقاطع/ قطاع، اضرب متوسط تكرار الحوادث المرصود لكل نوع حادث في تكلفة الحادث المتوافق مع مؤشر الشدة النسبية (ReSI) الخاص به. يتم حساب تكلفة الحادث المتوافق مع مؤشر الشدة النسبية (ReSI) لكل نوع حادث لكل موقع قيد المراجعة.

الخطوة ٢ – حساب متوسط تكلفة الحادث المتوافق مع مؤشر الشدة النسبية (ReSI) لكل تقاطع/ قطاع: اجمع تكاليف الحوادث المتوافقة مع مؤشر الشدة النسبية (ReSI) لجميع أنواع الحوادث وقسِّمها على إجمالي عدد الحوادث في التقاطع/ القطاع للوصول إلى متوسط قيمة حادث مؤشر الشدة النسبية (ReSI) لكل تقاطع/ قطاع.

المعادلة(هـ-٥)

$$\overline{ReSI_i} = \frac{\sum_{j=1}^{n} ReSI_j}{N_{observed,i}}$$

حيث إن:

$\overline{ReSI_i}$ =متوسط تكلفة مؤشر الشدة النسبية (ReSI) للتقاطع/ القطاع، (i)
$ReSI_j$ =مؤشر الشدة النسبية (ReSI) لكل نوع من أنواع الحوادث ، (j)
$N_{observed,i}$ =عدد الحوادث المرصود في الموقع (i)

الخطوة ٣ – حساب متوسط تكلفة مؤشر الشدة النسبية (ReSI) لكل مجموعة: احسب متوسط تكلفة مؤشر الشدة النسبية (ReSI)للمجموعة (المجموعة الضابطة) من خلال جمع إجمالي تكاليف مؤشر الشدة النسبية (ReSI) لكل موقع وقسمتها على إجمالي عددال حوادث في المجموعة.

المعادلة (هـ-٦)

$$\overline{ReSI_{av(control)}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} ReSI_i}{\sum_{i=1}^{n} N_{observed,i}}$$

حيث إن:

$\overline{ReSI_{av(control)}}$ =متوسط تكلفة مؤشر الشدة النسبية (ReSI) للمجموعة المرجعية (المجموعة الضابطة)
$ReSI_i$ =إجمالي تكلفة مؤشر الشدة النسبية (ReSI) في الموقع (i)
$N_{observed,i}$ =عدد الحوادث المرصودة في الموقع (i)

الخطوة ٤ - تصنيف المواقع والمقارنة بينها: يتم حساب متوسط تكاليف عدد الحوادث المرصودة في الموقع (i) بقسمة تكلفة الحادث وفق مؤشر الشدة النسبية (ReSI) لكل تقاطع/ قطاع على عدد الحوادث لنفس التقاطع/ القطاع. كما يقارن متوسط تكلفة مؤشر الشدة النسبية لكل تقاطع بمتوسط تكلفة مؤشر الشدة النسبية لكل من مجموعته (AASHTO, 2010).

هـ-١-٥ المعدل الحرج

تتم مقارنة معدل الحوادث المرصود في كل موقع بمعدل الحوادث الحرج الفريد المحسوب لكل موقع. معدل الحوادث الحرج هو قيمة حدية تسمح بإجراء مقارنة نسبية بين المواقع ذات الخصائص المماثلة. يتم وضع علامة على المواقع التي تتجاوز المعدل الحرج الخاص بها لإجراء المزيد من المراجعة. يعتمد معدل الحوادث الحرج على متوسط معدل الحوادث في مواقع مماثلة وحجم حركة المرور والثابت الإحصائي الذي يمثل المستوى المطلوب من الأهمية.

تشمل نقاط القوة والقيود الخاصة بقياس الأداء للمعدل الحرج ما يلي:

الجدول(هـ–٥) نقاط القوة والقيود الخاصة بتدابير بقياس الأداء بالمعدل الحرج (AASHTO،2010 ,).

نقاط القوة	القيود
يقلل هذا من التأثير المبالغ فيه للمواقع ذات الأحجام المرورية المنخفضة. يأخذ هذا في الاعتبار التباين في بيانات الحوادث. يضع عتبة للمقارنة.	لا يأخذ تحيز الانحدار إلى المتوسط (RTM) بعين الاعتبار.

هـ-١-٥-١ احتياجات البيانات

الحوادث حسب الموقع
حجم حركة المرور

هـ-١-٥-٢ الإجراءات

الخطوة ١ – احسب بنظام المليون مركبة الداخلة (MEV) لكل تقاطع/ قطاع: احسب الحجم بنظام المليون مركبة الداخلة (MEV) خلال فترة الدراسة. المعادلة (هـ-١) تُستخدم لحساب المليون مركبة الداخلة (MEV) عند تقاطع/ قطاع.

الخطوة ٢ – احسب معدل الحوادث لكل تقاطع/ قطاع: احسب معدل الحوادث لكل تقاطع / قطاع بقسمة إجمالي عدد الحوادث على المليون مركبة الداخلة (MEV) خلال فترة الدراسة كما هو موضح في المعادلة (هـ٢).

الخطوة ٣ – حساب معدل متوسط الحوادث المرجح لكل مجموعة: قسّم الشبكة إلى مجموعات مرجعية بناءً على الاختلافات التشغيلية أو الهندسية، واحسب متوسط معدل الحوادث المرجح لكل مجموعة مرجحة بحجم حركة المرور باستخدام **(هـ-٧)**.

المعادلة (هـ-٧)

$$R_a = \frac{\sum_{i=1}(TEV_i \times R_i)}{\sum_{i=1}(TEV_i)}$$

حيث إن:
R_a =متوسط معدل الحوادث المرجح للمجموعة المرجعية
R_i =معدل الحوادث المرصود في الموقع (i)
TEV_i =إجمالي المركبات الداخلة لكل يوم للتقاطع/ القطاع (i)

الخطوة ٤ – حساب معدل الحوادث الحرج لكل تقاطع/ قطاع: احسب معدل الحوادث الحرج لكل تقاطع/ قطاع باستخدام (هـ-٨).

المعادلة (هـ-٨)

$$R_{c,i} = R_a + \left[P \times \sqrt{\frac{R_a}{MEV_i}}\right] + \left[\frac{1}{(2 \times (MEV_i))}\right]$$

حيث إن:
$R_{c,i}$ =معدل الحوادث الحرج في تقاطع/ قطاع (i)
R_a =متوسط معدل الحوادث المرجح للمجموعة المرجعية
P =قيمة P لمستوى الثقة المماثل
MEV_i =مليون مركبة داخلة للتقاطع/ القطاع (i)

الخطوة ٥ – قارن معدل الحوادث المرصود مع معدل الحوادث الحرج: تتم مقارنة معدلات الحوادث المرصودة مع معدلات الحوادث الحرجة. تُوضع علامة على أي تقاطع/ قطاع مع معدل حوادث مرصود أكبر من معدل الحوادث الحرج المماثل لإجراء مزيدٍ من المراجعة (AASHTO, 2010).

هـ-١-٦ الزيادة المتوقعة لمتوسط تكرار الحوادث باستخدام طريقة العزوم

في طريقة العزوم، يُضبط تكرار الحوادث المرصود للموقع ليُوضع الانحدار إلى المتوسط في الحسبان جزئيًا. يُضبط متوسط تكرار الحوادث المرصود في الموقع بناءً على التباين في بيانات الحوادث ومتوسط تكرارها للمجموعة المرجعية بالموقع (Kononov, 2002). تتم مقارنة متوسط تكرار الحوادث المعدل المرصود للموقع بمتوسط تكرارها للمجموعة المرجعية. وتتيح هذه المقارنة إمكانية التحسين التي قد تكون بمثابة مقياس لتصنيف المواقع. يتم دمج إمكانية تحسين جميع المجموعات المرجعية (على سبيل المثال، التقاطعات رباعية الأضلاع المحكومة بإشارات مرورية، والتقاطعات ثلاثية الأضلاع غير المحكومة بإشارات مرورية، والطرق الحضرية، والطرق الريفية، وغير ذلك) في قائمة تصنيف واحدة كأداة أساسية لمسح شبكة متعددة المرافق.

تشمل نقاط القوة والقيود الخاصة بالزيادة المتوقعة لمتوسط تكرار الحوادث باستخدام قياس أداء طريقة العزوم ما يلي:

الجدول (هـ–٦) نقاط القوة والقيود الخاصة بالزيادة المتوقعة لمتوسط تكرار حوادث التصادم المتوقع حدوثها باستخدام قياس أداء "طريقة العزوم" (AASHTO, 2010)

نقاط القوة	القيود
يحدد هذا عتبة الأداء المتوقع للموقع.	لا يأخذ تحيز الانحدار إلى المتوسط (RTM) بعين الاعتبار.
يأخذ هذا في الاعتبار التباين في بيانات الحوادث.	لا يأخذ حجم حركة المرور في الاعتبار.
يسمح بتصنيف المواقع بجميع أنواعها في قائمة واحدة.	قد يتم تحديد بعض المواقع لإجراء مزيد من الدراسة عليها بسبب التكرار منخفض المستوى بشكل غير عادي لأنواع الحوادث غير المستهدفة.
تتشابه مبادئ الطريقة مع طرق بايز التجريبية.	تتأثر نتائج التصنيف بالمجموعات المرجعية؛ فقد يتم التأكيد بشكل مبالغ فيه على المواقع القريبة من حدود هذه المجموعات.

هـ-١-٦-١ احتياجات البيانات

الحوادث حسب الموقع
العديد من المجموعات المرجعية

هـ-١-٦-٢ الإجراءات

الخطوة ١ - تحديد المجموعات المرجعية تنظيم بيانات الحوادث التاريخية لفترة الدراسة بناءً على عوامل مثل نوع المرفق أو الموقع أو الخصائص المحددة الأخرى.

الخطوة ٢ – حساب متوسط تكرار الحوادث لكل مجموعة مرجعية: اجمع متوسط تكرار الحوادث السنوي المرصود لكل موقع في المجموعة المرجعية وقسِّمه على عدد المواقع.

المعادلة (هـ-٩)

$$N_{\text{observed } rp} = \frac{\sum_{i=1}^{n} N_{\text{observed},i}}{n_{\text{sites}}}$$

حيث إن:

$N_{NOTED\ RP}$ =متوسط تكرار الحوادث، لكل مجموعة مرجعية
$N_{observed,i}$ =تكرار الحوادث المرصود في الموقع (i)
n_{sites} =عدد المواقع لكل مجموعة مرجعية

الخطوة ٣ – حساب تباين تكرار الحوادث لكل مجموعة مرجعي: استخدم المعادلة (هـ-١٠) لحساب التباين. بدلاً من ذلك، يمكن حساب التباين بسهولة أكبر مع برامج جداول البيانات الشائعة.

المعادلة (هـ-١٠)

$$\mathbf{Var}(N) = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left(N_{\mathbf{observed},i} - N_{\mathbf{observed},rp}\right)^{(2)}}{n_{\mathbf{sites}} - 1}$$

حيث إن:

$Var(N)$	التباين
$N_{NOTED\ RP}$	=متوسط تكرار الحوادث، لكل مجموعة مرجعية
$N_{observed,i}$	=تكرار الحوادث لكل مجموعة مرجعية سنويًا في الموقع (i)
n_{sites}	=عدد المواقع لكل مجموعة مرجعية

الخطوة ٤ – حساب تكرار الحوادث المعدل المرصود لكل موقع: استخدام التباين ومتوسط تكرار الحوادث لأي مجموعة مرجعية، وتكرار الحوادث المعدل المرصود لكل موقع باستخدام المعادلة (هـ-١١).

المعادلة (هـ-١١)

$$\mathbf{N_{observed,i(adj)}} = \mathbf{N_{observed,i}} + \frac{\mathbf{N_{observed,rp}}}{\mathbf{Var}\ (N)} \times \left(\mathbf{N_{observed,rp}} - \mathbf{N_{observed,i}}\right)$$

حيث إن:

$N_{observed\ i(adj)}$	=عدد الحوادث المعدل المرصودة سنويًا، لكل موقع
$Var(N)$	=التباين (ما يكافئ مربع الانحراف المعياري، s^2)
$N_{observed,i}$	=متوسط تكرار الحوادث المرصود سنويًا في الموقع (i)
$N_{observed,rp}$	=متوسط تكرار الحوادث لكل مجموعة مرجعية

الخطوة ٥ – حساب إمكانات التحسين لكل موقع: اطرح متوسط تكرار الحوادث لكل مجتمع مرجعي من متوسط تكرار الحوادث المعدل المرصودة سنويًا لكل موقع.

المعادلة (هـ-١٢)

$$\boldsymbol{PI_i} = \mathbf{N_{observed,i(\ adj\ )}} - \mathbf{N_{observed,rp}}$$

حيث إن:

PI_i	=إمكانية التحسين لكل موقع
$N_{observed\ i(adj)}$	=متوسط تكرار الحوادث المرصودة المعدل سنويًا لكل موقع
$N_{observed,rp}$	=متوسط تكرار الحوادث لكل مجموعة مرجعية

الخطوة ٦ – تصنيف المواقع وفقًا لإمكانية التحسين "PI": صنِّفْ جميع مواقع إمكانية التحسين "PI" من أعلى قيمة إلى أدنى قيمة. قيمة إمكانية التحسين "PI" السالبة ليست ممكنة فقط، ولكنها تشير إلى احتمال منخفض لتقليل الحوادث (AASHTO, 2010).

هـ-١-٧ مستوى الخدمة للسلامة (LOSS)

يتم تصنيف المواقع وفقًا لتقييم نوعي حيث تتم مقارنة عدد الحوادث المرصودة بمتوسط تكرارها المتوقع للمجموعة المرجعية قيد المراجعة (Allery & Kononov, 2003; Kononov, 2002; Kononov & Allery, 2003). يُوضع كل موقع في واحد من أربعة تصنيفات لمستوى الخدمة للسلامة (LOSS)، اعتمادًا على درجة اختلاف متوسط تكرار الحوادث المرصودة عن متوسط تكرارها المتوقع. يتم التنبؤ بمتوسط تكرار الحوادث المتوقع للمواقع ذات الخصائص المماثلة من خلال دالة أداء السلامة (SPF) التي تمت معايرتها وفقًا للظروف المحلية. تُوضع علامة على المواقع ذات مستوى الخدمة للسلامة (LOSS) الضعيف لإجراء مزيد من الدراسة.

تشمل نقاط القوة والقيود الخاصة بقياس الأداء الخاص بمستوى الخدمة للسلامة (LOSS) ما يلي:

الجدول (هـ–٧) نقاط القوة والقيود الخاصة بقياس الأداء لمستوى الخدمة للسلامة (LOSS) (AASHTO, 2010)

نقاط القوة	القيود
يأخذ هذا في الاعتبار التباين في بيانات الحوادث. يُوضع الحجم المروري في الحسبان. يحدد هذا عتبة لقياس احتمالية تقليل تكرار الحوادث.	قد تبقى آثار تحيز الانحدار إلى المتوسط (RTM) موجودة في النتائج.

هـ-١-٧-١ احتياجات البيانات

بيانات الحوادث حسب الموقع (الفترة الموصى بها من ٣-٥ سنوات)
دالة أداء السلامة المُعايَرَة ومعلمة التشتت المفرط
حجم حركة المرور

هـ-١-٧-٢ الإجراءات

الخطوة ١ – تقدير متوسط تكرار الحوادث المتوقع باستخدام دالة أداء السلامة (SPF): استخدم الطريقة التنبؤية ودوال أداء السلامة (SPF) لتقدير متوسط تكرار الحوادث (انظر الباب ٥-: تحليل سلامة الطريق من المجلد الحالي لكود الطرق السعودي).

الخطوة ٢ – حساب الانحراف المعياري: احسب الانحراف المعياري للحوادث المتوقعة. تُستخدم المعادلة (هـ-١٣) لحساب الانحراف المعياري. يعتبر هذا التقدير للانحراف المعياري صالحًا؛ نظرًا لافتراض دالة أداء السلامة (SPF) توزيعًا ثنائي الحدود سلبيًا لعدد الحوادث.

المعادلة (هـ-١٣)

$$\sigma = \sqrt{kN_{predicted}^2}$$

حيث إن:

σ =الانحراف المعياري

k =معلمة التشتت المفرط الخاصة بدالة أداء السلامة (SPF)

$N_{predicted}$ =متوسط تكرار حوادث التصادم المتوقع من خلال دالة أداء السلامة (SPF)

الخطوة ٣ – حساب الحدود لفئات مستوى الخدمة للسلامة (LOSS): احسب حدود فئات مستوى الخدمة للسلامة (LOSS) الأربعة لكل موقع باستخدام المعادلات الموجزة في الجدول (هـ-٨).

الجدول (هـ–٨) فئات مستوى الخدمة للسلامة (LOSS) (AASHTO, 2010)

مستوى الخدمة للسلامة (LOSS)	الحالة	الوصف
١	$\sigma < N_{observed} < (N-1.5 \times (\sigma))$	يشير إلى انخفاض احتمالية انخفاض الحوادث
٢	$(N-1.5 \times (\sigma)) \leq N_{observed} < N$	يشير إلى احتمالية منخفضة إلى متوسطة لانخفاض الحوادث
٣	$N \leq N_{observed}\ (N+1.5 \times (\sigma))$	يشير إلى احتمالية متوسطة إلى عالية لانخفاض الحوادث
٤	$(N+1.5 \times (\sigma)) \leq N_{observed}$	يشير إلى احتمالية عالية لانخفاض الحوادث

الخطوة ٤ – مقارنة الحوادث المرصودة بحدود مستوى الخدمة للسلامة (LOSS): قارن إجمالي تكرار الحوادث المرصودة في كل موقع، N_O، بحدود فئات مستوى الخدمة للسلامة (LOSS) الأربع. قم بتعيين مستوى الخدمة للسلامة (LOSS) لكل موقع بناءً على الفئة التي يقع فيها إجمالي تكرار الحوادث المرصودة.

الخطوة ٥ - تصنيف المواقع: اذكر المواقع بناءً على مستوى الخدمة للسلامة (LOSS) الخاص بها فيما يتعلق بإجمالي الحوادث (AASHTO, 2010).

ه-١-٨ الزيادة المتوقعة لمتوسط تكرار الحوادث باستخدام دوال أداء السلامة (SPF)

تتم مقارنة متوسط تكرار الحوادث المرصودة في الموقع بمتوسط تكرار الحوادث المتوقع من خلال دوال أداء السلامة (SPF). يتمثل الفرق بين تكرارات الحوادث المرصودة والمتوقعة في تكرار الحوادث الزائد المتوقع باستخدام دوال أداء السلامة (SPF). عندما يكون متوسط تكرار الحوادث الزائد المتوقع أكبر من الصفر، يواجه الموقع حوادث أكثر مما كان متوقعًا. عندما يكون قيمة متوسط تكرار الحوادث الزائدة والمتوقعة أقل من الصفر، يتعرض الموقع لحوادث أقل من المتوقع. يتم ترتيب المواقع تنازليًا بناءً على تكرار الحوادث الزائد أو تكرار الحوادث الزائد المتوقع لنوع اصطدام معين أو لشدة حادث معينة

تشمل نقاط القوة والقيود الخاصة بالزيادة المتوقعة لمتوسط تكرار الحوادث باستخدام قياس أداء دوال أداء السلامة (SPFs) ما يلي:

الجدول (ه–٩) نقاط القوة والقيود الخاصة بالزيادة المتوقعة لمتوسط تكرار الحوادث باستخدام قياس أداء دوال أداء السلامة (SPFs) (AASHTO, 2010)

نقاط القوة	القيود
يضع هذا الحجم المروري في الحسبان. يقدر هذا عتبة للمقارنة.	قد تبقى آثار تحيز الانحدار إلى المتوسط (RTM) موجودة في النتائج.

ه-١-٨-١ احتياجات البيانات

بيانات الحوادث حسب الموقع

ه-١-٨-٢ الإجراءات

الخطوة ١ – تلخيص سجل الحوادث: جدول عدد الحوادث حسب النوع والشدة في كل موقع لكل مجموعة مرجعيى يُمسح.

الخطوة ٢ – حساب متوسط تكرار الحوادث المتوقع من خلال دالة أداء السلامة (SPF): استخدام الطريقة التنبؤية (انظر الباب الخامس: تحليل سلامة الطرق من المجلد الحالي لكود الطرق السعودي)، احسب متوسط تكرار الحوادث المتوقع، $N_{predicted,n}$، لكل سنة، n، حيث إن n=1, 2 ,..., Y.

الخطوة ٣ – حساب الزيادة المتوقعة لمتوسط تكرار الحوادث: بالنسبة لكل موقع، تعتمد الزيادة المتوقعة لمتوسط تكرار الحوادث على متوسط جميع سنوات البيانات. يتم حساب الزيادة في صورة الفرق في متوسط تكرار الحوادث المرصودة ومتوسط تكرار الحوادث المتوقع من خلال دالة أداء السلامة (SPF).

المعادلة (هـ-١٤)

$$Excess(N) = \overline{N_{observed,i}} - \overline{N_{predicted,i}}$$

حيث إن:

$\overline{N_{observed,i}}$ =متوسط تكرار الحوادث المرصودة للموقع (i)

$\overline{N_{predicted,i}}$ =متوسط تكرار الحوادث المتوقع في الموقع من خلال دالة أداء السلامة.

الخطوة ٤ - تصنيف المواقع: صنِّفْ جميع المواقع في كل مجموعة مرجعية وفقًا للزيادة المتوقعة لمتوسط تكرار الحوادث(AASHTO, 2010).

هـ-١-٩ احتمالية تجاوز أنواع معينة من الحوادث لنسبة الحد الفاصل

يتم تحديد أولويات المواقع بناءً على احتمال أن تكون النسبة الحقيقية، p_i، لنوع أو شدة حادث محدد (على سبيل المثال، النسبة المتوقعة على المدى الطويل) أكبر من نسبة العتبة، p^*_i (Midwest Research Institute, 2002). يتم اختيار نسبة حدية (p^*_i) لكل مجموعة، بشكل نمطي بناءً على نسبة نوع الحادث المستهدف أو شدته في المجموعة المرجعية. يمكن أيضًا تطبيق هذه الطريقة كأداة تشخيص لتحديد أنماط الحوادث عند التقاطع أو على قطاع الطريق (الجزء ٣-٤).

فيما يلي ملخص لنقاط القوة والقيود الخاصة بقياس أداء احتمالية تجاوز أنواع معينة من الحوادث لنسبة العتبة:

الجدول (هـ-١٠) نقاط القوة والقيود الخاصة بقياس أداء احتمالية تجاوز أنواع معينة من الحوادث لنسبة العتبة (AASHTO, 2010)

نقاط القوة	القيود
يمكن أيضًا استخدامه كأداة تشخيصية.	لا يأخذ حجم حركة المرور في الاعتبار.
يأخذ في الحسبان التباين في البيانات.	قد يتم تحديد بعض المواقع لإجراء مزيد من الدراسة عليها بسبب التكرار منخفض المستوى بشكل غير عادي لأنواع الحوادث غير المستهدفة.
لا يتأثر بتحيز الانحدار إلى المتوسط(RTM).	

هـ-١-٩-١ احتياجات البيانات

بيانات الحوادث حسب النوع والموقع

هـ-١-٩-٢ الإجراءات

نظِّمْ المواقع في مجموعات مرجعية وامسح لتحديد تلك المواقع التي بها نسبة عالية من نوع اصطدام محدد أو شدة حادث محددة.

الخطوة ١ – حساب النسب المرصودة: جدول عدد الحوادث حسب النوع والشدة في كل موقع لكل مجموعة مرجعية يُمسح.

- حدد نوع الاصطدام أو شدة الحادث لاستهداف وحساب النسبة المرصودة لنوع الحادث المستهدف أو شدة التصادم لكل موقع.
- حدد تكرار نوع الاصطدام أو شدة الحادث محل الاهتمام وإجمالي الحوادث المرصودة من جميع الأنواع والشدة خلال فترة الدراسة في كل موقع.
- احسب النسبة المرصودة لنوع الاصطدام أو شدة الحادث محل الاهتمام لكل موقع تعرض لحادثي أو أكثر من نوع الاصطدام المستهدف أو شدة الحوادث باستخدام المعادلة (هـ-١٥).

المعادلة (هـ-١٥)

$$p_i = \frac{N_{observed,i}}{N_{observed,i(total)}}$$

حيث إن:

p_i =نسبة مرصودة في الموقع (i)

$N_{observed,i}$ =عدد الحوادث المرصودة المستهدفة في الموقع (i)

$N_{observed,i(total)}$ =إجمالي عدد الحوادث للموقع (i)

الخطوة ٢ – تقدير نسبة الحد الفاصل: حدد الحد الأدنى لنسبة العتبة للحوادث، p^*_i، لنوع اصطدام معين. نقطة البداية الافتراضية المفيدة هي نسبة الحوادث المستهدفة في المجموعة المرجعية قيد النظر. على سبيل المثال، إذا نظرنا في حوادث التصادم من الخلف، فسيكون متوسط حوادث التصادم من الخلف المرصودة في جميع المواقع في المجموعة المرجعية مقسومًا على إجمالي متوسط الحوادث المرصودة في جميع المواقع في المجموعة المرجعية. يتم حساب نسبة نوع الحوادث المحددة في جميع المجموعة باستخدام المعادلة (هـ-١٦).

المعادلة (هـ-١٦)

$$p_i^* = \frac{\sum N_{observed,i}}{\sum N_{observed,i(total)}}$$

حيث إن:

p^*_i = نسبة الحد الفاصل

$\Sigma N_{observed\ i}$ =مجموع تكرار الحوادث المستهدفة المرصودة في المجموعة

$\Sigma N_{observed,i(total)}$ =مجموع تكرار الحوادث المرصودة في المجموعة

الخطوة ٣ – حساب عينة التباين: احسب عينة التباين (s^2) لكل فئة فرعية. تختلف عينة التباين عن تباين المجموعة. يشيع استخدام تباين المجموعة في الإحصائيات، وتستخدم العديد من أدوات البرامج وجداول البيانات صيغة تباين المجموعة كصيغة تباين افتراضية. بالنسبة لهذه الطريقة، تأكد من حساب عينة التباين باستخدام المعادلة (هـ-١٧):

$$Var(N) = \left(\frac{1}{n_{sites}-1}\right) \times \left[\begin{array}{l} \sum_{i=1}^{n}\left(\frac{N^2_{observed,i}-N_{observed,i}}{N^2_{observed,i(total)}-N_{observed,i(total)}}\right)- \\ -\left(\frac{1}{n_{sites}}\right)\times\left(\sum_{i=1}^{n}\frac{N_{observed,i}}{N_{observed,i(total)}}\right)^2 \end{array}\right]$$

المعادلة (هـ-١٧)

حيث إن:

n_{sites} =إجمالي عدد المواقع التي يتم تحليلها

$N_{observed\ i}$ = الحوادث المستهدفة المرصودة للموقع (i)

$N_{observed,i(total)}$ =إجمالي عدد الحوادث للموقع (i)

الخطوة ٤ – حساب معلمات ألفا وبيتا: احسب متوسط نسبة عينة الحوادث المستهدفة حسب النوع أو الشدة لجميع المواقع قيد النظر باستخدام المعادلة (هـ-١٨).

$$\overline{p_i^*} = \frac{\sum p_i}{n_{sites}}, N_{observed,i} \geq 2$$

المعادلة (هـ-١٨)

حيث إن:

n_{sites} =إجمالي عدد المواقع التي يتم تحليلها

$\overline{p_i^*}$ =متوسط النسبة لأنواع الحوادث المستهدفة

p_i = النسبة المرصودة

احسب ألفا (α) وبيتا (β) لكل فئة فرعية باستخدام المعادلة (هـ-١٩) والمعادلة (هـ-٢٠).

$$\alpha = \frac{\overline{p_i^*}^2 - \overline{p_i^*}^3 - s^2(\overline{p_i^*})}{Var(N)}$$

المعادلة (هـ-١٩)

$$\beta = \frac{\alpha}{p_i^*} - \alpha$$

المعادلة (هـ-٢٠)

حيث إن:

$Var(N)$ =التباين (ما يعادل مربع الانحراف المعياري، s^2)

$\overline{p_i^*}$ =متوسط النسبة لأنواع الحوادث المستهدفة

الخطوة ٥ – حساب الاحتمالية: باستخدام دالة جدول بيانات "" Betadist، احسب احتمالية كل تقاطع كما هو موضح في المعادلة (هـ-٢١).

$$p\left(\frac{p_i > p_i^*}{N_{observed,i}, N_{observed,i(total)}}\right) = 1 - betadist(p_i^*, \alpha + N_{observed,i}, \beta + N_{observed,i(total)} - N_{observed,i})$$

المعادلة (هـ-٢١)

حيث إن:

p^*_i = نسبة الحد الفاصل

p_i = النسبة المرصودة

$N_{observed\ i}$ = الحوادث المستهدفة المرصودة للموقع (i)

$N_{observed,i(total)}$ =إجمالي عدد الحوادث للموقع (i)

الخطوة ٦ - تصنيف المواقع: صنِّفْ المواقع بناءً على احتمال حدوث نوع الحادث المستهدف عند التقاطع/ القطاع (AASHTO, 2010).

هـ-١-١٠ زيادة نسبة أنواع معينة من الحوادث

يشبه قياس الأداء هذا إلى حد كبير احتمالية تجاوز أنواع معينة من الحوادث لنسبة العتبة باستثناء تحديد أولويات المواقع بناءً على النسبة الزائدة. النسبة الزائدة هي الفرق بين النسبة المرصودة لنوع أو شدة اصطدام محددة ونسبة العتبة من المجموعة المرجعية. يتم اختيار نسبة عتبة (p^*_i) لكل مجموعة، بشكل نمطي بناءً على نسبة نوع الحادث المستهدف أو شدته في المجموعة المرجعية. وتمثل أكبر قيمة زائدة أكبر إمكانية لخفض متوسط تكرار الحوادث. يمكن أيضًا تطبيق هذه الطريقة كأداة تشخيص لتحديد أنماط الحوادث عند التقاطع أو على قطاع الطريق (الجزء ٣-٤).

تشمل نقاط القوة والقيود الخاصة بقياس أداء النسب الزائدة لأنواع محددة من حوادث التصادم ما يلي:

الجدول (هـ–١١) نقاط القوة والقيود الخاصة بقياس أداء النسب الزائدة لأنواع محددة من الحوادث (AASHTO, 2010)

نقاط القوة	القيود
يمكن أيضًا استخدامه كأداة تشخيصية.	لا يأخذ حجم حركة المرور في الاعتبار.
يأخذ في الحسبان التباين في البيانات.	قد يتم تحديد بعض المواقع لإجراء مزيد من الدراسة عليها بسبب التكرار منخفض المستوى بشكل غير عادي لأنواع الحوادث غير المستهدفة.
لا يتأثر بتحيز الانحدار إلى المتوسط(RTM)	

هـ-١-١٠-١ احتياجات البيانات

بيانات الحوادث حسب النوع والموقع

هـ-١-١٠-٢ الإجراءات

يتبع حساب النسبة الزائدة نفس الإجراء الموضح في **الخطوات من ١** إلى **٥** من الجزء الفرعي هـ-١-٩.

الخطوة ٦ – حساب النسبة الزائدة: احسب الفرق بين النسبة المرصودة الحقيقية ونسبة الحج الفاصل لكل موقع باستخدام المعادلة (هـ-٢٢).

المعادلة (هـ-٢٢)

$$p_{diff} = p_i - p_i^*$$

حيث إن:

p^*_i = نسبة العتبة

p_i = النسبة المرصودة

الخطوة ٧ - تصنيف المواقع: صنِّفْ المواقع بالترتيب التنازلي حسب قيمة p_{diff}. وكلما زاد الفرق بين النسبة المرصودة والحد الفاصل، زاد احتمال استفادة الموقع من تدبير مضاد يستهدف نوع الاصطدام قيد النظر (AASHTO, 2010).

هـ-١-١١ متوسط تكرار الحوادث المتوقع مع تعديلات طرق بايز التجريبية

يتم ترجيح متوسط تكرار الحوادث المرصودة ومتوسط تكرار الحوادث المتوقع من خلال دالة أداء السلامة (SPF) معًا باستخدام نهج طريقة بايز التجريبية لحساب متوسط تكرار الحوادث المتوقع الذي يأخذ في الحسبان تحيز الانحدار إلى المتوسط (RTM) . يتم تصنيف المواقع من المرتفع إلى المنخفض بناءً على متوسط تكرار الحوادث المتوقع.

فيما يلي ملخص لنقاط القوة والقيود الخاصة بقياس أداء متوسط تكرار الحوادث المتوقع مع تعديلات طرق بايز التجريبية:

الجدول (ه–١٢) نقاط القوة والقيود الخاصة بقياس أداء متوسط تكرار حوادث التصادم المتوقع مع تعديلات طرق بايز التجريبية (AASHTO, 2010)

نقاط القوة	القيود
حساب تحيز الانحدار إلى المتوسط (RTM).	يتطلب معايرة دوال أداء السلامة (SPF) وفقًا للظروف المحلية.

ه-١-١١-١ احتياجات البيانات

بيانات الحوادث حسب الشدة والموقع
حجم حركة المرور
خصائص الموقع الأساسية (أي المقطع العرضي للطريق والتحكم في التقاطع وغير ذلك)
دوال أداء السلامة (SPF) المُعايَرَة ومعلمات التشتت المفرط

ه-١-١١-٢ الإجراءات

الخطوة ١ – حساب متوسط تكرار الحوادث المتوقع من خلال دالة أداء السلامة (SPF): استخدام الطريقة التنبؤية (انظر الباب ٥- : تحليل سلامة الطرق من المجلد الحالي لكود الطرق السعودي)، احسب متوسط تكرار الحوادث المتوقع، $N_{predicted,n}$، لكل سنة، n، حيث إن n=1, 2 ,..., Y. وفي الخطوات التالية سيتم ضبط هذا التنبؤ باستخدام عامل تصحيح سنوي ووزن تجريبي. وستأخذ هذه التعديلات في الاعتبار التقلبات السنوية في حدوث التصادم بسبب التقلبات في ظروف الطريق وعوامل أخرى مماثلة؛ كما ستشمل بيانات الحوادث التاريخية الخاصة بالموقع.

الخطوة ٢ – حساب عامل التصحيح السنوي: احسب عامل التصحيح السنوي (C_n) في كل موقع لكل سنة وكل شدة (أي المجموع والعامل " ."FIيتم التنبؤ بعامل التصحيح السنوي لمتوسط تكرار الحوادث من SPF للسنة n مقسومًا على متوسط تكرار الحوادث المتوقع من SPF للسنة الأولى. يهدف هذا العامل إلى تسجيل تأثير الاختلافات السنوية في حركة المرور والطقس ومزيج المركبات على الحوادث.

المعادلة (هـ–٢٣)

$$\boldsymbol{C_{n(total)} = \frac{N_{predicted,n(total)}}{N_{predicted,1(total)}} \ and \ C_{n(FI)} = \frac{N_{predicted,n(FI)}}{N_{predicted,1(FI)}}}$$

حيث إن:

$C_{n(total)}$ =معامل التصحيح السنوي لمجموع الحوادث
$C_{n(FI)}$ =عامل التصحيح السنوي لحوادث الوفيات أو الإصابات أو كليهما
$N_{predicted,\ n(total)}$ =العدد المتوقع لمجموع الحوادث للسنة n
$N_{predicted,\ 1(total)}$ =العدد المتوقع لمجموع الحوادث للسنة الأولى
$N_{predicted,\ n(FI)}$ =العدد المتوقع لحوادث الوفيات أو الإصابات، أو كليهما، للسنة n
$N_{predicted,\ 1(FI)}$ =العدد المتوقع لحوادث الوفيات أو الإصابات، أو كليهما، للسنة الأولى

الخطوة ٣ – حساب التعديل المرجح: احسب التعديل المرجح، w، لكل موقع وكل شدة (أي الإجمالي و"FI"). ويراعي التعديل المرجح موثوقية وظيفة أداء السلامة المطبقة. تشمل تقديرات الحوادث التي يتم إنتاجها باستخدام دوال أداء السلامة مع معلمات التشتت المفرط المنخفضة (والتي تشير إلى موثوقية أعلى) على تعديل مرجح أكبر. تضع عوامل الترجيح الأكبر اعتمادًا أكبر على تقدير إطار الشراكة الاستراتيجية.

المعادلة (هـ–٢٤)

$$\boldsymbol{w_{total} = \frac{1}{1+k_{total}\times\sum_{n=1}^{N} N_{predicted,n(total)}} \ and \ w_{FI} = \frac{1}{1+k_{FI}\times\sum_{n=1}^{N} N_{predicted,n(FI)}}}$$

حيث إن:

w =العامل الترجيحي التجريبي للبايز التجريبية

k =معلمة التشتت المفرط الخاصة بدالة أداء السلامة (SPF)

$N_{predicted,\ n(total)}$ =متوسط إجمالي تكرار الحوادث المتوقع من دالة أداء السلامة (SPF) في السنة n

$N_{متنبأ\ به،\ n(FI)}$ = المتوسط المتوقع لتكرار حوادث الوفيات والإصابات من دالة أداء السلامة (SPF) في السنة n

الخطوة ٤ – احسب متوسط تكرار الحوادث المتوقع مع تعديلات طرق بايز التجريبية في السنة الأولى: احسب متوسط تكرار الحوادث المتوقع مع تعديلات طرق بايز التجريبية للسنة الأولى، $N_{expected,1}$ باستخدام المعادلة (هـ-٢٥) والمعادلة (هـ-٢٦) تدمج هذه الخطوة من الطريقة تكرار الحوادث المرصودة مع متوسط تكرار الحوادث المتوقع من دالة أداء السلامة. كلما زاد عامل الترجيح، زاد الاعتماد على دالة أداء السلامة لتقدير متوسط تكرار الحوادث المتوقع على المدى الطويل سنويًا في الموقع.

$$N_{expected,1(total)} = w_{total} \times N_{predicted,1(total)} + (1 - w_{total}) \times \left(\frac{\sum_{n=1}^{N} N_{observed,y(total)}}{\sum_{n=1}^{N} C_{n(total)}}\right)$$

المعادلة (هـ-٢٥)

و

$$N_{expected,1(FI)} = w_{FI} \times N_{predicted,1(FI)} + (1 - w_{FI}) \times \left(\frac{\sum_{n=1}^{N} N_{observed,y(FI)}}{\sum_{n=1}^{N} C_{n(FI)}}\right)$$

المعادلة (هـ-٢٦)

حيث إن:

$N_{expected,1}$ =متوسط تكرار الحوادث المقدر مع تعديلات طرق بايز التجريبية للسنة الأولى

w =الوزن

$N_{predicted,i(total)}$ =متوسط تكرار الحوادث المقدر للسنة الأولى للموقع

$N_{observed,n}$ =تكرار الحوادث المتوقع في الموقع

C_n =عامل التصحيح السنوي للموقع

n =السنة

الخطوة ٥ – احسب متوسط تكرار الحوادث المتوقع مع تعديلات طرق بايز التجريبية في السنة النهائية: احسب العدد المتوقع مع تعديلات طرق بايز التجريبية من حوادث الوفيات والإصابات ومجموع الحوادث للسنة الأخيرة.

$$N_{expected,n(total)} = N_{expected,1(total)} \times C_{n(total)}$$

المعادلة (هـ-٢٧)

$$N_{expected,n(FI)} = N_{expected,1(FI)} \times C_{n(FI)}$$

المعادلة (هـ-٢٨)

حيث إن:

$N_{expected,n}$ =متوسط تكرار الحوادث المتوقع مع تعديلات طرق بايز التجريبية للسنة النهائية

$N_{expected,1}$ =متوسط تكرار الحوادث مع تعديلات طرق بايز التجريبية للسنة الأولى

C_n =معامل التصحيح السنوي للسنة n

الخطوة ٦ – احسب تباين متوسط تكرار الحوادث مع تعديلات طرق بايز التجريبية (اختياري): عند استخدام طريقة ذروة البحث (أو طريقة مكافئة للتقاطعات)، يتم حساب تباين العدد المتوقع المعدل لطريقة بايز التجريبية من الحوادث للسنة n. يمكن تطبيق المعادلة (هـ-٢٩) على قطاعات الطرق والمنحدرات، ويمكن تطبيق المعادلة (هـ-٣٠) على التقاطعات.

$$Var(N_{expected,n})_{roadways} = N_{expected,n} \times \left(\frac{(1-w)}{L}\right) \times \frac{C_n}{\sum_{n=1}^{N} C_n}$$

المعادلة (هـ-٢٩)

$$Var(N_{expected,n})_{intersections} = N_{expected,n} \times (1 - w) \times \frac{C_n}{\sum_{n=1}^{N} C_n}$$

المعادلة (هـ-٣٠)

الخطوة ٧ - تصنيف المواقع: صنِّفْ المواقع بناءً على متوسط تكرار الحوادث المتوقع مع تعديلات طرق بايز التجريبية للسنة النهائية في التحليل، على النحو المحسوب في الخطوة ٥ (AASHTO, 2010).

هـ-١-١٢ الأضرار المعادلة للممتلكات فقط وفقًا لمتوسط تكرار الحوادث مع تعديلات طرق بايز التجريبية

تخصص طريقة الأضرار المعادلة للممتلكات فقط (EPDO) عوامل الترجيح للحوادث حسب الشدة لتطوير درجة واحدة للتكرار والشدة المجمعة لكل موقع. يتم حساب عوامل الترجيح بالنسبة إلى حوادث الأضرار بالممتلكات فقط (PDO). يتم تصنيف قيم الأضرار

المعادلة للممتلكات فقط (EPDO) الناتجة من أعلى درجة إلى أدنى درجة. يتم تقييم المواقع ذات الدرجات الأعلى بمزيد من التفصيل لتحديد المشكلات والتدابير المضادة المحتملة. يعتمد تكرار حوادث الأضرار بالممتلكات فقط (PDO) والإصابات وحوادث الوفيات على عدد الحوادث ، وليس على عدد الإصابات لكل حادث.

يقيس متوسط تكرار الحوادث ذات الصلة بالأضرار المعادلة للممتلكات فقط (EPDO) مع تعديلات طريقة بايز التجريبية حسابات تحيز الانحدار إلى المتوسط وحجم حركة المرور. فيما يلي ملخص لنقاط القوة والقيود الخاصة بمتوسط تكرار الحوادث للأضرار بالممتلكات فقط (PDO) مع تعديلات طرق بايز التجريبية:

الجدول (هـ–١٣) نقاط القوة والقيود الخاصة بقياس الأداء لمتوسط تكرار الحوادث للأضرار بالممتلكات فقط (PDO) مع تعديلات طرق بايز التجريبية (AASHTO, 2010)

نقاط القوة	القيود
حساب تحيز الانحدار إلى المتوسط (RTM). يأخذ شدة الحادث في الاعتبار.	قد تتم المبالغة في التأكيد على المواقع التي تحوي عددًا من الحوادث الشديدة اعتمادًا على عوامل الترجيح المستخدمة.

هـ-١-١٢-١ احتياجات البيانات

الحوادث حسب الشدة والموقع
عوامل ترجيح الشدة
حجم حركة المرور على الطرق الرئيسة والفرعية في الشوارع
خصائص الموقع الأساسية (أي المقطع العرضي للطريق والتحكم في التقاطع وغير ذلك)
دوال أداء السلامة المُعايَرَة ومعلمات التشتت المفرط

هـ-١-١٢-٢ الافتراضات

يتم استخدام تكاليف الحوادث المجتمعية لحساب العوامل الترجيحية لحوادث الأضرار المعادلة للممتلكات فقط (EPDO).

هـ-١-١٢-٣ الإجراءات

الخطوة ١ – حساب العوامل الترجيحية لشدة الحوادث: احسب العوامل الترجيحية لحوادث الأضرار المعادلة للممتلكات فقط (EPDO) فيما يتعلق بحوادث الوفيات والإصابات والأضرار بالممتلكات فقط (PDO). يتم حساب العوامل الترجيحية لحوادث الوفيات والإصابات باستخدام المعادلة (هـ-٣). يتم تقسيم تكلفة حادث الوفاة أو الإصابة على تكلفة حادث الأضرار بالممتلكات فقط، على التوالي. عادةً ما تؤدي عوامل الترجيح التي تم تطويرها من بيانات لتكلفة الحوادث محلية إلى نتائج أكثر دقة. وإذا لم تكن المعلومات المحلية متاحة، فيجب استخدام بيانات تكلفة الحادث على مستوى الدولة.

الخطوة ٢ – حساب متوسط تكرار الحوادث المتوقع من خلال دالة أداء السلامة (SPF): استخدام الطريقة التنبؤية (انظر الباب الخامس: تحليل سلامة الطرق من المجلد الحالي لكود الطرق السعودي)، احسب متوسط تكرار الحوادث المتوقع، $n,N_{predicted,n}$، لكل سنة، n، حيث إن n=1, 2 ,..., Y.. يجب إجراء الحسابات لكل من الحوادث الإجمالية وحوادث الوفيات/ الإصابات، أو لحوادث الوفيات/ الإصابات والأضرار بالممتلكات فقط.

الخطوة ٣ – حساب عامل التصحيح السنوي: احسب عوامل التصحيح السنوية (ج) في كل موقع لكل سنة وكل شدة باستخدام المعادلة (هـ-٢٣). يتم التنبؤ بعامل التصحيح السنوي لمتوسط تكرار الحوادث من خلال دالة أداء السلامة للسنة "y" مقسومًا على متوسط تكرار الحوادث المتوقع من خلال نفس الدالة للسنة الأولى. يهدف هذا العامل إلى تسجيل تأثير الاختلافات السنوية في حركة المرور والطقس ومزيج المركبات على الحوادث (Hauer, 1997).

الخطوة ٤ – حساب التعديل المرجح: احسب التعديل المرجح، "W"، لكل موقع وكل شدة. ويراعي التعديل المرجح موثوقية وظيفة أداء السلامة المطبقة. تشمل تقديرات الحوادث التي يتم إنتاجها باستخدام دوال أداء السلامة مع معلمات التشتت المفرط المنخفضة (والتي تشير إلى موثوقية أعلى) على تعديل مرجح أكبر. تضع عوامل الترجيح الأكبر اعتمادًا أكبر على دالة أداء السلامة للتنبؤ بمتوسط تكرار الحوادث المتوقع على المدى الطويل سنويًا في أي موقع. يتم حساب التعديلات المرجحة باستخدام **المعادلة).**

الخطوة ٥ – احسب متوسط تكرار الحوادث المتوقع مع تعديلات طرق بايز التجريبية في السنة الأولى: احسب متوسط تكرار الحوادث المتوقع مع تعديلات طرق بايز التجريبية للسنة الأولى، $N_{expected,1}$ باستخدام المعادلة (هـ-٢٥) و المعادلة (هـ-٢٦). تدمج هذه المرحلة من الطريقة تكرار الحوادث المرصودة مع متوسط تكرار الحوادث المتوقع من دالة أداء السلامة. كلما زاد عامل الترجيح، زاد الاعتماد على دالة أداء السلامة لتقدير متوسط تكرار الحوادث المتوقع على المدى الطويل سنويًا في الموقع

الخطوة ٦ – احسب متوسط تكرار الحوادث المتوقع مع تعديلات طرق بايز التجريبية في السنة النهائية: احسب العدد المتوقع مع تعديلات طرق بايز التجريبية من حوادث الوفيات والإصابات ومجموع الحوادث للسنة الأخيرة. يتم احتساب إجمالي معدل تكرار الحوادث المتوقع المعدل وحوادث الوفيات والإصابات مع تعديلات طرق بايز التجريبية للسنة النهائية باستخدام المعادلة (هـ-٢٧) والمعادلة (هـ-٢٨)، على التوالي

الخطوة ٧ – احسب نسبة حوادث الوفيات والإصابات: تستخدم المعادلة (هـ-٣١) والمعادلة (هـ-٣٢) لتحديد نسبة حوادث الوفيات فيما يتعلق بجميع الحوادث التي لا تتعلق بـ PDO في المجموعة المرجعية والحوادث المتعلقة بالإصابات فيما يتعلق بجميع الحوادث التي لا تتعلق بـ PDO في المجموعة المرجعية.

المعادلة (هـ-٣١)

$$P_F = \frac{\sum N_{observed,(F)}}{\sum N_{observed,i(FI)}}$$

المعادلة (هـ-٣٢)

$$P_I = \frac{\sum N_{observed,(I)}}{\sum N_{observed,i(FI)}}$$

حيث إن:

$N_{observed\ F}$ =عدد حوادث الوفيات المرصودة من المجموعة المرجعية

$N_{observed,(I)}$ =عدد حوادث الإصابات المرصودة من المجموعة المرجعية

$N_{observed,(FI)}$ =عدد حوادث الوفيات والإصابات المرصودة من المجموعة المرجعية

P_F =نسبة عدد حوادث الوفيات المرصودة من حوادث FI من المجموعة المرجعية

P_I =نسبة عدد حوادث الإصابات المرصودة الناتجة عن حوادث FI من المجموعة المرجعية

الخطوة ٨ – احسب العامل الترجيحي لحوادث الوفيات والإصابات: بالمقارنة مع حوادث PDO، يتم حساب العامل الترجيحي النسبي للضرر المعادل للممتلكات فقط الناتج عن حوادث الوفيات والإصابات باستخدام المعادلة (هـ-٣٣)).

المعادلة (هـ-٣٣)

$$w_{EPDO,FI} = P_F \times f_{K(weight)} + P_I \times f_{inj(weight)}$$

حيث إن:

$f_{جرح(وزن)}$ =عامل ترجيحي لإصابات الضرر المعادل للممتلكات فقط

$f_{K(الوزن)}$ =عامل ترجيحي لحوادث الوفيات للضرر المعادل للممتلكات فقط

P_F =نسبة عدد حوادث الوفيات المرصودة من حوادث تصادم FI من المجموعة المرجعية

P_I =نسبة عدد حوادث الإصابات المرصودة الناتجة عن حوادث FI من المجموعة المرجعية

الخطوة ٩ – احسب متوسط تكرار الحوادث المتوقعة للضرر المعادل للممتلكات فقط للسنة الأخيرة: يجب استخدام المعادلة (هـ-٣٤) لحساب متوسط تكرار الحوادث المتوقعة للضرر المعادل للممتلكات فقط للسنة الأخيرة التي توجد فيها بيانات للموقع.

المعادلة (هـ-٣٤)

$$N_{expected\ (EPDO)} = N_{expected,n(PDO)} + w_{EPDO,FI} \times N_{expected,n(FI)}$$

الخطوة ١٠ – تصنيف المواقع حسب درجة الضرر المعادل للممتلكات فقط مع تعديلات طرق بايز التجريبية: ترتيب قاعدة البيانات من الأعلى إلى الأدنى حسب درجة الضرر المعادل للممتلكات فقط مع تعديلات طرق بايز التجريبية. تمثل أعلى درجة للضرر المعادل للممتلكات فقط أكبر فرصة لتقليل عدد الحوادث (AASHTO, 2010).

هـ-١-١٣ زيادة متوسط تكرار الحوادث المتوقع مع تعديلات طرق بايز التجريبية

يتم ترجيح متوسط تكرار الحوادث المرصودة وتكرار الحوادث المتوقع من خلال دالة أداة السلامة معًا باستخدام طريقة تعديلات طرق بايز التجريبية لحساب متوسط تكرار الحوادث المتوقع. تتم مقارنة متوسط تكرار الحوادث المتوقع الناتج بمتوسط تكرار الحوادث

المتوقع من دالة أداة السلامة. الفرق بين متوسط تكرار الحوادث مع تعديلات طرق بايز التجريبية ومتوسط تكرار الحوادث المتوقع من خلال دالة أداة السلامة هو متوسط تكرار الحوادث الزائد المتوقع.

عندما تكون قيمة تكرار الحوادث الزائد المتوقع أكبر من الصفر، يتعرض الموقع لحوادث أكثر من المتوقع. عندما تكون قيمة تكرار الحوادث الزائد المتوقع أقل من الصفر، يتعرض الموقع لحوادث أقل من المتوقع.

فيما يلي ملخص لنقاط القوة والقيود الخاصة بقياس أداء متوسط زيادة تكرار الحوادث المتوقعة مع تعديلات طرق بايز التجريبية:

الجدول (هـ–١٤) نقاط القوة والقيود الخاصة بقياس أداء متوسط زيادة تكرار الحوادث المتوقعة مع تعديلات طرق بايز التجريبية (AASHTO, 2010)

نقاط القوة	القيود
حساب تحيز الانحدار إلى المتوسط (RTM). يضع عتبة للإشارة إلى المواقع التي تعاني من حوادث أكثر من المتوقع مقارنةً بالمواقع ذات الصفات المماثلة.	يتطلب معايرة دوال أداء السلامة (SPF) وفقًا للظروف المحلية.

هـ-١-١٣-١ احتياجات البيانات

بيانات الحوادث حسب الشدة والموقع
حجم حركة المرور
خصائص الموقع الأساسية (أي المقطع العرضي للطريق والتحكم في التقاطع وغير ذلك)
دوال أداء السلامة المُعايَرَة ومعلمات التشتت المفرط

هـ-١-١٣-٢ الإجراءات

يتبع حساب مقياس الأداء هذا **الخطوات من ١** إلى **٥** الموضحة لقياس أداء متوسط تكرار الحوادث المتوقع مع تعديلات طرق بايز التجريبية (الجزء الفرعي هـ-١-١١).

الخطوة ٦ – احسب متوسط زيادة تكرار الحوادث المتوقعة: يكون الفرق بين التقديرات المتوقعة والتقديرات مع تعديلات طرق بايز التجريبية لكل تقاطع هو الزائد المحسوب بواسطة المعادلة (هـ-٣٥).

$$Excess_y = \left(N_{expected,n(PDO)} - N_{predicted,n(PDO)}\right) + \left(N_{expected,n(FI)} - N_{predicted,n(FI)}\right)$$

المعادلة (هـ-٣٥)

حيث إن:

$Excess_y$ =الزيادة المتوقعة في الحوادث للسنة، n

$N_{expected,n}$ =متوسط تكرار الحوادث المتوقع مع تعديلات طرق بايز التجريبية للسنة، n

$N_{predicted,n}$ =متوسط تكرار الحوادث المتوقع من خلال دالة أداة السلامة للسنة، n

الخطوة ٧ – حساب الزيادة الترجيحية في الشدة (اختياري): احسب قيمة الحادث الزائدة الترجيحية مع تعديلات طرق بايز التجريبية بالقيم النقدية (بالريال السعودي).

$$Excess_{(SW)} = \left(N_{expected,n(PDO)} - N_{predicted,n(PDO)}\right) \times CC_{(PDO)} + \left(N_{expected,n(FI)} - N_{predicted,n(FI)}\right) \times CC_{(FI)}$$

المعادلة (هـ-٣٦)

حيث إن:

$Excess_{(SW)}$ =قيمة الحوادث الزائدة المتوقعة مرجحة الشدة مع تعديلات طرق بايز التجريبية

$CC_{(y)}$ = تكلفة الحادث ذات الصلة بشدة الحادث

الخطوة ٨ - تصنيف المواقع: صنِّفْ التقاطعات بناءً على أي من الحوادث الزائدة المتوقعة مع تعديلات طرق بايز التجريبية المحسوبة في الخطوة ٦ أو بناءً على الحوادث الزائدة المرجحة للشدة مع تعديلات طرق بايز التجريبية المحسوبة في الخطوة ٧ (AASHTO, 2010).

هـ-٢ طرق المسح

هـ-٢-١ طرق مسح القطاعات

يتطلب مسح قطاعات الطرق والمنحدرات تحديد الموقع داخل قطاع الطريق أو المنحدر الذي من المرجح أن يستفيد من الإجراءات المضادة التي تهدف إلى تقليل تكرار الحوادث أو شدتها. يتم استخدام الموقع (أي، المقطع الفرعي) داخل القطاع الذي يوضح أكبر إمكانية للتحسين لتحديد تكرار الحوادث الحرج للقطاع بأكمله ثم اختيار القطاعات التي تحتاج لمزيد من التحقيق. إن فهم أي جزء من قطاع الطريق يتحكم في تكرار الحوادث الحرجة بالقطاع سيجعل من الأسهل والأكثر كفاءة تحديد التدابير المضادة الفعالة. يمكن استخدام طرق النافذة المنزلقة وذروة البحث لتحديد الموقع داخل القطاع الذي من المحتمل أن يستفيد من تطبيق إجراء مضاد. يمكن أيضًا تطبيق طريقة التصنيف البسيطة على القطاعات، ولكن على النقيض من طرق النافذة المنزلقة وذروة البحث، يتم حساب تدابير الأداء لكامل القطاع بطول (عادةً ما يكون ١٦٠ متر) (AASHTO, 2010).

هـ-٢-١-١ طريقة النافذة المنزلقة

في طريقة النافذة المنزلقة، يتم تحريك نافذة بطول محدد بشكل تصوري على طول قطاع الطريق من البداية إلى النهاية بحجم يزيد بشكل محدد. يتم تطبيق تدبير الأداء المختار لمسح القطاع على كل موضع للنافذة، ويتم تسجيل نتائج التحليل لكل نافذة. تتعلق نافذة بقطاع معين إذا كان جزء منها على الأقل يقع ضمن حدود القطاع. من جميع النوافذ التي تتعلق بقطاع معين، يتم تحديد النافذة التي تظهر أكبر إمكانية لتقليل تكرار الحوادث خارج القطاع بأكمله وتستخدم لتمثيل إمكانية تقليل تكرار الحوادث للقطاع بأكمله. بعد تصنيف جميع القطاعات وفقًا لأعلى قيمة قطاع فرعي ذي صلة، تتم دراسة تلك القطاعات ذات الإمكانية الأكبر لتقليل تكرار الحوادث أو شدتها بالتفصيل لتحديد التدابير المضادة المحتملة.

ستربط النوافذ قطاعين متجاورين أو أكثر من الطريق في طريقة النافذة المنزلقة. تتحرك كل نافذة إلى الأمام تدريجيًا حتى تصل إلى نهاية مجموعة متجاورة من قطاعات الطريق. قد تحدث حالات انفصال في قطاعات الطرق المتجاورة نتيجة لحالات الانفصال في نوع المسار وأعمدة الكيلومترات أو المسارات وخصائص الموقع، وما إلى ذلك. وعندما تقترب النافذة من نهاية مجموعة متجاورة من قطاعات الطريق، يظل طول النافذة كما هو، بينما يُضبط الطول الزائد بحيث يتم وضع النافذة الأخيرة عند نهاية قطاع الطريق.

في بعض الحالات، يمكن أن تكون أطوال قطاعات الطريق أقل من طول النافذة النمطي، ويمكن ألا تكون قطاعات الطريق جزءًا من مجموعة متجاورة من قطاعات الطريق. في هذه الحالات، يساوي طول النافذة (عادةً ١٦٠ مترًا من النوافذ) طول قطاع الطريق (AASHTO, 2010).

هـ-٢-١-٢ طريقة ذروة البحث

في طريقة ذروة البحث، يتم تقسيم كل مقطع طريق فرعي إلى نوافذ ذات طول مماثل، والتي من المحتمل أن يزيد طولها تدريجيًا حتى يساوي طول النافذة طول مقطع الطريق بأكمله. النوافذ لا تمتد عبر عدة قطاعات من الطريق. بالنسبة لكل نافذة، يتم حساب مقياس الأداء المختار. بناءً على الدقة الإحصائية لمقياس الأداء، يتم استخدام النافذة التي لها أقصى قيمة لمقياس الأداء داخل مقطع طريق لتصنيف إمكانية الانخفاض في الحوادث الخاصة بذلك الموقع (أي، مقطع طريق كامل) بالنسبة للمواقع الأخرى التي يتم مسحها.

تتمثل الخطوة الأولى في طريقة ذروة البحث في تقسيم مقطع طريق معين (أو منحدر) إلى نوافذ بطول ١٦٠ مترًا. لا تتداخل النوافذ، باستثناء احتمال تداخل النافذة الأخيرة مع النافذة السابقة. إذا كان طول المقطع أقل من ١٦٠ م، فإن طول المقطع يساوي طول النافذة. يتم بعد ذلك حساب مقياس الأداء لكل نافذة، وتخضع النتائج لاختبار دقيق. إذا كان حساب قياس الأداء لقطاع فرعي واحد على الأقل يفي بمستوى الدقة المطلوب، يتم تصنيف المقطع بناءً على قياس الأداء الأقصى من جميع النوافذ التي تفي بمستوى الدقة المطلوب. إذا لم يتم العثور على أي من مقاييس الأداء للنوافذ الأولية البالغ طولها ١٦٠ مترًا بالدقة المطلوبة، يتم تحريك طول كل نافذة تدريجيًا إلى الأمام ؛ زيادة النوافذ إلى طول ٣٢٠ مترًا. وتجرى الحسابات مرة أخرى لتقييم دقة مقاييس الأداء. تستمر المنهجية بهذه الطريقة حتى يتم العثور على أقصى قياس للأداء بالدقة المطلوبة أو يساوي طول النافذة طول الموقع.

يتم تقييم دقة مقياس الأداء عن طريق حساب معامل التباين (CV) لمقياس الأداء المعادلة (هـ-٣٧).

$$Coefficient\ of\ Variation\ (CV) = \frac{\sqrt{Var(Performance\ Measure)}}{(Performance\ Measure)}$$ **المعادلة (هـ-٣٧)**

تشير قيمة معامل التباين الكبيرة إلى مستوى منخفض من الدقة في التقدير، ويشير معامل التباين الصغيرة إلى مستوى عالٍ من الدقة في التقدير. تتم مقارنة معامل التباين المحسوب بمعامل تباين مقيد محدد. إذا كان معامل التباين المحسوب أقل من أو تساوي القيمة المحددة لمعامل التباين، فإن مقياس الأداء يلبي مستوى الدقة المطلوب، ويمكن النظر في استخدام مقياس الأداء لنافذة معينة في ترتيب المقطع. إذا كان معامل التباين المحسوب أكبر من القيمة المحددة لمعامل التباين، تتم إزالة النافذة تلقائيًا من الاعتبار في الترتيب المحتمل للقطاع بناءً على قيمة مقياس الأداء.

لا توجد قيمة معامل تباين محددة مناسبة لجميع تطبيقات مسح الشبكة. ومع ذلك، من خلال ضبط قيمة معامل التباين، يمكن أن يقوم المستخدم بتغيير عدد المواقع التي تم تثبيتها بواسطة مسح الشبكة كمرشحات لمزيد من التحقيق. القيمة الأولية أو الافتراضية المناسبة لمعامل التباين هي ٠٫٥ (AASHTO, 2010).

هـ-٢-١-٣ أسلوب التصنيف البسيط

يمكن تطبيق اسلوب التصنيف البسيط على العُقَد والقطاعات. في هذا الأسلوب، تُحسب مقاييس الأداء لجميع المواقع التي تخضع للمراجعة، ويتم ترتيب النتائج من الأعلى إلى الأدنى. وتكمن أكبر نقاط قوة هذا الأسلوب في بساطته. إلا أن النتائج قد لا تكون موثوقة فيما يتعلق بالقطاعات، كما هو الحال مع أساليب مسح القطاعات الأخرى (AASHTO, 2010).

هـ-٢-٢ المسح على أساس العُقد

يركز المسح على أساس العُقد على التقاطعات والتقاطعات الطرفية المنحدرة ومعابر السكك الحديدية على نفس المستوى. يمكن تطبيق أسلوب التصنيف البسيط، حيث يتم من خلالها حساب مقاييس الأداء لكل موقع، ويتم ترتيب النتائج من الأعلى للأدنى. وتتمثل النتيجة في قائمةٍ توضح كل موقع وقيمة مقياس الأداء المحدد. يمكن استخدام جميع مقاييس الأداء في أسلوب التصنيف البسيط للمسح على أساس العقد.

كما يمكن تطبيق صورة مختلفة لأسلوب ذروة البحث على التقاطعات. في تلك الصورة المختلفة، يُطبق اختبار الدقة لتحديد مقياس الأداء المقرر إجراء التصنيف على أساسه. وتندرج الحوادث المتعلقة بالتقاطع فقط في تحليلات المسح على أساس العُقد (AASHTO, 2010).

هـ-٢-٣ مسح المرافق

تعتبر المرافق هي طول الطريق التي تتكون من قطاعات وتقاطعات متصلة من الطريق. عند مسح المرافق، يوصى بأن يكون طول قطاعات الطرق المتصلة فيما بين ٨-١٦ كم، حيث يوفر هذا الطول نتائج أكثر استقرارًا.

هـ-٣ إجراء تشخيص سلامة الطرق

هـ-٣-١ الخطوة ١ - مراجعة بيانات الحوادث

يبدأ تشخيص الموقع بمراجعة بيانات الحوادث التي قد تحدد الأنماط في نوع الحادث أو شدته أو الظروف البيئية للطرق (مثل الرصف أو الطقس أو ظروف الإضاءة أو جميعهم). قد تحدد المراجعة الأنماط المتعلقة بوقت وقوع الحادث من اليوم أو اتجاه التنقل قبل وقوع الحوادث أو حالة الطقس أو سلوك السائق. ويهدف جمع بيانات الحوادث التي تتراوح مدتها بين ثلاث وخمس سنوات ومراجعتها لتحسين موثوقية التشخيص. ويُراعى في مراجعة بيانات الحوادث ما يلي:

- الإحصائيات الوصفية لظروف الحادث (مثل عدد الحوادث حسب النوع أو الشدة أو الطريق أو الظروف البيئية)،
- ومواقع الحوادث (أي مخططات الحوادث ومخططات الحالة ورسم خرائط الحوادث باستخدام أدوات نظم المعلومات الجغرافية (AASHTO, 2010).

ينبغي دمج الإحصائيات الوصفية الخاصة بظروف ومواقع الحوادث لتحديد العوامل المساهمة المشتركة. من الطبيعي أن تتحد عدة عوامل لتؤدي لوقوع الحوادث، فينبغي إدراج العوامل المشتركة لوقوع الحوادث في قائمة. قد توفر تلك العوامل أساسًا للعوامل التي يجب مراعاتها خلال إجراء التحقيقات في الموقع. ومع ذلك، إذا لم يتوافر نوع مشترك من الحوادث، قد يكون من الصعب وضع خطة علاجية.

وفي الكثير من الحالات، سيتوافر عدد قليل نسبيًا من أنواع الحوادث في أي موقع معين. وفي تلك الحالات، قد تعطينا نصوص التي تصف الحوادث بنماذج تقارير تلك الحوادث نظرة أشمل. كما يمكن جمع معلوماتٍ هامة لدى الاطلاع على تعليقات مستخدمي الطرق المتورطين في الحادث الواردة في هذه النماذج.

وقد لا يكون موقع الحادث واضحًا، أو قد يتعارض مع معلومات أخرى، فمن المحتمل أن يساعد معاينة نموذج تقرير الحوادث في توضيح ذلك. غالبًا ما يتعذر إنشاء مخطط حادث كامل دون الرجوع إلى نماذج تقرير الحادث الأصلية لبعض الحوادث على الأقل.

في حال عدم توافر نمط واضح للحوادث في موقع ما، قد يوفر نموذج تقرير الحادث أدلة حول المشكلة الأساسية المسببة للحادث. قبل تسليم الموقع للصيانة، يمكن الاطلاع على المعلومات الواردة في نماذج تقرير الحادث (AUSTROADS, 2021).

هـ-٣-١-١ الإحصائيات الوصفية للحوادث

تصنف قواعد بيانات الحوادث بشكل عام بيانات الحوادث إلى ثلاث فئات، وهي: معلومات حول الحوادث، والسيارات المتورطة في الحوادث والأشخاص المتورطين في الحوادث (انظر أيضًا الملحق ب - عناصر قاعدة بيانات الحوادث). في هذه الخطوة، تتم مراجعة بيانات الحوادث وتلخيصها لتحديد الأنماط المحتملة. وبمجرد اختيار قاعدة بيانات، ينبغي أن يحدد محلل سلامة الطرق البيانات اللازمة للدراسة ويفصلها عن باقي الملف. ويعتمد تحديد بيانات الحوادث على أكثر المعلمات شيوعًا لهذا الغرض وهي الإطار الزمني وموقع الحادث (مثل التقاطع)، على النحو المذكور لاحقًا.

هـ-٣-١-١-١ اختيار الإطار الزمني

تتمثل إحدى الخطوات الأولى في عملية التحديد في اختيار إطار زمني للتحليل واستبعاد البيانات غير ذات الصلة. في بعض الدراسات، يكون اختيار الإطار الزمني بديهيًا (فعلى سبيل المثال، تهدف الدراسة إلى تحديد ما إذا كان معدل التصادمات عام ٢٠١٨ يختلف عن مثيله في عام ٢٠١٧). عندما يتعين على المحللين اختيار إطار زمني، يكون اختيارهم الشائع ثلاث سنوات. حيث يمثل هذا الإطار الزمني حلا وسطًا بين الرغبة في الحصول على عينات أكبر ووضع أطر زمنية من المرجح ألا تكون الظروف قد تغيرت كثيرا خلالها. كما يقضي الإطار الزمني المحدد لمدة ثلاث سنوات على العديد من المشكلات المتعلقة بالبيانات المستبعدة. كما يشيع استخدام الاطر الزمنية حتى ٥ سنوات، لكن على المحللين توخي الحذر إذا امتد الإطار الزمني لفترة أطول، وذلك لضمان إمكانية إدراج التغييرات في الظروف الأساسية (مثل كثافة حركة المرور واستخدام الأراضي ومراقبة حركة المرور والتصميم الهندسي ونحو ذلك) في نطاق الدراسة. وقد يتطلب الأمر استخدام الأطر الزمنية التي تقل عن سنتين، ولكن حجم العينة الأصغر قد يجعل الدراسة محدودة.

ومن الممارسات الجيدة في هذا السياق التحقق من أن بيانات التصادم لمواقع معينة لم تكن متحيزة بسبب الإنشاء أو أحداث المرور الأخرى الرئيسة المؤقتة خلال الإطار الزمني المحدد. يمكن للمحللين الرجوع إلى سجلات جهة الطرق للإنشاء و/أو إيجارات المشروع، ولكن غالبًا ما تكون تلك السجلات غير مكتملة أو غير دقيقة ولا ينبغي الاعتماد عليها وحدها. يمكن لموظفي الإشراف على الطرق و/أو ذوي الخبرة بالمنطقة تقدير ما إذا كان قد تم إنشاء مشاريع إنشائية كبرى أو أحداث مرورية أخرى، أو على الأقل إعطاء بعض التلميحات حول الإنشاءات التي يمكن التحقيق فيها بشكل أعمق، غير أنه لا ينبغي الاعتماد على تلك التقديرات دون وثائق داعمة لها. وغالبًا ما يبعث فحص بيانات التصادم للوقوف على أي مناطق للإنشاء أو العمل مذكورة في التقارير على المزيد من الاطمئنان (ITE, 2010).

هـ-٣-١-١-٢ تحليل مواقع محددة

تركز العديد من الدراسات على موقع واحد أو مجموعة محدودة من المواقع على شبكة الطرق. وتتمثل إحدى المهام الأساسية للمحلل في هذه الدراسات في تقليل محتوى قاعدة البيانات ليشمل فقط الحوادث التي حدثت في المواقع قيد الدراسة. عادة ما يلخص المحللون الحوادث التي حدثت في بقع معينة والتي حدثت في أقسام الطريق (ITE, 2010).

ويُطلق لفظ البقع على قطاعات قصيرة من الطرق تساعد على تحديد مواقع "نقاط" المشكلات، مثل التقاطعات والمنحنيات والجسور القصيرة. ينبغي أن يكون المقطع العرضي للطريق والميزات الأخرى في البقعة مختلفًا بشكل ملحوظ عن البقع المحيطة به. وتمثل الأقسام قطاعات أطول ومتجانسة نسبيًا من الطرق ومناسبة لدراسة المقاطع العرضية وأسطح الأرصفة وغيرها من الخصائص الطولية بالطرق. وعادة ما تتوافق أقسام الطرق مع أقسام التماس مع الطرق.

يتطلب تحليل الحوادث عند التقاطعات تحديدًا دقيقًا لحدود التقاطع. تصنف بعض الجهات حالات التصادم داخل التقاطع إذا تم ترميزها على أنها تحدث في مداخلها حتى مسافة ثابتة تقع عادةً في نطاق ٤٥-١٥٠ مترًا من التقاطع، بناءً على عوامل مثل مقدار الازدحام، أو امتداد صف الانتظار، أو طول مسارات الانعطاف، أو طول أضلاع المداخل بالنسبة للتقاطعات القريبة. وهناك نهجًا سيستغرق بعض الوقت ولكنه سيعطي نتائج جيدة من الناحية الفنية، خاصةً في المناطق التي تعاني من الازدحام المزمن، وهو معاينة كل حادث على نهج مختلف لتحديد ما إذا كان التقاطع عاملًا مؤثرًا في وقوعه. وفقًا للنهج الأخير، يختلف حجم التقاطع ويمتد بشكل أساسي إلى الجزء الخلفي من الصف على الطرق.

توفر العديد من الجهات في الوقت الحالي نقطة مرجعية مشفرة جغرافيًا لكل موقع حادث، في حال كان الموقع معروفًا بالتحديد. وبالإضافة إلى ذلك، تُقدم في العديد من الجهات معلومات على شبكة الإنترنت وبناءً على التقارير عن مختلف معدلات الحوادث

الإقليمية للتقاطعات المحكومة بإشارات مرورية والتقاطعات غير المحكومة بإشارات مرورية ووصلات الطرق حسب الفئة الوظيفية. عند توافر البيانات بتلك الصيغة، يمكن استخدامها بسهولة (ITE, 2010).

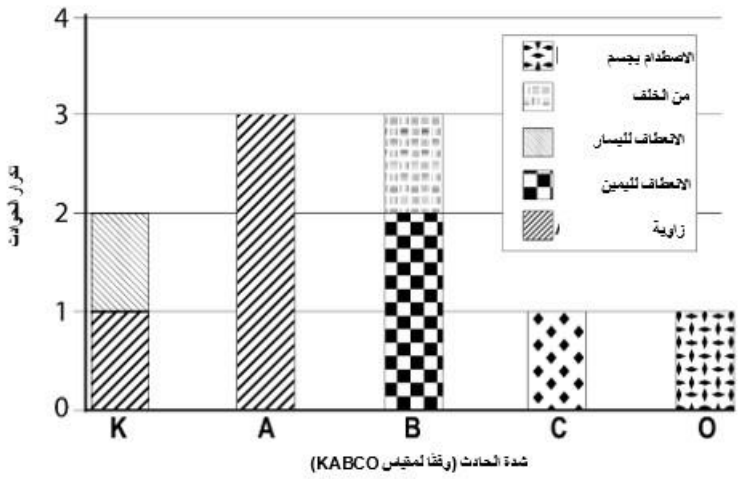
هـ-٣-١-١-٣ تقليل بيانات الحوادث بناءً على المتغيرات الأخرى

ينبغي أن تكون أنواع الحوادث أو أنماط أهداف المركبات التي خضعت للتحليل أثناء إجراء دراسة معينة هي التي ترتبط ارتباطًا وثيقًا بالموضوع قيد الدراسة. ومن الواضح أن موضوعات بعض الدراسات تتصل مباشرةً بأنواع معينة من التصادمات. على سبيل المثال، ينبغي أن تبحث دراسة الحوادث التي تحدث على طريق معين بمعالجة جديدة لإشارة الانعطاف إلى اليسار في حالات التصادم عند الانعطاف إلى اليسار أو التصادمات التي تنطوي على المركبات التي تنعطف إلى اليسار، من بين أنواع أخرى من التصادم. وبالنسبة لبعض الدراسات، ليس من الواضح تمامًا ما هي أنواع التصادم التي يجدر معاينتها؛ ومن ثم، تعتمد على الدراسات السابقة والأحكام الهندسية.

قد يرغب المحللون في تحديد قواعد بياناتهم بناءً على العديد من المتغيرات. وقد يركزون على أوقات معينة من اليوم وشهور السنة والطقس وأنواع المركبات ونحو ذلك. عند تحديد قاعدة البيانات، ينبغي على المحللين توخي الحذر خشية حذف البيانات التي قد يحتاجون إليها فيما بعد. وعادةً ما يكون فرز قاعدة بيانات أكبر عدة مرات أقل تكلفة من تحديدها إلى قاعدة بيانات صغيرة واكتشاف أن بعض المعلومات اللازمة قد حُذفت (ITE, 2010).

هـ-٣-١-١-٤ عرض إحصائيات الحوادث

يتضمن تحليل بيانات الحوادث عرضها في جداول ورسوم بيانية، بحيث يمكن تحديد أي اشتراك في نوع التصادم أو أي عوامل أخرى مشتركة (AUSTROADS, 2021). تعتبر المخططات الشريطية أو المخططات الدائرية أو الملخصات المجدولة وسائل مناسبة للعرض المبدئي لإحصائيات الحوادث الوصفية. يقدم الشكل (هـ-١) مثالاً على الملخص البياني والمجدول لبيانات الحوادث (AASHTO, 2010).



الشكل (هـ–١) مثال على الملخص البياني (AASHTO, 2010)

قد يسمح بناء **مصفوفة عوامل الحوادث** بإجراء تقييم سريع وسهل للخصائص الرئيسة للحوادث التي قد تكون مرتبطة بالعديد من الحوادث بالموقع أو جميعها. إلى جانب أنواع الحوادث، ينبغي إدراج عوامل أخرى ذات صلة، على سبيل المثال:

- الوقت من اليوم واليوم من الأسبوع (وهذا من شأنه أن يساهم في تحديد ما إذا كان الحادث قد وقع في ذروة يوم عمل المتنقلين أو أثناء الظلام).
- حالة سطح الطريق (قد يشير إلى ما إذا كان الحادث قد وقع في ظروف رطبة).
- الاشتراك في عامل السرعة أو أي عوامل سلوكية أخرى.
- عدد الحوادث التي تشمل المشاة.
- أي عوامل متعلقة بالمركبة (مثل تورط الدراجات النارية)

في حال قلة عدد الحوادث، يُفضل تسجيل كل حادث في صف منفصل من مصفوفة العوامل. وفي حالة وجود عدد أكبر من الحوادث، لكل مجموعة من أنواع الحوادث والاتجاه الرئيس (عادةً ما يكون اتجاه التنقل الذي ينطوي على الخطأ) الذي وقع عليه أكثر من حادث، يمكن تسجيل التفاصيل على خط واحد من نموذج مصفوفة العوامل. يتم عرض مثال على مصفوفة عامل التصادم في الجدول (هـ-١٥).

بالنسبة للمسارات، يمكن إعداد مصفوفة لأي قسم فرعي من المسار حيث يوجد تجمع حوادث، وكذلك للمسار بأكمله. بالنسبة للمناطق، يمكن إعداد مصفوفة لأي موقع أو منطقة حدثت بها سلسلة من الحوادث، وكذلك للمنطقة بأسرها (AUSTROADS, 2021).

الجدول (هـ-١٥) مثال لمصفوفة عوامل الحوادث المقتبسة من (AUSTROADS, 2021).

نوع الحادث	الاتجاه الرئيس (الى)	عدد الحوادث كل عام						اتجاه المركبة الأخرى				نوع مستخدمي الطريق							السطح		ظروف الضوء				يوم الأسبوع			
		٢٠١٧	٢٠١٨	٢٠١٩	٢٠٢٠	٢٠٢١	الإجمالي	نحو الشمال	نحو الشرق	نحو الجنوب	نحو الغرب	سيارة أو ما شابهها	فان أو شاحنة خفيفة	شاحنة	حافلة	دراجة نارية	دراجة	مشاة	جاف	رطب	الفجر	ضوء النهار	الغسق	ظلام	يوم الأسبوع	الجمعة	السبت	يوم أكثر شيوعًا
وجهًا لوجه	شمال	١	١	١	١	١	٥		١	٤		٨				١			١	٤		٢		٣	٤	١		-
وجهًا لوجه	جنوب		١	١	١		٣	٣				٨		١					١	٢		٢		١	٢		١	-
الخروج عن الطريق	شمال	١		٢	٢	١	٦			١		٧							٢	٤		٢	١	٣	١		٥	السبت
الخروج عن الطريق	جنوب		٣	١	٢	١	٧	١				٧				١			٣	٤		٢		٥	٥	٢		-
زاوية	شمال		١		١		٢	٢				٤							٢			٢			١		١	-
من الخلف	شمال	٢					٢	٢				٣			١				٢			٢			٢			-
من الخلف	شرق	١			١		٢		٢			٣		١					١	١		٢			٢			-
الاصطدام من الجانب	شمال			١		١	٢	٢				٤								٢		٢			٢			-
الإجمالي		٥	٦	٦	٨	٤	٢٩	١٠	٣	٥		٤٤		٢	١	٢			١٢	١٧		١٦	١	١٢	١٩	٣	٧	

هـ-٣-١-١-٥ أنواع الحوادث المحددة التي تتجاوز نسبة الحد الفاصل

إذا لم تكن أنماط الحوادث واضحة من مراجعة الإحصاءات الوصفية، قد يتم استخدام المسائل الرياضية في بعض الأحيان كأداة تشخيص لتحديد ما إذا كان نوع تصادم معين ممثلاً تمثيلًا مفرطًا في الموقع. وتعد احتمالية تجاوز أنواع معينة من الحوادث لمقياس أداء نسبة الحد الفاصل، الوارد في الجزء الفرعي هـ-١-٩ أحد الأمثلة على المسألة الرياضية التي يمكن استخدامها بهذه الطريقة.

يمكن تطبيق مقياس احتمالية تجاوز أنواع معينة من الحوادث لنسبة الحد الفاصل لتحديد ما إذا كان نوع حوادث واحد قد حدث بنسب أعلى في موقع واحد من النسبة المرصودة لنفس نوع الحوادث في مواقع أخرى. يمكن دراسة أنواع الحوادث التي تتجاوز الحد الفاصل تكرار الحوادث بمزيدٍ من التفصيل لتحديد التدابير المضادة المحتملة. يُقترح تحليل المواقع ذات الخصائص المماثلة معًا لأن أنماط الحوادث ستختلف بشكل طبيعي على أساس الهندسة وأجهزة التحكم في حركة المرور واستخدامات الأراضي المجاورة والكثافات المرورية في موقع معين (AASHTO, 2010).

هـ-٣-١-٢ تصنيف الحوادث حسب الموقع

يمكن تصنيف مواقع الحوادث عن طريق ثلاث أدوات وهي: مخططات التصادم ومخططات الظروف ورسم خرائط الحوادث. وكل منها عبارة عن أداة مرئية يمكن أن تعرض نمطًا مرتبطًا بموقع الحادث، والذي قد لا يمكن تحديده بتنسيق آخر (AASHTO, 2010).

هـ-٣-١-٢-١ مخطط التصادم

مخطط التصادم هو عرض ثنائي الأبعاد للخطة لتمثيل الحوادث التي حدثت في موقع ما خلال فترة زمنية معينة. يبسط مخطط التصادم تصور أنماط الحوادث. قد تصبح سلسلة الحوادث أو أنماط معينة من الحوادث حسب نوع التصادم (مثل التصادم من الخلف على تقاطع معين) موضحة على مخطط الحوادث الذي تم طرحة.

قد لا تعكس الاتجاهات البصرية المحددة في مخطط التصادم تقييمًا كميًا أو موثوقًا به إحصائيًا لاتجاهات الموقع؛ ومع ذلك، فهي تقدم دليلًا على ما إذا كانت الأنماط متوافرة أم لا. إذا كانت هناك العديد من المواقع قيد الفحص، فقد يكون من الكفاءة تطوير مخططات التصادم مع البرامج، إن وجدت (AASHTO, 2010).

وقد تكون مخططات التصادم مفيدة للعديد من أنواع المواقع، ولكن غالبًا ما تُستخدم في البقع مثل التقاطعات. قد تبين مخططات التصادم للمحللين بسرعة أماكن تواجد تركيزات (أو "سلسلة من التصادمات")، وأنواع التصادمات التي تسود وغيرها من المعلومات المفيدة. عادة ما يُوضع كل تصادم بشكل منفصل، على الطريق وبالقرب من الموضع الذي تم الإبلاغ بأن أول حدث ضار قد وقع فيه.

يعرض الشكل (هـ-٢) مثالاً لمخطط التصادم. يتم تمثيل الحوادث على مخطط التصادم بالأسهم التي تشير إلى نوع الحادث واتجاه التنقل. كما يتوافر بجوار كل رمز معلومات إضافية مرتبطة بكل حادث. قد تكون تلك المعلومات الإضافية أيًا من إحصائيات الحوادث المذكورة آنفًا، ولكنها غالبًا ما تتضمن بعضًا من (أو جميع) عوامل الشدة والتاريخ والوقت من اليوم وحالة الرصف وظروف الإضاءة. وتشير مفاتيح الرموز إلى معاني الرموز، وموضع الموقع، وملخص بيانات الموقع الأخرى في بعض الأحيان (AASHTO, 2010).

إذا أصبح المخطط مزدحمًا للغاية في حال عرض كل تصادم على حدة، قد يستخدم المحللون رموزًا لتمثيل مجموعات من التصادمات من نوع معين. ويعتبر السهم باللون الداكن الذي يمثل ١٠ تصادمات من نوع معين شائعًا، على سبيل المثال. ومع ذلك، يفقد المخطط تفاصيل مثيرة للاهتمام من خلال تلخيص البيانات بتلك الطريقة. يمكن أن تشير الملصقات الموجودة على الأسهم إلى تاريخ التصادم واليوم من الأسبوع ووقت التصادم وحالة سطح الطريق وحالة الإضاءة في وقت التصادم.

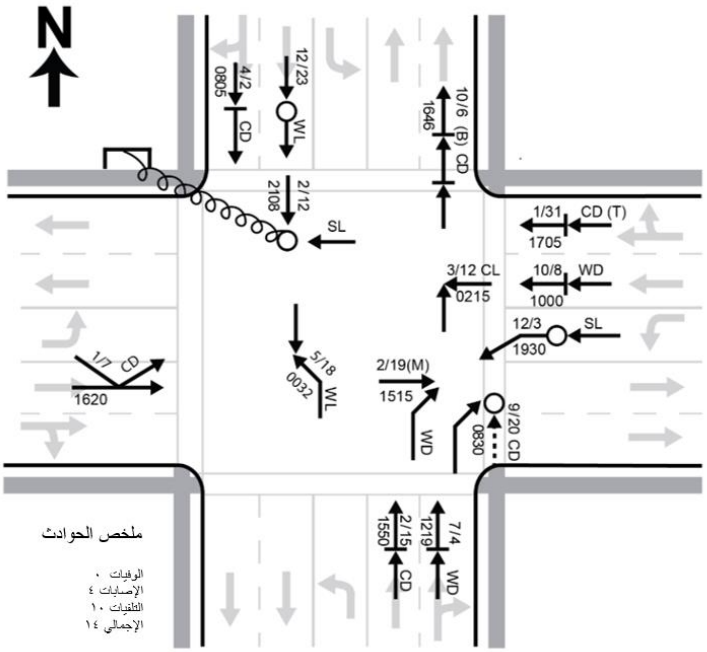
وتعد حالة الإضاءة وحالة الطريق اثنين من أهم المتغيرات المستخدمة لتحديد مجموعات التصادمات الممثلة تمثيلاً مفرطًا. كما يفترض أن مسؤول إعداد التقرير قد أدرج الظروف النهارية والليلية بشكل صحيح. فعلى سبيل المثال، قد تشير مجموعة من التصادمات الليلية إلى ضرورة اتخاذ تدابير مضادة مثل العاكسات والمحددات وإضاءة الشوارع. وتكون ظروف الإضاءة عبارة عن بيانات دقيقة بشكل مناسب يمكن للمحللين فحصها وقت التصادم لإيجاد الأخطاء. غالبًا ما يتحقق المحللون من معدل التصادم الليلي إلى النهاري لقياس ما إذا كان موقع أو سلسلة التصادمات ممثلة تمثيلًا مفرطًا خلال الليل أو أثناء النهار. ومع ذلك، ينبغي على المحللين الانتباه، حيث تتغير نسبة الليل إلى النهار إلى حد كبير مع انخفاض أعداد التصادمات. وتتضمن معظم نماذج تقارير التصادمات رموزا لظروف إضاءة "الفجر" أو "الغسق" وقت التصادم. تمثل هذه الرموز معضلة، حيث إن عينات التصادمات وقت الفجر أو الغسق غالبًا ما تكون صغيرة للغاية بحيث لا يمكن تحليلها بشكل منفصل. ومن المألوف في العديد من الجهات عدم احتساب حالات التصادم بين وقت الفجر والغسق عند حساب النسب الليلية إلى النهارية وعند الضرورة أثناء التحليلات الأخرى. وأخيرًا، وحيث تتباين كمية ضوء النهار يوميًا على مدار العام، ستتباين كذلك مقاييس حالة الضوء، مثل نسبة الليل إلى النهار، على مدار العام حتى لو كانت العوامل الأخرى ثابتة. ولذا ينبغي للمحللين الذين يُجرون مقارنات باستخدام ظروف الإضاءة استخدام نفس الأشهر من السنة لجميع المواقع التي تخضع للمقارنة (ITE, 2010).

ينبغي أن يشمل مخطط التصادم أسماء الشوارع واسم الموقع والنقطة الشمالية وإحداثيات نظام تحديد المواقع العالمي، حيثما كان ذلك متوافرًا. كما يمكن أن يشمل سمات الطريق مثل نوع التقاطع والتحكم، ومسارات المرور، والجزر، والعلامات، وغير ذلك من السمات البارزة على جانب الطريق. ومع ذلك، يمكن تسجيل تلك السمات في مخطط كروكي منفصل للموقع إذا كانت ستجعل مخطط التصادم مزدحمًا للغاية، على أن يعرض مخطط التصادم تخطيط الموقع الأساسي فقط (AUSTROADS, 2021).

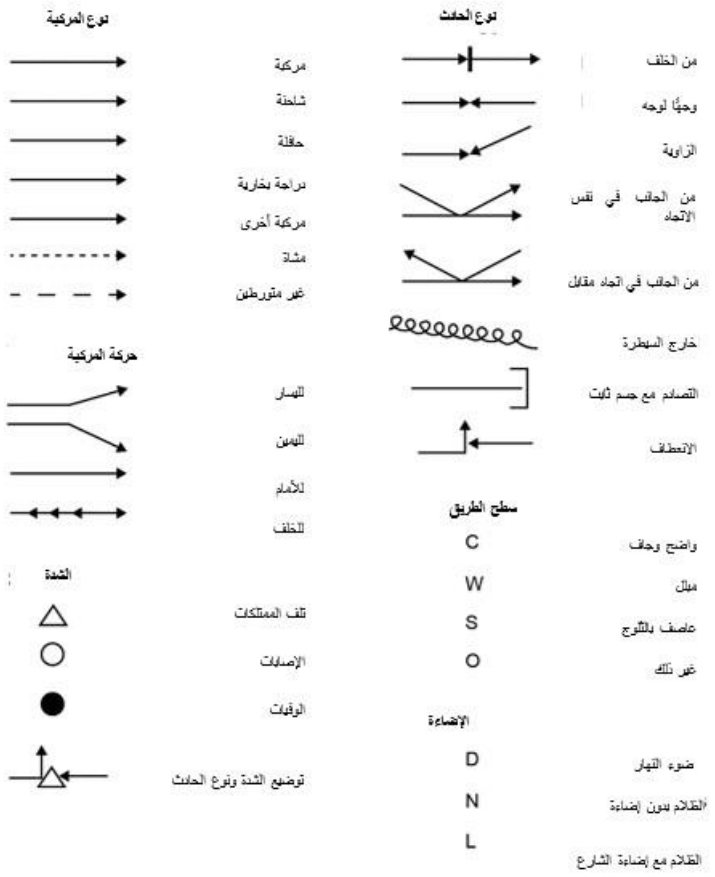
بالنسبة للمسارات، يمكن إعداد مخطط تصادم لأي قسم فرعي من المسار حيث يوجد سلسلة من الحوادث، وكذلك للمسار بالكامل. وبالنسبة للمناطق، يمكن إعداد مخطط تصادم لأي موقع أو منطقة يحدث بها سلسلة من الحوادث، وكذلك للمنطقة بالكامل. بالنسبة للإجراءات الجماعية، يمكن رسم مخطط تصادم لكل موقع تحدث به أعداد كبيرة من حوادث التصادم التي تنطوي على عامل معين لدراسته أثناء التحقيقات الميدانية.

وتتوافر برامج الكمبيوتر للمساعدة في إعداد مخططات التصادم، وتساعد الصورة الهوائية على تراكب خطوط الرصيف. غالبًا ما تكون البرامج مرنة وتسمح للمستخدم بتحديد الحوادث التي يتعين إدراجها والمتغيرات التي يتم عرضها في الرسومات. وتعتبر مرونة مخططات التصادم من خلال الكمبيوتر ميزة رئيسية. فعلى سبيل المثال، قد يحصل المحللون بسرعة على مخططات منفصلة للتصادمات الليلية، أو التصادمات التي نجم عنها إصابات، أو أي مجموعة فرعية من إجمالي صورة التصادم التي تم الإبلاغ عنها. يمكن تخطيط المخرجات من مخططات التصادم من خلال الكمبيوتر أو عرضها على الشاشة، وعادةً ما تكون مخططات الكمبيوتر أسهل في القراءة من الرسومات اليدوية. انتبه لجميع التفاصيل لضمان اكتمال المعلومات الواردة في مخططات التصادم التي أنشأها الكمبيوتر ودقتها - قد يتطلب الأمر إضافة بعض تفاصيل التصادم يدويًا (ITE, 2010).

ويُفضل استخدام مجموعة قياسية من الرموز لأنواع الحوادث المختلفة لتبسيط المراجعة والتقييم. وقد وردت بعض الأمثلة لرموز الأسهم لأنواع الحوادث المختلفة في الشكل (هـ-٢) (AASHTO, 2010).



الشكل (ه–٢) مثالًا لمخطط تصادم التقاطع (ITE, 1994)



الشكل (ه–٣) مثالًا لرموز مخطط التصادم (ITE, 1994)

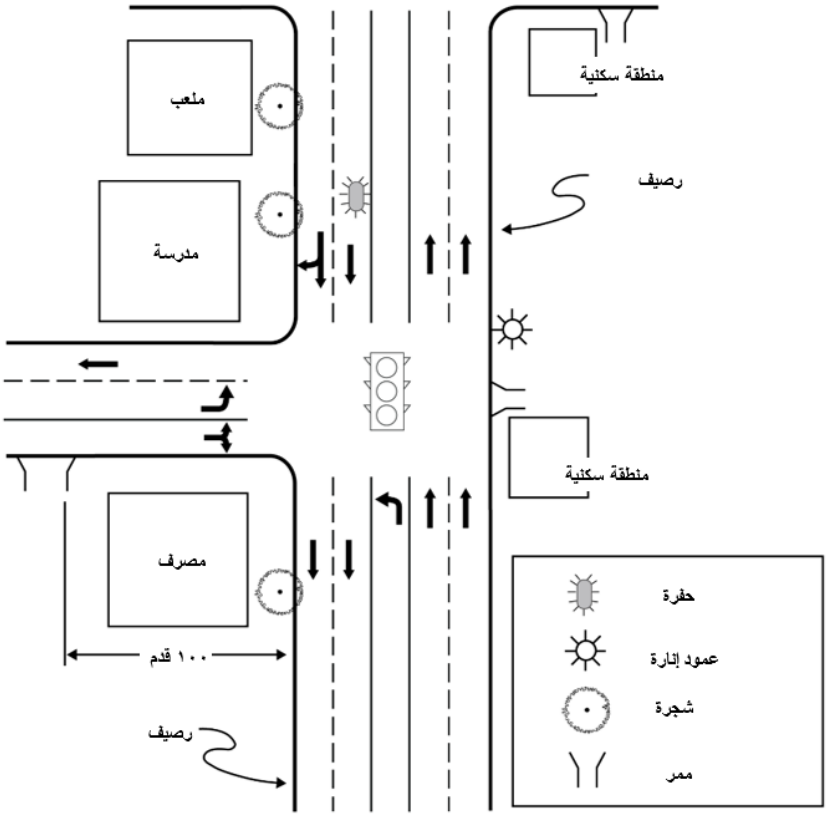
ه-٣-١-٢-٢ مخطط الحالة

مخطط الحالة هو رسم توضيحي لأكبر عدد ممكن من خصائص الموقع (FHWA, 2004). وتشمل الخصائص التي يمكن إدراجها في مخطط الحالة ما يلي:

- الطريق
  - تكوينات المسار والتحكم في حركة المرور
  - مرافق المشاة والدراجات والعبور بالقرب من الموقع؛ وجود الجزر الوسطية بالطريق
  - المناظر الطبيعية
  - كتف الطريق أو نوع الأرصفة (البردورات) ومجاري التصريف
  - ومواقع المرافق (مثل صنابير الإطفاء وأعمدة الإضاءة وأعمدة الهواتف).
- استخدامات الاراضي
  - نوع استخدامات الأراضي المجاورة (مثل المدارس ومتاجر البيع بالتجزئة والمناطق التجارية والسكنية)
  - ونقاط الوصول إلى مداخل المركبات التي تخدم استخدامات تلك الأراضي.
- حالة الرصف
  - مواقع الحفر أو البرك أو الشقوق.

يكمن الغرض من مخطط الحالة في تطوير نظرة عامة مرئية على الموقع، والتي قد تكون مرتبطة بنتائج مخطط التصادم. من الناحية المفاهيمية، يمكن تراكب المخططين لربط الحوادث بظروف الطريق. ولهذا الغرض، ينبغي أن تعكس المخططات نفس الفترة الزمنية التي تمثلها مخططات التصادم. يعرض الشكل (هـ-٤) مثالًا على مخطط الحالة؛ ويتغير المحتوى المعروض لكل موقع وفقًا لخصائص الموقع التي قد تساهم في وقوع الحادث (AASHTO, 2010).

عادةً ما تكتمل مخططات الحالة باستخدام إحدى طريقتين محتملتين. الأولى هي الطريقة التقليدية، حيث يُرسم المخطط على شكل رسم تخطيطي تقريبي في الموقع، ثم يُرسم لاحقًا وفقًا لمقياس الرسم في المكتب. تستخدم الطريقة الثانية صورة هوائية مطبوعة قبل زيارة الموقع، حيث يتم رسم نقاط الاهتمام في الموقع، ويمكن إجراء التراكب لها في المكتب بعد انتهاء زيارة الموقع (ITE, 2010). لا يجب رسم المخطط حسب المقياس (AASHTO, 2010). وينبغي تسمية جميع الشوارع أو الطرق بأسمائها و/أو أرقامها الرسمية. كما ينبغي أن يشير المخطط إلى القياسات المقدرة لعرض الطريق وعرض كتف الطريق وعرض المسار. وتُعرض قائمة مرجعية بالعناصر المطلوبة عادةً لوصف الموقع بالكامل في الشكل (هـ-٤). قد لا تكون جميع تلك العناصر ضرورية لكل دراسة (ITE, 2010).



الشكل (هـ-٤) مثالًا لمخطط الحالة (AASHTO, 2010)

الجدول (هـ–١٦) قائمة جرد الموقع ووصف الدراسة (ITE, 2010)

بيانات الدراسة	بيانات المنطقة/التقاطع
يوم إجراء الدراسة وتاريخها	نوع التقاطع (T، اتجاهين، أربع اتجاهات... وغير ذلك)
الفترة الزمنية لجمع البيانات	أسماء و/أو أرقام الشوارع/الطرق
الظروف العامة للطقس.	سهم اتجاهي (سهم شمالي)
اسم المحقق	التحكم في التقاطع (إشارة، توقف، مخرج بشكل R... وغير ذلك)
مكان الموقع والمنطقة الإدارية	أطوار الإشارات
أسماء/أرقام الطرق	أطوال دورات الإشارات الزمنية
أي ظروف خاصة	الوصف العام للمنطقة ضمن ٠,١٦ كم (نوع و/ أو كثافة استخدام الأراضي)
التصميم الهندسي	**الإشارات والعلامات**
ميل المدخل	اللافتات المرورية قبل التقاطع
عدد المسارات	اللافتات التحذيرية ضمن ١٥٠ م
عرض المسار	حد السرعة على أضلاع مداخل التقاطع
الحركة لكل مسار	لافتات تحديد المسارات
عرض أكتاف الطريق	معابر المشاة
نوع وعرض الجزيرة الوسطية	العلامات الأرضية لحافة الطريق
قيود مسافة الرؤية	العلامات الأرضية فصل المسارات
التصنيف الوظيفي للطرق	
الظروف التي يحتمل أن تشتت الانتباه	

هـ-٣-٢ الخطوة ٢ - تقييم الوثائق الداعمة

يمثل تقييم الوثائق الداعمة الخطوة الثانية في التشخيص الشامل للموقع. ويكمن الهدف من هذا التقييم في الحصول على المعلومات الموثقة أو الشهادات الشخصية للعاملين المحليين بالنقل المحليين التي توفر منظورًا إضافيًا لمراجعة بيانات الحوادث الموضحة في الجزء الفرعي هـ-٣ ومراجعتها. قد تحدد الوثائق الداعمة مخاوف السلامة الجديدة أو تؤكد على المخاوف التي تم تحديدها من مراجعة بيانات الحادث (AASHTO, 2010).

توفر مراجعة وثائق الموقع السابقة سياقًا تاريخيًا حول موقع الدراسة. ويمكن تفسير الأنماط الملحوظة في بيانات الحوادث من خلال فهم التغييرات التشغيلية والهندسية الموثقة في الدراسات التي أجريت بالقرب من موقع الدراسة. على سبيل المثال، قد تكشف مراجعة بيانات الحوادث أن وتيرة الحوادث عند الانعطاف يسارًا عند تقاطع محكوم بإشارات مرورية قد زادت بشكل كبير قبل ثلاث سنوات وظلت عند هذا المستوى. وقد تظهر وثائق منطقة المشروع ذات الصلة أن مشروع توسيع طريق الممر قد اكتمل في ذلك الوقت، مما يُحتمل أن يكون قد أدى إلى زيادة تكرار الحوادث المرصودة بسبب زيادة سرعات التنقل أو زيادة عدد المسارات التي تعارض المنعطف الأيسر المسموح، أو كليهما.

كما يساعد تحديد خصائص الموقع من خلال الوثائق الداعمة في تحديد نوع بيئة الطريق (مثل البيئة التجارية بالضواحي عالية السرعة أو البيئة السكنية الحضرية منخفضة السرعة). وهذا يوفر السياق الذي يمكن من خلاله إجراء تقييم لما إذا كانت خصائص معينة قد أسهمت في نمط الحوادث الملحوظ. على سبيل المثال، في البيئة الريفية ذات السرعات العالية، يمكن أن يزيد المنحنى الأفقي القصير بنصف قطر صغير من خطر وقوع الحوادث، بينما في بيئة سكنية ذات سرعات منخفضة يمكن أن يكون نفس طول المنحنى الأفقي ونصف القطر مناسبين للمساعدة في تسهيل سير السرعات الأبطأ.

وقد تفيد الأنواع التالية من المعلومات كوثائق داعمة لتقييم سلامة الموقع (PIARC, 2003):

- كثافات المرور الحالية لجميع أوضاع التنقل،
- مخططات الإنشاء التنفيذية
- معايير التصميم والإرشادات ذات الصلة،
- جرد الظروف الميدانية (مثل اللافتات المرورية وأجهزة التحكم في حركة المرور وعدد مسارات التنقل وحدود السرعة المعلنة ونحو ذلك)،
- سجلات الصور أو الفيديوهات ذات الصلة،
- سجلات الصيانة،
- عمليات المرور أو دراسات النقل الجديدة، أو كلتيهما، التي أجريت بالقرب من الموقع،
- خرائط استخدام الأراضي وخصائص التحكم في الوصول إلى حركة المرور،
- الأنماط السابقة للطقس السيئ،

- مخططات استخدام الأراضي المعروفة للمنطقة،
- سجلات التعليقات العامة على مشاكل النقل،
- خطط تحسين الطرق في المنطقة المجاورة للموقع، و
- ومعلومات سردية حول التنقل عبر الموقع.

ه-٣-٣ الخطوة ٣ - تقييم الظروف الميدانية

يكون التشخيص مدعومًا بالتحقيق الميداني. قد تساعد الملاحظات الميدانية في التحقق من مخاوف السلامة المُستنتجة من خلال مراجعة بيانات الحوادث أو الوثائق الداعمة. أثناء البحث الميداني، يتم جمع معلومات الموقع المباشرة للمساعدة على فهم التنقل عبر الوسائل الآلية وغير الآلية إلى الموقع وعبره. يساعد الإعداد الدقيق، بما يشمل اختيار المشاركين والتنسيق، على تحقيق أكبر قيمة من الوقت الميداني (AASHTO, 2010). من الضروري إجراء عمليات فحص الموقع بطريقة منهجية وهادفة (AUSTROADS, 2021).

وتتمثل أهداف فحص الموقع فيما يلي:

- تحديد أي عوامل قد تكون ساهمت في وقوع الحوادث وشدته
- تحديد خيارات المعالجة الإصلاحية المستهدفة ذات التكلفة الفعالة.

قد تكون أوجه القصور البيئية المتوقع أن تكون قد ساهمت في وقوع الحوادث كثيرة ومتنوعة، ولكنها تشمل ما يلي:

- خطوط التوقف/ إعطاء الأفضلية المخفية بسطح غير مستوٍ
- خط الأقطاب الذي يعطي وهم المنظور المستمر من خلال التقاطع (وغالبًا ما يؤدي إلى حدوث تجاوزات)
- عدم توافر تحديد لطريق النقل
- وجود منحنيات أفقية مخفية بقمة حادة في الطريق
- عدم وضوح المشاة بسبب أثاث الشارع
- حجب اللافتات التنظيمية بأوراق الأشجار (AUSTROADS, 2021).

ه-٣-٣-١ القيادة عبر الموقع

لرؤية الموقع تمامًا كما يراه مستخدمو الطريق أثناء وقوع الحوادث، ينبغي استخدام التقنيات التالية:

- اختيار السائق على أساس الشخص الأقل دراية بالموقع، ويكون الراكب في المقعد الأمامي هو ثاني أقل شخص دراية بالموقع
- القيادة على الطرق بمجموعة من السرعات التي يحددها تقييم المخاطر المحلية
- القيادة باستخدام جميع المناهج وتكرار المناورات الموضحة في بيانات الحادث
- محاولة القيام بذلك في ظروف مماثلة لظروف الحادث (في نفس الوقت، وفي أوقات الذروة أو خارجها في الضوء/ الظلام، وفي بيئة رطبة/ جافة وما إلى ذلك)
- سماع تعليقات السائق حول الطريق وأي مشكلات أو مفاجآت تطرأ
- الطلب من الراكب في المقعد الأمامي أن يركز على البيئة المحيطة.

كما أنه من المهم التفاوض بشأن الموقع تمامًا كما يفعل المتورطون في أي حادث (مثل المشاة أو راكبي الدراجات). ينبغي القيام بتلك الخطوات كمهمة محددة أثناء الفحص التفصيلي.

بعد القيادة عبر الطريق، يجب ملاحظة أي جوانب من الطريق تتعارض فيها التوقعات حول الطريق ومرافق المرور مع ما تمت ملاحظته أو "الرسائل" التي عرضها تخطيط الطريق (AUSTROADS, 2021).

يتضمن التقييم الميداني الشامل التنقل عبر الموقع من جميع الاتجاهات والأساليب الممكنة. في حال وجود مسارات للدراجات، يمكن أن يشمل تقييم الموقع عبور الموقع بالدراجة. إذا كان وجود المنعطفات على شكل حرف U قانونيًا، يمكن أن يتضمن التقييم إجراء الانعطافات على شكل حرف U من خلال التقاطعات المحكومة بإشارات مروري. ويكمن الهدف في ملاحظة وتوصيف وتسجيل التجربة "النموذجية" لشخص يتنقل إلى الموقع وعبره. ستوفر زيارة الموقع خلال أوقات مختلفة من اليوم وتحت ظروف إضاءة أو طقس مختلفة المزيد من المعرفة بخصائص الموقع (AASHTO, 2010).

ه-٣-٣-٢ فحص الموقع

لفحص الموقع:

- ينبغي تحديد أنماط واتجاهات الحوادث الرئيسة في الموقع
- كما ينبغي ملاحظة سلوك حركة المرور (بما في ذلك تحركات عيون السائق، ومسارات المركبات، وسرعات الاقتراب، وأنماط الكبح والمشاة، ومعرقلات طريق التنقل، بما يشمل المركبات المتوقفة)
- وينبغي إجراء فحص من وجهة نظر مجموعة من المستخدمين، بما يشمل مجموعات مستخدمي الطرق المعرضين للخطر (من مستوى ارتفاع نظر السائقين والمشاة من الشباب، حسب الاقتضاء)
- وينبغي فحص السمات ذات الصلة (مثل حالة السطح والإضاءة والتقاطع والميل والجزر واللافتات والإشارات المرورية والعلامات الأرضية والعوائق) وتسجيلها
- وينبغي كذلك تصويره بالفيديو والصور الثابتة ليكون بمثابة سجل لاستخدامه في المكتب على النحو المطلوب (AUSTROADS, 2021)

وفيما يلي قائمة غير شاملة بالأمثلة على الاعتبارات المفيدة أثناء مراجعة الموقع (AUSTROADS, 2002):

- خصائص الطريق وجانب الطريق:
  - اللافتات وأشرطة التحديد
  - السرعات المعلنة
  - الإضاءة العلوية
  - حالة الرصيف
  - حالة المناظر الطبيعية
  - مسافات الرؤية
  - عرض كتف الطريق
  - أثاث جانب الطريق
  - التصميم الهندسي (مثل المسار الأفقي والمسار الرأسي والمقطع العرضي)
- حالة المرور:
  - أنواع مستخدمي المرافق
  - حالة التنقل (مثل التدفق الحر والازدحام)
  - التخزين المناسب في الصف
  - السرعات المفرطة للمركبات
  - التحكم في حركة المرور
  - وقت الإخلاء الكافي لإشارات المرور
- سلوك المتنقلين:
  - السائقون - القيادة العدوانية والسرعة وتجاهل أجهزة التحكم في حركة المرور وإجراء المناورات من خلال فجوات غير كافية في حركة المرور أو ارتداء الحزام أو عدم ارتداؤه
  - راكبو الدراجات - ركوب الدراجات على الرصيف بدلاً من مسار الدراجات وركوب الدراجات بالقرب من الرصيف أو مسارات التنقل داخل مسارات الدراجات وتجاهل أجهزة التحكم في حركة المرور وعدم ارتداء الخوذات
  - المشاة - تجاهل أجهزة لتحكم في حركة المرور عند عبور التقاطعات أو الطرق وعدم كفاية مساحة عبور المشاة ووقت الإشارة وتصميم الطريق الذي يشجع المشاة على استخدام المرافق بشكل غير صحيح.
- اتساق الطريق - توافق المقطع العرضي للطريق مع الوظيفة المطلوبة لجميع الأنماط، وتوافق الإشارات المرئية مع السلوك المطلوب
- استخدامات الأراضي - توافق نوع استخدام الأراضي المجاورة مع ظروف التنقل على الطريق، ودرجة الوصول إلى المداخل الخاصة من وإلى استخدامات الأراضي المجاورة، وأنواع المستخدمين المرتبطين باستخدام الأراضي (مثل الأطفال في سن المدرسة والمسنين والمتنقلين)
- أحوال الطقس - على الرغم من أنه على الأرجح لن تتوافر فرصة زيارة الموقع في جميع الظروف الجوية، إلا أن اعتبار ظروف الطقس السيئة وكيف يمكن أن تؤثر على حالة الطريق من شأنه أن يكون ذا تأثير
- الدليل على وجود مشاكل، مثل:
  - الزجاج المكسور
  - علامات الانزلاق
  - اللافتات التالفة
  - حاجز الحماية المعدني التالف
  - أثاث الطريق التالف
  - معالجات المناظر الطبيعية التالفة.

تكون قوائم فئات المخاطر مفيدة في تلك المرحلة للمساعدة في تحقيق التقييم الشامل. وتكون هذه الأدوات بمثابة تذكير بالاعتبارات والتقييمات المختلفة التي يمكن إجراؤها في الموقع. يمكن الحصول على قوائم فئات المخاطر من مجموعة متنوعة من المصادر، بما في ذلك أدلة تدقيق سلامة الطرق ووثائق السلامة (AASHTO, 2010).

قد يحدِّث المحللون مخططات الحالة أثناء عمليات فحص الموقع. (انظر القسم الفرعي ه-٣-١-٢).

يتمثل أحد الأهداف الرئيسة لفحص الموقع في تحديد أي مخاوف تتعلق بالبيئة وحركة المرور والتي قد تكون قد ساهمت في سجل الحوادث المسجلة. قد يكون من الضروري مطابقة التصميم واللافتات وعلامات الرصيف الأرضية والإضاءة ونحو ذلك مع المعايير أو الإرشادات المعمول بها، ولكن لا ينبغي افتراض أن عدم المطابقة سيؤدي بالضرورة إلى مشكلة تتعلق بالسلامة، ولا ينبغي افتراض أن الطريق المصمم وفقًا للمعايير لا ينطوي على مخاوف تتعلق بالسلامة. ويكتسب الحكم الهندسي للسلامة على الطرق، وفقًا للتجربة، أهمية حيوية في تحديد ما إذا كان عدم توافر علاج قياسي قد أسهم في وقوع حادث.

وقد يمثل تسجيل الفيديو والصور الفوتوغرافية للموقع والأجزاء التي بها مشاكل ومناهجه أداة قيّمة في التحقيق في الحوادث. كما قد يساعد تسجيل الفيديو للموقع في تقييم سلوك مستخدمي الطرق، وربما يشكل أساسًا للدراسة قبل الحادث وبعده. ويكون هذا التسجيل بمثابة جزء تكميلي لزيارة الموقع، ولا يجوز استخدامه بدلاً من زيارة أي عضو من أعضاء فريق التحقيق في الحوادث للموقع (AUSTROADS, 2021).

ه-٣-٣-٣ مراعاة سلوك السائق

في بعض الحالات، قد يكون من المفيد الحصول على معلومات إضافية حول سلوك السائق في الموقع. يمكن تحديد هذا السلوك (الذي قد يشمل الاستخدام المتأخر للمكابح عند الدخول إلى منحنى شديد، وإجراءات المراوغة عند التقاطع، والسلوك الناتج عن المعلومات البصرية غير الكافية أو المضللة) من الملاحظات، أو تسجيله بشكل أكثر رسمية من خلال دراسة النزاع. تتضمن هذه الدراسات المراقبة المباشرة للموقع، أو استخدام تسجيل الفيديو لفحص الأخطاء الوشيكة كوسيلة لاكتساب المعرفة حول مشاكل الحوادث في الموقع:

وفيما يتعلق بالمسارات، ينبغي التركيز بشدة على استمرارية المسارات وتوقعات السائقين. في الأقسام الفرعية من المسار الذي وقعت به سلسلة من الحوادث، ينبغي إجراء فحص وإصدار تقرير منفصل.

عند تقييم الظروف الميدانية في منطقة شبكة الطرق، بدلاً من قطاع طريق أو تقاطع واحد، ينبغي أن تتم القيادة بتسلسل منطقي، بحثًا عن إشارات لبيئات الطرق غير المتسقة. وينبغي فحص جميع المواقع التي وقعت بها سلسلة من الحوادث.

علاوة على ذلك، وبالنظر إلى الإجراءات الجماعية، ينبغي التركيز أولاً على تحديد جميع المواقع التي تحتوي على السمات الخطرة قيد التحقيق. وينبغي التحقيق بشأن المواقع ذات التكرارات العالية بمزيد من التفصيل (AUSTROADS, 2021).

ه-٣-٤ الخطوة ٤ - تحديد عوامل مسببات الحادث

بمجرد الانتهاء من التقييم الميداني ومراجعة بيانات الحوادث وتقييم الوثائق الداعمة، ينبغي أن يتم تجميع المعلومات لتحديد أي أنماط حوادث محددة يمكن معالجتها من خلال اتخاذ التدابير المضادة. قد تؤدي مقارنة الملاحظات المستخرجة من التقييم الميداني ومراجعة بيانات الحوادث وتقييم الوثائق الداعمة إلى ملاحظات لم يكن من الممكن تحديدها بخلاف تلك الطريقة.

في بعض الحالات، قد لا تحدد مراجعة البيانات ومراجعة الوثائق والتحقيق الميداني أي أنماط أو مخاوف محتملة في موقع ما. إذا تم اختيار الموقع للتقييم من خلال عملية مسح الشبكة، قد تتوافر عوامل ثانوية متعددة تساهم في وقوع الحوادث. وتكون معظم التدابير المضادة فعالة في معالجة عامل واحد من العوامل المساهمة، وبالتالي قد يتطلب الأمر استخدام تدابير مضادة متعددة لتحقيق الانخفاض في متوسط تكرار الحوادث (AASHTO, 2010).

وقد تساهم العديد من العوامل في كل نمط حوادث محدد. تقدم الأقسام الفرعية التالية معلومات للمساعدة في وضع قائمة شاملة بالعوامل المحتملة المساهمة في وقوع الحوادث. ويكمن الهدف من ذلك في المساعدة على تحديد مجموعة واسعة من العوامل المساهمة المحتملة من أجل التخفيض إلى أدنى حد من احتمال إغفال أي من العوامل المساهمة الرئيسية. وبمجرد النظر في مجموعة كبيرة من العوامل المساهمة، يُطبق الحكم الهندسي لتحديد تلك العوامل التي من المتوقع أن تكون من أكبر المساهمين في كل نوع حوادث أو مصدر مخاوف معين. ستكون المعلومات التي جُمعت بصفتها جزءًا من الخطوات الثلاث الأولى لعملية التشخيص (الأجزاء الفرعية ه-٣ و ه-٣-٢ و ه-٣-٣ هي الأساس الرئيس لتلك القرارات (AASHTO, 2010).

ه-٣-٤-١ وجهات النظر المقرر مراعاتها عند تقييم العوامل المساهمة

تعتبر مصفوفة هادون إطارًا مفيدًا لتحديد العوامل المساهمة في الحوادث (يدرج مثال في الجدول (أ-١) في الجزء الفرعي أ-١-٣). في مصفوفة هادون، تنقسم العوامل المساهمة في الحوادث إلى ثلاث فئات: السائق والمركبة والطريق. ترتبط ظروف الحوادث المحتملة قبل الحادث وأثناءه وبعده بكل فئة من العوامل المساهمة في الحوادث لتحديد الأسباب المحتملة للتصادم.

يدرس المنظور الهندسي بعض العناصر مثل بيانات الحوادث والوثائق الداعمة والظروف الميدانية في سياق تحديد الحلول الهندسية المحتملة لتقليل تكرار الحوادث أو شدتها. قد يشمل تقييم العوامل المساهمة من منظور هندسي مقارنة الظروف الميدانية بمختلف إرشادات التصميم الولائي على المستوى الوطني والمحلي المتعلقة باللافتات وتحديد الأشرطة والتصميم الهندسي وأجهزة التحكم في حركة المرور وتصنيفات الطرق ومناطق العمل ونحو ذلك. عند مراجعة هذه الإرشادات، إذا تبين وجود شذوذ في التصميم؛ قد يوفر

ذلك دليلًا على العوامل المساهمة في وقوع الحادث. ومع ذلك، من المهم التأكيد على أن الاتساق مع إرشادات التصميم لا يرتبط مباشرة بنظام الطرق الآمن؛ حيث يقود المركبات عناصر بشرية، حيث تعتبر كائنات ديناميكية ذات قدرات متنوعة على أداء مهمة القيادة.

عند النظر في العوامل البشرية في سياق العوامل المساهمة؛ يكون الهدف فهم المساهمات البشرية في أسباب وقوع الحادث بغية اقتراح حلول قد تكسر سلسلة الأحداث التي أدت إلى الحادث. ينطوي النظر في العوامل البشرية على تطوير المعرفة والمبادئ الأساسية حول كيفية تفاعل الناس مع نظام الطريق، بحيث يتطابق تصميم نظام الطريق مع نقاط القوة والضعف البشرية. وتعتبر دراسة العوامل البشرية مجالًا فنيًا منفصلًا. وينطوي **الملحق ز** - العوامل البشرية في السلامة على الطرق من هذا المجلد على مناقشة عامة للعوامل البشرية.

ه-٣-٤-٢ العوامل المساهمة في الدراسة وفقًا لأنواع المواقع وأنواع الحوادث

تشمل الجداول التالية العوامل المساهمة الشائعة المرتبطة بمجموعة متنوعة من أنواع الحوادث مجمعة معًا وفقًا لنوع الموقع قيد الدراسة. قد تكون تلك الجداول بمثابة قائمة مرجعية لتفادي نسيان أو تجاهل أحد العوامل الرئيسة المساهمة. ومع ذلك، لا تعتبر العوامل المحتملة المساهمة في الحادث المدرجة في الأجزاء الفرعية التالية ولا يمكن اعتبارها قائمة شاملة. ويعتبر كل موقع وسجل لحادث فريدًا من نوعه، وينبغي إكمال تحديد العوامل المساهمة في الحادث من خلال دراسة جميع الحقائق التي جُمعت خلال عملية التشخيص بعناية تامة (AASHTO, 2010) (AUSTROADS, 2021).

الجدول (ه–١٧) العوامل المحتملة المساهمة في الحوادث على طول قطاعات الطرق (AASHTO, 2010).

نوع الحادث	العوامل المساهمة
انقلاب المركبة	• تصميم جانب الطريق (مثل الميول الجانبية غير القابلة للعبور ونزول حافة الرصيف) • عدم كفاية عرض أكتاف الطريق • السرعة المفرطة • تصميم/ حالة الرصيف
حوادث التصادم بالأجسام الثابتة	• عائق في الطريق أو بالقرب منه • الإضاءة الرديئة • عدم كفاية علامات الرصيف الأرضية • عدم كفاية اللافتات والمحددات وحواجز الحماية المعدنية • الرصيف الزلق • تصميم جانب الطريق (مثل عدم كفاية المسافة الواضحة) • تصميم هندسي غير مناسب • السرعة المفرطة
الحوادث الليلية	• ضعف الرؤية أو الإضاءة الليلية • صعوبة رؤية اللافتات • عدم كفاية التخطيط • السرعة المفرطة • عدم كفاية مسافة الرؤية
حوادث الرصيف الرطب	• تصميم الرصيف (مثل التصريف والنفاذية) • عدم كفاية علامات الرصيف الأرضية • عدم كفاية الصيانة • السرعة المفرطة
التصادم بين السيارات وجهًا لوجه أو التصادمات الجانبية في الاتجاه المعاكس	• تصميم هندسي غير مناسب • عدم كفاية عرض المسار (لتكوين حركة المرور أو السرعة أو انحناء الطريق) • عدم كفاية أكتاف الطريق • وجود منخفض أو قمة غير واضحة • عدم كفاية علامات الرصيف الأرضية (مثل عدم وضوح خط الوسط) • عدم كفاية اللافتات • عدم كفاية فرص التجاوز • السرعة المفرطة

نوع الحادث	العوامل المساهمة
الخروج عن الطريق	• تصميم هندسي غير مناسب • عدم كفاية عرض المسار (لتكوين حركة المرور أو السرعة أو انحناء الطريق) • عدم كفاية أكتاف الطريق • عدم كفاية مقاومة الانزلاق أو تصريف الرصيف • عدم كفاية الرفع الجانبي • عدم كفاية عرض الجزيرة الوسطية • عدم كفاية الصيانة • رداءة التخطيط • صعوبة الرؤية • السرعة المفرطة

الجدول (ه–١٨) العوامل المحتملة المساهمة في وقوع الحوادث عند التقاطعات غير المحكومة بإشارات مرورية (AASHTO, 2010)

نوع الحادث	العوامل المساهمة
حوادث الزاوية اليمنى	• عدم كفاية مسافة الرؤية • السرعة المفرطة • حركة مرور غير متوقعة • لافتات مراقبة المرور غير مرئية • وجود تقاطع غير واضح (في النهار/ الليل) • كثافات مرورية مرتفعة للغاية لأجهزة التحكم في إعطاء الأفضلية أو التوقف (عدم كفاية الفجوات) • الرصيف الزلق
حوادث التصادم من الخلف	• عبور غير متوقع للمشاة • عدم انتباه السائق • الرصيف الزلق • كثرة عدد المركبات المنعطفة • تغييرات غير متوقعة في المسارات • عدم كفاية عرض المسار • عدم كفاية مسافة الرؤية • عدم كفاية الفجوات في حركة المرور • السرعة المفرطة
التصادمات في مداخل السيارات الخاصة	• قيود مسافة الرؤية • وجود مركبات منعطفة يسارًا • مدخل سيارات خاص في موقع غير صحيح • كثافة عالية لحركة المرور المستمر • كثافة عالية لحركة المرور على مداخل السيارات الخاصة • السرعة المفرطة
حوادث تصادم المركبات وجهًا لوجه ومن الجانب	• عدم كفاية علامات الرصيف الأرضية • عدم كفاية عرض المسار
حوادث التصادم عند الانعطاف إلى اليسار أو اليمين	• عدم كفاية الفجوات في حركة المرور القادمة • عدم كفاية مسافة الرؤية • حجب الرؤية بصف المركبات القادمة المنعطفة يسارًا • كثرة مسارات حركة المرور القادمة لترشيحها • سوء تقدير سرعة حركة المرور القادمة • التخطيط المعقد للتقاطع
الحوادث الليلية	• ضعف الرؤية أو الإضاءة الليلية • صعوبة رؤية اللافتات • عدم كفاية تخطيط المجاري أو التخطيط • السرعة المفرطة • عدم كفاية مسافة الرؤية
حوادث الرصيف الرطب	• تصميم الرصيف (مثل التصريف والنفاذية) • عدم كفاية علامات الرصيف الأرضية • عدم كفاية الصيانة • السرعة المفرطة

الجدول (هـ–١٩) العوامل المحتملة المساهمة في حوادث التصادم عند التقاطعات المحكومة بإشارات مرورية (AASHTO, 2010)

نوع الحادث	العوامل المساهمة
حوادث الزاوية اليمنى	• عدم كفاية مسافة الرؤية • السرعة المفرطة • صعوبة رؤية إشارات المرور • توقيت الإشارات غير المناسب • ارتفاع نسبة مخالفات الضوء الأحمر • الرصيف الزلق
حوادث التصادم من الخلف أو الجانب	• عدم انتباه السائق • الرصيف الزلق • صعوبة رؤية إشارات المرور • تغييرات غير متوقعة في المسار عند الاقتراب • التوقف غير المتوقع عند الاقتراب • عدم كفاية عرض المسار • السرعة المفرطة
حوادث التصادم عند الانعطاف إلى اليسار أو اليمين	• عدم كفاية مسافة الرؤية • خلافات المشاة أو الدراجات • توقيت الإشارات غير المناسب • التخطيط المعقد للتقاطع
الحوادث الليلية	• ضعف الرؤية أو الإضاءة الليلية • صعوبة رؤية اللافتات • عدم كفاية تخطيط المجاري أو التخطيط • السرعة المفرطة • عدم كفاية مسافة الرؤية
حوادث الرصف الرطب	• تصميم الرصف (مثل التصريف والنفاذية) • عدم كفاية علامات الرصف • عدم كفاية الصيانة • السرعة المفرطة

الجدول (ه–٢٠) العوامل المحتملة المساهمة في حوادث التصادم في معابر السكك الحديدية على نفس المستوى وعلى الجسور (AASHTO, 2010)

نوع الحادث	العوامل المساهمة
حوادث على مستوى معابر السكك الحديدية	• موقع المعبر غير واضح • عدم كفاية مسافة الرؤية • مرور وشيك للقطار غير واضح • شكل أجهزة التحكم غير المحدد بدقة (أو غير المتسق) • سطح عبور وعر • زاوية التقاطع شديدة الانحدار • توقيت استباق غير صحيح • عدم وضوح أجهزة التحكم في حركة المرور • السرعة المفرطة
الحوادث على الجسور	• مسار طريق غير مناسب • عدم كفاية عرض المسار • عدم كفاية مسافة الرؤية • عدم كفاية الخلوص الرأسي (عند الجسور السفلية) • عيوب سطح الرصيف • عدم كفاية نظام حاجز الجسر

الجدول (ه–٢١) العوامل المحتملة المساهمة في الحوادث التي تشمل المشاة وراكبي الدراجات (AASHTO, 2010)

نوع الحادث	العوامل المساهمة
حوادث تتضمن المشاة	• عدم كفاية مسافة الرؤية • عدم كفاية الفصل بين مرافق المشاة والمركبات • عدم كفاية اللافتات/ الإشارات المرورية • مدة إشارة قصيرة جدًا للمشاة • دورات إشارة طويلة جدًا، مما يشجع المشاة على عدم اتباع الإشارات • علامات الرصيف الأرضية غير كافية (أي وجود علامات عبور غير واضحة للسائقين) • الإضاءة الرديئة • خطوط عبور المشاة غير واضحة للسائقين • كثافات مرور مرتفعة للغاية بالنسبة لعبور المشاة (عدم كفاية الفجوات) • سرعات المركبات المفرطة • وجود المشاة على الطريق • طول المسافة إلى أقرب معبر مشاة • منطقة العبور المدرسية
حوادث تتضمن راكبي الدراجات الهوائية	• عدم كفاية مسافة الرؤية • عدم كفاية اللافتات • عدم كفاية علامات الرصيف الأرضية • الإضاءة الرديئة • السرعة المفرطة • وجود الدراجات على الطريق • قرب مسار الدراجات من الطريق • ضيق المسارات المخصصة لراكبي الدراجات • انظر أيضا العوامل المخصصة للمشاة

هـ-٤ التدابير المضادة المحتملة للتقاطعات ومداخل السيارات الخاصة الرئيسية

يشمل الجدول التالي مجموعة من التدابير المضادة التي يمكن اعتبارها/ تطبيقها على التقاطعات وداخل السيارات الخاصة الرئيسة (AUSTROADS, 2021; FHWA, 2018).

الجدول (هـ–٢٢) التدابير المضادة للحوادث التي تقع عند التقاطعات ومداخل السيارات الخاصة الرئيسة (AUSTROADS, 2021; FHWA, 2018)

حوادث الزاوية اليمنى	
• تحقق من مسافة الرؤية المتاحة، وتخلص من العوائق، حيثما أمكن، (بما في ذلك المركبات المتوقفة) لتوفير المعيار المناسب لمسافة الرؤية. في حال تعذُّر تحقيق المعايير، ارجع لخيارات التحكم في التقاطع أو التحكم في السرعة (تجنب الاعتماد على لافتات قف إذا كانت الرؤية ضعيفة عند خط التوقف). • تحقق من الطرق الفرعية لمعرفة ما إذا كان انتباه السائق قد توجه لأحد السمات البعيدة بعد التقاطع. إذا كان الأمر كذلك، اجعل التقاطع يبدو أوضح: يمكنك استخدام جزيرة وسطية، أو لافتات تحكم أكبر أو مكررة، أو دوار، إذا كان ذلك مناسبًا. • تحقق من الرؤية النهارية والليلية لأجهزة التحكم في حركة المرور وضع في اعتبارك تجديد جهاز التحكم أو تكراره أو تحديده أو توسيعه. • يمكنك تركيب لافتات وأجهزة تحذير مناسبة. • عند تقاطع T بدون لافتات، ضع لافتة قف أو إعطاء الأفضلية. • عند التقاطعات التي بها إشارات، تحقق من كفاية وقت الطور الأصفر والخلوص الأحمر بالكامل. وقد يتطلب الأمر تركيب كاميرات الأمان ذات الإضاءة الحمراء وإشارات المرور بقطر أكبر وأذرع الصاري العلوية ومصابيح التحذير الصفراء النابضة التكميلية.	• في حالة وقوع عدد كبير من الحوادث الليلية، ضع في اعتبارك إضافة أو تعديل الإضاءة في الشوارع. • قد يتطلب الأمر إجراء تخطيط المجاري والقنوات مثل إنشاء الجزر الوسطية لدعم أجهزة التحكم على الطرق الجانبية، ومعالجات الجزر الوسطية العريضة (عند الاقتضاء) ومعالجة التقاطعات المتداخلة في المناطق الريفية. • يمكن تركيب دوار حيث يكون ذلك مناسبًا من وظيفة الطريقين. • يمكن إعادة مواءمة الطرق لتقليل السرعات، بالنسبة للدوار الموجود. • كما يمكن تركيب إشارات المرور عند الاقتضاء. • ويمكن تركيب أذرع الصاري عند الإشارات الحالية. • عند تقاطعات الزاوية على شكل حرف T، يمكن إضافة لوحة مخاطر مقابل التقاطع. • في حالة السطح الزلق، يمكن تحسين مقاومة الانزلاق و/أو توفير التصريف الكافي. • التأكد من ملاءمة حد السرعة.
حوادث السيارات المنعطفة لليسار مع حركة المرور القادمة عند التقاطعات غير المحكومة بإشارات مرورية	
• تحقق من مسافة الرؤية من مركز الطريق أو فتحة الجزيرة الوسطية إلى حركة المرور المقابلة وعززها إذا لزم الأمر. • إذا كنت على طريق مزدوج بجزيرة وسطية عريضة، يمكن الأخذ بالاعتبار لمسار/تشكيل مسارات الانعطاف لليسار لتجنب إعاقة خط الرؤية من خلال المركبات القادمة المنعطفة لليسار.	• إذا كنت على تقاطع طرق على طريق غير مزدوج، يمكن عمل مسارات انعطاف مركزية لليسار متقابلة مع حماية الجزيرة الوسطية المطلية، لتحسين رؤية ما بعدها للمركبات القادمة المنعطفة إلى اليسار. • التأكد من ملاءمة حد السرعة.
حوادث التصادم المباشر من الخلف	
• تحقق مما إذا كانت تلك التصادمات ناتجة عن المركبات المصطفة المنعطفة لليسار غير المتورطة في الحادث. إذا كان الأمر كذلك، انظر في خيار حظر الانعطاف أو توفير مسار انعطاف إضافي محمي. قد يتضمن ذلك انعطافًا لليسار مباشرةً بعد التقاطع الذي به إشارة. • في حال تكرار الحوادث الليلية بشكل كبير، يمكن النظر في إضاءة الشوارع. • في حالة وجود كاميرا كشف الضوء الأحمر عند تقاطع به إشارة، يمكن إزالتها أو استبدالها بكاميرا كشف السرعة والضوء الأحمر. • في حال وجود لافتة تقليل حد السرعة بالقرب من التقاطع، انقلها للأسفل أكثر. • في حالة السطح الزلق، يمكن تحسين مقاومة الانزلاق و/أو توفير التصريف الكافي.	• في حال كثرة الحوادث الناجمة عن عوامل الرطوبة وظروف الطقس، تحقق من مقاومة الانزلاق وتصريف الرصيف. • عند التقاطعات التي بها إشارات، تحقق من مسافة الرؤية للتوقف في "نهاية الصف" وكفاية وقت الطور الأصفر أو الخلوص الأحمر بالكامل. في حالة ضعف رؤية جوانب الإشارة، يمكن النظر في توفير إشارة ذراع الصاري العلوية. • عند وجود إشارات مرتبطة وقريبة من بعضها البعض، تحقق من توقيت تأخير بداية إشارة المرور. • عندما تكون التقاطعات أو المعابر التي بها إشارات قريبة من بعضها، ولكن يمكنها العمل بشكل منفصل، تحقق من تأثير "الرؤية الواضحة" لإشارة خضراء بعيدة وإشارة حمراء قريبة. • التأكد من ملاءمة حد السرعة.

الحوادث عند الانعطاف إلى اليمين او اليسار من الخلف	
بالإضافة إلى وسائل معالجة حوادث التصادم المباشر من الخلف، يمكن النظر فيما يلي: • توفير مسارات مساعدة محمية للانعطاف لليمين/لليسار أو تمديدها أو استكمال المسارات القائمة. • يمكن النظر في حظر الانعطافات لليسار إذا كان من الممكن تحقيق ذلك بشكل كافٍ في مواقع أخرى دون تأثيرات سلبية على السلامة أو البيئة. • وفي المسارات المنزلقة عند الانعطاف لليسار، يمكن تعديل زاوية تقاطع المسار مع الطريق المتقاطع إلى ٧٠ درجة على الأقل، أو وضع إشارات عليها أو توفير مسار إضافي في الطريق الذي يتم الدخول إليه.	

٥-هـ التدابير المضادة المحتملة لحالات الحوادث عند غير التقاطعات

يعرض الجدول (هـ-٢٣) أدناه مجموعة من التدابير المضادة التي يمكن النظر فيها لتفادي الحوادث عند غير التقاطعات (AUSTROADS, 2021; FHWA, 2018).

الجدول (هـ-٢٣) التدابير المضادة المحتملة لحالات الحوادث عند غير التقاطعات (AUSTROADS, 2021; FHWA, 2018)

حوادث التصادمات الجانبية	
• فحص رؤية خطوط المسارات المرورية بالنهار والليل. • في المناطق الريفية، توفر كفاءة الخطوط الوسطية وخطوط الحواف وفحصها، وكذلك تحديد خطوط المسار المروري، عند اللزوم. إضافة علامات الرصف الأرضية العاكسة. • أخذ توفير مسارات مرورية أوسع في الحسبان. • إذا كان في منحنى منعزل، يُرجى النظر في كفاءة تصميم التخطيط والارتفاع الإضافي. استهداف إلغاء حاجة السائقين لتقليل السرعة عند المنحنيات. • تحسين أكتاف الطريق.	• عند الاقتراب من تقاطع، يُرجى تحسين لافتات الاتجاهات بما فيها اللافتات العلوية بالمسار المروري، عندما يكون ذلك ملائمًا. النظر أيضًا في كفاءة مسارات إضافية أو توفيرها للمركبات المنعطفة. • إنشاء مسارات تسارع وتباطؤ. • إذا كان عند نقطة تقلص عدد المسارات المرورية، يجب التأكد من موافقة اللافتات التحذيرية وعلامات الرصف الأرضية للمواصفات. • توفير لافتات تحذيرية ولافتات اتجاهات مسبقة. • التأكد من ملاءمة حد السرعة.
حوادث التصادمات وجهًا لوجه	
• في المناطق الريفية، يجب التأكد من كفاءة علامات الخطوط الوسطية والنظر في دعم هذا بعلامات الرصف الأرضية العاكسة. عند الحافة، يُرجى التأكد من رسم خطوط الحافة كذلك. • عند المواقع التي تقل فيها الرؤية، يجب النظر في رسم خطوط الحواجز. • عند موقع نقطة اتساع موضعي (عند تقاطع، على سبيل المثال)، يجب التأكد أن المسار ليس مسار تجاوز. النظر في تعديل علامات الالتفاف إلى اليسار بالمسار. • عند الحاجة، النظر في فصل التدفقات المرورية المتقابلة بجزيرة وسطية مطلية بأشرطة الاهتزازات التحذيرية (الدمدمة) أو دونها أو باستخدام جزيرة وسطية مرتفعة حيث تكون يكون لها مسوغ اقتصادي.	• النظر في زيادة عدد فرص التجاوز بمضاعفة المسارات أو إنشاء مسارات تجاوز. • عند الحدوث بطريق مزدوج، يجب النظر في تحسين رسم الخطوط، وتوسيع الجزيرة الوسطية، وتوفير حاجز جزيرة أو إذا كان السبب مناورات الطريق الخاطئ عند التقاطعات، يجب فحص التصميم واللافتات والإنارة عند التقاطعات. • النظر في عملية الإزالة أو النقل التي يمكنها أن تحفز السائقين على القيادة في منتصف الطريق. يتضمن هذا الأعمدة والشجرات والحواجز القريبة جدًا من جانب الطريق. • توفير لافتات تحذيرية ولافتات اتجاهات مسبقة. • التأكد من ملاءمة حد السرعة.
حوادث التصادم من الخلف	
• بالطرق المزدحمة، يجب فحص الرؤية الأمامية. • بالطرق السريعة، يجب أخذ إجراء ليكون التدفق ثابتًا، بما فيه إضافة مسارات عند المنحدرات الصاعدة وتوزان عدد المسارات وكفاية سعة الدمج والتباعد وتغير الحركة المرورية من المسار الأيمن قبل ازدياد التدفق أو تحديد السرعة المتغيرة أو قياس المنحدر.	• توفير مسارات إضافية للوصول إلى مداخل السيارات الخاصة ومحطات الحافلات. • التأكد من ملاءمة حد السرعة.

حوادث الخروج عن الطريق	
• النظر في تحسين المحددات، بما فيها، المحددات اللاحقة التثبيت، وعلامات الرصف الأرضية العاكسة، وخطوط الحافة، وخطوط الحافة الحسية وعلامات محاذاة شيفرون. • النظر في رسم الخطوط لمعالجة جميع المنحنيات على الطرق الريفية العالية السرعة. ويتطابق مقدار رسم الخطوط مع مستوى المخاطر في المنحنى (الصعوبة). كلما زادت المخاطر كلما زادت كثافة رسم الخطوط. • إذا كان في منحنى منعزل، يُرجى النظر في كفاءة تصميم التخطيط والارتفاع الإضافي. استهداف إلغاء حاجة السائقين لتقليل السرعة عند المنحنيات. • توسيع المسارات أو إغلاق الأكتاف.	• تحسين أكتاف الطريق. • إذا كانت في منحنيات حرجة، يجب النظر في لافتات التحذير واللافتات التوجيهية بالسرعة عند المنحنى. • توسيع خط الحافة عند المنحنيات. • إذا كان في المناطق الحضرية التي ترتفع فيها نسبة الحوادث ليلاً، يجب النظر في إنارة الشوارع. • إذا كان هناك نسبة عالية من حوادث الطقس الرطب، يجب التحقق من بنية السطح ومقاومة الانزلاق وتصريف الرصيف. • التأكد من ملاءمة حد السرعة. • إذا وضُعت نقطة تعارض، مثل التقاطع، نحو قاعدة طويلة شديدة الانحدار، يجب النظر في إزالة نقطة التعارض أو وضع لافتة تدل عليها.
حوادث الاصطدام بالأجسام الثابتة	
• إضافة إلى توفير سبل معالجة حوادث الخروج عن الطريق المذكورة أعلاه: • إزالة الأجسام أو نقلها إلى مواقع أقل عرضة للخطر. • النظر في نقل أعمدة الإنارة القابلة للكسر أو أعمدة الافتات القابلة للكسر أو استخدامها. • إضافة لافتات خاصة. • النظر في تحسين التخطيط/ الانحدار وتوفير الارتفاع الإضافي المناسب.	• إذا تعذر نقل الجسم أو جعله قابلاً للكسر، يجب النظر في توفير درابزين أو حواجز تصادمات أو وسادة تخفيف التصادمات. • إذا كان الجسم جزيرة، يجب إبرازه أو تحديده؛ ووضع علامات خطية بجانبه وبعده. • النظر في تحسين إنارة الطرق. • في حالة السطح الزلق، يمكن تحسين مقاومة الانزلاق و/أو توفير التصريف الكافي.
إن إزالة شجرة أو جسم لا تحول المركبة دون خروجها عن السيطرة، لكن من المتوقع أن يقلل هذا الإجراء من نتيجة شدة التصادم لهذا النوع من التصادمات.	
حوادث التصادم بسيارة واقفة	
• حظر وقوف السيارات. • ترك مسافة لوقوف السيارات ليست ضمن المسار المروري. • إذا كانت زاوية الوقوف عاملًا، يُرجى النظر في تحويل الوقوف إلى وقوف متوازي. • النظر في زيادة مسافة الخلوص بين موقف السيارات وفي المسارات المرورية.	• تحديد حافة المسار المروري بعد منطقة وقوف السيارات. • إذا كان ارتفاع الحوادث الليلة عاملًا، يجب حظر وقوف السيارات أو النظر في كفاية إنارة الشوارع أو توفيرها. • النظر في ملاءمة تنفيذ سبل المعالجة المدرجة للتصادمات التي خارج الطريق والتصادمات بالأجسام الثابتة.

٦-ه التدابير المضادة المحتملة لحوادث المشاة وراكبي الدراجات

يعرض الجدول التالي مجموعة من التدابير المضادة التي يمكن النظر فيها بشأن الحوادث التي تشمل المشاة وراكبي الدراجات (AUSTROADS, 2021; FHWA, 2018).

الجدول (ه–٢٤) التدابير المضادة لحوادث المشاة/المركبات (AUSTROADS, 2021; FHWA, 2018)

التدابير المضادة لحوادث المشاة/المركبات	
• النظر في توفير إشارات عبور مشاة بالطلب (بما في ذلك نوع منطقة عبور المشاة). • إذا كانت في ممر مشاة مخطط بطريق مزدحم، يجب النظر في استبداله بإشارات جزيرة عبور المشاة أو جزيرة أو إشارات عبور مشاة. • • تركيب معبر للمشاة (مخطط) حيث يمكن العبور بأمان (على سبيل المثال، مسارات الانعطاف لليمين). • تركيب/تحسين علامات ولافتات عبور المشاة. • النظر في الحواجز التي تمنع العبور العشوائي للمشاة. • النظر في حظر وقوف السيارات و/أو توفير امتدادات ممر المشاة (في مسار وقوف السيارات) لتحسين خطوط رؤية المشاة وتقليل مسافة عبور المشاة. • النظر في تركيب جزر وقوف المشاة حتى يحتاج المشاة إلى العثور على فتحات في اتجاه مرور واحد فقط في كل مرة. • في حالة وقوع عدد كبير من الحوادث الليلية، ضع في الاعتبار إضافة أو تعديل الإضاءة في الشوارع. • إزالة العوائق على جانب الطريق. • تركيب أرصفة المشاة. • تثبيت مسارات/مسارات للدراجات	• إذا كان هناك حاجة متزايدة للمشاة في العبور من مكان غير آمن، يجب النظر في تركيب جسر مشاة. • التأكد من ملاءمة حد السرعة. • النظر في التدابير المحلية لإدارة حركة المرور في الشوارع، مثل مطبات تخفيف السرعة، ومعابر المشاة المرتفعة، ونقط إبطاء السرعة وغيرها للحدد من سرعة المركبة. • إذا كان عند تقاطع موضع عنده لافته، يجب النظر في كفاية مدة العبور والوقوف، أو في توفير طور أمن مشاة مخصص، أو البدء المبكر لإشارة العبور أو التأكد من عرض إشارات العبور على جانبي التقاطع عند الضغط على الزر على أحد الجوانب. • إذا كانت عند إشارات عبور المشاة بالطلب التي في منتصف الطريق، يجب النظر في الحد من تأخير إشارة العبور (على سبيل المثال، الطور المزدوج داخل الدورة). إذا كانت الرؤية محدودة: يجب إزالة خطوط الرؤية أو نقل مكان العبور حيث تكون الرؤية كافية. • أخذ الحد الأدنى للسرعة في الحسبان. قد يتطلب هذا التدبير معالجة إدارة سرعة الحركة المرورية.

ه-٧ التدابير المضادة المحتملة لحوادث تقاطع السكك الحديدية

يعرض الجدول أدناه مجموعة من التدابير المضادة التي يمكن النظر فيها بشأن تقاطع السكك الحديدية (AUSTROADS, 2021; FHWA, 2018).

الجدول (ه–٢٥) التدابير المضادة المحتملة لتصادمات تقاطع السكك الحديدية (AUSTROADS, 2021; FHWA, 2018)

التدابير المضادة لحوادث تقاطع السكك الحديدية	
• التحقق من كفاية العلامات الأرضية واللافتات التحذيرية المسبقة. النظر في الإشارات المسبقة أو اللافتات المرورية التحذيرية المفعلة بواسطة المركبة. زيادة حجم اللافتات إذا لزم الأمر. • التحقق من مسافة الرؤية المتاحة وتحسينها إن أمكن. إزالة عوائق الرؤية. النظر في إعادة تنظيم الطرق حيثما يكون لها مسوغ اقتصادي. • إذا كان ارتفاع الحوادث الليلية عاملًا في ذلك، يجب النظر في توفير إنارة الشوارع. • في حال عدم وجود أجراس إنذار وإشارات ضوئية، يجب النظر في توفيرها حيثما يكون لها مسوغ اقتصادي. • النظر في تحسين سطح ممر العبور. • النظر في تخفيض الحد الأقصى للسرعة على الطرق العالية السرعة ومسارات المركبات الثقيلة. • التحقق من توفر مسافة منع تكدس كافية بين نقاط التحكم المتجاورة (التقاطعات) والقضبان، إذا لم تأخذ في الحسبان الطرق البديلة للمركبات الطويلة. • النظر في الفصل بين المستويات. • النظر في المصابيح العلوية ذات الأذرع. • إذا كان تقاطع السكك الحديدية مجهزًا بالأجراس والإشارات الضوئية، يُرجى النظر في كفاية رؤيتها وسهولة سماعها. • النظر في توفير بوابات حواجز ذراعية مزدوجة الجانب، عند الحاجة لذلك.	• الاتساق مع ممرات العبور الأخرى القريبة. • عندما تكون الإشارات أو الحواجز الذراعية مرئية ولكن يُهمش وجودها، يجب النظر في الكاميرات العاملة بالضوء الأحمر. • إذا كان ممر العبور المتحكم به المزود بمصابيح مجاورًا لإشارات المرور، يجب الربط بإشارات المرور لتوفير طور خلوص مبكر. • يجب إزالة الدوارات المرورية التي بالقرب من ممرات عبور السكك الحديدية، فقد تؤدي إلى حدوث اصطفاف عند ممرات عبور السكك الحديدية. • إذا اصطفت المركبات عند التقاطع، يجب إضافة كاشف اصطفاف في اتجاه ممر العبور المربوط بإشارات المرور عكس اتجاه ممر العبور منعًا للمركبات من الدخول في حال وجود صفوف. • في حال اصطفاف المركبات عند موضع العبور، يجب إضافة صندوق أصفر مخطط ولافتات "ممنوع الوقوف ". • إذا كان للتقاطع مساران ويمكن للقطارات الوصول من أي اتجاه في نفس الوقت، يجب تركيب بوابات حواجز ذراعية. • توفير خطوط تنبيه أرضية لتوضيح الاقتراب من ممر العبور. • تركيب/تحسين علامات الرصيف الأرضية. • وضع سبل بصرية لتهدئة حركة المرور لتشجيع تقليل السرعة عند الاقتراب من ممر العبور. • تحسين ممر عبور السكك الحديدية غير المزود بحواجز أمنية إلى تقاطع بحواجز أمنية. • توفير حواجز للجزيرة الوسطية للطريق.

ه-٨ إجراءات التقييم الاقتصادي

ه-٨-١ احتياجات البيانات

يرد أدناه موجز للبيانات اللازمة لحساب التغير في تكرار الحوادث وتكاليف تنفيذ التدابير المضادة لها (AASHTO, 2010)

الجدول (ه–٢٦) البيانات اللازمة لحساب التغير في تكرار الحوادث وتكاليف تنفيذ التدابير المضادة (AASHTO, 2010))

النشاط	البيانات اللازمة لحساب فوائد المشروع
حساب الفوائد المالية:	
تقدير التغير في الحوادث حسب شدتها	تاريخ الحوادث حسب شدته المتوسط الحالي والمستقبلي السنوي لحركة المرور اليومية سنة تنفيذ التدابير المضادة المتوقعة دالة أداء السلامة لظروف الموقع الحالية والمستقبلية (إذا لازم الأمر) معامل تخفيف الحوادث لجميع التدابير المضادة قيد النظر
تحويل التغيير في تكرار الحوادث إلى القيمة المالية السنوية	القيمة المالية للحوادث حسب شدتها التغير في تقديرات تكرار الحوادث
تحويل القيمة المالية السنوية إلى قيمة حالية	مدة خدمة التدابير المضادة معدل الخصم (الحد الأدنى من العائدات)

النشاط	البيانات اللازمة لحساب فوائد المشروع
حساب التكاليف:	
حساب تكاليف الإنشاء وتكاليف التنفيذ الأخرى	مع مراعاة مواصفات الجهة المختصة
تحويل التكاليف إلى القيمة الحالية	مدة خدمة التدابير المضادة جدول مراحل المشروع

ه-٨-٢ تقييم فوائد المشروع المتوقعة

يبين هذا الجزء الفرعي طرق تقدير فوائد المشروع المقترح بناءً على التغيير المقدر في متوسط تكرار الحوادث. تعتمد الطريقة المستخدمة على نوع المرفق والتدابير المضادة، ومقدار الأبحاث التي أجريت بشأن هذه المرافق والتدابير المضادة. ويُقترح استخدام طريقة دليل سلامة الطرق التنبؤية الموضحة في الباب ٥- لتحديد فوائد المشروع (AASHTO, 2010).

ه-٨-٢-١ تقدير تغير الحوادث بالمشروع المقترح

تبين الطريقة التنبؤية لدليل سلامة الطرق (الموضحة في الباب الخامس) إجراءات تقدير متوسط تكرار الحوادث المتوقع عند تحديد ميزات التصميم الهندسي والتحكم في حركة المرور. يوضح هذا الجزء الفرعي أربع طرق مرتبة حسب الموثوقية لتقدير التغير في متوسط تكرار الحوادث المتوقع لمشروع مقترح أو تعديل تصميم المشروع. وهي:

- الطريقة ١ - تطبيق الطريقة التنبؤية لدليل سلامة الطرق (الباب الخامس) لتقدير متوسط تكرار الحوادث المتوقع لكل من الظروف الحالية والمقترحة. تُتبع متطلبات المعايرة وفقًا للظروف المحلية على النحو المحدد في الجزء الفرعي، ويطبق أخصائيو سلامة الطرق أعلى نهج تتوافر بشأنه البيانات
- الطريقة ٢ - تطبيق الطريقة التنبؤية لدليل سلامة الطرق لتقدير متوسط تكرار الحوادث المتوقع للظروف الحالية، وتطبيق معامل تخفيف حوادث مناسب للمشروع (موصوف في الباب الخامس) لتقدير أداء سلامة الظروف المقترحة.
- الطريقة ٣ - إذا تعذر تطبيق الطريقة التنبؤية لدليل سلامة الطرق ، لكن يمكن استعمال دالة أداء السلامة المطبقة على ظروف الطريق الحالية (أي، دالة أداء سلامة موضوع لنوع مرفق لا تتضمنه طريقة دليل سلامة الطرق ، ويجب استخدام دالة أداء السلامة لتقدير متوسط تكرار الحوادث المتوقع للظروف الحالية، وتطبيق معامل تخفيف الحوادث المناسب للمشروع من الباب الخامس لتقدير متوسط تكرار الحوادث المتوقع للظروف المقترحة. كما يمكن استخدام معامل تخفيف حوادث للمشروع الموضوع محليًا في الطريقة ٣.
- الطريقة ٤ - استخدام معدل تكرار الحوادث المرصودة لتقدير متوسط تكرار الحوادث المتوقع للظروف الحالية، وتطبيق معامل تخفيف الحوادث المناسب للمشروع من الباب الخامس على متوسط تكرار الحوادث المتوقع للظروف الحالية للحصول على متوسط تكرار الحوادث المتوقع للظروف المقترحة. تُطبق هذه الطريقة على أنواع المرافق ذات الظروف الحالية التي لا تشملها الطريقة التنبؤية لدليل سلامة الطرق.

عند استخدام معامل تخفيف الحوادث المبين في الباب الخامس في إحدى الطرق الأربع، يمكن تطبيق الخطأ المعياري لمعامل تخفيف الحوادث لحساب مجال الثقة لتقدير متوسط تكرار الحوادث المتوقع. كما يساعد المقدار في معرفة نوع التباين الذي يمكن توقعه عند تطبيق أي من التدابير المضادة (AASHTO, 2010).

ه-٨-٢-٢ تقدير التغير في الحوادث عندما لا تتوفر منهجية للتنبؤ بالسلامة أو معامل تخفيف الحوادث

عند تعذر تطبيق الطريقة التنبؤية لدليل سلامة الطرق، وعدم توفر معامل تخفيف الحوادث، يتعذر تقدير فاعلية المشروع المتوقعة بالطرق المذكورة أعلاه من القسم الفرعي ه-٨-٢-١.

ولتقدير التدابير المضادة عند عدم توفر معامل تخفيف حوادث صالح، يمكن اختيار تقدير معامل تخفيف الحوادث المطبق من خلال التقدير الهندسي. وتُعد نتائج هذا التحليل مشكوك بها، ويمكن أن يدعم تحليل الحساسية المجرى استنادًا إلى تقديرات معامل تخفيف الحوادث اتخاذ القرار (AASHTO, 2010)

ه-٨-٢-٣ ه-٨-٢-٣ تحويل الفوائد إلى قيمة مالية

إن تحويل التغير المقدر في تكرار الحوادث إلى قيمة مالية أمر بسيط نسبيًا طالما أن تكاليف الحوادث المجتمعية المقررة حسب شدتها متوفرة. أولاً، تحويل التغير المقدر في تكرار الحوادث إلى قيمة مالية سنوية. وقد تكون هذه القيمة المالية السنوية متساوية أو غير متساوية على مدار مدة خدمة المشروع. لذا، للحصول على وحدة متناسقة للمقارنة بين المواقع، تُحول القيمة السنوية إلى قيمة حالية (AASHTO, 2010).

هـ-٨-٢-٣-١ حساب القيمة المالية السنوية

البيانات التالية مطلوبة لحساب القيمة المالية السنوية:

- القيمة المالية المقبولة للحوادث حسب شدتها.
- التغير في تقديرات الحوادث حسب:
  - إجمالي الحوادث
  - حوادث الوفيات/ الإصابات
  - الحوادث التي تسبب أضرار في الممتلكات فقط

يمكن حساب الفوائد السنوية لتحسين السلامة بضرب الانخفاض المتوقع في الحوادث من درجة شدة معينة في التكلفة المجتمعية المطبقة.

ينبغي للجهات الوطنية أو المحلية أن تكمل البحوث التي ستضع أساسًا، من الجانب المالي، بتحديد تكاليف الحوادث البشرية التي يتكبدها المجتمع نتيجة للوفيات والإصابات الناجمة عن حوادث الطرق. تشمل هذه التقديرات الخسائر المالية المرتبطة بالرعاية الطبية، وخدمات الطوارئ، والأضرار التي لحقت بالممتلكات، وفقدان الإنتاجية، وما شابه ذلك، التي يكابدها المجتمع ككل. لا ينبغي الخلط بينها وبين التعويضات التي يمكن منحها لمدع معين في قضية إصابة شخصية أو الموت الخاطئ. وتستند أضرار المسؤولية التقصيرية فقط على الخسارة المحددة للمدعي المنفرد ولا يُسمح لها بتضمن أي تكاليف أو أعباء مجتمعية.

هـ-٨-٢-٣-٢ تحويل القيمة المالية السنوية إلى القيمة الحالية

يوجد طريقتان يمكن استخدامهما لتحويل الفوائد المالية السنوية إلى القيمة الحالية. تستخدم الطريقة الأولى عندما تكون الاستحقاقات السنوية موحدة على مدار فترة خدمة المشروع. وتُستخدم الثانية عند تفاوت نسبة الفوائد السنوية على مدى فترة خدمة المشروع.

البيانات التالية مطلوبة لتحويل القيمة المالية السنوية إلى القيمة الحالية (AASHTO, 2010):

الفوائد المالية السنوية المرتبطة بالتغير في تكرار الحوادث (انظر الجزء الفرعي السابق).

- مدة خدمة أحد التدابير المضادة (التدابير المضادة).
- معدل الخصم (الحد الأدنى لمعدل العائد).

الطريقة الأولى: تحويل الفوائد السنوية الموحدة إلى قيمة حالية

عندما تكون الفوائد السنوية متساوية على مدى فترة خدمة المشروع، وينبغي استخدام المعادلة (هـ-٣٨) والمعادلة (هـ-٣٩) لحساب القيمة الحالية لفوائد المشروع (AASHTO, 2010).

المعادلة (هـ-٣٨)

$$PV_{benefits} = Total\ Annual\ Monetary\ Benefits \times (P/A, i, y)$$

حيث إن:

$PV_{benefits}$ = القيمة الحالية لفوائد المشروع لموقع معين

$P/A,i,y))$ = معامل التحويل لسلسلة من المبالغ السنوية المتساوية إلى القيمة الحالية

المعادلة (هـ-٣٩)

$$(P/A, i, y) = \frac{(1.0+i)^{(y)}-1.0}{i\times(1.0+i)^{(y)}}$$

i = معدل العائد أو معدل الخصم المجزي الأدنى
(أي، إذا كان معدل الخصم ٤٪، ثم i = ٠,٠٤)

y = السنة في مدة خدمة تدبير مضاد (التدابير المضادة)

الطريقة الثانية: تحويل الفوائد السنوية غير الموحدة إلى قيمة حالية

تؤدي بعض التدابير المضادة إلى تغيرات أكبر في المتوسط المتوقع لتكرار الحوادث في السنوات الأولى بعد التنفيذ منها في السنوات اللاحقة. ولحساب التكرار على مدار فترة خدمة التدابير المضادة، يجب حساب القيم المالية السنوية غير المتساوية كما هو موضح في الخطوة (١) أدناه لكل سنة من سنوات الخدمة. تُتبع العملية الآتية لتحويل فوائد المشروع لجميع القيم المالية السنوية غير المتساوية إلى قيمة حالية واحدة (AASHTO, 2010):

١- ١- تحويل كل قيمة مالية سنوية إلى قيمتها الحالية الفردية. تُعامل كل قيمة سنوية مستقبلية على أنها قيمة مستقبلية واحدة؛ لذا، يُطبق عامل استحقاق حالي مختلف لكل عام.

يستعاض عن عامل (P/F,I,y) المحسوب لكل سنة في مدة الخدمة بعامل (P/A,i,y) المبين في المعادلة (هـ-٣٩).

١- (P/F,i,y) = عامل يحول قيمة مستقبلية واحدة إلى قيمتها الحالية
٢. $(P/F,i,y) = (1 + i)^{(-y)}$

بما أن:
i = معدل الخصم (أي أن معدل الخصم هو ٤ في المائة، (i = 0.04
y = سنة في مدة خدمة تدبير مضاد (التدابير المضادة)

٢- جمع القيم الحالية الفردية للوصول إلى قيمة حالية واحدة تمثل فوائد المشروع.

توضح مشكلات العينة المبينة في **الملحق و** – حالات دراسية لإدارة السلامة على الطرق - كيفية تحويل القيم السنوية غير المتساوية إلى قيمة حالية مفردة.

هـ-٨-٣ تقدير تكاليف المشروع

يتبع تقدير التكاليف ذات الصلة بتنفيذ التدابير المضادة الإجراء ذاته المتبع في تقديرات التكلفة لمشاريع الإنشاء أو تنفيذ البرامج الأخرى. وعلى غرار مشاريع تطوير الطرق الأخرى، فإن تكاليف المشروع المتوقعة لكل موقع ولكل تدبير مضاد مقترح (تدابير مضادة مقترحة) حصرية. قد تشمل تكلفة تنفيذ تدبير مضاد أو مجموعة من التدابير المضادة مجموعة متنوعة من العوامل، على سبيل المثال، أخذ حق الطريق، وتكاليف مواد الإنشاء، والميلان والأعمال الترابية، ونقل المنافع، والتأثيرات البيئية، والصيانة، وغيرها من التكاليف، بما في ذلك أي أعمال تخطيط وتصميم هندسي تُجرى قبل الإنشاء.

يتضمن تقييم تكاليف المشروع المتوقعة القيمة الحالية لتكاليف الإنشاء والتشغيل والصيانة على مدار مدة خدمة المشروع. تشمل فئات التكاليف المتضمنة في التقييم الاقتصادي:

- الإنشاء وتكاليف التطوير الأخرى،
- تعديل تقديرات تكاليف التطوير والتشغيل لمراعاة التضخم،
- تكلفة حرم الطريق،
- تقدير القيمة الحالية والمستقبلية للأراضي غير المطورة،
- تقدير القيمة الحالية والمستقبلية للأراضي المطورة،
- تقييم حق حرم الطريق المملوك بالفعل،
- ونفقات الصيانة والتشغيل.

يُعبر عن تكاليف المشاريع بصيغة القيم الحالية لاستخدامها في التقييم الاقتصادي. عادة ما تكون تكاليف إنشاء المشروع أو تنفيذه هي القيم الحالية بالفعل، ولكن يجب تحويل أي تكاليف سنوية أو مستقبلية إلى القيم الحالية باستخدام العلاقات المبينة نفسها لفوائد المشروع في القسم الفرعي هـ-٨-٢-٣ (AASHTO, 2010).

هـ-٨-٤ أساليب التقييم الاقتصادي

يوجد هدفان رئيسيان للتقييم الاقتصادي للتدابير المضادة أو مزيج من التدابير المضادة:

١- تحديد المبرر الاقتصادي للمشروع (أي أن الفوائد أكبر من التكاليف)،
٢- تحديد المشروع أو البديل الأكثر فاعلية من حيث التكلفة.

يبين القسم الفرعي هـ-٨-٤-١ طريقتين ينبغي استخدامهما لتحليل التكاليف والفوائد تحقيقًا للهدف الأول. ويصف القسم الفرعي هـ-٨-٤-٢ طريقة منفصلة يجب استخدامها تحقيقًا للهدف الثاني. تُرفق عملية تدريجية لاستخدام كل من هذه الطرق مع مخطط يبين نقاط القوة والقيود لكل منها.

وفي الحالات التي يستخدم فيها تقييم اقتصادي لمقارنة التدابير المضادة أو مشاريع بديلة متعددة في موقع واحد، يمكن تطبيق الأساليب المبينة في الجزء ٣-٧ لتقييم المواقع المتعددة (AASHTO, 2010).

هـ-٨-٤-١ إجراءات تحليل الفوائد والتكاليف

يوضح هذا الجزء الفرعي صافي القيمة الحالية ونسبة الفوائد إلى التكاليف. وتستخدم هذه الطرق عادة لتقييم الفاعلية والجدوى الاقتصادية لمشاريع الطرق الفردية. توضح في هذا الجزء الفرعي بوصفها وسيلة لتقييم مشاريع تنفيذ التدابير المضادة التي تهدف إلى

تقليل المتوسط المتوقع لتكرار الحوادث أو شدتها. تستخدم الطرق الفوائد المحسوبة في الجزء الفرعي ه-٨-٢ والتكاليف المحسوبة في الجزء الفرعي ه-٨-٣.

ه-٨-٤-١-١ صافي القيمة الحالية

تُستخدم طريقة صافي القيمة الحالية للتعبير عن الفرق بين التكاليف والفوائد المخصومة لمشروع تطوير فردي بمبلغ واحد. ويشير مصطلح "الخصم" إلى أن التكاليف والفوائد المالية تُحول إلى قيمة حالية باستخدام معدل الخصم.

التطبيقات

تستخدم طريقة صافي القيمة الحالية للوظيفتين الأساسيتين المذكورتين أدناه:

- تحديد تدابير مضادة أو مجموعة التدابير المضادة التي توفر الوسيلة الأكثر فاعلية من حيث التكلفة للحد من الحوادث. تُرتب التدابير المضادة تنازليًا من أعلى معدل لصافي قيمة الحالية إلى أدنى معدلاتها.
- تقييم المبرر الاقتصادي للمشروع الفردي. يشير المشروع الذي يزيد صافي قيمته الحالية عن الصفر إلى مشروع ذي فوائد كافية لتبرير تنفيذ التدابير المضادة.

الأسلوب

١- تقدير عدد الحوادث المنخفض بسبب مشروع تحسين السلامة.
٢- تحويل التغير في متوسط تكرار الحوادث المقدر إلى قيمة مالية سنوية تمثل الفوائد.
٣- تحويل القيمة المالية السنوية للفوائد إلى قيمة حالية.
٤- حساب القيمة الحالية للتكاليف المتعلقة بتنفيذ المشروع.
٥- حساب صافي القيمة الحالية بواسطة المعادلة (هـ-٤٠):

المعادلة (هـ-٤٠)

$$NPV = PV_{\text{benefits}} - PV_{\text{costs}}$$

حيث إن:

$PV_{benefits}$ = القيمة الحالية لفوائد المشروع
PV_{costs} = القيمة الحالية لتكاليف المشروع

٦- إذا كان NVP>0، فإن المشروع الفردي مسوغًا اقتصاديًا.

تعرض مواطن قوة تحليل صافي القيمة الحالية والقيود ذات الصلة في الجدول (هـ-٢٧) (AASHTO, 2010).

الجدول (ه–٢٧) مواطن قوة وضعف طريقة صافي القيمة الحالية (AASHTO, 2010).

نقاط القوة	مواطن الضعف
تقيّم هذه الطريقة المبرر الاقتصادي للمشروع. يُرتب صافي القيمة الحالية تنازليًا من أعلى قيمة إلى أدنى قيمة. تصنف المشاريع التي لها التصنيفات نفسها التي يُتوصل إليها بطريقة النسبة التراكمية للفوائد إلى التكاليف المبينة في الجزء ٣-٧.	ولا يمكن تفسير المقدار بالسهولة ذاتها التي تفسر بها نسبة الفوائد إلى التكاليف.

ه-٨-٤-١-٢ نسبة المنافع إلى التكاليف (BCR)

نسبة الفوائد إلى التكاليف هي نسبة فوائد القيمة الحالية للمشروع إلى تكاليف تنفيذ المشروع (نسبة الفوائد إلى التكاليف= الفوائد/ التكاليف). إذا كانت النسبة أكبر من ١,٠، فإن المشروع يُعد مسوغًا اقتصاديًا. وتُصنف التدابير المضادة تنازليًا من أعلى قيمة لنسبة الفوائد إلى التكاليف إلى أدنى قيمة لها.A ويجب إجراء تحليل تراكمي للفوائد والتكاليف (الجزء ٣-٧) لاستخدام صافي القيمة الحالية كأداة لمقارنة بدائل المشاريع.

التطبيقات

تُستخدم هذه الطريقة لتحديد التدابير المضادة الأكثر قيمة لموقع معين وتُستخدم لتقييم المبرر الاقتصادي للمشاريع الفردية. طريقة نسبة الفوائد إلى التكاليف غير صالحة لتحديد أولويات المشاريع أو البدائل المتعددة لمشروع واحد؛ كما أن الطرق المبينة في الجزء ٣-٧ هي عمليات صالحة لتحديد أولويات المشاريع أو البدائل المتعددة.

الأسلوب

١- حساب القيمة الحالية للتغير المقدر في متوسط تكرار الحوادث.
٢- حساب القيمة الحالية للتكاليف المتعلقة بمشروع تحسين السلامة.
٣- حساب نسبة الفوائد إلى التكاليف بقسمة فوائد المشروع المقدرة على تكاليف المشروع المقدرة.

المعادلة (هـ-٤١)

$$BCR = \frac{PV_{benefits}}{PV_{costs}}$$

حيث إن:

BCR = نسبة الفوائد إلى التكاليف
$PV_{benefits}$ = القيمة الحالية لفوائد المشروع
PV_{costs} = القيمة الحالية لتكاليف المشروع

٤- إذا كانت النسبة أكبر من ١,٠، فإن المشروع يُعد مبررًا اقتصاديًا.

توضح مواطن قوة وقيود تحليل نسبة الفوائد إلى التكاليف في الجدول (هـ٢٨) (AASHTO, 2010).

الجدول (هـ-٢٨) مواطن قوة وضعف طريقة الفوائد إلى التكاليف (AASHTO, 2010)

نقاط القوة	مواطن الضعف
يوضح مقدار نسبة الفوائد إلى التكاليف الرغبة النسبية لإجراء المشروع المقترح لصانعي القرار فورًا.	لا يمكن استخدام نسبة الفوائد إلى التكاليف مباشرة في اتخاذ القرار بين بدائل المشروع أو لمقارنة المشاريع في مواقع متعددة. وسيلزم إجراء تحليل تراكمي لنسبة الفوائد إلى التكاليف لهذا الغرض (الجزء ٣-٧).
قد تستخدم جهات الطرق هذه الطريقة لتبرير التطويرات التي تستحق التمويل. عمومًا، المشاريع المستحقة التمويل هي المشاريع المحددة بأنها مبررة اقتصاديًا (نسبة الفوائد إلى التكاليف> ١,٠)؛ ورغم ذلك، توجد حالات يكون حتى تنفيذ مشروع بنسبة فوائد إلى تكاليف < ١,٠،أمرًا مبررًا بناءً على احتمال حدوث الحوادث دون المشروع.	وتنظر هذه الطريقة في المشاريع كل على حدة ولا تقدم توجيهات لتحديد المزيج الأكثر فاعلية من حيث التكلفة من المشاريع بالنظر إلى ميزانية محددة.

هـ-٨-٤-٢ إجراءات تحليل فاعلية التكلفة

في تحليل فاعلية التكلفة، لا يُحدد التغير المتوقع في متوسط تكرار الحوادث على قيم مالية، ولكنه يُقارن مباشرة بتكاليف المشروع.

يُعبر عن فاعلية التكلفة لمشروع تنفيذ التدابير المضادة على أنه التكلفة السنوية لانخفاض الحوادث. وينبغي تطبيق كل من تكلفة المشروع وانخفاض تكرار الحوادث المقدر على المدة الزمنية نفسها إما على أساس سنوي أو على مدى عمر المشروع بأكمله. وتتطلب هذه الطريقة تقديرًا للتغير في الحوادث وتقدير التكلفة المرتبطة بتنفيذ التدابير المضادة. ورغم ذلك، لا يُحول التغير في تكرار الحوادث المقدر إلى قيمة مالية.

التطبيقات

تُستخدم هذه الطريقة للحصول على فهم كمي لقيمة تنفيذ التدابير المضادة بمفرده أو تدابير مضادة متعددة في موقع فردي عندما لا تدعم الجهة القيمة المالية لتكلفة الحوادث المستخدمة لتحويل انخفاض المتوسط المقدر لتكرار الحوادث إلى قيمة مالية.

الأسلوب

١- تقدير التغير في متوسط تكرار الحوادث المتوقع بسبب مشروع تحسين السلامة.

٢- حساب التكاليف المرتبطة بتنفيذ المشروع.
٣- حساب فاعلية تكلفة مشروع تحسين السلامة في الموقع بقسمة القيمة الحالية للتكاليف على التغير المقدر في متوسط تكرار الحوادث على مدى عمر التدابير المضادة:

المعادلة (هـ-٤٢)

$$Cost - Effectiveness\ Index = \frac{PV_{costs}}{N_{predicted} - N_{observed}}$$

حيث إن:

PV_{costs} = القيمة الحالية لتكاليف المشروع
$N_{predicted}$ = نسبة تكرار التصادم المتوقعة للسنة
$N_{observed}$ = تكرار التصادم الملاحظ للسنة

توضح مواطن قوة وقيود تحليل فعالية التكلفة في الجدول (هـ-٢٩) (AASHTO, 2010).

الجدول (ه–٢٩) مواطن قوة وضعف تحليل فعالية التكلفة (AASHTO, 2010)

نقاط القوة	مواطن الضعف
ينتج عن هذه الطريقة عملية حسابية بسيطة وسريعة تعطي فهمًا عامًا عن قيمة المشروع الفردي.	لا يفرق بين قيمة الحد من حادث وفاة ، وحادث الإصابة، وحادث الأضرار المتعلقة بالممتلكات فقط..
ينتج عنها قيمة رقمية يمكن مقارنتها بمشاريع تحسين السلامة الأخرى المقيمة بالطريقة ذاتها.	لا يوضح ما إذا كان مشروع التحسين مبرر اقتصاديًا لأنه لا يُعبر عن الفوائد ماليًا.
لا يوجد حاجة لتحويل التغيير في المتوسط المتوقع لتكرار الحوادث حسب شدته أو إلى قيمة مالية.	

ه-٨-٥ الاعتبارات غير المالية

في معظم الحالات، يمكن تقدير الفوائد الأساسية لمشاريع تنفيذ التدابير المضادة من حيث التغير في متوسط تكرار الحوادث والإصابات المتجنبة أو القيم النقدية، أو كليهما. ورغم ذلك، فإن العديد من العوامل غير المرتبطة مباشرة بالتغيرات في تكرار الحوادث تؤثر على القرارات المتخذة بشأن مشاريع تنفيذ التدابير المضادة ولا يمكن تحديد القيمة المالية للعديد منها. وتشمل الاعتبارات غير النقدية ما يلي:

- الطلب العام،
- الإدراك العام لمشاريع تحسين السلامة وقبولها،
- تلبية السياسات الراسخة والمقبولة بالمجتمع لتحسين التنقل أو إمكانية الوصول على طول الممر،
- جودة الهواء والضوضاء والاعتبارات البيئية الأخرى،
- احتياجات مستخدمي الطرق،
- تقديم حل موافق للسياق يتوافق مع رؤية المجتمع والبيئة.

فيما يخص المشاريع التي تهدف أساسًا إلى الحد من تكرار الحوادث أو شدتها، قد يكون تحليل الفوائد والتكاليف من الناحية المالية بمنزلة أداة لاتخاذ القرارات الرئيسية، مع إيلاء اعتبار ثانوي للعوامل النوعية. قد تكون عملية اتخاذ القرار بشأن المشاريع الكبيرة التي لا تركز فقط على التغيير في تكرار الحوادث نوعية في المقام الأول أو قد تكون كمية من خلال تطبيق عوامل الترجيح على معايير اتخاذ القرار المحددة مثل السلامة وعمليات حركة المرور وجودة الهواء والضوضاء وغيرها. ويناقش الجزء ٣-٧ تطبيق أدوات تخصيص الموارد المتعددة الأهداف بوصفها إحدى الطرق لاتخاذ مثل هذه القرارات الكمية قدر الإمكان (AASHTO, 2010).

هـ-٩ طرق تحديد أولويات المشروع

هـ-٩-١ طرق التصنيف

هـ-٩-١-١ التصنيف حسب تدابير الفعالية الاقتصادية

تشتمل أبسط طريقة لتحديد أولويات المشروع على تصنيف المشاريع أو بدائل المشاريع من خلال التدابير التالية (المحددة في الجزء ٣-٦)، بما في ذلك:

- تكاليف المشروع،
- والقيمة النقدية لفوائد المشروع،
- وتقليل إجمالي عدد الحوادث،
- وتقليل عدد الحوادث التي ينجم عنها وقوع وفيات وإصابات مسببة للعجز،
- وتقليل عدد الحوادث التي تُسبب وقوع وفيات وإصابات،
- مؤشر فاعلية التكلفة،
- صافي القيمة الحالية.

ونتيجة لإجراءات التصنيف، تُصنف قائمة المشروع تنازليًا من الأعلى للأدنى بأي من التدابير الواردة أعلاه. ويمكن اتخاذ العديد من قرارات التحسين البسيطة، لا سيما تلك التي تنطوي على عدد قليل من المواقع وعدد محدود من بدائل المشروع لكل موقع، بمراجعة التصنيفات بناءً على اثنين أو أكثر من هذه المعايير.

ورغم ذلك، نظرًا لأن هذه الأساليب لا تأخذ في الحسبان الأولويات المتنافسة أو قيود الميزانية أو تأثيرات المشروع الأخرى، فهي بسيطة للغاية بالنسبة للحالات ذات الأولويات المتنافسة المتعددة. وطرق التحسين أكثر تعقيدًا لكنها ستوفر معلومات محاسبية للأولويات المتنافسة وستؤدي إلى مجموعة من المشاريع التي توفر أكبر قدر من فوائد الحد من الحوادث ضمن القيود المالية. وفي حال تصنيف المواقع حسب نسبة الفوائد إلى التكلفة، يُجرى تحليل تراكمي لنسبة الفوائد إلى التكاليف على النحو المبين أدناه (AASHTO, 2010).

هـ-٩-١-٢ التحليل التراكمي للتكلفة والفوائد

ويمثل التحليل التراكمي للفوائد والتكاليف امتدادًا لطريقة نسبة الفوائد إلى التكاليف المبينة في الجزء ٣-٦. توضح الخطوات التالية الطريقة في أبسط أشكالها.

١- إجراء تقييم نسبة الفوائد إلى التكاليف لكل مشروع تحسين فردي كما هو موضح في الجزء ٣-٦.
٢- ترتيب المشاريع التي لها نسبة فوائد إلى تكاليف أكبر من ١,٠ ترتيبًا متزايد بناءً على تكلفتها المقدرة. يُدرج المشروع الأقل تكلفة أولًا.
٣- ابتداءً من أول القائمة، يجب حساب الفرق بين فوائد المشروع الأول والثاني. وبالمثل، يُحسب الفرق بين تكاليف المشروعين الأول والثاني. تُستخدم الفروقات بين فوائد المشروعين وتكاليفهما لحساب نسبة الفوائد إلى التكاليف للاستثمار الإضافي.
٤- إذا كانت نسبة الفوائد إلى التكاليف للاستثمار الإضافي أكبر من ١,٠، يُقارن المشروع الأعلى تكلفة بالمشروع التالي في القائمة. إذا كانت نسبة الفوائد إلى التكاليف للاستثمار الإضافي أقل من ١,٠، يُقارن المشروع الأقل تكلفة بالمشروع التالي في القائمة.
٥- كرر هذه العملية. يُعد المشروع المختار في الدمج الأخير الاستثمار الاقتصادي الأفضل.

ولتصنيف المشاريع، يُكرر التقييم بأكمله دون أن تكون المشاريع التي سبق تحديدها هي الاستثمار الاقتصادي الأفضل حتى تحديد تصنيف لكل مشروع.

قد تكون هناك حالات يكون فيها لمشروعين تقديرات التكلفة نفسها مما يؤدي إلى فرق تدريجي قدره صفر بالنسبة للتكاليف. ويؤدي الفارق التراكمي للتكاليف البالغ صفر إلى صفر في المقام نسبة الفوائد إلى التكاليف. وإذا حدثت حالة مثل هذه، يُختار المشروع الأعلى فائدة. ويزداد التعقيد، عند الاقتضاء، لاختيار بديل واحد فقط لمشروع معين. ولا يفرض التحليل التراكمي للفوائد والتكاليف قيودًا مباشرة على الميزانية (AASHTO, 2010).

هـ-٩-٢ أساليب تحقيق الاستفادة المثلى

على مستوى شبكة الطرق، قد يكون لدى الجهة القضائية قائمة بمشاريع التحسين المحددة بالفعل على أن لها مسوغ اقتصادي، لكن لا تزال هناك حاجة لتحديد مجموعة مشاريع التحسين الأكثر فاعلية من حيث التكلفة التي تناسب ميزانية معينة. كما تُستخدم طرق التحسين لتحديد مجموعة من المشاريع التي من شأنها أن تزيد الفوائد إلى أقصى حد ضمن ميزانية ثابتة وقيود أخرى. لذا، ينبغي استخدام طرق التحسين لتحديد أولويات المشروع لنظام الطرق بأكمله أو أي مجموعة فرعية من نظام الطرق (AASHTO, 2010).

ومن المفترض أن جميع المشاريع أو بدائل المشاريع التي يتعين ترتيب أولوياتها باستخدام طرق التحسين هذه قد قُيمت في بداية الأمر، وتبين أن لها مسوغ اقتصادي (أي أن فوائد المشاريع أكبر من تكاليفها).

هـ-٩-٢-١ طرق التحسين الأساسية

يوجد ثلاث طرق محددة للتحسين يمكن استخدامها لتحديد أولويات مشاريع السلامة. وهي:

- تحسين البرمجة الخطية،
- تحسين برمجة الأعداد الصحيحة،
- تحسين البرمجة الديناميكية.

تستخدم كل طريقة من طرق التحسين هذه أسلوب رياضي لتحديد المزيج الأمثل من المشاريع أو بدائل المشاريع ضمن القيود التي يحددها المستخدم (مثل الميزانية المتاحة لتحسين السلامة) (AASHTO, 2010).

هـ-٩-٢-١-١ البرمجة الخطية

البرمجة الخطية هي طريقة شائعة الاستخدام لتخصيص موارد محدودة للأنشطة المتنافسة بالطريقة المثلى. وفيما يخص تقييم مشاريع التحسين، فإن الموارد المحدودة هي الأموال، والأنشطة المتنافسة هي مشاريع تحسين مختلفة، والحل الأمثل هو الحل الذي يمكن فيه تحقيق أقصى قدر من الفوائد.

عادة ما يتألف البرنامج الخطي من دالة خطية مزمع تحسينها (تُعرف باسم دالة الهدف)، ومجموعة من متغيرات القرار التي تحدد البدائل المحتملة، والقيود التي تحدد نطاق الحلول المقبولة. ويحدد المستخدم دالة الهدف والقيود وتُستخدم خوارزمية رياضية فعالة لتحديد قيم متغيرات القرار التي تحسن دالة الهدف دون انتهاك أي من القيود. عند تطبيق إجراءات سلامة الطرق، تمثل دالة الهدف العلاقة بين الفوائد والحد من الحوادث الناتجة عن التنفيذ.

وتضع العقبات قيودًا على الحلول التي يتعين النظر فيها. فعلى سبيل المثال، يمكن تحديد القيود حتى لا يُنظر في بدائل المشاريع غير المتوافقة في الموقع نفسه. كما يوجد عائق آخر لمعظم تطبيقات إجراءات سلامة الطرق وهو أنه غالبًا ما يكون من غير المجدي وجود قيم سلبية لمتغيرات القرار (على سبيل المثال، قد يكون عدد الكيلومترات لنوع معين من تحسين السلامة المزمع تنفيذه صفرًا أو إيجابيًا، ولكن لا يمكن أن يكون سلبيًا). ويُعد العائق الرئيس في معظم تطبيقات إجراءات سلامة الطرق هو أن التكلفة الإجمالية للبدائل المختارة ينبغي ألا تتجاوز الميزانية المتاحة. لذا، فإن الحل الأمثل لتطبيق إجراءات السلامة تطبيقًا نموذجيًا على الطرق هو القيم المتغيرة للقرارات التي تمثل التحسينات التي توفر أقصى قدر من الفوائد ضمن الميزانية المتاحة.

تحتوي دالة هدف البرمجة الخطية المحسنة على قيم مستمرة (أي غير متميزة) لمتغيرات القرار، وينطبق أيضًا على مشكلات تخصيص الموارد لقطاعات الطرق دون حدود مشاريع محددة مسبقًا. ويمكن استخدام برنامج خطي لتحديد الحل الأمثل الذي يشير، على سبيل المثال، إلى عدد الكيلومترات من توسيع المسار المروري أو توسيع الكتف والرصف التي من شأنها أن توفر أقصى قدر من الفوائد ضمن قيود الميزانية. في حين أن هناك طرقًا لإيجاد حل تحسين يدوي، إلا أنه من المعتاد استخدام برامج الحاسوب. ورغم ذلك، لا توجد أدوات برمجية متاحة على نطاق واسع تطبق البرمجة الخطية تحديدًا على القرارات المتعلقة بسلامة الطرق. كما لا توجد استخدامات معروفة للبرمجة الخطية المستخدمة لتحديد أولويات مشاريع تحسين السلامة الفردية لأن برمجة الأعداد الصحيحة، كما هو موضح أدناه، أكثر ملاءمة لهذا الغرض (AASHTO, 2010).

هـ-٩-٢-١-٢ برمجة الأعداد الصحيحة

برمجة الأعداد الصحيحة هي شكل من أشكال البرمجة الخطية. الفرق الأساسي هو أن متغيرات القرار تقتصر على قيم العدد الصحيح. وغالبًا ما تمثل متغيرات القرار الكميات التي لا تكون مهمة إلا بوصفها قيمًا عددية صحيحة، مثل الأشخاص أو المركبات أو الآلات. وبرمجة الأعداد الصحيحة هي المصطلح المستخدم لتمثيل حالة البرمجة الخطية عندما يقتصر متغير قرار واحد على الأقل على قيمة عدد صحيح.

التطبيقان الأساسيان لبرمجة الأعداد الصحيحة هما:

- المسائل حيث لا يكون عمليًا إلا الحصول، على متغيرات القرار التي تكون أعدادًا صحيحة،
- والمشاكل التي تنطوي على عدد من قرارات "نعم أو لا" ذات الصلة مثل احتمالية تنفيذ مشروع معين أو إجراء استثمار معين. في هذه الحالات، لا يوجد سوى إجابتان محتملتان، "نعم" أو "لا" يُمثلان رقميًا بـ (١) و (٠) على التوالي، والمعروفين باسم المتغيرات الثنائية.

تُطبق برمجة الأعداد الصحيحة ذات متغيرات ثنائية للقرار تحديدًا على تخصيص موارد إجراءات سلامة الطرق، فعادة ما تكون هناك حاجة إلى سلسلة من قرارات "نعم" أو "لا" (أي أن كل بديل مشروع يُنظر فيه ما إذا كان سيُنفذ أو لا). ورغم أن البرمجة الخطية قد

تكون أكثر ملاءمة لمشاريع الطرق ذات الطول غير المحدد، فمن الممكن أن تكون برمجة الأعداد الصحيحة أكثر ملاءمة لبدائل التقاطع أو مشاريع الطرق ذات الحدود الثابتة. ويمكن استخدام برنامج الأعداد الصحيحة لتحديد الحل الأمثل الذي يشير، على سبيل المثال، إلى احتمال توفير المشاريع المنفصلة، مثل مسارات الانعطاف لليسار، وإنارة التقاطع، والطول الثابت لحاجز الجزيرة، لأقصى قدر من الفوائد ضمن قيود الميزانية. نظرًا للطبيعة الثنائية لاتخاذ القرار في المشروع، نُفذت برمجة الأعداد الصحيحة على نطاق أكبر من نطاق البرمجة الخطية لتطبيقات إجراءات سلامة الطرق.

وعلى غرار البرمجة الخطية، سيتضمن برنامج الأعداد الصحيحة أيضًا حدًا للميزانية وقيودًا لضمان عدم اختيار بدائل المشروع غير المتوافقة لأي موقع معين. وهدف برنامج الأعداد الصحيحة من تخصيص موارد إجراءات سلامة الطرق هو زيادة فوائد المشاريع ضمن القيود المعمول بها إلى أقصى حد، بما في ذلك قيود الميزانية. ويمكن أيضا تطبيق برمجة الأعداد الصحيحة لتحديد الحد الأدنى لتكلفة المشاريع التي تحقق مستوى محددا من الفوائد، بيد أنه لا توجد تطبيقات معروفة لهذا النهج (AASHTO, 2010).

هـ-٩-٢-١-٣ البرمجة الديناميكية

البرمجة الديناميكية هي طريقة رياضية أخرى تُستخدم لاتخاذ سلسلة من القرارات المترابطة للوصول إلى حالة مثالية. كما أن مشاكل البرمجة الديناميكية لها بداية ونهاية محددة. ورغم وجود العديد من المسارات والخيارات بين البداية والنهاية، فإن مجموعة واحدة مثلى فقط من القرارات ستصل بالمشكلة إلى الحل المطلوب.

النظرية الأساسية للبرمجة الديناميكية هي حل المشكلة بحل جزء صغير من المشكلة الأصلية وإيجاد الحل الأمثل لذلك الجزء الصغير. وعند العثور على حل أمثل للجزء الصغير الأول، تُعامل المشكلة على نطاق أكبر ويُتوصل للحل الأمثل للمشكلة الحالية من الحل السابق. تُعامل المشكلة وتُحل على نطاق أوسع جزء بجزء حتى تُحل المشكلة الأصلية بأكملها. لذا، فإن المبدأ الرياضي المستخدم لتحديد الحل الأمثل لأي برنامج ديناميكي هو أن المجموعات الفرعية للمسار الأمثل عبر المتاهة يجب أن تكون هي نفسها مثالية (AASHTO, 2010).

هـ-٩-٢-٢ تخصيص موارد متعددة الأهداف

تُطبق طرق التحسين والتصنيف المبينة أعلاه كلها مباشرة على تحديد أولويات المشروع حيث يكون الحد من الحوادث هو الهدف الوحيد المأخوذ في الحسبان. ورغم ذلك، في العديد من القرارات المتعلقة بمشاريع تطوير الطرق، فإن الحد من الحوادث ليس سوى واحد من عدة عوامل تؤثر على اختيار المشاريع وتحديد أولوياتها. وتستند العديد من قرارات الاستثمار في الطرق التي تتأثر بعوامل متعددة إلى تقدير صانعي القرار عند إدراج جميع العوامل، وتحديدها كميًا قدر الإمكان.

ينبغي استخدام فئة من خوارزميات اتخاذ القرار تعرف باسم تخصيص الموارد المتعددة الأهداف لمعالجة هذه القرارات كميًا. وقد يؤدي تخصيص الموارد المتعددة الأهداف إلى تحسين دالات الهدف المتعددة، بما فيها، الأهداف التي يمكن التعبير عنها بوحدات مختلفة. قد تنظر هذه الخوارزميات، مثلًا، في أهداف إجراءات السلامة من حيث الحد من الحوادث، والأهداف التشغيلية لحركة المرور من حيث تقليل ساعات تأخر المركبات، وفوائد جودة الهواء من حيث تركيزات الملوثات، وفوائد الضوضاء من حيث تقليل مستويات الضوضاء. لذا، فإن تخصيص الموارد المتعددة الأهداف يوفر طريقة للنظر في العوامل غير المالية، مثل العوامل المبينة في الجزء ٣-٦ ضمن اتخاذ القرار.

تتطلب جميع طرق تخصيص الموارد المتعددة الأهداف من المستخدم تعيين ترجيحات لكل هدف قيد النظر. تُنظر هذه الترجيحات أثناء التحسين لتحقيق التوازن بين الأهداف المتعددة التي قيد النظر. وعلى غرار طرق التحسين الأساسية، في طريقة تخصيص الموارد المتعددة الأهداف، يُتوصل إلى مجموعة المشروع المثلى باستخدام خوارزمية لتقليل أو زيادة الأهداف المرجحة الخاضعة لقيود، مثل حد الميزانية (AASHTO, 2010).

هـ-٩-٣ ملخص طرق تحديد الأولويات

تختلف طرق تحديد الأولويات في التعقيد. ووفقًا للغرض من الدراسة والوصول إلى البرامج المتخصصة للتحليل، قد تكون إحدى الطرق أكثر ملاءمة من الأخرى. ومن المتوقع أن توفر كل طريقة مدخلات قيمة في عملية إدارة سلامة الطرق.

الجدول (هـ-٣٠) يقدم ملخصًا لطريقة ترتيب الأولويات (يتوفر وصف تفصيلي أكثر في الملحق (هـ) إجراءات إدارة السلامة) (AASHTO, 2010).

الجدول (ه–٣٠) ملخص طريقة ترتيب أولويات المشروع (AASHTO, 2010)

الأسلوب	احتياجات المدخلات	النتائج	التقديرات
التصنيف حسب التدابير المتعلقة بالسلامة	متنوعة، المدخلات متاحة بسهولة أو مشتقة باستخدام الطرق المبينة في ملحق (ه)- إجراءات إدارة سلامة الطرق	قائمة أو قوائم مشاريع مصنفة بناءً على عوامل التكلفة أو الفائدة المختلفة، أو كليهما.	يمكن تحسين تحديد الأولويات باستخدام عدد من معايير التصنيف. غير فعال لتحديد أولويات العديد من بدائل المشاريع أو المشاريع في العديد من المواقع. القائمة ليست بالضرورة الأمثل لميزانية معينة.
تحليل التكلفة والفوائد التزايدي	القيمة الحالية للفوائد والتكاليف المالية للمشاريع المبررة اقتصاديًا.	قائمة مصنفة بالمشاريع بناءً على الفوائد التي تجنيها وتكلفتها.	حسابات متعددة لنسبة الفوائد إلى التكاليف. يعد جدول البيانات أو البرنامج مفيدًا لأتمتة الحسابات. القائمة ليست بالضرورة الأمثل لميزانية معينة.
البرمجة الخطية	القيمة الحالية للفوائد والتكاليف المالية للمشاريع المبررة اقتصاديًا.	قائمة مثالية بالمشاريع التي توفر: ١. الحد الأقصى من الفوائد لميزانية معينة، ٢. أو الحد الأدنى من تكاليف الفائدة المحددة مسبقًا.	عمومًا، ينطبق معظمها على مشاريع الطرق دون حدود محددة. يمكن استخدام جدول البيانات لحل مشكلات البرمجة الخطية مع مجموعة محدودة من القيم. حزم البرامج المستخدمة لحل المشكلات مع العديد من المتغيرات. لا تتوفر عمومًا حزم برمجة خطية مخصصة لتطبيقات إجراءات سلامة الطرق.
برمجة الأعداد الصحيحة	القيمة الحالية للفوائد والتكاليف المالية للمشاريع المبررة اقتصاديًا.	قائمة مثالية بالمشاريع التي توفر: ١. الحد الأقصى من الفوائد لميزانية معينة، ٢. أو الحد الأدنى من تكاليف الفائدة المحددة مسبقًا.	عمومًا ينطبق على أغلب المشاريع ذات الحدود الثابتة. يمكن استخدام جدول البيانات لحل مشكلات البرمجة الخطية مع مجموعة محدودة من القيم. حزم البرامج المستخدمة لحل المشكلات مع العديد من المتغيرات.
البرمجة الديناميكية	القيمة الحالية للفوائد والتكاليف المالية للمشاريع المبررة اقتصاديًا.	قائمة مثالية بالمشاريع التي توفر: ١. الحد الأقصى من الفوائد لميزانية معينة، ٢. أو الحد الأدنى من تكاليف الفائدة المحددة مسبقًا.	هناك حاجة إلى برامج الحاسوب لحل مشكلات البرمجة الديناميكية بكفاءة.
تخصيص موارد متعددة الأهداف	القيمة الحالية للفوائد والتكاليف المالية للمشاريع المبررة اقتصاديًا.	مجموعة من المشاريع التي تصل بأهداف المشروع المتعددة إلى المستوى الأمثل بما في ذلك معايير السلامة وغيرها من معايير اتخاذ القرار، في وقت واحد وفقًا لترجيحات يحددها المستخدم لكل هدف من أهداف المشروع.	هناك حاجة إلى برامج الحاسوب لحل المشكلات المتعددة الأهداف بكفاءة. على المستخدم تحديد الترجيحات لكل هدف من أهداف المشروع، بما في ذلك تدابير الحد من الحوادث ومعايير اتخاذ القرار الأخرى.

الملحق و - حالات دراسية لإدارة سلامة الطرق

و-١ التقييم الاقتصادي لتدخلات السلامة

توضح مشكلة العينة المبينة هنا عملية حساب فوائد المشاريع وتكاليفه والتصنيف اللاحق لبدائل المشاريع حسب ثلاثة من معايير التصنيف الرئيسة الموضحة في تحليل فاعلية التكلفة بالجزء الفرعي ه-٨-٤، وتحليل نسبة الفوائد إلى التكاليف، وتحليل صافي القيمة الحالية (AASHTO, 2010).

و-١-١ معلومات أساسية

حددت جهة الطريق التدابير المضادة لتطبيقها عند التقاطع ٢. يبين الجدول (و-١) ملخصًا لحالات الحوادث والعوامل المساهمة والتدابير المضادة المختارة

الجدول (و–١) ملخص حالات الحوادث والعوامل المساهمة والتدابير المضادة المختارة (AASHTO, 2010)

البيانات	التقاطع الثاني
المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية الأساسي/ الثانوي	١,٦٥٠ /٢٢,١٠٠
التحكم في حركة المرور	محكوم بلوحة قف في اتجاهين
أنواع التصادم السائدة	زاوية وجهًا لوجه
الحوادث حسب شدتها	
وفيات	٦٪
إصابات	٦٥٪
أضرار بالممتلكات فقط	٢٩٪
العوامل المساهمة	زيادة حركة المرور عدم كفاية السعة خلال ساعة الذروة سرعات تنقل عالية أثناء أوقات خارج الذروة
التدابير المضادة المختارة	تركيب دوّار

و-١-٢ سؤال التقييم

ما الفوائد والتكاليف المرتبطة بالتدابير المضادة المختارة للتقاطع الثاني؟

و-١-٣ الوقائع والافتراضات

و-١-٣-١ التقاطعات

معاملات تخفيف الحوادث لتركيب دوار أحادي المسار بدلاً من تقاطع ثنائي الاتجاه متحكم فيه بلوحة قف(انظر الباب الخامس):

- إجمالي الحوادث: معامل تخفيف الحوادث= ٠,٥٦
- حوادث الوفيات والإصابات: معامل تخفيف الحوادث= ٠,١٨

و-١-٣-٢ الافتراضات

تتوفر لدى جهة الطريق المعلومات التالية:

- متغيرات وظيفة أداء السلامة المعايرة ومعلمات الإزالة للتقاطع قيد التقييم.
- تكاليف الحوادث المجتمعية المرتبطة بشدة الحادث.
- تقديرات تكاليف تنفيذ التدابير المضادة.
- معدل الخصم (الحد الأدنى لمعدل العائد).
- تقدير مدة خدمة التدابير المضادة

- حسبت جهة الطريق متوسط تكرار الحوادث المتوقع والمعدل حسب التقييمات بدل الاختيارية لكل عام من بيانات تاريخ الحوادث.

تهدف مشكلات العينة الواردة في هذا الجزء الفرعي إلى توضيح تطبيق عملية التقييم الاقتصادي، وليس الطرق التنبؤية. لذا، وُضعت تقديرات حوادث مبسطة للظروف الحالية في التقاطع ٢ باستخدام طرق تنبؤية موضحة في الباب الخامس ويبينها الجدول (و-٢).

تفترض التقديرات المبسطة عامل معايرة قدره ١,٠، مما يعني أنه لا يفترض وجود فروق بين الظروف الموضعية والظروف الأساسية للدوائر القضائية المستخدمة لتطوير نموذج معامل تخفيف الحوادث الأساسي. تقدم معاملات تخفيف الحوادث مع التدابير المضادة المنفذة. من المفترض أن تكون جميع معاملات تخفيف الحوادث الأخرى ١,٠، مما يعني أنه لا يوجد تصميم هندسي مفرد وميزات للتحكم في حركة المرور مختلف عن تلك الظروف المفترضة في النموذج الأساسي. هذه الافتراضات هي للتطبيق النظري ونادرًا ما تكون صالحة لتطبيق الطرق التنبؤية على الظروف الميدانية الفعلية.

الجدول (و–٢) المتوسط المتوقع لتكرار الحوادث عند التقاطع ٢ دون تركيب دوّار (AASHTO, 2010)

السنوات في عمر الخدمة (y)	المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية الرئيسي	المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية الفرعي	N المتوقع (الإجمالي)	N المتوقع (FI)
١	٢٣,٥٥٣	١,٧٥٨	١٠,٤	٥,٢
٢	٢٣,٩٠٦	١,٧٨٥	١٠,٥	٥,٣
٣	٢٤,٢٦٥	١,٨١٢	١٠,٥	٥,٣
٤	٢٤,٦٢٩	١,٨٣٩	١٠,٦	٥,٤
٥	٢٤,٩٩٨	١,٨٦٦	١٠,٧	٥,٤
٦	٢٥,٣٧٣	١,٨٩٤	١٠,٧	٥,٤
٧	٢٥,٧٥٤	١,٩٢٣	١٠,٨	٥,٥
٨	٢٦,١٤٠	١,٩٥٢	١٠,٩	٥,٥
٩	٢٦,٥٣٢	١,٩٨١	١١,٠	٥,٥
١٠	٢٦,٩٣٠	٢,٠١١	١١,٠	٥,٦
الإجمالي			**١٠٧,١**	**٥٤,١**

قدرت جهة الطريق متوسط تكلفة حادث الإصابة (أي متوسط قيمة حادث وفاة (K)، أو مسبب للعجز(A)، أو له آثار واضحة(B)، أو قد يسبب إصابة (C) بمبلغ ٥٩٠,٠٠٠ ريال سعودي، وتستخدم قيمة تكلفة الحادث هذه كممثل حوادث الوفيات والإصابات المتوقعة. وُقدرت تكلفة الحادث المسبب لأضرار الممتلكات فقط بمتوسط ٢٨,٠٠٠ ريال سعودي.

تشمل الافتراضات المتعلقة بعمر الخدمة للدوّار، وازدياد الحركة المرورية السنوية في الموقع أثناء مدة الخدمة، ومعدل الخصم وتكلفة تنفيذ الدواران ما يلي:

- التدابير المضادة: دوّار
- مدة الخدمة: ١٠ سنوات
- ازدياد حركة المرور السنوية: ٢ ٪
- معدل الخصم: ٤,٠٪
- التكلفة التقديرية: ٣,٠٠٠,٠٠٠ ريال سعودي

و-١-٤ خطوات العملية:

يلزم اتخاذ الخطوات التالية لحل المشكلة.

- الخطوة ١ - حساب متوسط تكرار الحوادث المتوقع عند التقاطع الثاني دون دوّار.
- الخطوة ٢ - حساب متوسط تكرار الحوادث المتوقع عند التقاطع الثاني بوجود دوّار.
- الخطوة ٣ - حساب التغير في متوسط تكرار الحوادث المتوقع لمجموع حالات حوادث الوفيات والإصابات والمتسببة في أضرار الممتلكات فقط..
- الخطوة ٤ - تحويل التغير في الحوادث إلى قيمة نقدية لكل سنة من مدة الخدمة.

- الخطوة ٥ - تحويل القيم المالية السنوية إلى قيمة حالية واحدة تمثل إجمالي الفوائد المالية المتوقعة من إجراء التدابير المضادة في التقاطع الثاني.

وترد طرق إجراء التقييم تفصيلًا في الفقرات التالية.

و-١-٤-١ الخطوة ١ - حساب متوسط تكرار الحوادث المتوقع عند التقاطع الثاني دون دوّار.

يمكن استخدام طريقة دليل سلامة الطرق التنبؤية لوضع التقديرات. يلخص الجدول (و-٢) تكرار الحوادث المتوقع المعدل حسب الشدة لكل سنة من مدة الخدمة المتوقعة للمشروع.

و-١-٤-٢ الخطوة ٢ - حساب متوسط تكرار الحوادث المتوقع عند التقاطع الثاني مع دوّار.

حساب مجموع (إجمالي) التقييمات بدل الاختيارية المعدلة وحالات حوادث الوفيات والإصابات لكل سنة من مدة الخدمة بافتراض تركيب الدوّار.

ضرب معامل تخفيف الحوادث لتحويل التقاطع المتحكم فيه بلوحة قف إلى دوّار مبين في الباب الخامس (المعاد ذكره أدناه في الجدول (و-٣)) في متوسط تكرار الحوادث المتوقع المحسوب أعلاه باستخدام المعادلة (و-١) والمعادلة (و-٢).

المعادلة (و-١)

$$N_{\text{expected roundabout }(total)} = N_{\text{expected }(total)} \times CMF_{(total)}$$

المعادلة (و-٢)

$$N_{\text{expected roundabout }(FI)} = N_{\text{expected }(FI)} \times CMF_{(FI)}$$

حيث إن:

$N_{expected\ roundabout\ (total)}$ = متوسط تكرار الحوادث المتوقع والمعدل حسب التقييمات بدل الاختيارية في السنة عند وجود دوران

$N_{expected\ (total)}$ = متوسط إجمالي تكرار الحوادث المتوقع والمعدل حسب التقييمات بدل الاختيارية في السنة دون وجود دوران

$CMF_{(total)}$ = معامل تخفيف الحوادث لإجمالي الحوادث

$N_{expected\ roundabout\ (FI)}$ = متوسط تكرار حوادث الوفيات والإصابات المتوقع والمعدل حسب التقييمات بدل الاختيارية في السنة مع وجود دوّار

$N_{expected\ (FI)}$ = متوسط تكرار حوادث الوفيات والإصابات المتوقع والمعدل حسب التقييمات بدل الاختيارية في السنة دون وجود دوّار

$CMF_{(FI)}$ = معامل تخفيف حوادث الوفيات والإصابات

يلخص الجدول (و-٣) متوسط تكرار حوادث الوفيات والإصابات المتوقع والمعدل حسب التقييمات بدل الاختيارية لكل سنة مع افتراض تركيب دوّار

الجدول (و–٣) متوسط إجمالي تكرار الحوادث المتوقع عند التقاطع الثاني مع الدوّار (AASHTO, 2010)

السنوات في عمر الخدمة (y)	Nالمتوقع(FI)	معامل الحوادث المعدل (FI)	Nالمتوقع(FI)roundabout
١	٥,٢	٠,١٨	٠,٩
٢	٥,٣	٠,١٨	١,٠
٣	٥,٣	٠,١٨	١,٠
٤	٥,٤	٠,١٨	١,٠
٥	٥,٤	٠,١٨	١,٠
٦	٥,٤	٠,١٨	١,٠
٧	٥,٥	٠,١٨	١,٠
٨	٥,٥	٠,١٨	١,٠
٩	٥,٥	٠,١٨	١,٠
١٠	٥,٦	٠,١٨	١,٠
الإجمالي			**٩,٩**

يلخص الجدول (و-٤) متوسط إجمالي تكرار الحوادث المعدل حسب التقييمات بدل الاختيارية لكل سنة من عمر الخدمة بافتراض تثبيت الدوّار.

الجدول (و–٤) متوسط إجمالي تكرار الحوادث المتوقع عند التقاطع الثاني مع الدوّار (AASHTO, 2010)

السنوات في عمر الخدمة (y)	N المتوقع (الإجمالي)	معامل الحوادث المعدل (الإجمالي)	N الدوار المتوقع (الإجمالي)
١	١٠,٤	٠,٥٦	٥,٨
٢	١٠,٥	٠,٥٦	٥,٩
٣	١٠,٥	٠,٥٦	٥,٩
٤	١٠,٦	٠,٥٦	٥,٩
٥	١٠,٧	٠,٥٦	٦,٠
٦	١٠,٨	٠,٥٦	٦,٠
٧	١٠,٨	٠,٥٦	٦,٠
٨	١٠,٩	٠,٥٦	٦,١
٩	١١,٠	٠,٥٦	٦,٢
١٠	١١,٠	٠,٥٦	٦,٢
الإجمالي			**٦٠,٠**

و-١-٤-٣ الخطوة ٣ - احسب التغيير المتوقع في تكرار الحوادث لإجمالي الحوادث، وحوادث الوفيات والإصابات والحوادث التي ينتج عنها أضرار في الممتلكات فقط (PDO).

الفرق بين متوسط تكرار الحوادث المتوقع مع الإجراء المضاد ومن دونه هو التغيير المتوقع في متوسط تكرار الحوادث. المعادلة (و-٣) والمعادلة (و-٤) والمعادلة (و-٥) تُستخدم لتقدير هذا التغيير في إجمالي الحوادث، وحوادث الوفيات والإصابات والحوادث التي ينتج عنها أضرار في الممتلكات فقط (PDO).

المعادلة (و-٣) $$\Delta N_{expected\,(FI)} = N_{expected\,(FI)} - N_{expected\,roundabout\,(FI)}$$

المعادلة (و-٤) $$\Delta N_{expected\,(total)} = N_{expected\,(total)} - N_{expected\,roundabout\,(total)}$$

المعادلة (و-٥) $$\Delta N_{expected\,(PDO)} = N_{expected\,(total)} - N_{expected\,(FI)}$$

حيث إن:

$\Delta N_{المتوقع\ (الإجمالي)}$ = التغيير المتوقع في متوسط تكرار الحوادث بسبب تنفيذ الإجراء المضاد

$\Delta N_{المتوقع\ (FI)}$ = التغيير المتوقع في متوسط تكرار حوادث الوفيات والإصابات والتي ينجم عنها إصابات نتيجة تنفيذ الإجراء المضاد

$\Delta N_{المتوقع\ (PDO)}$ = التغيير المتوقع في متوسط تكرار حوادث PDO بسبب تنفيذ الإجراء المضاد

الجدول (و-٥) يلخص التغيير المتوقع في متوسط تكرار الحوادث الناتج عن تركيب الدوار.

الجدول و–٥ تغيير متوسط معدل الحوادث المتوقع عند التقاطع الثاني مع الدوار (AASHTO, 2010)

السنوات في عمر الخدمة (y)	ΔNالمتوقع (الإجمالي)	ΔNالمتوقع (FI)	ΔNالمتوقع (PDO)
١	٤,٦	٤,٣	٠,٣
٢	٤,٦	٤,٣	٠,٣
٣	٤,٦	٤,٣	٠,٣
٤	٤,٧	٤,٤	٠,٣
٥	٤,٧	٤,٤	٠,٣
٦	٤,٧	٤,٤	٠,٣
٧	٤,٨	٤,٥	٠,٣
٨	٤,٨	٤,٥	٠,٣
٩	٤,٨	٤,٥	٠,٣
١٠	٤,٨	٤,٦	٠,٢
الإجمالي	**٤٧,١**	**٤٤,٢**	**٢,٩**

و-١-٤-٤ الخطوة ٤ - تحويل التغيير في الحوادث إلى قيمة نقدية

يمكن تحويل التخفيض المُقدّر في متوسط تكرار الحوادث إلى قيمة نقدية لكل سنة من عمر الخدمة باستخدام المعادلة (و-٦) حتى المعادلة (و-٨).

المعادلة (و-٦) $$AM_{(PDO)} = \Delta N_{expected(PDO)} \times CC_{(PDO)}$$

المعادلة (و-٧) $$AM_{(FI)} = \Delta N_{expected(FI)} \times CC_{(FI)}$$

المعادلة (و-٨) $$AM_{(total)} = AM_{(PDO)} + AM_{(FI)}$$

حيث إن:

$AM_{(PDO)}$ = القيمة النقدية للتغيّر المُقدّر في متوسط تكرار حوادث PDO في السنة y

$CC_{(PDO)}$ = تكلفة الحوادث لشدة حوادث PDO

$AM_{(FI)}$ = القيمة النقدية للتغير المُقدّر في متوسط تكرار حوادث الوفيات والإصابات في السنة y

$CC_{(FI)}$ = تكلفة الحوادث لشدة حوادث FI

$AM_{(الإجمالي)}$ = القيمة النقدية لإجمالي التغيير المُقدّر في متوسط تكرار الحوادث في السنة y

الجدول (و-٦) يلخص حسابات القيمة النقدية لكل سنة من عمر الخدمة.

الجدول (و–٦) القيمة النقدية السنوية للتغيير في الحوادث (AASHTO, 2010) (مُعدّل)

السنوات في عمر الخدمة (y)	$\Delta N_{(FI)}$	تكلفة حوادث FI (ريال سعودي)	$AM_{(FI)}$ (ريال سعودي)	$\Delta N_{(PDO)}$	تكلفة حوادث PDO (ريال سعودي)	$AM_{(PDO}$ (ريال سعودي)	$AM_{(الإجمالي)}$ (ريال سعودي)
١	٤,٣	٥٩٠,٠٠٠	٢٥٣,٧٠٠	٠,٣	٢٨,٠٠٠	٨,٤٠٠	٢,٥٤٥,٤٠٠
٢	٤,٣	٥٩٠,٠٠٠	٢٥٣,٧٠٠	٠,٣	٢٨,٠٠٠	٨,٤٠٠	٢,٥٤٥,٤٠٠
٣	٤,٣	٥٩٠,٠٠٠	٢٥٣,٧٠٠	٠,٣	٢٨,٠٠٠	٨,٤٠٠	٢,٥٤٥,٤٠٠
٤	٤,٤	٥٩٠,٠٠٠	٢٥٩,٦٠٠	٠,٣	٢٨,٠٠٠	٨,٤٠٠	٢,٦٠٤,٤٠٠
٥	٤,٤	٥٩٠,٠٠٠	٢٥٩,٦٠٠	٠,٣	٢٨,٠٠٠	٨,٤٠٠	٢,٦٠٤,٤٠٠
٦	٤,٤	٥٩٠,٠٠٠	٢٥٩,٦٠٠	٠,٣	٢٨,٠٠٠	٨,٤٠٠	٢,٦٠٤,٤٠٠
٧	٤,٥	٥٩٠,٠٠٠	٢٦٥,٥٠٠	٠,٣	٢٨,٠٠٠	٨,٤٠٠	٢,٦٦٣,٤٠٠
٨	٤,٥	٥٩٠,٠٠٠	٢٦٥,٥٠٠	٠,٣	٢٨,٠٠٠	٨,٤٠٠	٢,٦٦٣,٤٠٠
٩	٤,٥	٥٩٠,٠٠٠	٢٦٥,٥٠٠	٠,٣	٢٨,٠٠٠	٨,٤٠٠	٢,٦٦٣,٤٠٠
١٠	٤,٦	٥٩٠,٠٠٠	٢٧١,٤٠٠	٠,٢	٢٨,٠٠٠	٥,٦٠٠	٢,٧١٩,٦٠٠

و-١-٤-٥ الخطوة ٥ - تحويل القيم النقدية السنوية إلى قيمة حالية

يتم احتساب إجمالي الفوائد المالية المتوقعة من إنشاء دوار عند التقاطع الثاني كقيمة حالية باستخدام المعادلة (و-٩) والمعادلة (و-١٠).

ملاحظة: يُفترض معدل خصم ٤٪ لتحويل القيم السنوية إلى القيمة الحالية.

قم بتحويل القيمة النقدية السنوية إلى قيمة حالية لكل سنة من عمر الخدمة.

المعادلة (و-٩)

$$PV_{benefits} = Total\ Annual\ Monetary\ Benefits \times (P/F, i, y)$$

حيث إن:

$PV_{benefits}$ = القيمة الحالية لمزايا المشروع لكل موقع في السنة y

$(P / F, i, y)$ = العامل الذي يحول قيمة مستقبلية واحدة إلى قيمتها الحالية، محسوبة كـ $(1 + i)^{(-y)}$

i= معدل الخصم (أي معدل الخصم ٤٪، i = ٠,٠٤)

y= سنة في عمر خدمة الإجراء المضاد

إذا كانت فوائد المشروع السنوية موحدة، فسيتم استخدام العامل التالي لتحويل سلسلة موحدة إلى قيمة حالية واحدة:

المعادلة (و-١٠)

$$(P/A, i, y) = \frac{(1.0+i)^{(y)}-1.0}{i\times(1.0+i)^{(y)}}$$

حيث إن:

$(P/A,i,y)$ = العامل الذي يحول سلسلة من القيم المستقبلية الموحدة إلى قيمة واحدة

الجدول (و-٧) يلخص نتائج تحويل القيم السنوية إلى قيم حالية.

الجدول (و–٧) تحويل القيم السنوية إلى قيم حالية (AASHTO, 2010) (مُعدّل)

السنوات في فترة التشغيل (y)	P/F,i,y))	AM(الاجمالي) (ريال سعودي)	القيمة الحالية (ريال سعودي)
١	٠,٩٦	٢,٥٤٥,٤٠٠	٢,٤٤٣,٥٨٤
٢	٠,٩٢	٢,٥٤٥,٤٠٠	٢,٣٤١,٧٦٨
٣	٠,٨٩	٢,٥٤٥,٤٠٠	٢,٢٦٥,٤٠٦
٤	٠,٨٥	٢,٦٠٤,٤٠٠	٢,٢١٣,٧٤٠
٥	٠,٨٢	٢,٦٠٤,٤٠٠	٢,١٣٥,٦٠٨
٦	٠,٧٩	٢,٦٠٤,٤٠٠	٢,٠٥٧,٤٧٦
٧	٠,٧٦	٢,٦٦٣,٤٠٠	٢,٠٢٤,١٨٤
٨	٠,٧٣	٢,٦٦٣,٤٠٠	١,٩٤٤,٢٨٢
٩	٠,٧٠	٢,٦٦٣,٤٠٠	١,٨٦٤,٣٨٠
١٠	٠,٦٨	٢,٧١٩,٦٠٠	١,٨٤٩,٣٢٨
الإجمالي			**٢١,١٣٩,٧٥٦**

إجمالي القيمة الحالية لفوائد بناء دوار عند التقاطع الثاني هو مجموع القيمة الحالية لكل سنة من عمر الخدمة. يظهر المجموع أعلاه في الجدول (و-٧).

و-١-٥ النتائج

القيمة الحالية المقدرة للمنفعة النقدية المتأتية من إنشاء دوار عند تقاطع الثاني هي ٢١,١٣٩,٧٥٦ ريال سعودي. تُقدّر جهة الطرق تكلفة إنشاء الدوار عند التقاطع الثاني بمبلغ ٣,٠٠٠,٠٠٠ ريال سعودي.

إذا كان القصد من هذا التحليل تحديد ما إذا كان المشروع فعالًا من حيث التكلفة، فإن حجم المنفعة النقدية يوفر الدعم للمشروع. إذا كان من المقرر مقارنة المنفعة المالية للتغيير في معدّل الحوادث في هذا الموقع مع المواقع الأخرى، فيمكن حساب نسبة الفائدة إلى التكلفة (BCR) واستخدامه لمقارنة هذا المشروع بالمشاريع الأخرى من أجل تحديد المشروع الأكثر كفاءة اقتصاديًا (AASHTO, 2010).

و-٢ تحديد أولويات المشروع

توضح مشكلات العينة المعروضة في الفقرات التالية ترتيب بدائل المشروع عبر مواقع متعددة.

و-٢-١ الموقف

حددت جهة الطرق إجراءات السلامة المضادة والفوائد والتكاليف للتقاطعات والقطاعات الموضحة في الجدول (و-٨).

الجدول (و–٨) تم تحديد التقاطعات وقطاعات الطريق لمزيد من المراجعة (AASHTO, 2010)

التقاطعات	التحكم حركة المرور	عدد المداخل	المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية الرئيسية	المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية الفرعية	حضري/ ريفي	بيانات الحوادث		
						مجموع العام الأول	مجموع العام الثاني	مجموع العام الثالث
٢	توقف في كلا الاتجاهين	٤	٢٢,١٠٠	١,٦٥٠	الحضر	٩	١١	١٥
٧	توقف في كلا الاتجاهين	٤	٤٠,٥٠٠	١,٢٠٠	الحضر	١١	٩	١٤
١١	الإشارات	٤	٤٢,٠٠٠	١,٩٥٠	الحضر	١٢	١٥	١١
١٢	الإشارات	٤	٤٦,٠٠٠	١٨,٥٠٠	الحضر	١٠	١٤	٨

القطاعات	المقطع العرضي (عدد المسارات)	طول القطاع (كم)	المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية	غير مزدوج/ مزدوج	بيانات الحوادث (الإجمالي)		
					مجموع العام الأول	مجموع العام الثاني	مجموع العام الثالث
١	٢	١,٠٠	٩,٠٠٠	حضري	١٦	١٥	١٤
٢	٢	٠,٦٥	١٥,٠٠٠	حضري	١٢	١٤	١٠
٥	٤	٠,٥٥	٢٢,٠٠٠	حضري	١٨	١٦	١٥
٦	٤	٠,٥٠	٢٥,٠٠٠	حضري	١٤	١٢	١٠
٧	٤	٠,٧٠	٢٦,٠٠٠	حضري	١٢	١١	١٣

الجدول (و-٩) يلخص الإجراءات المضادة والفوائد والتكاليف لكل موقع من المواقع المختارة لمزيد من المراجعة. يمثل تكاليف الحوادث القيم النظرية التي تم وضعها لتوضيح تطبيق العينة لعملية التصنيف.

الجدول (و–٩) يوضح ملخصًا للإجراء المضاد والحد من الحوادث وتقديرات التكلفة لتقاطعات وقطاعات طرق مختارة (AASHTO, 2010) (مُعدّل)

التقاطع	الإجراء المضاد	القيمة الحالية للحد من الحوادث (بالريال السعودي)	تقدير التكلفة (ريال سعودي)
٢	دوار ذو مسار واحد	١٢٥,٥٩٥,٠٠٠	٢,٦١١,٠٠٠
٧	إضافة مسار للانعطاف يمينًا	٤,٥٠٧,٠٠٠	٧٥١,٠٠٠
١١	إضافة مسار محمي للانعطاف يسارًا	٥,٢٥٩,٠٠٠	٨٦٤,٠٠٠
١٢	تركيب كاميرات الإشارة الحمراء	٦,٧٦١,٠٠٠	٣٧٦,٠٠٠
الجزء	**الإجراء المضاد**	**القيمة الحالية لمزايا السلامة (بالريال السعودي)**	**تقدير التكلفة (ريال سعودي)**
١	أشرطة الاهتزازات التحذيرية (الدمدمة) على كتف الطريق	١٣,٢١٢,٠٠٠	٩٣٩,٠٠٠
٢	أشرطة الاهتزازات التحذيرية (الدمدمة) على كتف الطريق	١١,٠٣٠,٠٠٠	٨٤٥,٠٠٠
٥	تحويل إلى مزدوج	٢٩,٤٠٩,٠٠٠	١٣,١٤٦,٠٠٠
٦	تحويل إلى مزدوج	٢٤,٤١٥,٠٠٠	١٠,٣٢٩,٠٠٠
٧	تحويل إلى مزدوج	٢٦,٢٩٣,٠٠٠	١١,٦٤٤,٠٠٠

و-٢-٢ السؤال

ما مشاريع تحسين السلامة التي سيتم اختيارها بناءً على تصنيف المشاريع حسب فعالية التكلفة، وصافي القيمة الحالية (NPV)، ونسبة الفائدة إلى التكلفة (BCR)؟

و-٢-٣ الحقائق

الجدول (و-١٠) يلخص الحد من الحوادث، والفوائد المالية والتكاليف لمشاريع تحسين السلامة قيد النظر.

الجدول (و–١٠) حقائق المشروع (AASHTO, 2010) (معدل)

الموقع	المتوسط المُقدّر للحد من تكرار الحوادث	القيمة الحالية للحد من الحوادث (بالريال السعودي)	تقدير التكلفة (ريال سعودي)
التقاطع الثاني	٤٧	١٢٥,٥٩٥,٠٠٠	٢,٦١١,٠٠٠
التقاطع السابع	٦	٤,٥٠٧,٠٠٠	٧٥١,٠٠٠
التقاطع الحادي عشر	٧	٥,٢٥٩,٠٠٠	٨٦٤,٠٠٠
التقاطع الثاني عشر	٩	٦,٧٦١,٠٠٠	٣٧٦,٠٠٠
القطاع الأول	١٨	١٣,٢١٢,٠٠٠	٩٣٩,٠٠٠
القطاع الثاني	١٦	١١,٠٣٠,٠٠٠	٨٤٥,٠٠٠
القطاع الخامس	٤٥٨	٢٩,٤٠٩,٠٠٠	١٣,١٤٦,٠٠٠
القطاع السادس	١١٠	٢٤,٤١٥,٠٠٠	١٠,٣٢٩,٠٠٠
القطاع السابع	١٢٠	٢٦,٢٩٣,٠٠٠	١١,٦٤٤,٠٠٠

و-٢-٤ الحل

يتم تقديم كل من تقييم وتحديد أولويات مشاريع التقاطعات وقطاعات الطرق في هذه المجموعة من الأمثلة. يمكن أن يكون التطبيق الإضافي للطرق هو ترتيب العديد من الإجراءات المضادة عند تقاطع أو قطاع واحد؛ ومع ذلك، لم يتم توضيح هذا التطبيق في نماذج المشكلات حيث إنها عملية مكافئة.

و-٢-٤-١ الترتيب البسيط - الفعالية من حيث التكلفة

و-٢-٤-١-١ الخطوة ١ - تقدير الحد من الحوادث

اقسم تكلفة المشروع على إجمالي الحد من الحوادث المُقدّر كما هو موضح في (المعادلة).

الفعالية من حيث التكلفة = تكلفة المشروع / إجمالي الحوادث التي تم الحد منها **(المعادلة و-١١)**

الجدول (و-١١) يلخص نتائج هذه الطريقة.

الجدول (و–١١) تقييم الفعالية من حيث التكلفة (AASHTO, 2010) (مُعدّل)

المشروع	الإجمالي	التكلفة (ريال سعودي)	الفعالية من حيث التكلفة (التكلفة/الحوادث التي تم الحد منها)
التقاطع الثاني	٤٧	٢,٦١١,٠٠٠	٥٥,٦٠٠
التقاطع السابع	٦	٧٥١,٠٠٠	١٢٥,٢٠٠
التقاطع الحادي عشر	٧	٨٦٤,٠٠٠	١٢٣,٤٠٠
التقاطع الثاني عشر	٩	٣٧٦,٠٠٠	٤١,٨٠٠
القطاع الأول	١٨	٩٣٩,٠٠٠	٥٢,٢٠٠
القطاع الثاني	١٦	٨٤٥,٠٠٠	٥٢,٨٠٠
القطاع الخامس	٤٥٨	١٣,١٤٦,٠٠٠	٢٨,٧٠٠
القطاع السادس	١١٠	١٠,٣٢٩,٠٠٠	٩٣,٩٠٠
القطاع السابع	١٢٠	١١,٦٤٤,٠٠٠	٩٧,٠٠٠

و-٢-٤-١-٢ الخطوة ٢ - ترتيب المشاريع حسب الفعالية من حيث التكلفة

يعتبر مشروع التحسين بأقل قيمة فعالة من حيث التكلفة هو الأكثر فعالية من حيث التكلفة في الحد من الحوادث. الجدول (و-١٢) يُظهر مشاريع تنفيذ التدابير المضادة المدرجة بناءً على ترتيب بسيط للفعالية من حيث التكلفة.

الجدول (و–١٢) ترتيب الفعالية من حيث التكلفة (AASHTO, 2010) (مُعدّل)

المشروع	الفعالية من حيث التكلفة
القطاع الخامس	٢٨,٧٠٠
التقاطع الثاني عشر	٤١,٨٠٠
القطاع الأول	٥٢,٢٠٠
القطاع الثاني	٥٢,٨٠٠
التقاطع الثاني	٥٥,٦٠٠
القطاع السادس	٩٣,٩٠٠
القطاع السابع	٩٧,٠٠٠
التقاطع الحادي عشر	١٢٣,٤٠٠
التقاطع السابع	١٢٥,٢٠٠

و-٢-٤-٢ الترتيب البسيط - صافي القيمة الحالية (NPV)

تُستخدم هذه الطريقة للتعبير عن الفرق بين التكاليف المخصومة والفوائد المخصومة لمشروع تحسين فردي بمبلغ واحد.

و-٢-٤-٢-١ الخطوة ١ - احسب صافي القيمة الحالية

اطرح تكلفة المشروع من الفوائد كما هو موضح في **(المعادلة)**.

صافي القيمة الحالية = القيمة النقدية الحالية للفوائد - تكلفة المشروع **(المعادلة و-١٢)**

و-٢-٤-٢-٢ الخطوة ٢ - ترتيب المواقع على أساس NPV

ترتيب المواقع على أساس صافي القيمة الحالية (NPV) كما هو موضح في الجدول (و-١٣).

الجدول (و–١٣) نتائج صافي القيمة الحالية (AASHTO, 2010) (مُعدّل)

المشروع	القيمة الحالية للفوائد (ريال سعودي)	تكلفة مشروع التحسين (بالريال السعودي)	صافي القيمة الحالية(بالريال السعودي)
التقاطع الثاني	١٢٥,٥٩٥,٠٠٠	٢,٦١١,٠٠٠	١٢٢,٩٨٤,٠٠٠
القطاع الخامس	٢٩,٤٠٩,٠٠٠	١٣,١٤٦,٠٠٠	١٦,٢٦٣,٠٠٠
القطاع السابع	٢٦,٢٩٣,٠٠٠	١١,٦٤٤,٠٠٠	١٤,٦٤٩,٠٠٠
القطاع السادس	٢٤,٤١٥,٠٠٠	١٠,٣٢٩,٠٠٠	١٤,٠٨٦,٠٠٠
القطاع الأول	١٣,٢١٢,٠٠٠	٩٣٩,٠٠٠	١٢,٢٧٣,٠٠٠
القطاع الثاني	١١,٠٣٠,٠٠٠	٨٤٥,٠٠٠	١٠,١٨٥,٠٠٠
التقاطع الثاني عشر	٦,٧٦١,٠٠٠	٣٧٦,٠٠٠	٦,٣٨٥,٠٠٠
التقاطع الحادي عشر	٥,٢٥٩,٠٠٠	٨٦٤,٠٠٠	٤,٣٩٥,٠٠٠
التقاطع السابع	٤,٥٠٧,٠٠٠	٧٥١,٠٠٠	٣,٧٥٦,٠٠٠

كما هو موضح في الجدول (و-١٣)، التقاطع الثاني لديه أعلى صافي قيمة حالية من بين مشاريع التقاطعات وقطاعات الطرق قيد الدراسة.

تحتوي جميع مشاريع التحسين على قيم حالية صافية أكبر من الصفر، مما يشير إلى أنها مشاريع مجدية اقتصاديًا لأن الفوائد النقدية أكبر من التكلفة. من الممكن أن يكون لديك مشاريع بقيم حالية صافية أقل من الصفر، مما يشير إلى أن الفوائد النقدية المحسوبة لا تفوق تكلفة المشروع. قد تنظر جهة الطرق في الفوائد الإضافية (النقدية وغير النقدية) التي قد تجلبها المشاريع قبل تنفيذها.

و-٢-٤-٣ تحليل التكلفة والفوائد التزايدي

يُعدّ تحليل التكلفة والفوائد التزايدي امتدادًا لطريقة نسبة الفائدة إلى التكلفة (BCR) الواردة في القسم الفرعي ه-٨-٤-١.

و-٢-٤-٣-١ الخطوة ١ - احسب BCR

القسم الفرعي ه-٨-٤-١ يوضح عملية حساب BCR لكل مشروع.

و-٢-٤-٣-٢ الخطوة ٢ - تنظيم المشروعات حسب تكلفة المشروع

يتم تطبيق التحليل التزايدي على أزواج من المشاريع مرتبة حسب تكلفة المشروع، كما هو موضح في الجدول (و-١٤).

الجدول (و–١٤) ترتيب تكلفة التحسين (AASHTO, 2010) (مُعدّل)

المشروع	تكلفة التحسين (ريال سعودي)
التقاطع الثاني عشر	٣٧٦,٠٠٠
التقاطع السابع	٧٥١,٠٠٠
القطاع الثاني	٨٤٥,٠٠٠
التقاطع الحادي عشر	٨٦٤,٠٠٠
القطاع الأول	٩٣٩,٠٠٠
التقاطع الثاني	٢,٦١١,٠٠٠
القطاع السادس	١٠,٣٢٩,٠٠٠
القطاع السابع	١١,٦٤٤,٠٠٠
القطاع الخامس	١٣,١٤٦,٠٠٠

و-٢-٤-٣-٣ الخطوة ٣ - حساب التكلفة والفوائد التزايدي

المعادلة (و-١٣) يتم تطبيقها على سلسلة من أزواج المشاريع مرتبة حسب التكلفة. إذا كانت التكلفة والفوائد التزايدي أكبر من ١,٠، يُفضّل المشروع الأعلى تكلفة على المشروع الأقل تكلفة. إذا كانت قيمة التكلفة والفوائد التزايدي هي قيمة موجبة أقل من ١,٠، أو كانت صفرًا أو سالبة، فيُفضّل المشروع الأقل تكلفة على المشروع الأعلى تكلفة. ثم تتابع الحسابات مقارنة المشروع المُفضّل من المقارنة الأولى بالمشروع مع التكلفة التالية الأعلى. يتم إعطاء الأولوية القصوى للبديل المُفضّل من المقارنة النهائية. ثم يتم تحديد المشروع الذي يحتل المرتبة الثانية من حيث الأولوية من خلال تطبيق نفس الإجراء الحسابي، ولكن مع حذف المشروع ذي الأولوية القصوى.

المعادلة (و-١٣) $$\textbf{\textit{Incremental BCR}} = (PV_{benefits\ 2} - PV_{benefits\ 1})/(PV_{costs\ 2} - PV_{costs\ 1})$$

حيث إن:

$PV_{benefits\ 1}$= القيمة الحالية للفوائد لمشروع منخفض التكلفة

$PV_{benefits\ 2}$ = القيمة الحالية للفوائد لمشروع عالي التكلفة

$PV_{costs\ 1}$= القيمة الحالية للتكلفة لمشروع منخفض التكلفة

$PV_{costs\ 2}$ = القيمة الحالية للتكلفة لمشروع عالي التكلفة

الجدول (و-١٥) يوضح تسلسل المقارنات التزايدية بين الفوائد والتكاليف اللازمة لتحديد الأولوية للمشاريع.

الجدول (و–١٥) تحليلات التكلفة والفوائد التزايدي (AASHTO, 2010) (مُعدّل)

المقارنة	المشروع	فوائد PV (ريال سعودي)	تكاليف PV (ريال سعودي)	التكلفة والفوائد التزايدي	المشروع المفضل
١	التقاطع الثاني عشر	٦,٧٦١,٠٠٠	٣٧٦,٠٠٠	٦-	التقاطع الثاني عشر
	التقاطع السابع	٤,٥٠٧,٠٠٠	٧٥١,٠٠٠		
٢	التقاطع الثاني عشر	٦,٧٦١,٠٠٠	٣٧٦,٠٠٠	٩	القطاع الثاني
	القطاع الثاني	١١,٠٣٠,٠٠٠	٨٤٥,٠٠٠		
٣	القطاع الثاني	١١,٠٣٠,٠٠٠	٨٤٥,٠٠٠	٣٠٤-	القطاع الثاني
	التقاطع الحادي عشر	٥,٢٥٩,٠٠٠	٨٦٤,٠٠٠		
٤	القطاع الثاني	١١,٠٣٠,٠٠٠	٨٤٥,٠٠٠	٢٣	القطاع الأول
	القطاع الأول	١٣,٢١٢,٠٠٠	٩٣٩,٠٠٠		
٥	القطاع الأول	١٣,٢١٢,٠٠٠	٩٣٩,٠٠٠	٦٧	التقاطع الثاني
	التقاطع الثاني	١٢٥,٥٩٥,٠٠٠	٢,٦١١,٠٠٠		
٦	التقاطع الثاني	١٢٥,٥٩٥,٠٠٠	٢,٦١١,٠٠٠	١٣-	التقاطع الثاني
	القطاع السادس	٢٤,٤١٥,٠٠٠	١٠,٣٢٩,٠٠٠		
٧	التقاطع الثاني	١٢٥,٥٩٥,٠٠٠	٢,٦١١,٠٠٠	١١-	التقاطع الثاني
	القطاع السابع	٢٦,٢٩٣,٠٠٠	١١,٦٤٤,٠٠٠		
٨	التقاطع الثاني	١٢٥,٥٩٥,٠٠٠	٢,٦١١,٠٠٠	٩-	التقاطع الثاني
	القطاع الخامس	٢٩,٤٠٩,٠٠٠	١٣,١٤٦,٠٠٠		

كما يتضح من المقارنات في الجدول (و-١٥)، يحظى مشروع تحسين التقاطع الثاني بالأولوية القصوى. من أجل تعيين الأولويات للمشاريع المتبقية، يتم إجراء سلسلة أخرى من الحسابات التزايدية، في كل مرة يتم حذف المشاريع التي تم إعطاؤها الأولوية مسبقًا. بناءً على التكرارات المتعددة لهذه الطريقة، تم ترتيب المشاريع كما هو موضح في الجدول (و-١٦).

الجدول (و–١٦) ترتيب نتائج تحليلات BCR التزايدية (AASHTO, 2010)

الترتيب	المشروع
١	التقاطع الثاني
٢	القطاع الخامس
٣	القطاع السابع
٤	القطاع السادس
٥	القطاع الأول
٦	القطاع الثاني
٧	التقاطع الثاني عشر
٨	التقاطع الحادي عشر
٩	التقاطع السابع

و-٢-٥ التعليقات - مناقشة

يختلف ترتيب المشاريع من خلال تحليل التكلفة والفوائد التزايدي عن ترتيب المشروع الذي تم الحصول عليه من خلال حساب الفعالية من حيث التكلفة وصافي القيمة الحالية. يوفر تحليل التكلفة والفوائد التزايدي نظرة ثاقبة أكبر حول ما إذا كانت النفقات التي تمثلها كل

زيادة في التكلفة الإضافية لها ما يبررها اقتصاديًا. يوفر تحليل التكلفة والفوائد التزايدي نظرة ثاقبة لترتيب أولويات المشاريع البديلة، ولكنه لا يفسح المجال لدمج قيود الميزانية الرسمية (AASHTO, 2010).

الملحق ز - العوامل البشرية في سلامة الطرق

ز-١ دور العوامل البشرية في سلامة الطرق

تُطبّق الدراسة متعددة التخصصات للعوامل البشرية المعرفة من العلوم الإنسانية مثل علم النفس وعلم وظائف الأعضاء وعلم الحركة لتصميم الأنظمة والمهام والبيئات من أجل الاستخدام الفعال والآمن. الهدف من فهم تأثيرات العوامل البشرية هو تقليل احتمالية وعواقب الخطأ البشري، وخاصة الإصابات والوفيات الناتجة عن هذه الأخطاء، من خلال تصميم أنظمة ذات صلة بالخصائص البشرية ومحدودية الجهد البشري.

يرتكب السائقون أخطاءً متكررة بسبب محدودية الجهد البشري فيما يتعلق بالجوانب الجسدية والإدراكية والمعرفية. قد لا تؤدي هذه الأخطاء إلى حدوث حوادث لأن السائقين يتفادون أخطاء السائقين الآخرين أو لأن الظروف تسمح بتجنب الحادث (على سبيل المثال، هناك مجال للمناورة وتجنب وقوع الحادث). تُعدّ الحوادث أو الاصطدامات الوشيكة أكثر تكراراً من الحوادث الفعلية (على سبيل المثال، تشير الدراسات في التقاطعات الحضرية إلى أن نسبة الاصطدامات الوشيكة إلى الحوادث تبلغ حوالي ٢٠٠٠ إلى ١).

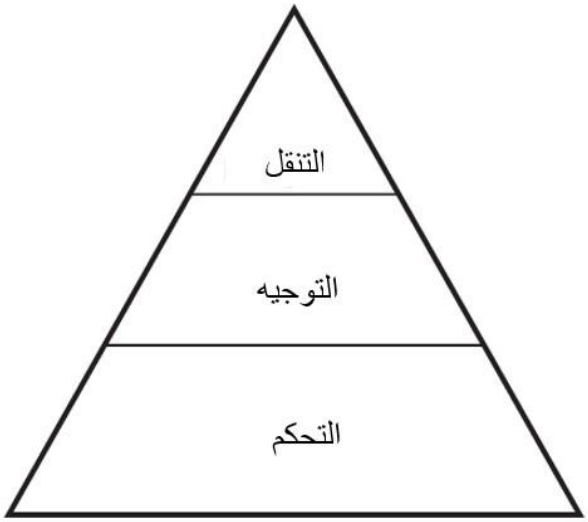
يعد خطأ السائق عاملًا هامًا يساهم في معظم الحوادث. على سبيل المثال، يمكن للسائقين ارتكاب أخطاء في الحكم فيما يتعلق بسرعة اقتراب مركبتين من بعضهما ومساحات التجاوز المقبولة والسرعة عند دخول المنحنى والسرعات المناسبة عند الاقتراب من التقاطعات. قد يؤدي تشتيت الانتباه داخل السيارة والطريق، وعدم انتباه السائق، وإرهاق السائق إلى حدوث أخطاء. قد يكون السائق مثقلًا أيضًا بمعالجة المعلومات المطلوبة لتنفيذ مهام متعددة في وقت واحد، مما قد يؤدي إلى حدوث خطأ. لتقليل عبء المعلومات، يعتمد السائقون على معرفة مسبقة، بناءً على أنماط الاستجابة المكتسبة؛ لذلك من المرجح أن يرتكبوا أخطاء عندما لا تتحقق توقعاتهم. +بالإضافة إلى الأخطاء غير المقصودة، ينتهك السائقون أحيانًا عن عمد أجهزة وقوانين التحكم في حركة المرور (AASHTO, 2010).

ز-٢ نموذج مهمة القيادة

تشتمل القيادة على العديد من المهام الفرعية، يتم تنفيذ بعضها في وقت واحد. المهام الفرعية الرئيسة الثلاث هي (AASHTO, 2010):

- **التحكم**: الحفاظ على السيارة بالسرعة المرغوبة والتحرك داخل المسار،
- **والتوجيه**: التفاعل مع المركبات الأخرى (السير خلفها، وتجاوزها، والاندماج معها، وغيره) من خلال الحفاظ على مسافة تتبع آمنة واتباع العلامات الأرضية، واللافتات الخاصة بحركة المرور؛
- و**التنقل**: اتباع مسار من الانطلاق حتى الوجهة من خلال قراءة اللافتات الإرشادية واستخدام المعالم.

تتضمن كل من هذه المهام الفرعية الرئيسة مراقبة مصادر المعلومات المختلفة والمستويات المختلفة لصنع القرار. العلاقة بين المهام الفرعية موضحة في شكل هرمي كما هو موضح في الشكل (ز-١). تعتمد العلاقة الهرمية على مدى تعقيد كل مهمة فرعية وأسبقية أدائها في ضوء مهمة القيادة الإجمالية. مهمة التنقل هي أكثر المهام الفرعية تعقيدًا، بينما تشكل مهمة التحكم الفرعية الأساس لإجراء مهام القيادة الأخرى.



الشكل (ز–١) التسلسل الهرمي لمهمة القيادة (AASHTO, 2010)

تتطلب تجربة القيادة الناجحة تكاملًا سلسًا للمهام الثلاث، مع تحويل انتباه السائق من مهمة إلى أخرى بما يتناسب مع الظروف. يمكن تحقيق ذلك عندما لا يحدث عبء العمل الكبير في المهام الفرعية للتحكم والتوجيه والتنقل في وقت واحد.

تتطلب مهمة القيادة من السائقين معالجة المعلومات: لاستشعار المدخلات (المرئية في الغالب)، وتفسيرها ومعالجتها، واتخاذ القرارات، وتنفيذ الإجراءات، ومراقبة آثارها من خلال استقبال المعلومات الجديدة ومعالجتها. لا يعمل السائق فقط استجابة لمدخلات المعلومات أو المهام المنفصلة والثابتة. فالنظام ديناميكي، وعبارة عن عملية دورية تفاعلية باستمرار للاستجابة للمتطلبات المتغيرة وتأثيرات إجراءات الاستجابة نفسها.

مهمة السائق:

- تتضمن نشاطًا عقليًا في معالجة المعلومات الواردة من البيئة المحيطة،
- تعتمد على الذاكرة والخبرة لتوجيه القرارات بشأن الإجراءات اللازمة،
- تتضمن نشاطًا بدنيًا في اتخاذ تلك الإجراءات.

لا يتأثر أداء مهمة معالجة المعلومات فقط بمتطلبات المهمة نفسها، وقدرات السائق، ولكن أيضًا بالجوانب الأخرى التي تميز السلوك البشري (AUSTROADS, 2020).

ز-٣ خصائص السائق والقيود المؤثرة على أدائه

يمكن تصنيف جوانب سلوك السائق على أنها (AUSTROADS, 2020):

- الصفات النفسية (الذكاء، التعلم، المهارات، الدافع، الرغبات، المواقف)،
- القدرات الحسية (الرؤية والسمع)،
- القدرات الجسدية (أوقات الإدراك ورد الفعل - الإدراك والاستجابة الحركية)،
- العوامل الطبية (المرض والضعف والضغط العاطفي).

يمكن أن تؤثر السمات النفسية على سلوك السائق وبالتالي على السيارة في الطريق. يجلب السائق إلى المهمة قيمًا ومعايير ومواقف ودوافع وتوقعات مختلفة بناءً على خبرته في أداء المهمة.

القدرات الحسية والبدنية والعوامل الطبية تحد من قدرات مستخدمي الطريق. لا يمكن لمستخدمي الطريق معالجة كمية غير محدودة من المعلومات في فترة زمنية قصيرة. يلزم مقدار محدود من الوقت، وإن كان قصيرًا، لمعالجة جزء من المعلومات. عند تصميم أحد

أقسام الطرق أو التعامل مع إدارة حركة المرور، تجب مراعاة قدرات المستخدمين وحدود قدرتهم البشرية، وإلا فإن المطلوب من المستخدمين قد يكون كبيرًا جدًا.

يوضح هذا الجزء الفرعي قدرات السائق الأساسية والقيود المفروضة على أداء مهام القيادة التي يمكن أن تؤثر على السلامة. تشمل الموضوعات انتباه السائق والقدرة على معالجة المعلومات، والقدرة على الرؤية، ووقت الاستجابة للإدراك، واختيار السرعة.

ز-٣-١ الاهتمام ومعالجة المعلومات

ز-٣-١-١ بنود عامة

عوامل مثل انتباه السائق والقدرة على معالجة المعلومات لها قيود. يمكن أن تتسبب هذه القيود في صعوبات لأن القيادة تتطلب تقسيم الانتباه بين مهام التحكم ومهام التوجيه ومهام التنقل. في حين يمكن تحويل الانتباه بسرعة من مصدر معلومات إلى آخر، فإن السائقين ينتبهون جيدًا لمصدر واحد فقط في كل مرة، ما يعني أنه لا يمكن للسائقين سوى استخراج نسبة صغيرة من المعلومات المتاحة من مشهد الطريق.

لمراعاة القدرة المحدودة على معالجة المعلومات أثناء القيادة، يحدد السائقون دون وعي كميات المعلومات المقبولة التي يمكنهم إدارتها. عندما يتم تجاوز حمل المعلومات الواردة المقبول للسائقين، فإنهم يميلون إلى إهمال المعلومات الأخرى بناءً على مستوى الأهمية. كما هو الحال مع اتخاذ القرار من أي نوع، الخطأ ممكن أثناء هذه العملية. قد يتجاهل السائق جزءًا من المعلومات التي يتبين أنها مهمة، بينما يتم الاحتفاظ بمعلومات أخرى أقل أهمية.

تم وصف السيناريوهات التي توضح الظروف التي قد يكون فيها تحميل السائقين بالمعلومات زائدة عن الحد في الجدول (ز-١). قد يزيد كل منها من احتمال حدوث خطأ من جهة السائق نظرًا لمحدودية الجهد البشري في معالجة المعلومات.

الجدول (ز–١) أمثلة سيناريوهات الحمل الزائد على السائق (AASHTO, 2010)

السيناريو	المثال
مطالب عالية من أكثر من مصدر معلومات.	الاندماج في تدفق لحركة المرور على الطريق السريع عالي السرعة وبه مركبات كثيرة من محول طرق عالي السرعة.
الحاجة إلى اتخاذ قرار معقد بسرعة.	التوقف أو الاستمرار عند إشارة مرور صفراء بالقرب من خط التوقف.
الحاجة إلى أخذ كميات كبيرة من المعلومات في وقت واحد.	لافتة علوية متعددة اللوحات أثناء القيادة في مكان غير مألوف.

كما هو موضح في، يمكن لظروف حركة المرور والمواقف العملية أن تثقل كاهل السائق بعدة طرق. تشمل اعتبارات تصميم الطرق لتقليل عبء عمل السائق ما يلي:

- تقديم المعلومات بطريقة متسقة لإبقاء عبء العمل في حجمه المناسب،
- وتقديم المعلومات بشكل تسلسلي، وليس كلها مرة واحدة، لكل مهمة من مهام التحكم والتوجيه والتنقل،
- وتوفير أدلة لمساعدة السائقين في تحديد أولويات المعلومات الأكثر أهمية لمساعدتهم في تقليل عبء العمل عن طريق التخلص من المهام الدخيلة.

بالإضافة إلى قيود معالجة المعلومات، فإن اهتمام السائقين لا يكون بالكامل ضمن سيطرتهم الواعية. بالنسبة للسائقين الذين يتمتعون بدرجة معينة من الخبرة، تعتبر القيادة مهمة آلية للغاية. وهذا يعني أن القيادة يمكن، وغالبًا ما يتم إجراؤها، أثناء قيام السائق بالتفكير في أمور أخرى. عانى معظم السائقين، خاصة على طريق مألوف، من ظاهرة إدراكهم أنهم لم ينتبهوا خلال الكيلومترات القليلة الماضية من القيادة. كلما كانت مهمة القيادة أقل تطلبًا، زادت احتمالية تشتت انتباه السائق، إما من خلال الانشغال الداخلي أو من خلال الانخراط في مهام غير القيادة. يمكن أن تسهم عوامل مثل زيادة الازدحام المروري وزيادة الضغط المجتمعي لتحفيز الإنتاج في تشتيت انتباه السائقين وعدم الانتباه. قد يؤدي عدم الانتباه إلى حركات غير مقصودة خارج المسار، أو الفشل في اكتشاف لافتة قف ، أو إشارة مرور، أو مركبة أو مشاة على مسار متعارض عند تقاطع (AASHTO, 2010).

ز-٣-١-٢ توقع السائق

تتمثل إحدى طرق تكييف البنية التحتية للطرق مع حدود معالجة المعلومات البشرية في تصميم بيئات الطرق وفقًا لتوقعات السائق. عندما يمكن للسائقين الاعتماد على الخبرة السابقة للمساعدة في مهام التحكم أو التوجيه أو التنقل، يكون هناك قدر أقل من المعالجة لأنهم يحتاجون فقط إلى معالجة المعلومات الجديدة. يطور السائقون توقعات طويلة وقصيرة المدى. تتضمن الأمثلة على التوقعات طويلة الأجل التي سيستدعيها سائق غير معتاد على الطريق إلى قسم جديد من الطريق ما يلي:

- ستكون مخارج الطرق السريعة القادمة على الجانب الأيمن من الطريق،
- وعند تقاطع طريق فرعي وطريق رئيسي، ستكون لافتة قف المرورية على الطريق الذي يبدو أنه طريق فرعي،
- وعند الاقتراب من التقاطع، يجب أن يكون السائقون في المسار الأيسر للانعطاف يسارًا عند التقاطع،
- ولن ينتهي المسار المستمر (على طريق سريع أو شرياني) عند محول الطرق أو التقاطعات.

تتضمن أمثلة التوقعات قصيرة الأجل ما يلي:

- بعد القيادة بضع كيلومترات على طريق به منحنيات غير حادة، ستظل المنحنيات القادمة غير حادة،
- وبعد التنقل بسرعة عالية نسبيًا لمسافة كبيرة، يتوقع السائقون أن الطريق أمامهم سيكون مصممًا لاستيعاب نفس السرعة،
- وبعد القيادة بسرعة ثابتة على طرق شريانية جيدة التوقيت ومنسقة بإشارات ضوئية، قد لا يتوقع السائقون موقعًا يعمل بطول دورة مختلف (AASHTO, 2010).

ز-٣-٢ الرؤية

ما يقرب من ٩٠٪ من المعلومات التي يستخدمها السائقون مرئية. في حين أن حدة البصر هي الجانب الأكثر شيوعًا للرؤية المتعلقة بالقيادة، فإن العديد من الجوانب الأخرى لا تقل أهمية. يتم وصف الجوانب التالية من رؤية السائق في هذا الجزء:

- **حدة البصر**: القدرة على رؤية التفاصيل عن بعد،
- و**حساسية التباين**: القدرة على اكتشاف اختلافات طفيفة في الإنارة (سطوع الضوء) بين الهدف وخلفيته،
- و**الرؤية المحيطية**: القدرة على اكتشاف الأشياء الموجودة خارج منطقة الرؤية الأكثر دقة في نطاق الإبصار،
- **والحركة في العمق**: القدرة على تقدير سرعة مركبة أخرى بمعدل تغير الزاوية البصرية للمركبة الذي تم إنشاؤه في العين،
- و**البحث المرئي**: القدرة على البحث في مشهد الطريق سريع التغيّر لجمع معلومات الطريق (AASHTO, 2010).

ز-٣-٢-١ حدة البصر

تحدد حدة البصر مدى قدرة السائقين على رؤية التفاصيل عن بعد وهي مهمة لمهام التوجيه والتنقل التي تتطلب قراءة علامات وتحديد الأشياء المحتملة في الأمام.

في ظل الظروف المثالية، في ضوء النهار، مع نص عالي التباين (أسود على أبيض)، ووقت غير محدود، يمكن للشخص الذي يتمتع بحدة بصرية تبلغ ٦/٦، والتي تُعد "رؤية طبيعية"، قراءة الأحرف التي تقابل زاوية ٠,٠٨٣ درجة (٥ دقائق قوسية). يحتاج الشخص ذو الرؤية ٦/٣ إلى أحرف تكون قياساتها ضعف هذه الزاوية، أو ٠,١٦٦ درجة (١٠ دقائق قوسية). هذا يعني أنه فيما يتعلق بلافتات المرور، يمكن للشخص الذي يتمتع برؤية ٦/٦ بالكاد قراءة الأحرف التي يبلغ ارتفاعها ٢٥ مم على مسافة ١٧ مترًا من اللافتة، والحروف التي يبلغ ارتفاعها ٥٠ مم على مسافة ٣٥ مترًا من اللافتة، وهكذا. يحتاج الشخص ذو الرؤية ٦/٣ إلى أحرف ضعف هذا الارتفاع لقراءتها من نفس المسافات. نظرًا لأن ظروف القيادة الفعلية غالبًا ما تختلف عن الظروف المثالية المذكورة أعلاه وتختلف رؤية السائق باختلاف العمر، غالبًا ما يُفترض أن تكون حدة السائق أقل من ٦/٦ من أجل تحديد أبعاد أحرف لافتات المرور (AASHTO, 2010).

يمكن الاطلاع على مزيد من التفاصيل حول أبعاد رسائل لافتات المرور في الجزء (٣-١) والجزء الفرعي (٣-٤-٦) من كود الطرق السعودي ٦٠٢ – الدليل الموحد لأجهزة التحكم المروري.

ز-٣-٢-٢ حساسية التباين

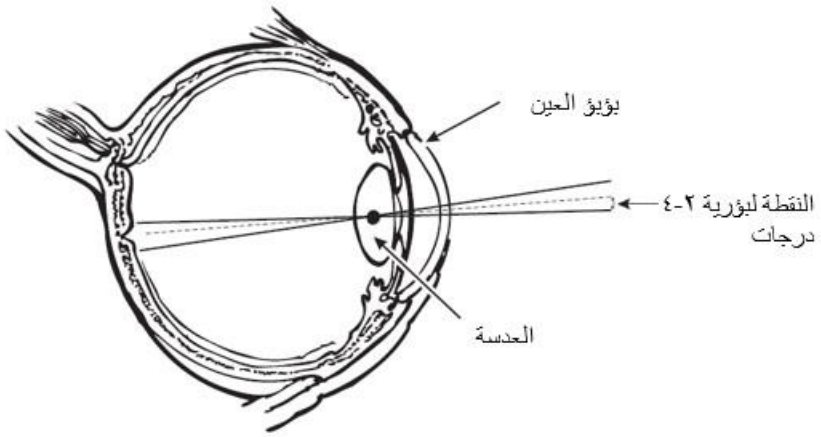
كثيرًا ما يُسلّم بأن حساسية التباين لها تأثير أكبر على حدوث الحوادث مقارنة مع حدة البصر. حساسية التباين هي القدرة على اكتشاف الاختلافات الصغيرة في الإضاءة (سطوع الضوء) بين الهدف والخلفية. كلما انخفض نصوع الكائن المستهدف، زاد التباين المطلوب لرؤيته. يمكن أن يكون الكائن المستهدف عبارة عن رصيف أو حطام على الطريق أو أحد المشاة.

لا تعني حدة البصر الجيدة بالضرورة حساسية تباين جيدة. بالنسبة للأشخاص الذين يعانون من حدة بصرية طبيعية تبلغ ٦/٦، فإن المسافة التي يتم من خلالها اكتشاف الأجسام غير العاكسة في الليل يمكن أن تختلف بمعامل من ٥ إلى ١. قد يضطر السائقون ذوو الرؤية الطبيعية ولكن حساسية التباين الضعيفة إلى الاقتراب جدًا من هدف منخفض التباين قبل اكتشافه. تظهر الدراسات التجريبية أنه

حتى الأشخاص الذين تم تنبيههم يمكن أن يقتربوا من مسافة ١٠ أمتار قبل اكتشاف أحد المشاة بملابس داكنة يقف على الجانب الأيسر من الطريق. بشكل عام، يميل المشاة إلى المبالغة في تقدير ظهورهم للسائقين في الليل. في المتوسط، يرى السائقون المشاة بعد منتصف المسافة التي يعتقد المشاة أنه يمكن رؤيتهم فيها. قد يؤدي ذلك إلى خروج المشاة لعبور الشارع مع افتراض أن السائقين قد رأوهم، ما يفاجئ السائقين، ويؤدي إلى وقوع حادث أو النجاة بالكاد من حادث وشيك (AASHTO, 2010).

ز-٣-٢-٣ الرؤية المحيطية

المجال البصري للعين البشرية كبير: حوالي ٥٥ درجة فوق الأفقي، و٧٠ درجة أسفل الأفقي، و٩٠ درجة إلى اليسار، و٩٠ درجة إلى اليمين. ومع ذلك، فإن مساحة صغيرة فقط من المجال البصري تسمح برؤية دقيقة. تتضمن منطقة الرؤية الدقيقة هذه مخروطًا من حوالي درجتين إلى أربع درجات من النقطة المحورية (انظر الشكل ز-٢). يشار إلى المجال البصري الأقل دقة خارج منطقة الرؤية الدقيقة بالرؤية المحيطية. على الرغم من تقليل الحدة البصرية، يمكن اكتشاف الأهداف ذات الأهمية في الرؤية المحيطية منخفضة الدقة. بمجرد اكتشافها، تتحرك العينان بحيث يتم رؤية الهدف باستخدام منطقة العين ذات الرؤية الأكثر دقة.

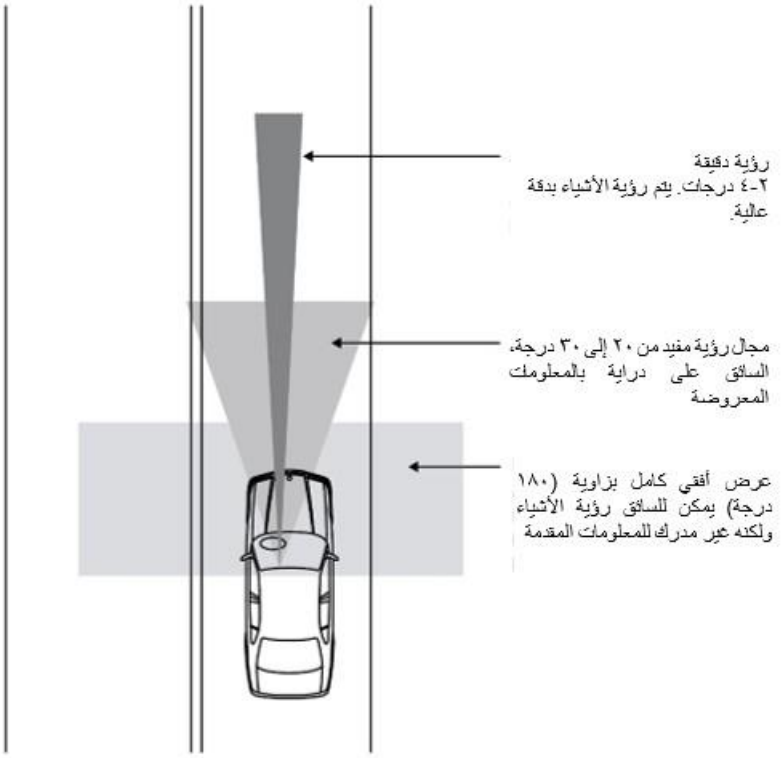


الشكل (ز–٢) مجال الرؤية الدقيقة في العين (AASHTO, 2010)

الأهداف التي يحتاج السائقون إلى اكتشافها في رؤيتهم المحيطية تشمل المركبات على مسار متقاطع والمشاة واللافتات والإشارات المرورية. بشكل عام، الأهداف التي يتم اكتشافها بشكل أفضل من خلال الرؤية المحيطية هي الأشياء الأقرب إلى نقطة الاتصال؛ والتي تختلف اختلافًا كبيرًا عن خلفياتها من حيث السطوع واللون والتشابك؛ والتي تكون كبيرة ومتحركة. تشير الدراسات إلى أن غالبية الأهداف يتم ملاحظتها عند تحديد موقعها على بعد أقل من ١٠ إلى ١٥ درجة من نقطة الاتصال وأنه حتى عندما تكون الأهداف واضحة، فإنه من النادر إلقاء نظرة على زوايا تزيد عن ٣٠ درجة.

يعتمد الكشف عن الهدف في الرؤية المحيطية أيضًا على المتطلبات الموضوعة على عاتق السائق. وكلما كانت المهمة أكثر تطلبًا، كان "المخروط البصري للوعي" أو "مجال الرؤية المفيد" أضيق، وقل احتمال اكتشاف السائق للأهداف المحيطية.

الشكل (ز-٣) يلخص رؤية السائق وإدراكه للمعلومات مع زيادة مجال الرؤية من نقطة الاتصال. تُرى الأهداف بدقة عالية في نطاق ٢ إلى ٤ درجات مركزية من مجال الرؤية. أثناء تنفيذ مهمة القيادة، يكون السائق على دراية بالمعلومات التي يتم رؤيتها محيطيًا، في نطاق ٢٠ إلى ٣٠ درجة. يمكن للسائق رؤية المعلومات ماديًا على مساحة ١٨٠ درجة، ولكن لا يكون على دراية بها أثناء القيادة ما لم يكن لديه الدافع لتوجيه انتباهه لها (AASHTO, 2010).

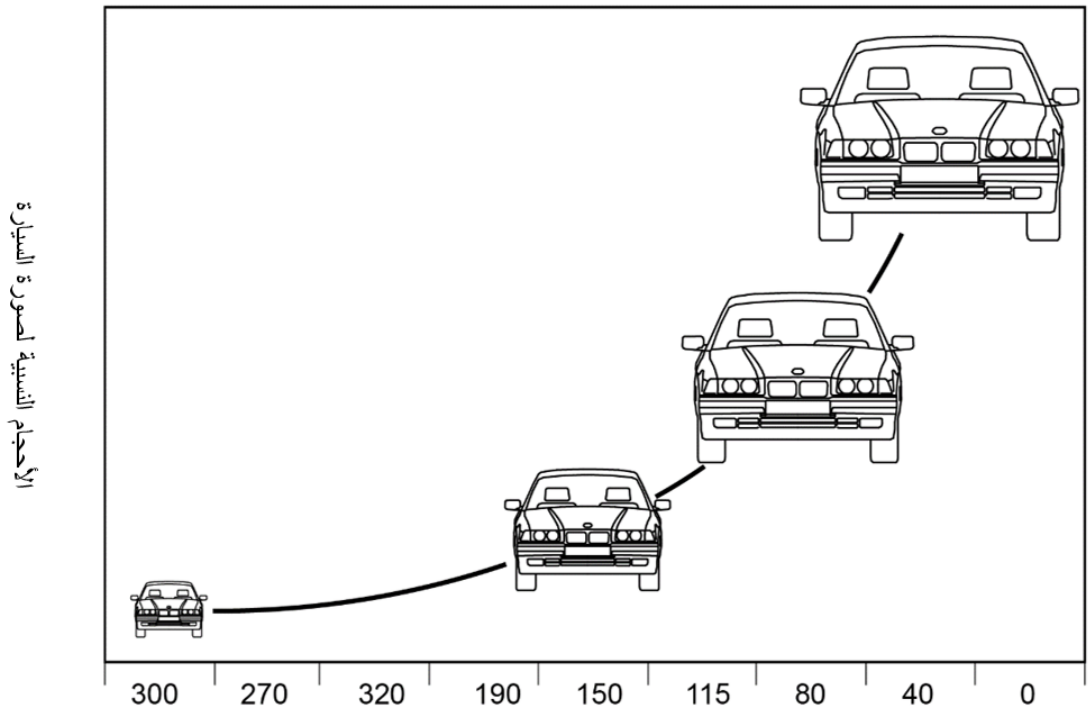


الشكل (ز–٣) الرؤية النسبية للجسم المستهدف كما يُرى بالرؤية المحيطية (AASHTO, 2010)

ز-٣-٢-٤ الحركة في العمق

تتطلب مواقف القيادة العديدة من السائقين تقدير حركة المركبات بناءً على معدل تغيير زاوية الرؤية التي تم إنشاؤها في العين بواسطة السيارة. تتضمن هذه المواقف اتباعًا آمنًا لمركبة في حركة المرور، والحفاظ على فجوة آمنة عند المرور في طريق ثنائي الاتجاه محكوم بلوحة قف، واجتياز مركبة أخرى مع قدوم مركبات دون وجود مسار اجتياز.

الإشارة الأساسية التي يستخدمها السائقون لتحديد سرعة اقترابهم من مركبة أخرى هو معدل تغيير حجم الصورة. الشكل (ز-٤) يوضح التغيّر النسبي لحجم الصورة على مسافات مختلفة من المشاهد.



الشكل (ز–٤) العلاقة بين مسافة مجال الرؤية وحجم الصورة (AASHTO, 2010)

كما هو موضح في، العلاقة بين مسافة مجال الرؤية وحجم الصورة ليست علاقة خطية. حقيقة أنها علاقة غير خطية هو في الغالب مصدر الصعوبة التي يواجهها السائقون في عمل تقديرات دقيقة لسرعة اقتراب المركبات من بعضها.

يستخدم السائقون التغيّر الملحوظ في حجم مركبة بعيدة، مُقاسًا بمعدل تغيّر الزاوية البصرية التي تشغلها السيارة، لتقدير سرعة سير السيارة. يواجه السائقون صعوبة في اكتشاف التغيّرات في سرعة السيارة على مسافة طويلة بسبب مقدار التغيّر الصغير نسبيًا في حجم السيارة الذي يحدث في الثانية. هذا مهم بشكل خاص في مواقف التجاوز على الطرق ذات المسارين حيث يجب أن يكون السائقون حساسين لسرعة المركبات القادمة. عندما تكون السيارة القادمة على مسافة قد تشجع السائق على تجاوز السيارة التي أمامه، يتغير حجم تلك السيارة القادمة تدريجيًا وقد لا يتمكن السائق من التمييز بين ما إذا كانت السيارة القادمة تسير بسرعة أعلى أو أقل من سرعة المركبات العادية. في حالات التجاوز مثل هذه، ثبت أن السائقين يُقبلون على التجاوز في الفجوات الزمنية غير الكافية عند المرور في مواجهة المركبات عالية السرعة، ويرفضون التجاوز في الفجوات الزمنية الكافية عند المرور في مواجهة المركبات الأخرى منخفضة السرعة.

قد تؤدي القيود المفروضة على إدراك السائق لسرعة اقتراب المركبات من بعضها أيضًا إلى زيادة احتمالية حدوث حوادث من الخلف عندما يقترب السائقون الذين يسيرون بسرعات على الطرق من المركبات المتوقفة أو البطيئة ويسيئون تقدير مسافة التوقف المتاحة. يتفاقم هذا القلق المتعلق بالسلامة عندما لا يتوقع السائقون هذا الموقف. أحد الأمثلة تحدث في طريق ريفي مؤلف من مسارين حيث يجب على السائق الذي يسير إلى اليسار أن يتوقف في مسار المرور لانتظار فجوة مقبولة في حركة المرور المعاكسة. قد لا يكتشف السائق الذي يقترب السيارة المتوقفة. في هذا الظرف، قد يكون استخدام إشارات الانعطاف أو رؤية أضواء المكابح بمثابة إشارة حاسمة لتحديد أن السيارة متوقفة وتنتظر للانعطاف (AASHTO, 2010).

ز-٣-٢-٥ البحث المرئي

تتطلب مهمة القيادة بحثًا نشطًا في مشهد الطريق سريع التغيّر، الأمر الذي يتطلب سرعة جمع معلومات الطريق واستيعابها. في حين أن طول تثبيت العين على هدف معين يمكن أن يكون قصيرًا ليصل إلى ١٠/١ من الثانية لمهمة بسيطة مثل التحقق من موضع المسار. يمكن أن يستغرق التثبيت على هدف معقد ما يصل إلى ثانيتين. من خلال فهم المكان الذي يقوم فيه السائقون بتثبيت أعينهم أثناء أداء مهمة قيادة معينة، يمكن وضع المعلومات في المكان والصيغة الأكثر فاعلية.

كشفت الدراسات التي أجريت باستخدام كاميرات متخصصة تسجل حركات عين السائق، كيف يوزع السائقون انتباههم بين مهام القيادة الفرعية المختلفة، والفترات القصيرة جدًا من الوقت (التثبيتات) التي يمكن للسائقين تخصيصها لأي هدف واحد أثناء التنقل. وفقًا للدراسة، يُثبّت السائقون نظرهم في طريق مفتوح ما يقرب من ٩٠ ٪ من الوقت داخل منطقة ٤ درجات رأسيًا وأفقيًا من نقطة أمام السائق مباشرة (Mourant, et al., 1969). داخل هذه المنطقة المركزة، حدث ما يزيد قليلًا عن ٥٠٪ من جميع عمليات تثبيت العين على الجانب الأيمن من الطريق حيث توجد لافتات مرورية. يشير هذا إلى أن البحث البصري للسائق مركّز إلى حد ما.

يتغير نمط البحث المرئي عندما يقود السائق داخل منحنى أفقي بدلًا من القيادة في طريق مستقيم. في الأقسام المستقيمة، يمكن للسائقين جمع معلومات المسار والموقع الجانبي من خلال النظر إلى الأمام. أثناء السير في منحنى، يتضاعف الطلب المرئي بشكل أساسي، حيث تتم إزاحة موقع لافتة الشارع ومعلومات جانب الطريق (إلى اليسار أو إلى اليمين) للتركيز على المعلومات حول موضع المسار. تظهر دراسات حركة العين أن السائقين يغيرون سلوكهم في البحث قبل عدة ثوانٍ من بداية المنحنى. تشير هذه النتائج إلى أن لافتات المنحنى الإرشادية الموضوعة قبل بداية منطقة الاقتراب قد تقلل من تحديات البحث المرئي.

مستخدمو الطريق الآخرون، مثل المشاة وراكبي الدراجات، لديهم أيضًا مهمة بحث مرئية. يمكن ملاحظة قيام المشاة بإجراء بحث بصري إذا تم توجيه الرأس في الاتجاه الذي ستأتي منه السيارة خلال ثلاث ثوانٍ من دخول مسار السيارة. يختلف البحث المرئي فيما يتعلق بثلاثة أنواع من التهديدات: المركبات من الخلف ومن الجانب ومن الأمام. تتطلب المركبات القادمة من الخلف أكبر حركة للرأس وتكون الأقل في عمليات البحث. يتم إجراء عمليات البحث هذه من قبل حوالي ٣٠٪ فقط من المشاة. عمليات البحث عن المركبات القادمة من الجانب ومن الأمام أكثر تكراراً، ويتم إجراؤها بواسطة ما يقرب من ٥٠ و٦٠٪ من المشاة، على التوالي. ومن المثير للاهتمام أن ما بين ٨ و٢٥٪ من المشاة عند مركز المدينة، التقاطعات المحكومة بإشارات مرورية في وسط المدينة بدون إشارات سمعية لا يتحققون من التهديدات (AASHTO, 2010).

ز-٣-٣ وقت الإدراك- رد الفعل

يتضمن وقت الإدراك - رد الفعل (PRT) وقتًا لاكتشاف الهدف ومعالجة المعلومات واتخاذ قرار بشأن الاستجابة وبدء رد فعل. على الرغم من استخدام القيم الأعلى مثل ١,٥ أو ٢,٥ ثانية بشكل شائع لأنها تستوعب النسبة المئوية الكبيرة من السائقين في معظم المواقف، فمن المهم ملاحظة أن PRT ليس ثابتًا. يعتمد وقت الإدراك - رد الفعل على العناصر البشرية التي تمت مناقشتها في الأجزاء الفرعية السابقة، بما في ذلك معالجة المعلومات، ويقظة السائق، وتوقعات السائق، والرؤية.

تصف الأجزاء الفرعية التالية مكونات وقت الإدراك - رد الفعل (الاكتشاف والقرار والاستجابة) من وجهة نظر العوامل البشرية (AASHTO, 2010). يمكن أيضًا العثور على مزيد من المعلومات التفصيلية حول تحديد وقت الإدراك - رد الفعل في الجزء الفرعي (٣-٢-٥) لكود الطرق السعودي ٣٠١ - التصميم الهندسي للطرق.

ز-٣-٣-١ الاكتشاف

يبدأ وقت الإدراك - رد الفعل باكتشاف جسم أو عائق قد يتسبب في وقوع حادث. في هذه المرحلة، لا يعرف السائق ما إذا كان الهدف المرصود هو حقًا شيء يجب الاهتمام به أو لا، وإذا كان الأمر كذلك، فما مستوى الاهتمام المطلوب.

يمكن أن يستغرق الاكتشاف جزءًا من الثانية لشيء متوقع أو كائن شديد الوضوح يوضع في محط نظر السائق. ومع ذلك، في الليل قد لا يُرى الشيء الذي يقع على بعد عدة درجات من خط الرؤية ويكون منخفض التباين مقارنة بالخلفية لعدة ثوانٍ. لا يمكن رؤية الهدف حتى يتجاوز تباين الهدف حد حساسية التباين للسائق الذي يشاهده.

غالبًا ما تكون حالات الفشل في الاكتشاف ناتجة عن أهداف:

- على بعد أكثر من بضع درجات من خط رؤية السائق؛
- وتتباين بشكل طفيف مع الخلفية؛
- وصغيرة الحجم؛
- وتُرى في حضور التوهج؛
- وغير متحركة؛
- وغير متوقعة ولا يتم البحث عنها بنشاط من قبل السائق.

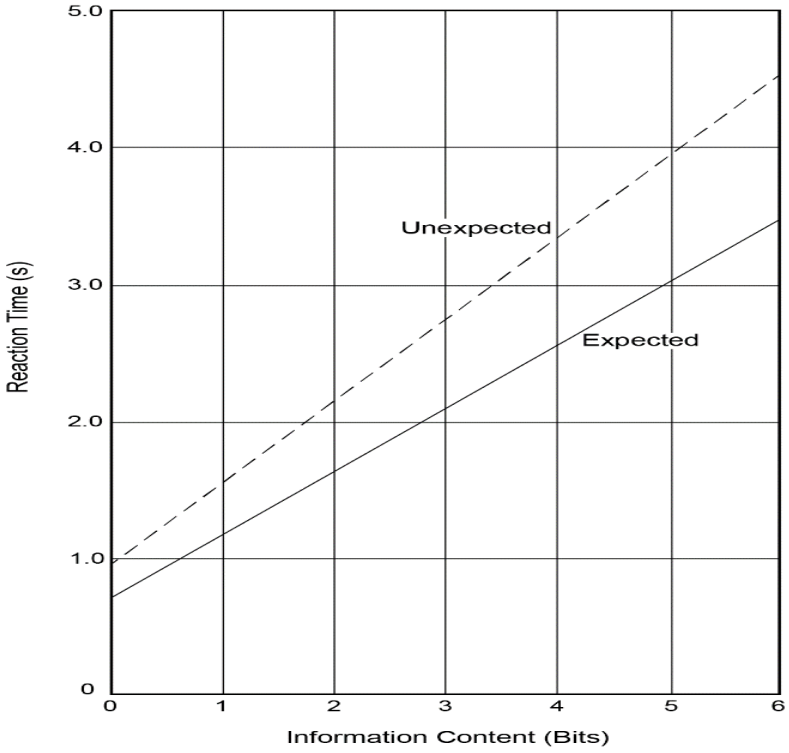
بمجرد اكتشاف هدف أو عائق، يجب تحديد تفاصيل الهدف أو العائق من أجل الحصول على معلومات كافية لاتخاذ قرار. كما تمت مناقشته في القسم الفرعي التالي، سيتأخر الاكتشاف عندما يكون الهدف الذي يتم اكتشافه غير مألوف وغير متوقع. على سبيل المثال، مقطورة جرار منخفضة القاعدة معطلة مع عاكسات غير كافية تسد طريقًا في الليل ستكون غير متوقعة ويصعب تحديدها.

ز-٣-٣-٢ القرار

بمجرد اكتشاف كائن أو عقبة وجمع معلومات كافية لتحديدها، يمكن اتخاذ قرار بشأن الإجراء الذي يجب اتخاذه. لا يتضمن القرار أي إجراء، بل هو عملية عقلية تدرس ما هو معروف عن الموقف وتحدد كيفية استجابة السائق.

يعتمد وقت القرار بشكل كبير على الظروف التي تزيد من تعقيد القرار أو تتطلب اتخاذه على الفور. يتم اتخاذ العديد من القرارات بسرعة عندما تكون الاستجابة واضحة و/ أو كانت المعلومات متوقعة. على سبيل المثال، عندما يكون السائق على بعد مسافة كبيرة من التقاطع وتتحول إشارة المرور إلى اللون الأحمر، فإن الأمر يتطلب أقل وقت لاتخاذ القرار. من ناحية أخرى، إذا كان السائق قريبًا من التقاطع وتحولت إشارة المرور إلى اللون الأصفر، فهناك معضلة: هل من الممكن التوقف بشكل مريح دون المخاطرة بأن تكون هناك سيارة خلفك، أم أنه من الأفضل المضي وعبور التقاطع (أي تجاوز التقاطع بأمان)؟ سيكون الوقت اللازم لاتخاذ قرار التوقف أو الانطلاق هذا أطول نظرًا لوجود خيارين معقولين ومزيد من المعلومات يجب معالجتها.

في دراسة أجراها Johannson and Rumar (1971)، وقت رد فعل المكابح (بما في ذلك كل من خطوة القرار وخطوة الاستجابة - انظر الفقرة التالية) تم قياسه للأحداث المتوقعة وغير المتوقعة ووجد أنه، عندما يكون الحدث متوقعًا، يبلغ متوسط وقت رد الفعل حوالي ٠,٦ ثانية، مع أخذ عدد قليل من السائقين ما وصل إلى ثانيتين. مع الأحداث غير المتوقعة، زادت أوقات رد الفعل بنسبة ٣٥٪. ومن ثمّ، من أجل اتخاذ قرار وإجراء بسيط وغير متوقع، قد يستغرق بعض السائقين ما يصل إلى ٢,٧ ثانية للاستجابة. قد يستغرق القرار المعقد مع العديد من البدائل عدة ثوانٍ أطول من القرار البسيط. الشكل (ز-٥) (AASHTO, 2018) يوضح بيانيًا هذه العلاقة بين السائقين في المتوسط، من خلال تحديد كمية المعلومات المراد معالجتها بوحدات البت.



الشكل (ز–٥) متوسط وقت رد الفعل للسائق على المعلومات المتوقعة وغير المتوقعة (AASHTO, 2018)

يستغرق اتخاذ القرار أيضًا وقتًا أطول عندما تكون هناك كمية غير كافية من المعلومات أو كمية زائدة. إذا احتاج السائق إلى مزيد من المعلومات، فيجب عليه البحث عنها. من ناحية أخرى، إذا كان هناك الكثير من المعلومات، فيجب على السائق فرزها للعثور على العناصر الأساسية، مما قد ينتج عنه جهد ووقت غير ضروريين. يستغرق اتخاذ القرار أيضًا وقتًا أطول عندما يتعين على السائقين تحديد طبيعة المعلومات غير الواضحة، مثل وجود انعكاسات على الطريق ليلًا. قد تنتج الانعكاسات من مصادر مختلفة، مثل الحطام غير المؤذي أو سيارة متوقفة.

ز-٣-٣-٣ الاستجابة

عندما يتم جمع المعلومات ومعالجتها واتخاذ قرار، هناك حاجة إلى وقت للرد جسديًا. وقت الاستجابة هو في الأساس وظيفة القدرة الجسدية على التصرف بناءً على القرار ويمكن أن يختلف حسب العمر ونمط الحياة (رياضي، أو نشط، أو مستقر)، واليقظة.

ز-٣-٤-٣ أوقات الإدراك - رد الفعل في ظروف مختلفة

تؤثر العوامل المختلفة الموجودة في كل حالة قيادة فريدة على وقت الإدراك - رد الفعل للسائق؛ لذلك، فهي ليست قيمة ثابتة. يأتي التوجيه لمواقف الاكتشاف المباشر من دراسة أوقات الإدراك - رد الفعل "لمسافة التوقف المتاح ضمن مجال الرؤية" تم إجراء التجربة ذات الصلة في وضح النهار بينما كان السائق يصعد تلًا وينظر إلى الطريق في نفس اللحظة التي ظهر فيها جسم يسد الطريق جزئيًا دون سابق إنذار. تفاعل غالبية السائقين (٨٥٪) خلال ١,٣ ثانية، واستجاب ٩٥٪ من السائقين خلال ١,٦ ثانية (Olson, et al., 1984). في دراسة أحدث فحصت أيضًا استجابة السائقين للأجسام غير المتوقعة التي تدخل الطريق، تم التوصل إلى أن وقت الإدراك والتفاعل الذي يبلغ حوالي ثانيتين يبدو شاملًا لجميع استجابات الأشخاص تقريبًا في جميع الظروف التي تم اختبارها (NCHRP, 1997).

ومع ذلك، قد لا يكون وقت الإدراك - رد فعل البالغ ثانيتين مناسبًا للتطبيق على جسم منخفض التباين يُرى في الليل. على الرغم من أن أي جسم يمكن أن يكون في نطاق رؤية السائق لمئات الأمتار، فقد يكون هناك ضوء غير كافٍ من المصابيح الأمامية ذات الشعاع المنخفض والتباين غير الكافي بين الجسم والخلفية ليراه السائق. لا يمكن بدء وقت الإدراك - رد الفعل حتى يصل الجسم إلى مستوى الرؤية اللازم لاكتشافه، والذي يختلف من سائق إلى سائق ويتأثر بحالة توقعات السائق. وَجدت دراسة لمحاكاة القيادة أن السائقين الذين كانوا يتوقعون الاستجابة لأهداف المشاة على حافة الطريق استغرقوا ١,٤ ثانية في المتوسط للاستجابة لأجسام المشاة عالية التباين، و٢,٨ ثانية للاستجابة لأجسام المشاة منخفضة التباين، مما يشير إلى أهمية كبيرة. تأثير التباين على وقت الإدراك - رد الفعل (Ranney, et al., 1996). لقد أدى الوهج إلى إطالة أوقات الإدراك - رد الفعل هذه إلى أبعد من ذلك. وتجدر الإشارة إلى أن الأشخاص الخاضعين للتجارب في حالة تأهب غير طبيعي، ومن المتوقع أن تكون أوقات رد الفعل في العالم الحقيقي أطول.

كما يتضح من هذه المناقشة، فإن وقت الإدراك - رد الفعل ليس له قيمة ثابتة. يعتمد ذلك على رؤية السائق، ووضوح جهاز التحكم بحركة المرور أو الأشياء التي أمامك، وتعقيد الاستجابة المطلوبة، الحاجة الملحة لهذه الاستجابة.

ز-٣-٤ اختيار السرعة

يتمثل أحد الجوانب المركزية للسلامة على الطرق في اختيار سرعة السائق. بينما تؤثر حدود السرعة على اختيار سرعة السائق، فهذه ليست التأثيرات الوحيدة أو الأكثر أهمية. يختار السائقون السرعة باستخدام الإشارات الحسية و"الرسائل على الطريق". يمكن أن يساعد فهم هذه الإشارات في إنشاء سرعات ذاتية التنظيم مع وجود الحد الأدنى من الإجبار أو بدونه.

يتضمن هذا الجزء ملخصًا لكيفية تأثير الإشارات الإدراكية ورسائل الطريق على اختيار السرعة (AASHTO, 2010).

ز-٣-٤-١ الإشارات الإدراكية

تأتي الإشارة الرئيسة للسائق لاختيار السرعة من الرؤية المحيطية. في التجارب التي يُطلب فيها من السائقين تقدير سرعة السير مع حجب الرؤية المحيطية (يمكن استخدام مجال الرؤية المركزي فقط)، تكون القدرة على تقدير السرعة ضعيفة. هذا لأن العرض يتغير ببطء شديد في وسط مشهد الطريق. من ناحية أخرى، إذا تم حظر الجزء المركزي من مشهد الطريق، وطُلب من السائقين تقدير السرعة بناءً على الرؤية المحيطية، فإن أداء السائقين يكون أفضل بكثير.

يعد البث (أو "التدفق البصري") للمعلومات في الرؤية المحيطية أحد أكبر التأثيرات على تقديرات السائقين للسرعة. ومن ثمّ، إذا كانت المحفزات المحيطية قريبة، فسيشعر السائقون أنهم يسيرون بشكل أسرع مما لو واجهوا موقفًا مفتوحًا. في إحدى الدراسات، طُلب من السائقين القيادة بسرعة ١٠٠ كم/ساعة مع تغطية عداد السرعة. في حالة الطرق المفتوحة، كان متوسط السرعة ٩٠ كم/ساعة. بعد نفس التعليمات، ولكن على طول طريق تصطف على جانبيه الأشجار، كان متوسط السرعة ٨٥ كم/ساعة (Shinar, et al., 1977). يعتقد الباحثون أن الأشجار القريبة من الطريق توفر تحفيزًا محيطيًا، مما يعطي إحساسًا بالسير بسرعة عالية.

يعد مستوى الضوضاء أيضًا إشارة مهمة لاختيار السرعة. درست العديد من الدراسات كيفية تأثير إزالة إشارات الضوضاء على سرعة القيادة. بينما كانت آذان السائقين مغطاة (مع غطاء للأذن)، طُلب منهم القيادة بسرعة معينة. قلّل جميع السائقين من تقدير مدى سرعتهم وقادوا بسرعات تزيد بمقدار ٦ إلى ١٠ كم/ساعة مما كانوا عليه عندما كانت الإشارات الصوتية المعتادة موجودة. فيما يتعلق بتخفيض السرعة، كان من غير المجدي أن يتم تهدئة الضوضاء عند القيادة تدريجيًا في السيارات وتوفير طرق أكثر سلاسة.

أحد الجوانب المهمة لاختيار السرعة هو التكيف مع السرعة. هذه هي تجربة مغادرة طريق سريع بعد فترة طويلة من القيادة ووجود صعوبة في التوافق مع الحد الأقصى للسرعة على طريق شرياني. تطلبت إحدى الدراسات من الأشخاص القيادة لمسافة ٣٠ كيلومترًا على طريق سريع ثم خفض سرعاتهم إلى ٦٠ كم/ساعة على طريق شرياني. كان متوسط السرعة على الطريق الشرياني ٨٠ كم/ساعة (Schmidt & Tiffin, 1969). كانت هذه السرعة أعلى من السرعة المطلوبة على الرغم من حقيقة أن هؤلاء السائقين كانوا مدركين تمامًا لتأثير التكيف، وأخبروا الباحثين أنهم يعرفون أن هذا التأثير يحدث، وحاولوا خفض سرعتهم. تبين أن تأثير التكيف يستمر لمدة تصل إلى خمس أو ست دقائق بعد مغادرة الطريق السريع، ويحدث حتى بعد فترات قصيرة جدًا من السرعة العالية

(Schmidt & Tiffin, 1969). قد تساعد تقنيات إدارة الوصول المختلفة، ووضع اللافتات، وأجهزة تهدئة حركة المرور في تقليل تأثيرات التكيف مع السرعة - للحصول على إرشادات، انظر أيضًا الباب السادس من المجلد الحالي.

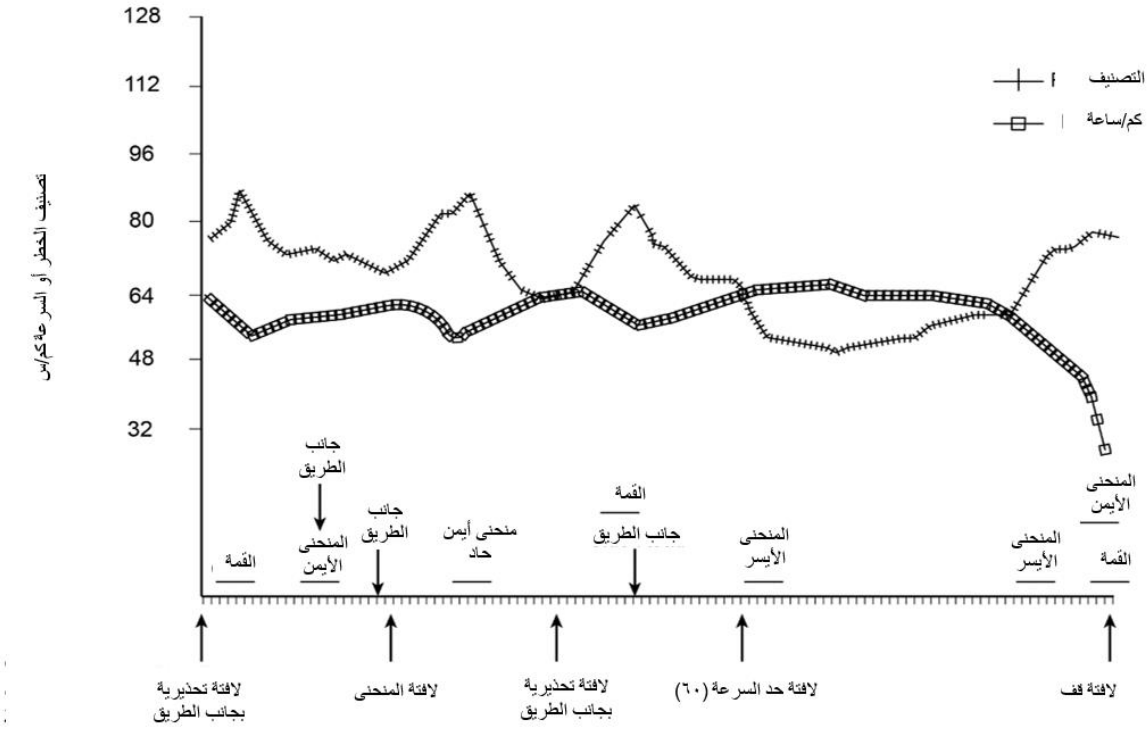
ز-٣-٤-٢ إشارات رسائل الطريق

قد يفسر السائقون بيئة الطريق بوصفها مشجعة على السرعات السريعة أو البطيئة اعتمادًا على تأثيرات الهندسة أو التضاريس أو عناصر الطريق الأخرى. على الرغم من أن السائقين قد لا يملكون جميع المعلومات لتقييم السرعة الآمنة بشكل صحيح، إلا أنهم يستجيبون لما يمكنهم رؤيته. يميل السائقون إلى القيادة بشكل أسرع على طريق مستقيم به عدة مسارات وأكتاف عريضة ومنطقة واسعة وواضحة، مقارنة بالطريق الضيق المتعرج بدون أكتاف أو منحدر على جانبه. على سبيل المثال، ترتبط السرعات على مماسات الطرق الريفية بالمقطع العرضي والمتغيرات الأخرى، مثل نصف قطر المنحنى قبل وبعد المماس ومسافة الرؤية المتاحة والتضاريس العامة.

تؤثر صعوبة مهمة القيادة بسبب هندسة الطريق (على سبيل المثال، المنحنيات الحادة والأكتاف الضيقة) بقوة على إدراك السائق للمخاطر، وبالتالي سرعة السائق.

) يوضح العلاقة بين إدراك المخاطر والسرعة والعناصر الهندسية المختلفة وأجهزة التحكم. تم الحصول على هذه العلاقات من دراسة سافر فيها السائقون على جزء من الطريق مرتين. في كل مرة تم تسجيل سرعة السيارة. في المرة الأولى التي تنقل فيها الأشخاص الخاضعون للاختبار على الطريق، قادوا السيارة بمفردهم. في المرة الثانية التي تنقل فيها الأشخاص الخاضعون للاختبار على الطريق، كان هناك ركاب في السيارة يقومون بتقديرات مستمرة لخطر وقوع حادث (Polus, et al., 2000). كما هو موضح في

) (FHWA, 1995)، عندما أدرك السائقون أن خطر الاصطدام أكبر (على سبيل المثال، بوجود المنحنيات الحادة، ومسافة الرؤية المحدودة)، قاموا بتقليل سرعة سيرهم.



الشكل (ز–٦) خطر وقوع الحوادث والسرعة المتصور (FHWA, 1995)

يبدو أن اللوحات الإرشادية للسرعة المعنية باللافتات التحذيرية عند المنعطفات ذات تأثير ضئيل على سرعة الاقتراب من المنحنى، ربما لأن السائقين يشعرون أن لديهم معلومات كافية من الطريق نفسه ويختارون السرعة وفقًا لمظهر المنحنى وهندسته. سجلت إحدى

الدراسات سرعات ٤٠ سائقًا ليسوا على دراية بالطريق والقيادة على المنحنيات مع لوحات السرعة وبدونها. على الرغم من تسجيل حركات عين السائق ووجد أن السائقين ينظرون إلى اللافتة التحذيرية، إلا أن وجود لوحة السرعة لم يكن له أي تأثير على السرعة المختارة للسائقين (FHWA, 1988).

ز-٤ التوجيه الإيجابي

معرفة حدود الجهد البشري في معالجة المعلومات والاعتماد البشري على التوقع للتعويض عن تلك الحدود في معالجة المعلومات، أدى إلى نهج "التوجيه الإيجابي" لتصميم الطرق. يعتمد هذا النهج على مجموعة من العوامل البشرية ومبادئ هندسة المرور. المبدأ الأساسي هو أن تصميم الطريق الذي يتوافق مع حدود جهد السائق وتوقعاته يزيد من احتمالية استجابة السائقين للمواقف والمعلومات بشكل صحيح وسريع. على العكس من ذلك، عندما لا يتم تزويد السائقين بالمعلومات في الوقت المناسب، أو عندما يكونون مُحمّلين بكم زائد من المعلومات، أو عندما لا يتم تلبية توقعاتهم، قد تحدث استجابات بطيئة وأخطاء (AASHTO, 2010).

يقلل التصميم الذي يتوافق مع التوقعات طويلة الأجل من فرصة حدوث خطأ من السائق. على سبيل المثال، يتوقع السائقون عدم وجود إشارات مرور على الطرق السريعة وأن مخارج الطرق السريعة على اليمين. إذا كان التصميم يتوافق مع تلك التوقعات، فإنه يقلل من خطر وقوع حوادث. يمكن أيضًا أن تتأثر التوقعات قصيرة الأجل بقرارات التصميم. مثال على التوقعات قصيرة المدى هو أن المنحنيات اللاحقة على جزء من الطريق تكون تدريجية، بالنظر إلى أن جميع المنحنيات السابقة كانت تدريجية.

فيما يتعلق بأجهزة التحكم بحركة المرور، يؤكد نهج التوجيه الإيجابي على مساعدة السائق في معالجة المعلومات بدقة وسرعة من خلال مراعاة ما يلي:

- **الأولوية** - تحديد مواضع اللافتات وفقًا لأهمية المعلومات، وتجنب تقديم المعلومات للسائق عندما لا تكون ضرورية.
- **الانتشار** - إذ لا يمكن وضع جميع المعلومات التي يطلبها السائق على لافتة واحدة أو على عدد من اللافتات في مكان واحد، بل يجب نشر اللافتات على طول الطريق بحيث يتم تقديم المعلومات بأجزاء صغيرة لتقليل حمل المعلومات.
- **الترميز** - حيثما أمكن، تنظيم أجزاء من المعلومات في وحدات أكبر. يحقق ترميز لون وشكل لافتات المرور هذا التنظيم من خلال تقديم معلومات محددة عن الرسالة بناءً على لون خلفية اللافتة وشكل لوحة اللافتة (على سبيل المثال، لافتات التحذير صفراء، واللافتات التنظيمية بيضاء).
- **التكرار** - قول نفس الشيء بأكثر من طريقة. على سبيل المثال، لافتة قف في معظم البلدان حول العالم (بما في ذلك المملكة العربية السعودية) لها شكل ورسالة فريدان، وكلاهما ينقل رسالة قف. المثال الثاني على التكرار هو إعطاء نفس المعلومات باستخدام جهازين (على سبيل المثال، رسالة "ممنوع المرور" يشار إليها بكل من اللافتات وعلامات الرصف الأرضية).

ز-٥ آثار تصميم الطريق على السائق

يتناول هذا الجزء عناصر تصميم الطريق الرئيسية، ومهام السائق ذات الصلة، والأخطاء البشرية المرتبطة بأنواع الحوادث الشائعة. لا يُقصد منه أن يكون ملخصًا شاملًا، ولكن يُقصد به تقديم أمثلة للمساعدة في تحديد الفرص التي يمكن فيها تطبيق فهم تأثير العوامل البشرية لتحسين التصميم.

يمكن العثور على إرشادات مفصلة حول تصميم عناصر الطريق هذه في كود الطرق السعودي ٣٠١ - التصميم الهندسي للطرق.

ز-٥-١ التقاطعات ونقاط الوصول

كما تمت مناقشته في الجزء (ز-٢)، تتضمن مهمة القيادة عناصر التحكم والتوجيه والتنقل. عند التقاطعات، يمثل كل عنصر من هذه العناصر بعض التحديات:

- التحكم - عادةً ما يكون المسار عبر التقاطع غير محدد وقد يتضمن انعطافًا.
- التوجيه - هناك العديد من التعارضات المحتملة مع المركبات الأخرى والمشاة وراكبي الدراجات في مسارات متضاربة.
- التنقل - عادة ما يتم إجراء التغييرات في الاتجاه عند التقاطعات، وقد يكون من الصعب تحديد موقع لافتة اسم الطريق وقراءته في الوقت المناسب لإنجاز أي تغييرات مطلوبة في المسار.

عند دخول أي تقاطع، يتعين على السائقين:

- اكتشاف التقاطع،
- وتحديد الإشارات والمسارات المناسبة،
- والبحث عن المركبات والمشاة وراكبي الدراجات في مسار متعارض،

- وتقييم مدى كفاية الفجوات لحركات الانعطاف،
- واتخاذ قرار التوقف/ الانطلاق بسرعة عند الاقتراب من تقاطع محكوم بإشارة مرورية عندما تكون في منطقة القرار،
- إتمام المناورات أو الانعطاف بنجاح.

بجانب ذلك، تفرض التقاطعات متطلبات عالية على السائقين من حيث البحث البصري وتقدير الفجوة ومتطلبات اتخاذ القرار التي تزيد من احتمالية حدوث خطأ. تظهر إحصائيات حوادث الطرق في جميع أنحاء العالم أنه على الرغم من أن التقاطعات تشكل جزءًا صغيرًا من شبكة الطرق، إلا أن نسبة كبيرة من الحوادث تقع فيها. النوع الأكثر شيوعًا من أخطاء السائقين المتعلقة بالتقاطعات هو "الاحتراس غير الفعّال"، والذي يشير إلى السائقين الذين فشلوا في النظر حولهم أو السائقين الذين "نظروا ولكنهم لم يروا".

ز-٥-١-١ الأخطاء التي تؤدي إلى حوادث الاصطدام من الخلف والجانب

تتضمن الأخطاء التي تؤدي إلى حوادث اصطدام من الخلف والجانب ما يلي:

- افتراض أن السائق المتقدم، بمجرد أن يتحرك للأمام، سيتجاوز لافتة قف أو إعطاء الأفضلية، لكن السائق المتقدم يتوقف بسبب التعرف المتأخر على وجود مركبة أو مشاة على مسار متعارض.
- افتراض أن السائق المتقدم سوف يعبر عندما تكون إشارة المرور باللون الأخضر أو الأصفر، لكن السائق المتقدم يتوقف بسبب أخذ مزيد من الحذر (على سبيل المثال، كأن يرى أنه تم تشغيل كاميرا الضوء الأحمر). يمكن للسائقين الذين يتبعون بعضهم اتخاذ قرارات مختلفة في "المنطقة المُحيّرة" هذه. مع زيادة السرعة، يزداد طول المنطقة المُحيّرة. بالإضافة إلى ذلك، مع زيادة السرعة، يكون التباطؤ المطلوب أكبر وقد يزداد أيضًا احتمال حدوث اصطدام من الخلف.
- بافتراض أن السائق المتقدم سيتقدم عبر الإشارة الخضراء أو الصفراء، لكن السائق المتقدم يُبطئ أو يتوقف بسبب دخول سيارة أو خروجها من نقطة الوصول قبل التقاطع مباشرة؛ أو وجود سيارة تخرج من نقطة وصول وتدخل فجأة في المسار. أو مرور أحد المشاة في رغم وجود الإشارة الحمراء.
- تغيير المسارات لتجنب سيارة بطيئة أو متوقفة مع البحث غير الكافي.
- المواقف المشتتة للانتباه التي قد تؤدي إلى الإخفاق في اكتشاف تباطؤ أو توقف المركبات أمامك. يمكن أن تشمل المواقف المشتتة للانتباه ما يلي:
  - الانشغال بالأفكار الشخصية،
  - أو الانتباه الموجه إلى المهام غير المتعلقة بالقيادة داخل السيارة،
  - أو الانشغال عن الطريق بسبب وجود جسم على جانب الطريق،
  - أو مراقبة إشارات المرور.

ز-٥-١-٢ أخطاء تؤدي إلى وقوع حوادث عند الانعطاف

غالبًا ما تكون حركات الانعطاف أكثر تطلبًا فيما يتعلق بالبحث البصري، وتقدير الفجوة، والتحكم في المسار مقارنة بالحركات نفسها. يمكن أن تؤدي حركات الانعطاف إلى حوادث عند التقاطعات أو نقاط الوصول بسبب ما يلي:

- قيود الإدراك،
- والاحتجاب البصري،
- البحث البصري غير الكافي.

فيما يلي وصف لهذه الأخطاء الشائعة التي يمكن أن تؤدي إلى حوادث عند الانعطافات في التقاطعات.

ز-٥-١-٢-١ قيود الإدراك

قد تؤدي القيود الإدراكية في تقدير سرعات السيارة المقتربة إلى قيام السائقين الذين يتجهون إلى اليسار باختيار فجوة غير مناسبة في حركة المرور القادمة.

ز-٥-١-٢-٢ الاحتجاب البصري

قد يحد الاحتجاب البصري من رؤية مركبة قادمة عند الانعطاف في تقاطع. حوالي ٤٠٪ من حوادث التقاطعات تنطوي على حجب في الرؤية (AASHTO, 2010). قد تحجب أعمدة الزجاج الأمامي داخل السيارة وأعمدة الخدمات واللافتات التجارية والمركبات المتوقفة رؤية السائق لأحد المشاة أو راكبي الدراجات أو الدراجات النارية على مسار متضارب في نقطة حرجة أثناء النظرة الخاطفة التي قد يسترقها السائق في هذا الاتجاه. تحدث العوائق المرئية أيضًا عند انحراف مسارات الانعطاف لليسار ما يتسبب في أن المركبات الموجودة في مسار الانعطاف الأيسر المعاكسة تمنع رؤية السائق الذي يتجه إلى اليسار لأي سيارة قادمة.

ز-٥-١-٢-٣ البحث البصري غير الكافي

قد يركز السائقون الذين يتجهون إلى اليمين بحثهم البصري فقط على المركبات القادمة من اليسار ويفشلون في اكتشاف عبور راكب دراجة أو مشاة من اليمين. يكون هذا مرجحًا بشكل خاص إذا لم يتوقف السائقون قبل الانعطاف يمينًا عندما تكون الإشارة حمراء، ونتيجة لذلك يمنحون أنفسهم وقتًا أقل للبحث ناحية اليسار واليمين.

ز-٥-١-٣ أخطاء تؤدي إلى الحوادث من الزوايا

يمكن أن تقع الحوادث من الزوايا بسبب:

- الاكتشاف المتأخر لتقاطع (لافتة أو إشارة) يجب التوقف عنده؛
- أو تأخر اكتشاف عبور حركة المرور من قبل سائق ينتهك عمداً توجيهات اللافتة أو الإشارة؛
- أو البحث غير الكافي عن عبور حركة المرور أو الفجوات المناسبة.

قد يفوت السائقون رؤية إشارة أو لافتة قف بسبب عدم الانتباه، أو مزيج من عدم الانتباه ونقص عناصر رسائل الطريق التي من شأنها أن تدفع السائقين إلى توقع الحاجة إلى التوقف. على سبيل المثال، قد تكون رؤية رصيف التقاطع أو حركة المرور ضعيفة، أو قد يكون للسائقين حق الطريق لبعض المسافة والتقاطع القادم لا يبدو كطريق رئيس يتطلب التوقف. في منطقة حضرية حيث تكون الإشارات متقاربة، قد يصل السائقون عن غير قصد إلى إشارة تتخطى الإشارة التي يواجهونها. قد يعلق السائقون الذين يقتربون في سرعات عالية في المنطقة المحيّرة ويقطعون الإشارة الحمراء.

ز-٥-١-٤ أخطاء تؤدي إلى حوادث مع مستخدمي الطريق المعرضين للخطر

غالبًا ما تنجم حوادث المشاة والدراجات عن عدم كفاية البحث ونقص الوضوح. يمكن أن يكون البحث غير الكافي من جانب السائق أو المشاة أو راكب الدراجة. في حوادث الانعطاف إلى اليمين، وُجد أن المشاة والسائقين مذنبين بنفس القدر في إخفاقهم في إجراء البحث الكافي. في حوادث الانعطاف إلى اليسار، وُجد أن السائقين على خطأ بشكل متكرر، على الأرجح لأن مهمة الانعطاف إلى اليسار تتطلب تركيزًا بصريًا أكثر من مهمة الانعطاف إلى اليمين بالنسبة للسائق.

تتضمن أمثلة الأخطاء التي قد تؤدي إلى حوادث مع المشاة ما يلي:

- عبور المشاة عند إشارات المرور يعتمد على الإشارة التي تمنحهم حق المرور، والفشل في التحقق من حركة المرور المنعطفة.
- يتقدم المشاة نحو مسار مركبة قريبة جدًا بحيث لا يتوفر للسائق وقت كافٍ للتوقف.

عدم وضوح الرؤية، خاصة في الليل، يزيد بشكل كبير من خطر اصطدام المشاة أو ركّاب الدراجات. غالبًا ما تكون الملابس داكنة، ما يؤدي إلى تباين بسيط مع الخلفية. على الرغم من أن إضاءة الشوارع تساعد السائقين على رؤية المشاة، إلا أن إنارة الشوارع يمكن أن تُسبب بقعًا غير متساوية من الضوء والظلام ما يجعل من الصعب رؤية المشاة من أي مسافة.

ز-٥-٢ التقاطعات

في التقاطعات، يمكن للسائقين السير بسرعات عالية، وفي نفس الوقت يمكن أن يواجهوا متطلبات عالية في مهام التنقل والتوجيه والتحكم. يتأثر عدد الحوادث عند التقاطعات نتيجة خطأ السائق بعناصر التصميم التالية:

- منحدر المدخل/طول مسافة الاندماج،
- والمسافة بين محطات المنحدر المتتالية،
- ومسافة الرؤية المناسبة لاتخاذ قرار، ولافتات الإرشادات
- وتصميم منحدر الخروج.

ز-٥-٢-١ منحدر المدخل/طول مسافة الاندماج

إذا كان السائقون الذين يدخلون طريقًا سريعًا غير قادرين على الإسراع بسرعة تناسب تدفق حركة المرور (على سبيل المثال، بسبب طول مسار التسارع، أو ميل المنحدر، أو خطأ السائق، أو أحجام الشاحنات الثقيلة)، فسوف يندمج السائقون الداخلون مع الطريق الرئيس بسرعة بطيئة جدًا وقد يتعذر توفير المسافة الكافية بين السيارات. بدلًا من ذلك، إذا كان الطريق السريع مزدحمًا أو إذا كانت المركبات الرئيسة لا تترك المسافة الكافية فيما بينها، فقد يكون من الصعب على السائقين العثور على فجوة مناسبة للاندماج فيها.

ز-٥-٢-٢ المسافة بين محطات المنحدر المتتالية

إذا كان منحدر الخروج التالي قريبًا من منحدر المدخل، فسوف يتعارض الدخول (المتسارع) مع السائقين الخارجين (المتباطئين) على طول منطقة التناسج وقد تزداد الحوادث. نظرًا للبحث المرئي المطلوب من السائقين الذين يدخلون ويخرجون، والحاجة إلى النظر بعيدًا عن حركة المرور أمامك فورًا للتحقق من وجود فجوات في المسار المجاور، يمكن أن تحدث الحوادث الجانبية والاصطدام الخلفي في مناطق التناسج. قد يفشل السائقون في اكتشاف المركبات البطيئة أمامهم، أو تغيير المركبات لمساراتها في الاتجاه المعاكس، في الوقت المناسب لتجنب الاصطدام.

ز-٥-٢-٣ مسافة الرؤية المناسبة لاتخاذ قرار، ولافتات الإرشادات

تزاد نسب مخاطر الخطأ في مواقع الخروج لأن السائقين يحاولون قراءة اللافتات وتغيير المسارات والتباطؤ بشكل مريح وآمن. قد يحاول السائقون إكمال جميع المهام الثلاث في وقت واحد، وبالتالي زيادة استعدادهم لقبول فجوات أصغر بينهم وبين المركبات الأخرى في أثناء تغيير المسارات أو التباطؤ بمعدلات أعلى من المعتاد.

ز-٥-٢-٤ تصميم منحدر الخروج

إذا كان نصف قطر منحدر الخروج صغيرًا ويتطلب من السيارة الخارجة أن تتباطأ أكثر من المتوقع، فإن تأثير التكيف مع السرعة الذي تمت مناقشته في الجزء السابق يمكن أن يؤدي إلى تخفيضات غير كافية في السرعة. أيضًا، من المحتمل أن يُفاجِئ ضيق نصف قطر منحدر الخروج أو الصف الطويل غير العادي للمركبات الممتد من طرف المنحدر السائقين، ما يؤدي إلى وقوع حوادث خروج عن الطريق وحوادث خلفية.

ز-٥-٣ الطريق الرئيس المزدوج والخاضع للتحكم في نقاط المداخل والمخارج فيه

بالمقارنة مع محوّلات الطرق والتقاطعات، فإن مهمة القيادة على طريق رئيس مزدوج خاضع للتحكم في نقاط المداخل والمخارج فيه غير متطلب نسبيًا فيما يتعلق بمهام التحكم والتوجيه والتنقل. يفترض هذا أن الطريق الرئيس له أكتاف مرصوفة، ومناطق واسعة وواضحة، ويقع خارج منطقة تأثير المحوّلات.

فيما يلي وصف لكل من هذه الأخطاء الشائعة والعوامل الأخرى التي تؤدي إلى حوادث في أقسام الطرق الرئيسة المزدوجة الخاضعة للتحكم في نقاط المداخل والمخارج فيها.

ز-٥-٣-١ عدم انتباه السائق والنعاس

يمكن أن يؤدي انخفاض المتطلبات العقلية إلى إهمال السائق والنعاس، ما يؤدي إلى مغادرة المسار بشكل غير مقصود (الانجراف). يرتبط النعاس ارتباطًا وثيقًا بالوقت من اليوم. يصعب بشكل خاص على السائقين مقاومة النوم في ساعات الصباح الباكر (من ٢ إلى ٦ صباحًا) وفي منتصف فترة بعد الظهر. ينشأ النعاس في الغالب من الممارسات الشائعة المتمثلة في قلة النوم ونوبات العمل. تعد شرائط التنبيه على حافة الكتف أحد الأمثلة على الإجراءات المضادة التي يمكن استخدامها لتقليل حوادث الخروج عن الطريق. إنها توفر ردود فعل سمعية ولمسية قوية للسائقين الذين تنجرف سياراتهم عن الطريق بسبب عدم الانتباه أو العجز المفاجئ.

ز-٥-٣-٢ المركبات بطيئة الحركة أو المتوقفة أمامك

يمكن أن تحدث حوادث الطرق الرئيسة أيضًا عندما يواجه السائقون مركبات بطيئة الحركة أو متوقفة والتي، باستثناء في حالات الازدحام المروري، تكون في مسار الطريق. تؤدي القيود التي تواجه السائقين في إدراك سرعة اقتراب المركبات إلى توفر وقت قصير للاستجابة بمجرد أن يدرك السائق سرعة اقتراب المركبات. بدلًا من ذلك، قد ينتبه السائقون بصريًا للسيارة التي أمامهم مباشرةً وقد لا يلاحظون حدوث تغييرات في المسار بعد ذلك. إذا كان السائق المتقدم هو أول من يواجه السيارة المتوقفة، ويدرك الموقف في وقت ضيق، ويتحرك بسرعة خارج المسار. تظهر السيارة المتوقفة في اللحظة الأخيرة، ما يترك للسائق التالي القليل من الوقت للاستجابة.

ز-٥-٣-٣ الحيوانات على الطريق

نوع آخر شائع من حوادث الطرق الرئيسة هو الاصطدام بالحيوانات، خاصة في الليل. قد تحدث مثل هذه الحوادث بسبب اقتحام حيوان الطريق أمام السائق مباشرة، ما يترك وقتًا قصيرًا أو لا يترك وقتًا مطلقًا للسائق لاكتشافه أو تجنبه. كما أن انخفاض وضوح رؤية

الحيوانات يمثل مشكلة أيضًا. نظرًا للتشابه في اللون والانعكاس بين المشاة والحيوانات، يمكن توقع تطبيق نفس القيود التي تواجه السائق على الحيوانات كما هو الحال بالنسبة للمشاة الذين يرتدون ملابس داكنة. استنادًا إلى البيانات التي تم جمعها لأهداف المشاة، فإن غالبية السائقين الذين يقودون بسرعات تزيد عن ٥٠ كم/ساعة ومع وجود مصابيح أمامية منخفضة الشعاع لن يتمكنوا من اكتشاف حيوان في الوقت المناسب للتوقف (Bared, et al., 2006).

ز-٥-٤ طرق غير مزدوجة

تختلف الطرق غير المزدوجة اختلافًا كبيرًا في التصميم وبالتالي في عبء عمل السائق والمخاطر المتصورة. قد تحتوي بعض الطرق غير المزدوجة على منحنيات ذات نصف قطر كبير، ومعظمها بميول مستوية، وأكتاف مرصوفة، ومناطق واسعة خالية. في مثل هذه الطرق، وفي المستويات المنخفضة من حركة المرور، يمكن أن تكون مهمة القيادة غير متطلبة للغاية، ما يؤدي إلى الرتابة، ومن ثمّ ربما عدم انتباه السائق و/أو النعاس. من ناحية أخرى، قد تكون الطرق غير المزدوجة صعبة للغاية في التصميم، مع وجود منحنيات ضيقة، ومنحدرات شديدة الانحدار، وأكتاف قليلة أو معدومة، ولا توجد منطقة خالية. في هذه الحالة، تكون مهمة القيادة أكثر تطلبًا.

ز-٥-٤-١ عدم انتباه السائق والنعاس

كما هو موضح سابقًا بالنسبة إلى الطريق الرئيس الخاضع للتحكم في نقاط الوصول والخروج، يمكن أن ينتج عن مغادرة المسارات غير المقصودة عندما يكون السائقون غير منتبهين أو يغالبهم النعاس. على طريق غير مزدوج، تؤدي هذه المشكلات إلى حوادث الخروج عن الطريق وحوادث وجه لوجه. تعد أشرطة الاهتزازات التحذيرية (الدمدمة) فعالة في تنبيه السائقين الذين هم على وشك مغادرة المسار. وقد ثبت أنها فعالة في الحد من حوادث الخروج عن الطريق وتجاوز خط الوسط على التوالي.

ز-٥-٤-٢ حركة غير مقصودة في المسار المواجه

تشير الدراسات في الولايات المتحدة (FHWA, 2000) إلى أن الغالبية العظمى من حوادث الاصطدام وجهًا لوجه تحدث بسبب حركة غير مقصودة في المسار المواجه، مع حدوث ٤٪ فقط بسبب التجاوز. لسوء الحظ، البيانات غير متوفرة حاليًا للتحقق مما إذا كان هذا ينطبق أيضًا على المملكة العربية السعودية أو لا. تعد أشرطة الاهتزازات التحذيرية (الدمدمة) في الخط الوسطي فعالة جدًا في الحد من مثل هذه الحوادث لأنها تنبه السائقين الذين لا ينتبهون وينامون.

على الرغم من أن حوادث التجاوز قد تكون غير متكررة، إلا أنها أكثر عرضة لإصابة صاحبها ووفاته من الحوادث الأخرى. كما تمت مناقشته سابقًا، فإن قدرة السائقين محدودة للغاية في إدراك سرعة اقترابهم من سيارة قادمة. يميلون إلى تحديد الفجوات بناءً على المسافة أكثر من السرعة، مما يؤدي إلى فجوات غير كافية عندما تتحرك السيارة القادمة بسرعة أكبر بكثير من الحد الأقصى للسرعة. مسارات المرور وأقسام المرور ذات الأربع مسارات تخفف إلى حد كبير من عبء عمل السائق وخطر الخطأ الذي ينطوي عليه المرور.

ز-٥-٤-٣ اختيار سرعة السائق

على الطرق ذات المتطلبات الهندسية، قد يكون اختيار سرعة السائق عند الدخول في المنعطفات غير مناسب، ما يؤدي إلى حوادث الخروج عن الطريق. غالبًا ما يتم تطبيق المعالجات التي تعمل على تحسين الترسيم على افتراض أن حوادث الخروج عن الطريق تحدث لأن السائق لم يكن لديه معلومات كافية حول اتجاه مسار الطريق.

ز-٥-٤-٤ المركبات بطيئة الحركة أو المتوقفة أمامك

بالنسبة للطريق الرئيس الذي يتم التحكم في الوصول إليه، تحدث حوادث الاصطدام من الخلف والجانب عندما يواجه السائقون مركبات متباطئة أو متوقفة بشكل غير متوقع ويدركون سرعة اقترابهم بعد فوات الأوان.

ز-٥-٤-٥ ضعف رؤية مستخدمي الطريق المعرضين للخطر أو الحيوانات

قد تحدث حوادث اصطدام بمستخدمي الطريق والحيوانات المعرضين للخطر بسبب انخفاض التباين مع الخلفية وعدم قدرة السائقين على اكتشاف المشاة أو راكبي الدراجات أو الحيوانات في الوقت المناسب للتوقف.

ز-٦ إرشادات العوامل البشرية لمصممي الطرق ومهندسي سلامة الطرق

توفر الأجزاء الفرعية التالية إرشادات نوعية حول كيفية عمل مصممي الطرق ومهندسي سلامة الطرق معًا مع مراعاة مستخدم الطريق النهائي دائمًا (NCHRP, 2012).

ز-٦-١ القيام بدور مستخدمي الطريق الافتراضيين

يجب أن يفكر مصممو الطرق ومهندسو سلامة الطرق حال عملهم بوصفهم مستخدمين افتراضيين للطرق. يجب أن ينظروا إلى المسار بخطوات صغيرة ومتزايدة كما لو كانوا مستخدمين للطريق يسيرون بطول الطريق ويجمعون المعلومات بزيادات زمنية ومسافات صغيرة؛ ويجب أن يتعلموا من تجارب مستخدمي الطريق. إن تحديد ما يعتبره مستخدمو الطريق مهمًا ليس بالأمر السهل. يجب على مصممي الطرق ومهندسي المرور أن يحددوا بشكل مشترك عناصر التصميم الهامة وعناصر مراقبة حركة المرور التي تعتبر بالغة الأهمية لاتخاذ قرارات مستخدمي الطريق. يجب عليهم تحديد المعلومات المتضاربة والمضللة المحتملة سواء أكانت هندسية أو متعلقة بالتحكم في حركة المرور أو مزيجًا من الاثنين. يجب أن توفر بيئة الطريق التي تم إنشاؤها معلومات مستمرة وواضحة يمكن لمستخدم الطريق تفسيرها بسرعة ودقة وأمان.

ز-٦-٢ دمج السلامة الموضوعية والتصاميم التي تشرح نفسها بنفسها

يجب إنشاء نظام طرق آمن موضوعي. عندما يتم إنشاء نظام طريق بشكل صحيح، سيتم منع الأخطاء المحتملة من خلال إزالة ما يلي:

- الاستخدام غير المقصود للبنية التحتية،
- وعدم التوحيد وعدم الاتساق في التصميم وتطبيقات التحكم في حركة المرور،
- مواجهة اختلافات كبيرة في السرعة،
- سلوك السائق الغامض.

تُنشئ التصاميم التي تشرح نفسها بنفسها فئات طرق يمكن التعرف عليها من قبل المستخدمين وتكون مناسبة لما يلي:

- متطلبات التدفق (على سبيل المثال، الأحجام الصغيرة إلى الكبيرة)،
- وظائف السرعة (أي بطيئة إلى سرعة عالية)،
- وظائف الوصول (على سبيل المثال، الطرق المحلية، الطرق التجميعية، والطرق الشريانية).

أخيرًا، تتميز الطرق التي تشرح نفسها بنفسها بالخصائص التالية:

- بيئات الطرق حيث يعرف مستخدمو الطريق كيفية التصرف ببساطة من خلال التصميم،
- وأنواع الطرق بما يتماشى مع توقعات مستخدمي الطريق بناءً على المعلومات المرئية التي تم الحصول عليها ووضوح الأشياء،
- وبيئة قيادة بديهية وشفافة.

ز-٦-٣ تطوير أنظمة الطرق بشكل مشترك

لتحقيق مستوى مقبول من أمان النظام، يحتاج مصممو الطرق ومهندسو سلامة الطرق إلى التصرف بوصفهم مستخدمين افتراضيين للطرق. يجب أن يضعوا أنفسهم في مكان مستخدم الطريق وأن يفكروا فيما سيحدده مستخدم الطريق باعتباره الأكثر أهمية أثناء النهار والليل على حد سواء.

لتحديد المعلومات الأكثر أهمية للسائقين، سيحتاج مصمم الطرق ومهندس سلامة الطرق معًا إلى تطبيق مبادئ مشابهة لتلك الموجودة في تدقيقات سلامة الطرق (انظر أيضًا الباب الرابع من المجلد الحالي). بشكل أدق:

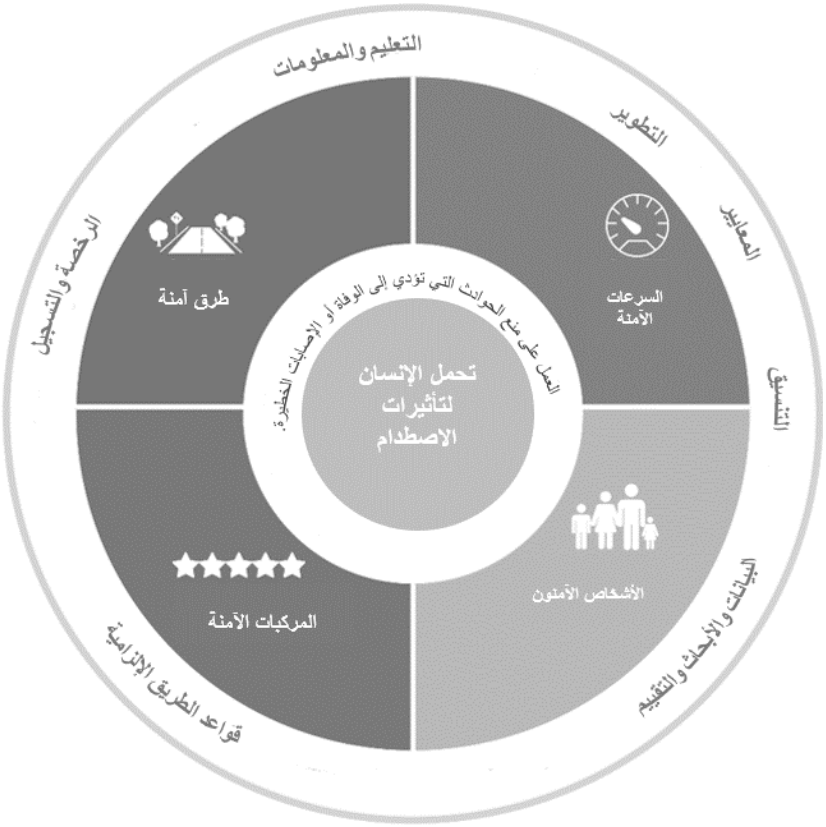
- يجب أن يطوروا بشكل مشترك ويتفقوا على أهداف لنظام الطرق التي ستلبي أهداف جهة الطرق ولكن مع وضع سلامة مستخدمي الطريق في المقدمة.
- يجب عليهم بشكل مشترك تطوير ومراجعة واعتماد التصميم والخطط التشغيلية لكل مشروع. ستكون التصاميم التي تشرح نفسها بنفسها لمستخدمي الطريق وتوفر لهم السلامة الموضوعية.
- سواء أكانت المشاريع عبارة عن إنشاءات جديدة أو ترقيات أو صيانة، يجب على مصممي الطرق ومهندسي سلامة الطرق الإشراف بشكل مشترك على العمل الميداني وإجراء فحوصات كمستخدمين افتراضيين للطرق قبل بدء عمليات التشغيل الجديدة. إذا تم العثور على ميزات تصميم وتحكم فردية أو مجمعة مضللة، فيجب إزالتها قبل فتح الطريق أمام حركة المرور.

الملحق ح، نهج النظام الآمن

ح-١ تعريف النظام الآمن

تقدم فلسفة النظام الآمن التركيز على الصحة العامة حيث تهدف الجهود إلى تقليل الضرر فيما يتعلق بسلامة الطرق. محور هذا الأمر يكمن في قابلية الإنسان للخطأ وحقيقة أن الأخطاء في الوقت الحاضر يمكن أن تؤدي بطريقة غير متعمدة إلى الموت والإصابة. يجب ألا تكون الحركة الفعالة على حساب سلامة الأشخاص (AUSTROADS, 2021).

يتم عرض مثال للتمثيل المرئي الخاص بالنظام الآمن في الشكل (ح-١) (Department of Transport and Main Roads, 2015).



الشكل (ح–١) وصف النظام الآمن (Department of Transport and Main Roads, 2015)

ويتألف نهج النظام الآمن من ستة مبادئ رئيسة (International Transport Forum, 2016; US Department of Transportation, 2022):

- **حالات الموت والإصابات الخطيرة غير مقبولة.** على الرغم من أننا نرغب في عدم حدوث أي حادث من الأساس؛ إلا أن نهج النظام الآمن يعطي الأولوية للقضاء على الحوادث التي تؤدي إلى الوفاة والإصابات الخطيرة، حيث لا ينبغي أن يمر أي شخص بتجربة سيئة عند استخدام نظام النقل.
- **يخطئ البشر بطبيعتهم.** لا بد أن يرتكب الناس أخطاءً ويتخذون قرارات من شأنها أن تؤدي لوقوع الحوادث أو تسهم في حدوثها. لكن يمكن تصميم نظام النقل وتشغيله لاستيعاب أنواع ومستويات معينة من الأخطاء البشرية وتجنب حدوث حالات الوفيات والإصابات الخطيرة عند وقوع أي حادث.
- **البشر معرضون للأخطار.** يتمتع البشر بحدود جسدية معينة لتحمل قوى التصادم قبل حدوث الوفاة أو الإصابة الخطيرة؛ ومن ثم، يجب تصميم وتشغيل نظام نقل يركز على الإنسان ويستوعب نقاط الضعف الجسدية للبشر.

- **المسؤولية مشتركة** يؤدي جميع أصحاب العمل – بما يشمل الحكومة على جميع المستويات، ومسؤولي المجال، والمنظمات غير الربحية/المناصرة، والباحثين، وكذلك العامة – دورًا حيويًا لمنع وقوع حالات الوفيات والإصابات الخطيرة على الطرق.
- **السلامة أولًا.** ينبغي استخدام الأدوات الاستباقية لتحديد ومعالجة مشاكل السلامة في نظام النقل، بدلًا من التحرك بعد وقوع الحوادث.
- **التكرار أمر بالغ الأهمية.** يتطلب الحد من المخاطر تعزيز جميع أجزاء نظام النقل، حتى إذا ما فشل أحدها، تولَّت باقي الأجزاء مسؤولية حماية الناس.

بينما يجب على العاملين في مجال سلامة الطرق وصانعي القرار مواصلة العمل لتحسين الامتثال والتعاون بين مستخدمي الطريق، يجب عليهم أيضًا مراعاة أن حلول هذه المشاكل قد تكمن خارج نطاق التطبيق والمجال التشريعي. على سبيل المثال، اعتماد تصميم تقاطع بديل، قد يقضي على بعض المشكلات أو تخفيفها تمامًا.

موضوع النقاش المستمر هو إلى أي مدى يجب استيعاب السلوك غير الممتثل والمجازف. تم نشر العديد من مناهج النظام الآمن التي تشير إلى توقع "تأهب وامتثال مستخدمي الطريق". يصبح الأساس المنطقي بعد ذلك أنه لا ينبغي لأي شخص التعرض للوفاة أو الإصابة خلال استخدام نظام الطرق بشكل قانوني. يتماشى هذا بشكل وثيق مع النظرة التاريخية للسلامة على الطرق ويستبعد الاحتمالات الأخرى ضمن نهج "النظام". على سبيل المثال، قد تقضي بعض تصاميم الطرق على إمكانية حدوث سلوك غير ممتثل (على سبيل المثال، التجاوز غير القانوني بسبب وجود حاجز في منتصف الطريق). إضافة إلى ذلك، هناك حاجة لحماية الأطراف حسنة النية من تصرفات الآخرين. على سبيل المثال، كانت الاستجابة الرئيسة لعبء الصدمة الناجمة عن تجاوز الإشارة الحمراء على مدى عدة عقود هو وضع كاميرات الأمان في مواقع مختارة في شبكة الطرق. ومع ذلك، فإن سلوك تجاوز الإشارة الحمراء هو ظاهرة معروفة عند التقاطعات المحكومة بإشارات مرورية. على هذا النحو، يجب توقع هذا السلوك وإدارته كجزء من تصميم النظام وطريقة تشغيل شبكة الطرق (على سبيل المثال، إبقاء الإشارات الحمراء حتى يتم التعامل مع السيارة المخالفة). إضافة إلى ذلك، لا ينبغي أن يقتصر فهم الأخطاء على اتخاذ الإجراءات المتعمدة والمحفوفة بالمخاطر - فهناك العديد من الظروف التي قد يقوم فيها مستخدم الطريق عن غير قصد بتجاوز إشارة حمراء.

ح-٢ لمحة تاريخية عامة

تم اعتماد النظام الآمن لأول مرة في أستراليا عام ٢٠٠٣ من قبل Australian Transport Council وتم اعتماده مرة أخرى في عام ٢٠٠٦، وأصبح الآن جزءًا لا يتجزأ من إستراتيجيات سلامة الطرق في أستراليا ونيوزيلندا. ومنذ ذلك الحين، تم إدراج نهج النظام الآمن (جزئيًا أو كليًا) في إستراتيجيات سلامة الطرق في العديد من البلدان حول العالم، بما في ذلك العديد من الدول الأوروبية والولايات المتحدة الأمريكية (US Department of Transportation, 2022)، وكندا، وكذلك الجمعية العامة للأمم المتحدة.

ح-٣ أسس النظام الآمن

يعكس نهج النظام الآمن نظرة شاملة للعوامل المشتركة المعنية بسلامة الطرق. يحمي النظام الآمن مستخدمي الطريق المتحلين بالمسؤولية من التعرض للموت والإصابات الخطيرة عن طريق أخذ الخطأ والزلات البشرية في الاعتبار.

عادة ما يتم اعتبار النظام الآمن من "الأسس" الرئيسة المتفاعلة:

- طرق آمنة.
- السرعة الآمنة.
- المركبات الآمنة.
- أناس آمنون.

تعتبر رعاية ما بعد الحوادث جزءًا آخر من النظام الآمن. تؤدي سرعة وجودة الاستجابة الطبية للإصابة جنبًا إلى جنب مع إمكانية الوصول وجودة خدمات إعادة التأهيل أدوارًا حاسمة في حجم الصدمات النفسية والتعافي اللاحق. قد تؤدي التحسينات في الرعاية الخاصة بما بعد الحوادث إلى تقليل الصدمات الناجمة عن حوادث الطرق خاصة في المناطق الإقليمية والنائية.

كل أسس النظام الآمن مرتبطة ببعضها ويمكن تعويض المشكلات في منطقة ما بحلول في منطقة أخرى. يتضمن نهج الأنظمة الحقيقي التحسين في التخطيط والتصميم وطرق التشغيل عبر جميع الأسس ولكن من الناحية العملية قد يكون هذا صعبًا. يعد تصميم المركبات في الغالب نشاطًا خارجيًا داخل القطاع الخاص، في حين أن التخطيط وتصميم الطرق وطرق تشغيلها هي في الغالب تعد مجال الحكومات. على الرغم من ذلك، هناك فرص لضمان وجود تعاون بين الاثنين. على سبيل المثال، يمكن تحديد هندسة التقاطع بطريقة تزيد من حماية الركاب التي يوفرها تصميم السيارة الحالي أثناء الاستخدام. يمكن أن يساهم أداء مستخدمي الطريق أيضًا عن طريق التدريب والتطبيق والتعليم. ومع ذلك، بغض النظر عن مدى نجاح ذلك، ستستمر الأخطاء في الحدوث.

تشمل المدخلات الرئيسة للنظام عمومًا ما يلي:

- استخدام البيانات والبحث والتقييم لفهم أسباب الحوادث والمخاطر،
- وضع قواعد الطريق وإستراتيجيات الإنفاذ لتشجيع الامتثال وإدارة عدم الامتثال لقواعد الطريق،
- إدارة إمكانية الوصول إلى الطرق عبر ترخيص السائقين والركاب وتسجيل المركبات،
- توفير التعليم والمعلومات،
- قَبُول الابتكار والسعي وراءه،
- وضع مواصفات للمركبات والطرق والمعدات وطرق التشغيل الآمنة،
- تحسين التخطيط والإدارة والتنسيق.

تم توضيح الأسس الأربعة للنظام الآمن بمزيد من التفصيل في الأقسام الفرعية التالية.

ح-٣-١ طرق آمنة

تم تحديد العوامل المتعلقة ببيئة الطرق والطرق نفسها على أنها الأكثر ارتباطًا بحدوث حوادث الوفيات. أجرى كلًّا من Stigson ، و Krafft ، وTingvall (2008) تحقيقًا متعمقًا فيما يتعلق بحوادث الوفيات لتحديد العوامل المساهمة في نتيجة الحوادث (على النقيض من وقوع الحوادث). في حين أثمرت الدراسة عن وجود تداخل قوي بين أجزاء النظام (المركبات والبنية التحتية للطرق ومستخدمي الطرق)، فإن العوامل المتعلقة بالطريق هي التي أثرت بشدة على إمكانية حدوث شدة عالية.

تشكل بيئة الطريق الآمنة جزءًا لا يتجزأ من النظام الآمن. مثل هذه البيئة هي التي تدرك حقائق وقيود اتخاذ القرار البشري. بمعنى آخر، يجب ألا تفرض بيئة الطريق مُقتَضَيات على السائق، أو مستخدمي الطريق الآخرين، التي تتجاوز قدرتهم على الإدارة، أو التي تتجاوز توقعات مستخدمي الطريق العاديين.

لذلك يمكن وصف الطريق الآمن بأنه طريق تم تصميمه وإدارته بحيث:

- يوفر بيئة آمنة للسرعة،
- يحذر السائق من أي معالم دون المستوى أو غير عادية،
- يُعلم السائق بالحالات التي سيتم مواجهتها،
- يوجيه السائق خلال أجزاء الطريق غير العادية،
- يتحكم في مرور السائق عبر نقاط أو أجزاء الطريق المتعارضة،
- يتسامح مع سلوك السائق الخاطئ أو غير اللائق (على سبيل المثال، لديه جانب طريق آمن).

يجب على الطريق:

- عدم تقديم مفاجآت فيما يتعلق بتصميم الطريق أو طرق التحكم في حركة المرور (التصميم يطابق التوقعات).
- توفير إصدار منظم للمعلومات ذات الصلة (يتطابق التصميم مع قدرات السائقين لمعالجة المعلومات).
- توفير معلومات متكررة، عند الاقتضاء، للتأكيد على الخطر (مرة أخرى، للتأكد من أن التصميم يطابق التوقعات).

إن تصميم طريق وفقًا لهذه المبادئ يختلف تمامًا عن تصميم طريق يلبي فقط مواصفات التصميم. "لا يوجد سبب للاعتقاد أنه من خلال تلبية المواصفات، سيتم بناء المستوى المناسب من السلامة في الطرق" (Professional Engineers Ontario, 1997). إن الطريق المصمم وفقًا للمواصفات ليس بالضرورة سيكون آمنًا والطريق الذي يفشل في تلبية المواصفات في بعض التفاصيل ليس بالضرورة سيكون غير آمن. لا يوجد بديل عن تطبيق التجارب السليمة فيما يتعلق بهندسة سلامة الطرق والتقدير، والمراجعة المستقلة (AUSTROADS, 2021).

ح-٣-٢ السرعة الآمنة

تعد إدارة سرعة السيارة عنصرًا حاسمًا في النظام الآمن. تؤثر السرعة خلال القيادة التي قد تؤدي إلى وقوع حادث محتمل بشكل مباشر على احتمالية وشدة الحادث. يتم تقليل فرصة وقوع حادث عند القيادة بسرعة منخفضة لأن مستخدم الطريق سيكون لديه وقت أطول لاتخاذ القرار، ويقل احتمال فقدانه للسيطرة، وسيكون أكثر قدرة على اتخاذ إجراءات مراوغة والتوقف بسرعة أكبر. كما أنه سيكون لتقنيات مساعدة السلامة في السيارة مزيدًا من الوقت للتأثير عند القيادة في السرعات المنخفضة.

الأهم من ذلك، أن العلاقة بين السرعة ومخاطر الحوادث ليست خطية. على سبيل المثال، يتضاعف خطر وقوع الحادث عندما تزيد سرعة القيادة ٥ كم/ساعة فوق حد ٦٠ كم/ساعة عند القيادة على الطرق الحضرية أو ١٠ كم/ساعة على الطرق الحضرية (Kloeden, et al., 2001; Kloeden, et al., 2002).

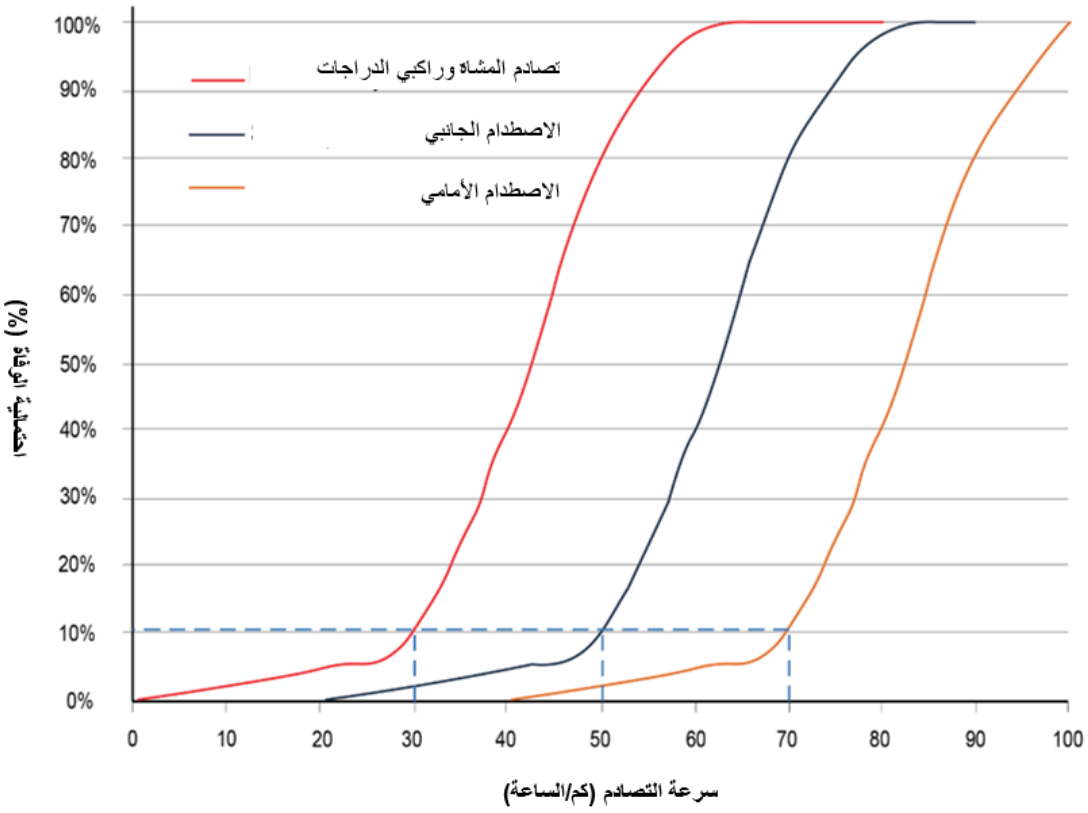
عند القيادة بالسرعات المنخفضة، يزداد الوقت المتاح ما بين التعرف على الخطر وتجنب الاصطدام، ما يوفر للسائق فرصة أكبر لتجنب الاصطدام أو تقليل سرعة الاصطدام. لذا في حالة حدوث تصادم، ستكون طاقة الاصطدام أقل ما سيؤدي إلى إصابات أقل خطورة (راجع الجزء الفرعي ن-٢-٢). يمكن أن يؤدي تخفيض السرعة بنسبة تتراوح بين ١ إلى ٢٪ من المتوسط إلى انخفاض كبير في الوفيات والإصابات الخطيرة.

تقل فرصة النجاة عند وقوع الحادث بشكل ملحوظ فوق سرعات معينة، اعتمادًا على نوع التصادم. فيما يلي سرعات الاصطدام الحرجة لأنواع الاصطدام المختلفة، للإشارة إلى أن السرعة والكتلة ونوع التصادم من بين العوامل الرئيسة التي تؤثر على نتيجة الإصابة عند وقوع الحادث:

- اصطدام سيارة بأحد المشاة عند سرعة ← ٣٠ كم/ساعة
- اصطدم سيارة بسائق دراجة نارية عند سرعة ← ٣٠ كم/ساعة
- اصطدام السيارة بعمود أو شجرة عند سرعة ← ٤٠ كم/ساعة
- الاصطدام الجانبي بين سيارتين عند سرعة ← ٥٠ كم/ساعة
- الاصطدام وجهًا لوجه بين سيارتين (متساويتين في الكتلة) عند سرعة ← ٧٠ كم/ساعة.

تعد إدارة العلاقة المتبادلة بين سرعة القيادة وتصميم البنية التحتية للطرق وسلامة السيارات أمرًا أساسيًا في نهج النظام الآمن. تراعي إدارة السرعة وظيفة الطريق داخل شبكة النقل جنبًا إلى جنب مع الطريقة التي تم بها تصميم الطريق وإدارته واستخدامه.

لذلك، عند التصميم لتوفير سرعات آمنة، يجب على العاملين في قطاع الطرق تصميم الطريق بطريقة تشجع السرعات التي في حالة حدوث تصادم ستسهم في أن تكون سرعات التصادم هذه أقل من مستوى تحمل الإنسان الجسدي للإصابة الخطيرة أو الوفاة. وينبغي إيلاء اهتمام خاص لعدم تشجيع القيادة بسرعة منخفضة. مع كونها أقل خطورة من القيادة ذات السرعة عالية، إلا أن السرعة التي تصل إلى ١٥ كم/ساعة منتشرة بكثرة لدرجة أنها تساهم في وقوع نسبة كبيرة من الإصابات الخطيرة.



الشكل (ح–٢) العلاقة بين سرعة الاصطدام واحتمالية الوفاة (AUSTROADS, 2019)

يمكن تطبيق مبادئ «الدمج» و «الفصل» و «العزل»، (Swedish Transport Administration, 1997) المستمدة من فلسفة "الرؤية الصفرية" السويدية. على سبيل المثال، في المناطق التي يوجد بها أعداد كبيرة من المشاة، يجب ألا يواجهوا سيارات

تزيد سرعاتها عن ٤٠ كم/ساعة ويفضل أن تكون أقل من ذلك. يمكن القيام بذلك عن طريق فصل المشاة عن المركبات، أو عن طريق خفض سرعة قيادة المركبات إلى ٤٠ كم/ساعة كحد أقصى، وبالتالي "دمج" مختلف مستخدمي الطريق.

عمومًا، يتم تطبيق بعض أشكال تهدئة حركة المرور (انظر الباب السادس) أو اللافتات لمساعدة مستخدمي الطريق في التعرف على المناطق ذات السرعة المنخفضة. يمكن أيضًا تطبيق سرعة القيادة المنخفضة عن طريق فرض حدود السرعة المنخفضة لفترة محددة من الوقت الذي يكون فيه نشاط المشاة مرتفعًا، مثل مناطق التسوق وبالقرب من المدارس.

عند التقاطعات، لا ينبغي أن يتعرض ركاب السيارات لمركبات آلية أخرى متجاورة تسير بسرعة تزيد عن ٥٠ كم/ساعة. يمكن تحقيق ذلك عمومًا بواسطة شكل من أشكال إدارة حركة المرور مثل الدوارات.

بالنسبة للطرق حيث توجد احتمالية حدوث تصادم بين السيارات وجهًا لوجه، تشير فلسفة النظام الآمن إلى أن ركاب السيارة يجب ألا يتعرضوا لسرعات تتجاوز ٧٠ كم/ساعة، أو حتى سرعات أقل حيث تتواجد مركبات ثقيلة مختلطة بمركبات خفيفة. ينطبق هذا أيضًا على المخاطر المتعلقة بجانب الطريق. عندما يتعذر إزالة المخاطر أو كانت حركة مرور السيارات منفصلة، تجب مراعاة سرعات القيادة المنخفضة. في بعض البلدان الأوروبية، مثل السويد، الطرق المفردة مع عدم وجود حاجز في المنتصف، حيث توجد احتمالية حدوث تصادم بين السيارات وجهًا لوجه، لها حدود للسرعة تبلغ ٧٠ كم/ساعة.

بالنسبة للطرق القياسية ذات التصميم الأعلى مع مستويات عالية من الحماية على جانب الطريق، ومع وجود القليل من المشاة أو تعارض بين السيارات أو عدم وجود ذلك على الإطلاق، يمكن تحقيق سرعات آمنة أعلى من ٧٠ كم/ساعة. تتمتع الطرق السريعة والطرق المزدوجة عمومًا بحدود أعلى للسرعات، بسبب المستوى المعزز من الحماية المقدم لمستخدمي الطريق وقلة التعارض بين السيارات على هذه الطرق.

يوفر الملحق ن خلفية نظرية ضرورية فيما يتعلق بالعلاقة بين السرعة واحتمال الاصطدام وشدة الاصطدام وسلوك السرعة على الطرق.

يمكن العثور على إرشادات مفصلة لتصميم الطرق بسرعات آمنة في الجزء الفرعي ٣-٣-٣ من كود الطرق السعودي ٣٠١ - التصميم الهندسي للطرق.

ح-٣-٣ المركبات الآمنة

تختلف أنواع المركبات التي تستخدم شبكة الطرق وتتفاعل بشكل ملحوظ (مثل سيارات السيدان وسيارات الدفع الرباعي والدراجات النارية والدراجات والحافلات والشاحنات الصلبة والمفصلية). لذلك، يجب عند تصميم الطرق الأخذ في الاعتبار الخصائص المختلفة للمركبات التي تستخدم تلك الطرق. من الخصائص المهمة للمركبة التي يجب مراعاتها: القدرة على المناورة والوضوح والانعطاف والفرملة. تقدم ميزات جديدة باستمرار متعلقة بالسلامة في سوق المركبات. تشير التقديرات أن بعض هذه الميزات تقلل بشكل كبير من إصابات الطريق الناتجة من أنواع الاصطدامات المستهدفة. لكي تكون فعالة، تتطلب العديد من الميزات الجديدة أن تكون ظروف الطريق مستوفية لحد معين من المعايير (AUSTROADS, 2021).

ح-٣-٤ أناس آمنون

يرتبط أكثر من نصف حوادث الإصابات الخطيرة بالخطأ البشري. يؤكد نهج النظام الآمن أن مثل هذه الأخطاء لا يجب أن تؤدي إلى إصابات قاتلة وخطيرة، وبالتالي يجب أن تتسامح بيئة الطريق مع الخطأ البشري. هناك أيضًا حاجة لتقليل حدوث الخطأ البشري في المقام الأول. من المهم أن يفهم مصممو الطرق الأداء البشري وقدراته وسلوكه (AUSTROADS, 2021).

ح-٤ التحول إلى نظام آمن

يمثل نهج النظام الآمن تغييرًا هامًا في طريقة إدارة سلامة الطرق. تهدف مبادئ النظام الآمن إلى إدارة المركبات والبنية التحتية للطرق وسرعات القيادة للقضاء على حالات الوفاة والإصابات الخطيرة الناتجة عن استخدام الطرق. ستستمر العديد من الممارسات والتصاميم المستخدمة اليوم في العثور على الاستخدام المناسب ولكن ستظهر أيضًا طرق جديدة ومختلفة للقيام بالأشياء. سيكون هناك تحول كبير في الفلسفة المتعلقة بالمعايير التي تحكم عملية صنع القرار فيما يتعلق بمسائل سلامة الطرق خاصة عند النظر في عواقب الحوادث. وستكون هناك أيضًا حاجة إلى الشروع في إجراء تغييرات منهجية في نظام الطرق مع زيادة فهم المخاطر الكامنة في ممارسات التصميم الحالية وآليات الإصابة. كما سيتم تطوير أطر عمل تركز بشكل أكبر على البحث عن حلول عبر الأسس، وليس فقط ضمن أساس واحد. ستظهر أدوات تصميم وصور نمطية تربط بين عناصر التصميم ونتائج خطورة الإصابة. يتم عرض مثال على الاختلافات بين نهج النظام التقليدي والآمن في الجدول (ح-١) (AUSTROADS, 2018).

الجدول (ح–١) الاختلافات بين نهج النظام التقليدي والآمن للسلامة على الطرق (AUSTROADS, 2018).

	تقليدي	النظام الآمن
ما المشكلة؟	حوادث	الوفيات والإصابات الخطيرة
ما الذي يسبب المشكلة؟	أداء مستخدم الطريق الضعيف بشكل أساسي: السرعة وعدم الانتباه والمخاطرة المتعمدة	أعطال النظام
من المسؤول في نهاية المطاف؟	مستخدمو الطريق	مصممو ومشغلو النظام
ما نهج التخطيط الرئيسي؟	نهج تدريجي للحد من المشكلة المرتبطة بالحوادث المتبقية	نهج منظم لبناء نظام طرق آمن وتقليل الضرر
ما الهدف المناسب؟	العدد الأمثل للوفيات والإصابات الخطيرة بناءً على الأهداف المتضاربة	نحو القضاء الفعلي على الوفيات والإصابات الخطيرة
ما هي المفاضلة؟	التناسق بين التنقل والسلامة	تحقيق الحد الأقصى من التنقل الآمن
كيف يتم تنسيق الجهد؟	زيادة تدريجية ضمن الأسس الفردية (الطرق/السرعات/المركبات/الأشخاص)	تحسين الحلول عبر الأسس (الطرق/السرعات/المركبات/الأشخاص) - تعوض الأسس بعضها البعض عندما يكون الأداء ضعيفًا
ما المظاهر الثقافية؟	تفادي المسؤولية القانونية وتجنّب المخاطرة	تقييم المخاطر والابتكار والتجارب والعروض التوضيحية
سياق الأدوات قيد الاستخدام	التحيز تجاه سجل الحوادث الموجود مسبقًا، وفهم أسباب الحوادث واحتمالية حدوثها، وتحسين الشبكة للمركبات	تحليل المخاطر استنادًا إلى صفات تصميم الشبكة المدعومة ببيانات الحوادث، وفهم عواقب الحوادث، وتحسين الشبكة لجميع مستخدمي الطريق والتعامل مع الزلات البشرية

رد الفعل الأولي الشائع من قبل العاملين في قطاع الطرق تجاه فلسفة النظام الآمن هو إحساسٌ غامر بأنه من المستحيل القضاء على حدوث الموت والإصابة من نظام الطرق. في حين أنه من غير المحتمل إمكانية القضاء المطلق على الحوادث عبر النظام برُمَّته، إلا أن المكاسب الكبيرة والاقتراب من القضاء التام في مكونات النظام من الممكن تحقيقه على مدى أطر زمنية متفاوتة.

نظرًا لتعقيد نظام الطرق وعناصره المتداخلة، قد يستغرق إنشاء نظام آمن عدة عقود. لا يمكن لأي أساس واحد أن يحقق نتائج النظام الآمن بمفرده، وستظل هناك حاجة إلى مساهمات من الأسس الأخرى. يمكن استخدام إدارة السرعة لتحقيق نتائج سريعة وهامة؛ إذ قد تستغرق سلامة المركبات، على الرغْم من فعاليتها، عدة سنوات حتى يكون لها تأثير بسبب الوقت الذي يستغرقه تبديل أسطول المركبات. تظهر التقنيات الآلية إمكانات هائلة ويمكن أن يكون نشرها أسرع من تغيير البنية التحتية وحدها؛ ويمكن أن تكون التدابير السلوكية فعالة أيضًا ولكن من الصعب تحقيق النتائج المثلى.

الملحق ط ـ شرح تدقيقات / فحوصات سلامة الطرق

ط-١ ما هو تدقيق سلامة الطرق؟

يُعرَّف تدقيق سلامة الطرق بأنه فحص رسمي لطريق حالي أو سيتم إنشاؤه مستقبلًا أو مشروع لحركة مرورية، يتم إجراؤه بواسطة فريق مستقل ومؤهل على الوجه المناسب، ويقدم تقريرًا عن احتمالية وقوع حوادث في المشروع وأداء السلامة وكيف يمكن تحسين ذلك، مع الأخذ في الاعتبار جميع مستخدمي الطريق وفي جميع مراحل تطوير المشروع.

لكي يكون التدقيق فعالًا، يجب أن يتم إجراؤه من قبل أفراد بعيدين عن المقترح، وعلى دراية بممارسات هندسة سلامة الطرق. يقدم فريق المدققين (وليس واحدًا فقط) مزيجًا من الخلفيات والخبرات ما سيزيد من احتمالية تحديد جميع مخاوف السلامة المحتملة لإدراجها في التقرير النهائي.

تدقيق سلامة الطرق هو عملية رسمية منظمة تتطلب مراجعة شاملة لرسومات التصميم، وفحص الموقع المخصص للطريق الجديد، وتقريرًا مكتوبًا عن مخاوف السلامة التي حددها فريق التدقيق، واستجابة لاحقة من قبل مدير المشروع توضح سبب قَبُول (أو عدم قَبُول) الإجراءات الموصي بها وما التغييرات التي سيتم تنفيذها.

يمكن تلخيص تدقيق سلامة الطرق عن طريق المثل المشهور **الوقاية خير من العلاج**. إنه المثال الأكثر نموذجية لنهج السلامة الاستباقي، الذي يهدف إلى منع حوادث الاصطدام عن طريق تحديد مخاوف السلامة في تصميم الطريق لإجراء التغييرات في أقرب وقت ممكن من عملية التصميم وبالتأكيد قبل الإنشاء.

يتبع تدقيق سلامة الطرق عملية محددة بوضوح تؤدي إلى تقرير تدقيق مكتوب. يحدد تقرير التدقيق بوضوح مخاوف سلامة الطرق التي تم العثور عليها في التصميم ويقدم توصيات عملية لإزالة هذه المشكلات أو التخفيف من تأثيرها.

تدقيق سلامة الطرق هو:

- عملية رسمية (وليس مجرد تحقق غير رسمي)،
- يتم إجراؤه من قبل مدققين لم يقوموا بالتصميم،
- يتم إجراؤه من قبل مدققين لديهم التدريب والخبرة المناسبة،
- تقييم لمخاوف سلامة الطريق الموجودة في تصميم الطريق، أو خطة إدارة حركة المرور لأعمال الطريق، أو طريق تم إنشاؤه حديثًا، أو طريق حالي (يُعرف ذلك أيضًا بفحص سلامة الطرق).

وبنفس القدر من الأهمية، لا يعدّ تدقيق سلامة الطرق:

- التحقق من الامتثال للمواصفات،
- بديلًا عن التحققات المنتظمة للتصميم،
- التحقيق في (بؤرة) الحوادث ،
- فرصة لإعادة تصميم المشروع،
- طريقة لتصنيف المشروع على أنه جيد أو سيء.

يركز تدقيق السلامة الجيد على الطرق على مخاوف سلامة الطريق فقط. وهو يأخذ في الاعتبار احتياجات السلامة لجميع مستخدمي الطريق (بما في ذلك المشاة وراكبي الدراجات ومستخدمي وسائل النقل والمركبات التي تجرها الحيوانات) في مختلف الأحوال الجوية وفي جميع درجات الإضاءة.

التقرير الجيد لتدقيق سلامة الطرق يكون شاملًا، ويقدم تقريرًا واضحًا عن جميع مخاوف السلامة. كما أنه يقدم توصيات واقعية وعملية للتقليل من مخاوف السلامة هذه. يجب على فرق التدقيق مراعاة المواصفات والإرشادات ذات الصلة مع تذكر أيضًا أن الامتثال للمواصفات لا يضمن دائمًا إنشاء طريق آمن (Ministry of Transport, 2020).

ط-٢ تاريخ موجز لتدقيقات سلامة الطرق

معرفة سجل عملية تدقيق سلامة الطرق توفر معلومات حول كيفية وسبب تطور هذه العملية. وهذا بدوره يساعد على فهم سبب كون عملية التدقيق جزءًا مهمًا من تطوير مشاريع الطرق الجديدة اليوم.

تم تقديم تدقيق سلامة الطرق بشكل رسمي في بادئ الأمر في المملكة المتحدة من قبل السلطات المحلية في أوائل الثمانينيات. كان السبب لتقديم عملية التدقيق هذه هو أن مهندسي سلامة الطرق كانوا ينفذون خططًا للحد من الإصابات على طرق جديدة نسبيًا، تم بناء العديد منها وفقًا لما كان آنذاك يعد مواصفات التصميم الحديثة. سرعان ما انتشرت الفكرة أنه بدلًا من انتظار ظهور مشكلات متعلقة بالحوادث في المخططات الجديدة، يجب أن تشمل عملية التصميم الاستعانة بخبراء هندسة سلامة الطرق لتقليل احتمالية وقوع الحوادث بمجرد إطلاق المخططات (Institution of Highways & Transportation, 2008).

بحلول عام ١٩٩٦، تم تطوير مواصفات وإرشادات للمملكة المتحدة، وبحلول عام ٢٠٠٣، تم تنفيذ تدقيقات سلامة الطرق على جميع مخططات الطرق الرئيسة والطرق في المملكة المتحدة، بواسطة معظم سلطات الطرق المحلية على بعض مخططاتها، وفي العديد من مخططات الطرق التي أعدها المطورون وتخضع لاعتبارات التخطيط.

انتشر تدقيق سلامة الطرق من المملكة المتحدة، في البداية إلى أستراليا ونيوزيلندا، ثم إلى الدنمارك وأيرلندا. وسرعان ما انتشرت ممارسات تدقيق سلامة الطرق في كثير من أنحاء أوروبا وأمريكا الشمالية وجنوب شرق آسيا وأستراليا ونيوزيلندا وفي مخططات الطرق الرئيسة في جميع أنحاء العالم. فرضت الهيئة الأوروبية تدقيقات سلامة الطرق في شبكة النقل عبر أوروبا (TEN-T) (أي وصلات الطرق المهمة التي تغطي جميع المناطق الأوروبية) في عام ٢٠٠٨ (Directive EC)/٩٦/٢٠٠٨، ومؤخراً، في عام ٢٠١٩، قامت بتوسيع نطاق الالتزام بإجراء مكاتب إدارة نظم السجلات في جميع الطرق السريعة، والطرق الريفية الرئيسية، والطرق التي تم إنشاؤها بتمويل من الاتحاد الأوروبي (Directive EC/١٩٣٦/٢٠١٩).

في دول مجلس التعاون الخليجي (عدا المملكة العربية السعودية)، تم تطوير إرشادات خاصة بتدقيق سلامة الطرق وفحص سلامة الطرق (على سبيل المثال، Department of Municipal Affairs & Transport, 2018; ASHGAL, 2015) بناء على الخبرة الدولية، ويتم تطبيق الإجراء تدريجيًا على عدد متزايد من المشاريع.

في المملكة العربية السعودية، تم إعداد الإرشادات ذات الصلة من قبل كل من وزارة النقل والخدمات اللوجستية (Ministry of Transport, 2020; Ministry of Transport, 2019; Ministry of Transport, 2020) والجهات المحلية (Riyadh Amanah, 2007)، ومنذ ذلك الحين تم توفير إمكانية التدرب على تدقيق سلامة الطرق من قبل المركز الوطني لسلامة الطرق التابع لوزارة النقل والخدمات اللوجستية (NRSC) ويجري تنفيذ عمليات التدقيق، مع التركيز بشكل خاص على الطرق الحالية (فحص سلامة الطرق).

ط-٣ اهداف تدقيق سلامة الطرق

الهدف الأول والأكثر أهمية فيما يتعلق بتدقيق سلامة الطرق هو تقليل مخاطر الحوادث، وتقليل خطورة أي حوادث قد تحدث على طريق جديد.

تشمل الأهداف الأخرى لعملية التدقيق ما يلي:

- تقليل مخاطر الحوادث التي تحدث على الطرق المجاورة،
- والتأكيد على السلامة أثناء تصميم الطريق،
- وزيادة الوعي المتعلق بمبادئ هندسة سلامة الطرق لدي الأشخاص المشاركين في تخطيط الطرق وتصميمها، وإنشائها، وصيانتها،
- وتوفير مخططات طرق آمنة لمستخدمي الطرق الذين لديهم مركبات غير مزودة بمحركات آلية أو ذات محركات آلية،
- وخفض التكاليف بعيدة الأمد لمشروع الطريق الجديد. يمكن أن تؤدي التصاميم غير الآمنة إلى حوادث، وتفرض الحوادث تكاليف باهظة على المجتمعات. قد يكون تصحيحها لاحقًا صعبًا ومكلفًا.

يتوقع من مصممي الطرق الامتثال لمجموعة واسعة من المواصفات الوطنية (والدولية في كثير من الحالات). تعدّ مواصفات التصميم نقطة انطلاق مهمة لجميع تصاميم الطرق. لكن من المهم فهم أن تدقيق سلامة الطرق ليس للتحقق من الامتثال للمواصفات. تتمثل مهمة المدققين في النظر إلى الطرق من منظور مستخدميها وتقييم كيفية استخدامهم للطريق الجديد. لذلك يجب على فريق التدقيق البحث عن أي مشكلات تتعلق بالسلامة قد يواجهها بعض مستخدمي الطريق في المستقبل.

يعرف المدققون المتمرسون ويفهمون هذا الجانب المهم من مجال تخصصهم. يعلمون أن الاعتماد الكامل على المواصفات لا يضمن إنشاء طريق آمن. هناك العديد من الطرق وحالات المرور التي لا تنطبق عليها أي مواصفات؛ وهناك أيضًا بعض الحالات التي تحتاج إلى أكثر من الحد الأدنى من التعامل القياسي.

تتطلب هذه المهمة تقدير الموقف من جانب المدققين وهذا أحد أسباب كون هذه المهمة مثيرة للاهتمام ومليئة بالتحديات. يمكن وصف إجراء تدقيق سلامة الطرق كمزيج من الفن والعلم - فن تقدير احتياجات مستخدمي الطريق في المستقبل إلى جانب العلم المرتبط بمبادئ الهندسة الصحيحة.

ط-٤ لماذا يعد تدقيق سلامة الطرق ضروريًا؟

أظهرت التجربة العملية أن تدقيق سلامة الطرق ضروري لأسباب عدّة، مثل:

- الاعتماد المفرط على المواصفات الوطنية خلال التصميم، دون تحديد ما إذا كانت تلك المواصفات فعلًا مناسبة للسلامة أو لا،

- تتضمن بعض التصاميم مواصفات غير مناسبة لهذا النوع من الطرق،
- قد يتم استخدام مواصفات وطنية غير مُحدّثة عن طريق الخطأ،
- في بعض الأحيان قد يؤدي الجمع بين عدة عناصر في التصميم إلى نتيجة ليست هي الأفضل للسلامة،
- الضغوط لزيادة سعة الطريق غالبًا تهيمن على اعتبارات السلامة،
- في بعض الأحيان يتم إجراء تغييرات أثناء الإنشاء لا تأخذ في الاعتبار عوامل السلامة التشغيلية.

في السنوات الماضية، كان مهندسو الطرق يميلون إلى التركيز على تصميم وإنشاء الطرق التي من شأنها أن تصمد أمام البيئة القاسية. تم التركيز على تصميم وإنشاء الطرق التي لن تظهر عيوبًا هيكلية في بيئة حارة ومغبرة، وتجنب تسليم مشروع سينظر إليه المجتمع على أنه «مشروع فاشل». كانت الحفر، والانهيارات الهيكلية، والفشل في التحمل عبر مرور الوقت كلها أمثلة على الإخفاقات في الطريق التي يمكن للجميع رؤيتها.

إذا حدثت حوادث على هذه الطرق، كان بإمكان المهندسين دائمًا إلقاء اللوم على الأشخاص المعنيين. قد يقترح المهندسون أن الأسباب من الممكن أن تكون القيادة بسرعة كبيرة، أو الإرهاق، أو عدم الالتزام بقواعد المرور. يمكن للمسؤولين عن توفير الطرق تجنب تحمل المسؤولية عن أي أوجه قصور في سلامة الطرق بسهولة لأن هناك الكثير من الأشخاص الآخرين والعوامل المحتملة مشاركة في المشروع.

لكن في وقتنا الحالي يتوقع المجتمع ومستخدمو الطريق أكثر من ذلك. لا يزال المجتمع يرغب في الطرق التي توفر إدارة فعالة لحركة المرور، والتي تتحمل الظروف المناخية المحلية، سواء أكانت حرارة شديدة، أو فيضانات، أو برودة. يتوقع المجتمع في الوقت الحالي الكثير من المهندسين المحترفين أكثر من مجرد إنشاء طرق "تدوم لفترة طويلة". يتوقعون طرقًا "آمنة". لذلك، يتحمل المهندسون أيضًا المسؤولية عن مخاوف سلامة الطرق والطرق السريعة، ولم يعد من المقبول للمهندسين إلقاء اللوم على الآخرين فيما يتعلق بمخاوف سلامة الطرق.

تدقيق سلامة الطرق هو العملية التي تسعى إلى إلقاء نظرة شاملة على السلامة في مشروع الطريق الجديد. تسلط الضوء على مخاوف سلامة الطرق المحتملة وتقدم توصيات لتقليل تأثيرها. تهدف عملية تدقيق سلامة الطرق إلى تقليل التكلفة الكاملة للمخطط. وتثير مسألة أن تكلفة الحوادث تعد جزءًا من التكلفة الكاملة لمخطط الطريق.

ليس من الضرورة أن يقوم تدقيق سلامة الطرق بجعل كل تصميم جديد "آمنًا" تمامًا ولكنه سيرفع مستوى السلامة في جدول أعمال اتخاذ القرار وسيتسبب في اتخاذ قرارات مدروسة بعناية ومبنية على نصائح سلامة الطرق. كلما تم إجراء التدقيق في وقت مبكر خلال عملية التصميم، كان من الأسهل والأرخص تحقيق تغيير مفيد. يمكن للتدقيق المبكر في مراحل التخطيط والتصميم أن يحقق نتائج أفضل للسلامة وعادةً بتكلفة تصحيح أقل بكثير.

طـ٥ تكاليف وفوائد تدقيقات سلامة الطرق

تدقيق سلامة الطرق له تكاليف من حيث:

- الوقت المستغرق لإجراء التدقيق،
- والتأخير المحتمل في تقدّم عملية إنشاء المخطط نتيجة للتدقيق،
- وتكلفة إعادة التصميم المحتمل للتوافق مع التوصيات،
- وتكلفة الأعمال في حالة الإضافية (أو الإنشاءات الأكثر تكلفة) الناشئة عن التوصيات التي لم يكن سيتم القيام بها لولا ذلك.

في بعض الحالات قد تكون توصيات التدقيق ستوفر في التكاليف عن طريق اقتراح "تصاميم وإنشاءات ذات تكلفة أقل". توصلت دراسة في أوروبا (RIPCORD – ISEREST project, 2008) إلى أنه في المتوسط، في جميع أنحاء أوروبا، كانت تكاليف تدقيق سلامة الطرق أقل بكثير من ١٪ من تكاليف الإنشاء.

من الصعب تحديد الفوائد المالية لتدقيق سلامة الطرق. وبما أن المشروع يُبنى مرة واحدة (إما بتوصيات التدقيق أو من دونها)، فإن تقييم التوصيات لا يمكن أن يتم بطريقة تقليدية قبل/بعد ذلك. قد يكون هناك القليل من الشك في أن تدقيق سلامة الطرق للمخططات فعّال من حيث التكلفة بمرور الوقت (انظر أيضًا الجزء الفرعي د-٣-٥).

إضافةً إلى ذلك، وجد مدققو سلامة الطرق الذين يقومون بهذا العمل على مدى مدة طويلة من الزمن لنفس العميل أن متوسط عدد مخاوف السلامة لكل عملية تدقيق ينخفض بمرور الوقت. وذلك لأن المصممين يتوقعون مخاوف السلامة، ويتعلمون من عملية تدقيق سلامة الطرق، ويصممون وفقًا لميزات السلامة من البداية. ومن المزايا الأخرى لتدقيق سلامة الطرق أنه يساهم في ثقافة «السلامة عن طريق التصميم» داخل المنظمات.

هناك أيضًا فوائد بيئية أكبر لتدقيقات سلامة الطرق. من المتوقع أن يؤدي الحد من الحوادث إلى تقليل التوقفات المرورية في شبكة الطرق، وبالتالي تقليل التأخير واستهلاك الوقود (Institution of Highways & Transportation, 2008).

ط-٦ متى يجب إجراء تدقيق سلامة الطرق؟

تدقيق سلامة الطرق هو عملية لمنع الحوادث وتهدف إلى تحديد مخاوف السلامة في تصميم الطريق بحيث يمكن مناقشتها وحلها وإمكانية إجراء التغييرات اللازمة بينما لا يزال مشروع الطريق في مرحلة ما قبل الإنشاء. عن طريق إجراء التغييرات في وقت مبكر، خلال مرحلة التصميم، يمكن إدراج مبادرات سلامة الطرق في مشاريع الطرق الجديدة ويمكن الحد من المخاطر التي يتعرض لها مستخدمو الطريق في المستقبل.

تعدّ عملية تدقيق سلامة الطرق عملية استباقية. لا يتم استخدام بيانات الحوادث، كما هو الحال في برنامج التحقيق في بؤرة الحوادث، ولكن بدلًا من ذلك، تحاول التدقيقات منع الحوادث على الطريق الجديد من الوقوع أساسًا. من ناحية أخرى، تكون برامج بؤرة الحوادث تفاعلية وتهدف إلى تقليل الحوادث التي لوحظت بالفعل في الموقع. إنهم يعتمدون بشكل كبير على سجلات الحوادث السابقة لإنشاء أنماط الحوادث في الموقع المحدد. توفر هذه السجلات نظرة على الحوادث السابقة، وبالاستعانة بمهندس متمرس في مجال سلامة الطرق، يمكن تطوير إجراءات مضادة للحوادث منخفضة التكلفة وتطبيقها لتقليل تكرار الحوادث في المستقبل وحدّتها أو أيٍّ منهما.

لذلك، في حين أن التحقيق في بؤرة الحوادث ينطبق على طريق موجود حاليًا وبه بيانات الحوادث، سيكون من الأفضل إجراء تدقيق سلامة الطرق قبل إنشاء الطريق وبدون وجود سجل للحوادث للاستعانة به. يتم الحصول على أقصى قدر من مميزات السلامة عن طريق مكاتب إدارة نظم السجلات في مراحل تصميم المشاريع الجديدة (أي قبل الإعداد والإنشاء، عندما يكون تعديل رسم التصميم أكثر فعالية من حيث التكلفة والوقت) عبر تقييم مستقل لمخاطر السلامة. لا يزال الكشف عن مخاطر السلامة ومصادر الخطر والتخفيف من حدتهما قبل وبعد افتتاح الطريق المقترح لحركة المرور أمرًا بالغ الأهمية. ومع ذلك، عادة ما تكون تدابير التخفيف/التصحيح أكثر تكلفة، ويمكن أن ينتج عنها تأخيرات زمنية وضعف في العلاقات العامة في بعض الحالات.

ط-٧ ما أنواع المشاريع التي يجب تدقيقها؟

تنطبق تدقيقات سلامة الطرق على جميع أنواع مشاريع الطرق، وعلى جميع أنواع الطرق. ليس حجم المشروع هو المهم، ولكن حجم أي خطر محتمل قد يخفيه التصميم عن غير قصد. يعد تطوير تصميم أولي آمن أمرًا أساسيًا لأداء سلامة الطريق (AUSTROADS, 2019).

يمكن إجراء تدقيقات سلامة الطرق في مشاريع الطرق المتنوعة مثل:

- الطرق السريعة الجديدة،
- الطرق الرئيسة المزدوجة،
- ومشاريع إعادة الإعمار وإعادة التنظيم،
- ومشاريع التقاطعات،
- ومسارات المشاة والدراجات،
- والشوارع المحلية المنحرفة بالقرب من المشاريع الكبرى،
- ومخططات إدارة حركة المرور في المنطقة المحلية والأجزاء المكونة لها،
- وترقية الإشارات،
- ومقترحات التقسيم،
- ومخططات الحد من الحوادث،
- والمسارات الآمنة لمشاريع المدارس،
- والصيانة مع أنشطة التحسين، مثل توسعة الطرق ورصفها بالتزامن مع إعادة تجهيزها للسير.

بعبارات بسيطة، يمكن إجراء تدقيق سلامة الطرق لأي طريق أو عنصر من البنية التحتية المتعلقة بالطرق في أي مرحلة خلال دورة حياة الشبكة (AUSTROADS, 2022) . عند تحديد المشاريع التي يجب تدقيقها قبل أي مشروع آخر، يجب أن يكون التخصيص الفعال للموارد عاملًا حاسمًا. ويجب بذل الجهد لاختيار مجموعة من أحجام المشاريع والسعي لمراجعتها في وقت مبكر وليس لاحقًا.

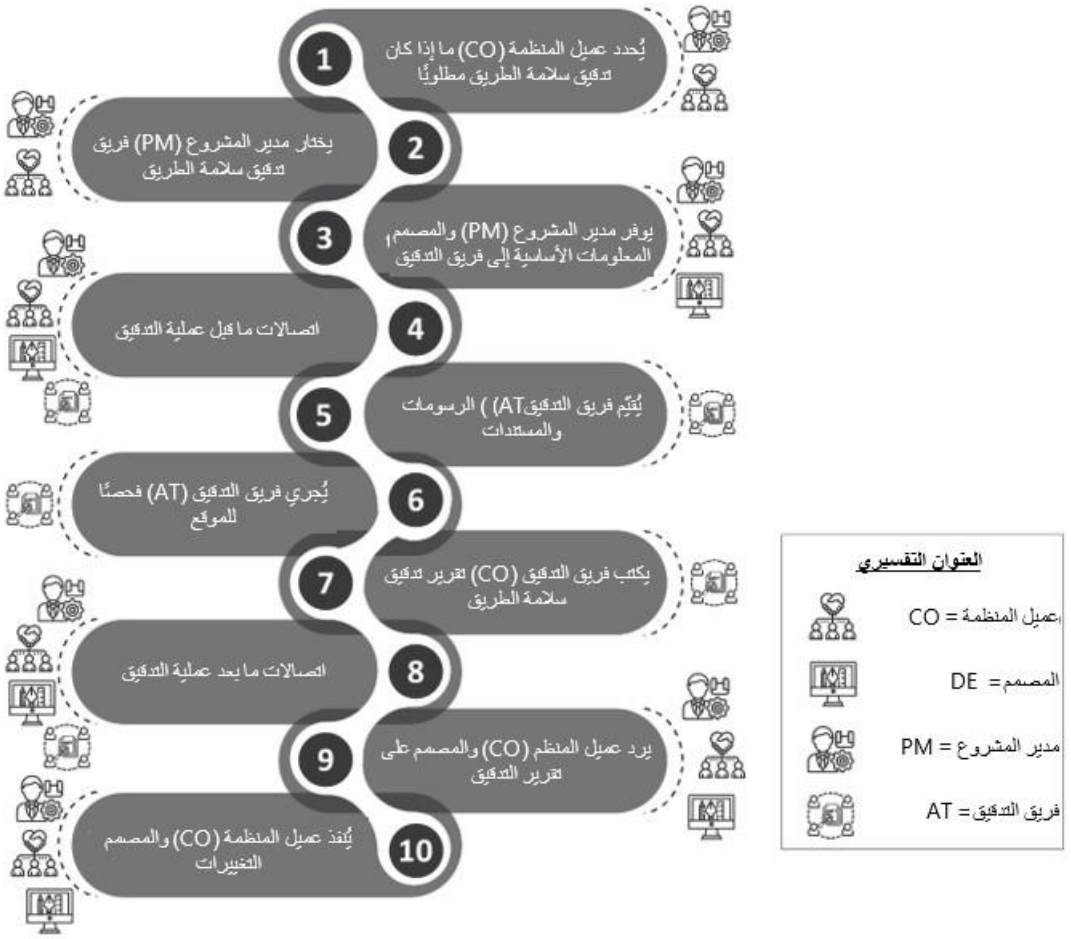
يمكن أيضًا إجراء التدقيقات على المشاريع التي تكون "على الطرق الوعرة"، ولكنها تؤثر على الطرق المجاورة أو تنشئ مناطق على الطرق الوعرة تعمل بفعالية مثل الطرق. على سبيل المثال، قد ينتج عن التطوير التجاري الأنشطة التالية التي قد تؤثر على سلامة مستخدمي الطريق:

- تعارض سير المركبات/المشاة في موقف السيارات الجديد،
- زيادة أعداد المشاة الذين يعبرون الطريق المجاور،
- امتداد وقوف السيارات على طريق مزدحم مجاور،
- الرؤية المقيدة أو التأخير في وصول المركبات إلى المنطقة قيد التطوير،
- تغيير توزيع وسائل النقل العام والوصول من قبل المستخدمين،
- تغيير الوصول/الخروج/التفريغ لشاحنات التوصيل،

- تغيير أنماط المرور على شبكة الطرق المجاورة.

ط-٨ عملية تدقيق سلامة الطرق خطوة بخطوة

يتم إجراء تدقيقات سلامة الطرق لتحديد مخاوف السلامة في تصميم طريق أو طريق موجود بالفعل، بحيث يمكن للمسؤولين عن تصميم وإنشاء مشروع الطريق، أو تشغيله، اتخاذ التدابير المناسبة في أقرب وقت ممكن للقضاء على مخاوف السلامة المحددة وبالتالي تعزيز السلامة. تتكون عملية التدقيق من تسع خطوات رئيسة كما هو موضح في المخطط الانسيابي التالي والمقدم في الأجزاء الفرعية التالية:



الشكل (ط–١) عملية تدقيق سلامة الطرق

ط-٨-١ تقرير ما إذا كان تدقيق سلامة الطرق مطلوبًا أم لا

تتطلب الخطوة الأولى في عملية تدقيق سلامة الطرق أن تحدد منظمة العميل ما إذا كان تدقيق سلامة الطريق مطلوبًا وفقًا للجزء ٤-٣ من كود الطرق السعودي، مكملًا بسياسة تدقيق سلامة الطرق لجهة الطرق ذات الصلة. إذا كان التدقيق مطلوبًا، فيجب أيضًا تحديد المراحل ذات الصلة من تدقيق سلامة الطرق في هذه المرحلة.

بشكل عام، يعتمد أنسب عدد من مراحل التدقيق لمشروع الطريق على حجم المشروع وفئة الطريق. من الشائع أن يتم تدقيق الطرق السريعة والطرق شبه السريعة والطرق الشريانية ، وعادةً ما يتم ذلك في ثلاث أو أربع مراحل. قد يتم تدقيق المشاريع على الطرق الفرعية في مراحل أقل، أو حتى لا يتم تدقيقها على الإطلاق.

ط-٨-٢ اختيار فريق تدقيق سلامة الطرق

يُعيّن مدير المشروع قائد فريق التدقيق (انظر الجزء الفرعي ٤-٤-٥ للمتطلبات) ويحدد عدد أعضاء فريق التدقيق، بعد التشاور أيضًا مع رئيس فريق التدقيق. في حال كان العميل مؤسسة خاصة (على سبيل المثال، مطور خاص)، يلزم الحصول على الموافقة لاختيار قائد الفريق وحجم الفريق من الجهة العامة المشرفة.

يقوم قائد فريق التدقيق بعد ذلك بإشراك أعضاء فريق التدقيق من السجل الوطني لمدققي سلامة الطرق. عند إشراك أعضاء فريق التدقيق، يجب على قائد الفريق التأكد مما يلي:

- كل مدقق مستقل عن المشروع،
- حضر كل مدقق ورشة عمل تدقيق معتمدة،
- كل مدقق لديه المهارات اللازمة لحجم ومرحلة المشروع.

من المهم اختيار المدققين ذوي الخبرة ذات الصلة لنوع المشروع ومرحلة التدقيق، حيث إن العناصر الأكثر أهمية في أي تدقيق للسلامة على الطرق هي التقدير الجيد والمعرفة الفنية والمهارات لفريق التدقيق.

يجب أن يقوم قائد الفريق بتجميع فريق تدقيق يتألف من أعضاء ذوي مجالات تخصصية متنوعة وخبرة متنوعة. يحتاج فريق التدقيق إلى أن يكون قادرًا على تفسير الرسومات الفنية، والبحث عن أي خصائص سلبية (غير آمنة) متضمنة وفي نفس الوقت أي خصائص إيجابية (آمنة) مهملة.

يحتاج فريق التدقيق إلى أن يكون قادرًا على تقديم مخاوف السلامة المحددة بوضوح في تقرير إلى مدير المشروع. إذا لم يستطع مدير المشروع فهم مخاوف السلامة المكتشفة في التدقيق، فهناك خطر أن يتم اتخاذ قرارات قد تهدر الأموال العامة أو قد تؤدي إلى نتائج غير آمنة لمستخدمي الطريق.

بعد اختيار أعضاء الفريق، يقدم قائد فريق التدقيق الفريق إلى العميل للموافقة عليه. إذا كان العميل مؤسسة خاصة (على سبيل المثال، مطور)، فتجب أيضًا الموافقة على الفريق من قبل جهة الطرق ذات الصلة (المنظمة المشرفة). لن تقبل جهة الطرق ذات الصلة فريقًا إذا كان يفتقر إلى التدريب والمهارات والخبرة اللازمة أو عندما تكون استقلاليته عن فريق التصميم موضع شك. في مثل هذه الحالات، يجب اقتراح فريق بديل.

قد توفر التدقيقات فرصة للموظفين الأقل خبرة ليكونوا "مراقبين" في الفريق وللتعرف على العملية والمهارات التي ينطوي عليها العمل. قد يكون هذا مفيدًا في الأيام الأولى من تنفيذ عملية التدقيق، بينما تسعى جهات الطرق إلى بناء خبرتها في عملية التدقيق.

ط-٨-٣ توفير المعلومات الأساسية

يجب على مدير المشروع بالتعاون مع المصمم جمع وتوفير جميع المعلومات الضرورية وذات الصلة في شكل قابل للاستخدام لفريق التدقيق. يجب أن تتضمن المعلومات تقارير المخطط والبيانات والرسومات والأقسام ذات الصلة من مستندات العقد. قد تكون هناك حاجة إلى بدء هذه الخطوة قبل وقت طويل لإشراك فريق تدقيق سلامة الطرق. قد يكون من الضروري أيضًا جمع معلومات إضافية، مثل حجم حركة المرور. يجب تنفيذ هذا مبكرًا بما يكفي لتجنب التأخير. يجب أيضًا إعطاء فريق التدقيق فهمًا واضحًا للمهام التي يجب تضمينها في التدقيق.

يجب أن تتضمن المعلومات التي سيتم تقديمها إلى فريق التدقيق ما يلي:

أ) بيان واضح للنتيجة المتوقعة من التدقيق

يجب تضمين هذا البيان في موجز تدقيق مكتوب، أو وثيقة اختصاصات للتدقيق، أو مرجع بسيط للإجراءات ونماذج تقارير التدقيق المدرجة في المجلد الحالي من كود الطريق السعودي.

يحدد هذا بإيجاز الغرض من المشروع (أي مشروع التصميم، وليس التدقيق)، وكيف يتم تحقيقه، وأي أوجه قصور تجب معالجتها، وأي حلول وسط في التصميم تم إجراؤها والأسباب وراءها، وأي مساهمة مجتمعية من المناقشة والمراسلات والمشاورات السابقة. بالنسبة للمشاريع الكبيرة، قد تكون بعض هذه المعلومات في التقارير المستخدمة لدعم قرارات التمويل أو البرمجة السابقة.

ب) بيانات الموقع

يجب أن تتضمن بيانات الموقع:

- مواصفات التصميم التي تم استخدامها وأي مواقع لم تتحقق فيها،
- حجم حركة المرور بما في ذلك المكونات التجارية وغير التجارية وراكبي الدراجات والمشاة،
- أي تقارير سابقة لتدقيق سلامة الطرق والردود المكتوبة عليها؛ وأي مشكلات سلامة معروفة تظل بدون حل من عمليات التدقيق السابقة،
- أي تأثيرات بيئية ذات صلة بالموقع أو التصميم، على سبيل المثال، الأحوال الجوية (الجليد، الضباب، الثلج، وغير ذلك)، والحيوانات، والخدمات، والأشجار، والمباني التاريخية والتضاريس.

ج) المخططات والرسومات

يجب أن تشمل هذه:

- مجموعة من الرسومات، بمقياس مناسب لمرحلة التصميم، يوضح المسار الرأسي والمسار الأفقي والعناصر الأخرى ذات الصلة في مرحلة معينة من التدقيق،
- أي مخططات أخرى لتغطية الطرق المجاورة أو لوصف الأراضي المجاورة واستخداماتها التي قد تتأثر بالمقترح أو بالتغييرات المرورية التي يسببها.

خاصة فيما يتعلق **بفحوصات سلامة الطرق**، حيث يقوم فريق التدقيق بتقييم تخطيط الطريق الحالي وليس رسومات التصميم والوثائق، وقد تتضمن المعلومات الأساسية المقدمة إلى فريق الفحص ما يلي:

- نظرة عامة على وظائف الطريق وحالة المرور، بما في ذلك حركات المرور الرئيسة ومزيج حركة المرور،
- البيئة على جانب الطريق، بما في ذلك مناطق التسوق أو المناطق السكنية المجاورة أو القريبة التي يمكن أن تسبب مخاوف تتعلق بالسلامة أو تؤثر على توفير معالجات السلامة،
- مواصفات الطريق المرغوبة التي قد تكون مناسبة للمسار،
- تقارير فحص سلامة الطرق السابقة، إن وجدت، جنبًا إلى جنب مع المعلومات المتعلقة بالتحسينات أو التغييرات الأخيرة منذ عمليات الفحص السابقة،
- أي معلومات عامة حول مخاوف تتعلق بالسلامة أو بيانات الحوادث المتاحة.

ط-٨-٤ اتصالات ما قبل التدقيق

يعد الاتصال بين فريق المشروع وفريق التدقيق أمرًا مهمًا "لبدء التدقيق في المكان المناسب". قد يتم هذا الاتصال في اجتماع (وجهاً لوجه) أو عبر رسائل البريد الإلكتروني أو عبر اتصال هاتفي أو باستخدام تقنية المؤتمرات عن بعد الحديثة. الطريقة الأكثر فعالية وكفاءة لتعريف فريق تدقيق سلامة الطرق بخلفية المشروع، وكذلك (إذا لزم الأمر) لتعريف المصمم والعميل بعملية التدقيق والغرض من التدقيق، هو عقد اجتماع بدء رسمي.

يوفر اجتماع البدء الفرصة ليشرح لفريق التدقيق الغرض من المشروع، وأي قضايا خاصة بهذا المشروع، وأي مشاكل تم مواجهتها في تحقيق أهداف التخطيط أو التصميم أو الإنشاء. قد يكون لدى المصممين مخاوف تتعلق بالسلامة أو استفسارات حول جانب معين من تصميمهم. لن يتمكن فريق التدقيق من فحص الموقع في ظل ظروف حركة المرور أو الطقس، لذلك إذا كانت هناك ظروف معينة مهمة (على سبيل المثال، ظروف حركة المرور في نهاية كل يوم دراسي)، يجب إخطار المدققين. يتم تسليم الخطط والمعلومات الأساسية إلى فريق التدقيق، إذا لم يحدث ذلك قبل الاجتماع.

تتمثل مهمة فريق التدقيق في تحديد وتوثيق أي مخاوف وتوصيات تتعلق بسلامة الطرق، في حين أن مهمة العميل هي الاستجابة لتلك المخاوف والتوصيات والتصرف بشأنها (AUSTROADS, 2019).

ط-٨-٥ تقييم المخططات والمستندات

عادةً ما يتم الفحص الأولي لرسومات ووثائق التصميم في المكتب ويُعرف باسم "تدقيق سطح المكتب". يتضمن تدقيق سطح المكتب هذا فريق التدقيق بأكمله يقوم بمراجعة الرسومات والمستندات في المكتب.

قد يستغرق تدقيق سطح المكتب هذا من بضع دقائق إلى بضعة أيام. إنها خطوة مهمة تسمح للفريق بالتعرف على المشروع وكذلك تحديد أي مخاوف تتعلق بالسلامة تظهر واضحة في الرسومات. قد تُستخدم قوائم التدقيق (انظر الملحق ك) أثناء تدقيق سطح المكتب لحث فريق التدقيق على التفكير في مجموعة واسعة من المشكلات التي قد تثير مخاوف تتعلق بالسلامة.

يجب أن يتأكد قائد فريق التدقيق من أن الفريق يستغرق الوقت المطلوب لفحص جميع الرسومات عن كثب. قد يقوم الفريق بعمل شروح على الرسومات حسب الضرورة، ووضع علامات على المواقع والمشكلات المحتملة التي تحتاج إلى فحصها عن كثب أثناء التفتيش. يمكن أن يساعد هذا الفريق في إجراء فحص الموقع بطريقة مركزة ومنظمة وفي الوقت المناسب.

بعد الفحص الأولي، يمكن تكرار "تدقيق سطح المكتب" بقدر ما هو مطلوب حتى يكون فريق التدقيق مقتنعًا تمامًا بأنه قد حدد جميع مخاوف السلامة. إذا أثارت المستندات أي أسئلة، فيجب طلب الشرح من المصمم أو العميل قبل كتابة تقرير تدقيق سلامة الطرق (Ministry of Transport, 2020).

عندما يكون معروفًا أن التدقيقات السابقة قد أجريت في مرحلة مبكرة أو ما يعادلها، فيجب مراجعة التقارير لتحديد أي معلومات سلامة رئيسة و/أو قضايا معلقة، والتي يجب تكرارها بعد ذلك في تقرير التدقيق النهائي إلى جانب ملخص للاعتبارات اللاحقة أثناء المراجعة الحالية (AUSTROADS, 2022).

يجب أن يقتصر التدقيق في حد ذاته على جوانب سلامة الطرق فقط، على الرغم من أنه يجب أخذ نظرة عامة على ذلك. لا ينبغي تضمين جوانب مثل الإحباط أو الإزعاج لمستخدمي الطريق، أو وسائل الراحة أو الجماليات، غير المرتبطة بالسلامة، في تقرير التدقيق. وبالمثل، لا ينبغي تضمين مشكلات استيعاب حركة المرور إلا إذا كان لها تأثير على السلامة (AUSTROADS, 2019).

ط-٨-٦ فحص الموقع

ط-٨-٦-١ التحضير والمعدات

يتطلب التحضير لفحص الموقع تحديد مصادر العناصر التالية لضمان سلامة المدققين والمساعدة في الفحص، حسب الاقتضاء:

- سترة السلامة،
- قبعة وواقي من أشعة الشمس للحماية من أشعة الشمس،
- كاميرا،
- جهاز GPS،
- لوح كتابة/ورقة/قلم أو كمبيوتر محمول لتسجيل الملاحظات والنتائج،
- معدات القياس مثل الشريط، عجلة القياس، وميزان التسوية (للمنحدرات وغيرها)، حسب الضرورة.

ط-٨-٦-٢ الأمان في الموقع

تعد السلامة الشخصية لفريق التدقيق أثناء فحص الموقع أمرًا بالغ الأهمية. عند العمل على الطريق أو بالقرب منه، يجب أيضًا مراعاة سلامة الزملاء وسلامة عامة الناس.

عند العمل في الموقع، يجب أن يرتدي جميع الأشخاص في فريق التدقيق سترة أمان - عادةً ما تكون صفراء أو برتقالية مشعة مع أشرطة عاكسة، بحيث تكون واضحة للسائقين المقتربين.

عند الوصول إلى الموقع، يجب على السائق/الفريق التأكد من إيقاف السيارة:

- خارج الطريق أو في منطقة آمنة لوقوف السيارات، وحيث لا تتسبب في تقييد تغيير المسار بواسطة المركبات الأخرى.
- بعيدًا عن ملتقى طرق ومناطق التعارضات.
- في مكان لن تتسبب فيه في تقييد الرؤية.
- في مكان لا تزعج فيه المشاة وراكبي الدراجات أو تجبرهم على المشي/ركوب الدراجات داخل الطريق.

أثناء القيام بأنشطة مثل التقاط الصور أو أخذ القياسات، يجب الانتباه إلى المركبات وحركة المرور. عند العمل على الطريق، يجب توخي الحذر لتجنب إعاقة حركة المرور القادمة. في بعض الحالات، قد يكون من المستحسن الترتيب مع زميل لمراقبة حركة المرور وتقديم تحذير عند الضرورة. بشكل عام، يُنصح بتقليل الوقت المستغرق على الطريق والذهاب إلى جانب الطريق لكتابة الملاحظات.

قبل عمليات الفحص على الموقع على الطرق عالية السرعة و/أو ذات حجم حركة المرور الكبير، يجب على قائد فريق التدقيق إبلاغ شرطة المرور/أمن الطرق السريعة أو مشغل الطريق بتاريخ ووقت الفحص، وإذا لزم الأمر، دعوتهم للحصول على المساعدة كإجراء وقائي أثناء زيارة الموقع. في المناطق عالية السرعة، يمكن أيضًا إجراء الترتيبات لإدارة حركة المرور المؤقتة مثل اللافتات أو غيرها من أجهزة التحذير/التحكم في حركة المرور. لمزيد من التفاصيل، يجب على القارئ الرجوع إلى كود الطرق السعودي ٣٠٥ - تصميم مرافق الطرق ومنافعها – تصميم منطقة أعمال الطرق وكود الطرق السعودي ٦٠٢- الدليل الموحد لأجهزة التحكم المروري.

ط-٨-٦-٣ فحص الموقع - الإرشادات العامة

يجب أن يقوم فريق التدقيق بزيارة ميدانية واحدة على الأقل خلال النهار وزيارة ميدانية ليلية واحدة لكل مرحلة من مراحل التدقيق. يجب على جميع أعضاء فريق التدقيق زيارة الموقع معًا. يتضمن الفحص أخذ الرسومات المتاحة إلى الموقع وفحص الموقع بأكمله، ومحاولة تخيل كيف سيبدو مشروع الطريق النهائي وكيف سيعمل.

يجب أن تأخذ عمليات التدقيق في الاعتبار جميع مستخدمي الطريق، ما لم تكن مقيدة في موجز التدقيق (أي تم التكليف بإجراء تدقيق متخصص) ويجب أن يتم إجراء التدقيق من منظورهم الفريد. يجب أن تعكس عمليات التدقيق المتخصصة، على سبيل المثال، أن المشاة الصغار وكبار السن، ومستخدمي الطرق المعاقين، وسائقي الشاحنات والحافلات، وراكبي الدراجات، وراكبي الدراجات النارية، لديهم متطلبات واحتياجات سلامة مختلفة تمامًا. القيادة والمشي في مواقع التدقيق مطلوبة ويمكن استكمالها بركوب المدققين للدراجات أو الدراجات النارية كما هو مطلوب لعمليات التدقيق المتخصصة (AUSTROADS, 2022).

خلال الوقت الذي يكون فيه فريق التدقيق في الموقع، يُنصح بالتقاط العديد من الصور و/أو مقاطع الفيديو لمساعدة الفريق لاحقًا في الرجوع إلى تفاصيل الموقع المحددة عند كتابة تقرير التدقيق. قد يختار المدققون تسجيل ملاحظاتهم في مسجل رقمي أو هاتف ذكي أثناء التواجد في الموقع. يسمح هذه بتسجيل ملاحظات أكثر تفصيلًا وفي وقت أقصر من استخدام الأقلام والورق. فهي أسهل في

الاستخدام في الموقع، وتوفر سجلًا رقميًا يمكن تخزينه في جهاز كمبيوتر وتسمح بالإشارة إلى البيانات جغرافيًا أو تمييزها حسب موقعها الجغرافي.

بالإضافة إلى الإرشادات المذكورة أعلاه، يجب أيضًا مراعاة العناصر الواردة في الأقسام الفرعية التالية، وفقًا لمرحلة التدقيق المحددة ونوعها.

ط-٨-٦-٤ فحص الموقع في تدقيقات سلامة الطرق في مراحل التصميم

أثناء زيارات الموقع في مراحل التصميم لإجراء التدقيق، يقوم الفريق بتدوين ملاحظات حول التضاريس، وحجم حركة المرور ونوعها، والتطوير القريب، وسرعات التشغيل، ومجموعة من التفاصيل الأخرى الخاصة بالموقع. في هذا الوقت، يتعين على فريق التدقيق تصور مشروع الطريق الجديد من منظور المستخدمين المستقبليين، بما في ذلك المستخدمين المعرضين للخطر. عند القيام بذلك، يحاول الفريق التعاطف مع مجموعة متنوعة من مستخدمي الطريق الذين سيستخدمون الطريق عند اكتمال العمل.

يتم التركيز بشكل خاص على المواقع التي يتصل فيها المشروع المستقبلي بشبكة الطرق الحالية، ويجب على المدققين في الموقع النظر إلى ما وراء حدود خطط التصميم، بما في ذلك أيضًا الأجزاء المجاورة من الطريق. المناطق الانتقالية أو الطرفية، حيث يتصل الطريق الجديد (وعادة ما يكون ذو مستوى أعلى) مع نظام الطريق الحالي قد تكون في الغالب مواقع ذات مخاطر أكبر، على النحو التالي:

- قد تفشل تخطيطات الطرق والأجهزة التي كانت تعمل مسبقًا بأمان في القيام بذلك بمجرد تغيير حجم المرور أو السرعات أو التحركات
- قد يكون سائقي السيارات غير مدركين للحاجة إلى تعديل سلوكهم.

بالإضافة إلى ذلك، قد تؤدي الطرق الجديدة أو الترتيبات المرورية الجديدة في كثير من الأحيان إلى تعطيل أنماط حركة المرور والمشاة الحالية؛ لذلك يجب على المدققين مراقبة سلوك ونوع حركة المرور التي تستخدم الطرق في المنطقة، لمحاولة الحصول على تقدير لكيفية توافق التصميم مع الظروف المحلية.

ط-٨-٦-٥ تدقيقات سلامة الطرق لفحص الموقع في مرحلة الإنشاء

يقوم فريق التدقيق المسؤول عن تدقيقات سلامة الطرق في مرحلة الإنشاء بفحص الموقع في وضح النهار وفي الظلام، لكل مرحلة من مراحل ترتيب حركة المرور المؤقتة بمجرد دخولها حيز التنفيذ. يجب التركيز على اللافتات المؤقتة واللافتات ومعدات الطريق، بالإضافة إلى أي عناصر موجودة تجب تغطيتها أو إزالتها (على سبيل المثال، اللافتات والخطوط وعلامات الرصيف الأرضية) أو وضع حواجز حولها (على سبيل المثال، المخاطر على جانب الطريق التي ستكون قريبة من حركة المرور).

ط-٨-٦-٦ تدقيقات سلامة الطرق لفحص الموقع في مرحلة ما قبل الافتتاح وما بعد الافتتاح

في **مرحلة ما قبل الافتتاح**، يهدف فحص المخطط إلى تحديد المخاطر المحتملة لمستخدمي الطريق والتي قد تكون نشأت أثناء الإنشاء أو ربما لم يتم تحديدها من خلال عمليات تدقيق سابقة. يتم التركيز على المخطط نفسه، ومقارباته ووصلاته بشبكة الطرق الحالية، قبل الافتتاح. يجب على جميع أعضاء فريق التدقيق القيادة في الطريق الجديد أو الطريق التي تمت عليه إصلاحات جديدة والسير فيه (حسب الاقتضاء) في وضح النهار والظلام على حد سواء، لضمان توفير احتياجات السلامة لجميع مستخدمي الطريق المحتملين. يُعدّ الفحص الليلي مهمًا بشكل خاص في هذه المرحلة للتحقق من اللافتات، المحددات، والإضاءة وأي مشكلات أخرى تتعلق بالوقت الليلي/الإضاءة المنخفضة، حيث أن تخطيط الطريق الذي يبدو مقبولًا تمامًا أثناء النهار قد يعطي انطباعًا مختلفًا تمامًا لمستخدمي الطريق بعد حلول الظلام.

إذا تم تنفيذ تدقيقات سلامة الطرق للموقع في **مرحلة ما بعد الافتتاح**، فبالإضافة إلى ما سبق، يجب على الفريق أيضًا مراقبة وتقييم سلوك مستخدمي الطريق على الطريق الجديد في ظل ظروف تشغيل نموذجية.

ط-٨-٦-٧ فحص الموقع ضمن فحوصات سلامة الطرق للطرق الموجودة

يعتبر فحص الموقع عند تدقيق الطرق الحالية من الأهمية بمكان، لأنه يكون في معظم الحالات المصدر الوحيد للمعلومات المدخلة عن الطريق أو التقاطع الذي تم فحصه. أهداف فحص الموقع في فحوصات سلامة الطرق:

- فحص سمات الطريق وجوانبه بما في ذلك ظروف الطريق ومواصفات تخطيط الطريق،
- مراقبة سلوك مستخدمي الطريق وآلية عمل حركة المرور،
- في حالة توفر معلومات أو تقارير عن الحوادث، تشمل الأهداف محاولة ربط المعلومات (أنواع وأنماط الحوادث) بسلوك مستخدم الطريق وسمات الطريق. يجب نقل هذه المعلومات إلى الموقع، إذا كانت متوفرة،
- تحديد الخصائص التي قد تساهم في وقوع حوادث في الموقع،

- النظر في خيارات المعالجة لتقليل الحوادث في الموقع.

يتم تحديد مبادئ وعملية التحقيق في الموقع من خلال طبيعة المسار أو الموقع الذي يتم فحصه. على سبيل المثال، في موقع معين مثل تقاطع أو منحنى، قد يلزم إجراء فحص تفصيلي مع تدوين الملاحظات من جميع الطرق إلى التقاطع. ومع ذلك، لفحص جزء طويل نسبيًا من الطريق، على سبيل المثال، بين المدن أو البلدات، مع سمات مماثلة أو معايير للتقاطع، قد يلزم إجراء الملاحظات من مركبة متحركة مع توقف عرضي في مواقع محددة لإجراء فحص أكثر تفصيلًا.

عند تنفيذ عمليات فحص سلامة الطرق، يجب أن نتذكر أن الطريق الحالي ربما تم إنشاؤه منذ سنوات عديدة عندما كانت مواصفات التصميم و/أو الإنشاء مختلفة عن الممارسة الحالية. في هذا السياق، توجد اختلافات عند مقارنتها بتدقيق سلامة الطرق لمرحلة التصميم، حيث يكون التوقع هو استخدام أحدث المواصفات. ومع ذلك، فإن مبادئ هندسة سلامة الطرق المتعلقة بكيفية تطبيق المواصفات على الطريق وكيفية تفاعل مستخدمي الطريق مع الطريق متشابهة. بشكل عام، يتم إجراء الملاحظات الحقيقية أثناء عمليات فحص سلامة الطرق بدلًا من محاولة التنبؤ بالسلوك أو فهم كيفية عمل الطريق أو التقاطع.

يجب مراعاة **المبادئ** التالية أثناء فحص الموقع، والتي قد تكون مناسبة للموقع وطبيعة حركة المرور:

- يجب فهم عملية المرور على طول الطريق أو في الموقع من منظور السائق لاكتساب تقدير لبيئة الطريق وجانب الطريق، فضلًا عن احتمال حدوث ارتباك أو عدم يقين قد يؤدي إلى وقوع حادث.
- قد يكون من الضروري السفر عبر الموقع بالسيارة (من جميع الاتجاهات)، ومحاولة فهم وجهات نظر السائق مثل سائق شاحنة أو سائق دراجة نارية أو راكب دراجة.
- يوفر المشي في الموقع وعبور الطريق منظورًا بوصفك أحد المشاة.
- مطلوب توفير وقت كافٍ لمراقبة سير حركة المرور وحركة مستخدمي الطريق الآخرين. قد يشمل ذلك مراقبة سرعة السير، وحركات الانعطاف، وسلوك التوقف/وقوف السيارات، وما إلى ذلك.
- قد يحتاج الفحص إلى أن يمتد إلى ما وراء المنطقة المجاورة مباشرة للموقع قيد التحقيق للتأكد من تحديد جميع العوامل المساهمة التي تقترب من الموقع، على سبيل المثال، الرؤية من طريق جانبي.
- قد تساعد مقارنة طبيعة المعلومات المُبَلّغ عنها حول الحوادث أو التشغيل بسلوك المرور في الموقع في الوصول إلى استنتاجات مناسبة حول مخاوف السلامة المحتملة.
- يجب أيضًا استخدام زيارة الموقع للنظر في التحسينات المناسبة لتقليل احتمالية وقوع الحوادث بالإضافة إلى الجدوى و/أو الآثار المتعلقة باختيار خيارات التحسين المختلفة.
- من الضروري فحص سير حركة المرور ليلًا ومراقبتها.
- غالبًا ما توفر المناقشات مع الأشخاص الذين يعيشون أو يعملون بالقرب من الطريق أو تقاطع الطرق معرفة محلية قيّمة من شأنها أن تساعد في الوصول إلى استنتاجات دقيقة حول عمليات المرور وموقع أو أسباب الحوادث.

يجب أن تتضمن **سجلات** التحقيق في الموقع بشكل عام، حسب الاقتضاء:

- الملاحظات ذات الصلة المتعلقة بسلوك مستخدم الطريق، وسرعة السيارة، وطبيعة حركات المرور، وخصائص التصميم ومخاوف السلامة المحتملة.
- رسومات مع الملاحظات المتعلقة بسمات الطريق أو القياسات أو الخيارات لتحسين السلامة المحتملة.
- صور الموقع. هذه مفيدة لإثبات مخاوف تتعلق بالسلامة، لإدراجها في تقرير التدقيق أو للمراجعة في المكتب عند النظر في خيارات الإصلاحات المحتملة لرفع مستوى الطريق.

فيما يتعلق **بتوقيت** زيارة موقع لإجراء عمليات فحص سلامة الطرق، ستكون هناك حاجة إلى إجراء ذلك معظم الوقت في وضح النهار عندما تكون سمات الطريق مرئية، ويمكن إجراء القياسات ويمكن ملاحظة حركات المرور. ومع ذلك، كجزء من الفحص في الموقع، ينبغي النظر في الأمور التالية في أوقات محددة.

- عمليات الفحص الليلي مطلوبة. فهي تسمح بالتركيز بشكل خاص على مشكلات الترسيم، مثل لافتات المرور المحجوبة أو اللافتات المرورية والعلامات الأرضية مع عاكسية ضعيفة . من الأفضل أيضًا فحص الاحتياجات المتعلقة بإضاءة الشوارع على طول الطريق أو عند التقاطع ليلًا، لا سيما فيما يتعلق بتقاطعات الطرق المعقدة مع الأخذ في الحسبان جميع مستخدمي الطريق، بما في ذلك المشاة وراكبو الدراجات.
- قد تكون عمليات الفحص الخاصة بالموقع مطلوبة في المواقع التي قد تتغير فيها الظروف. على سبيل المثال:
  - بالقرب من المدرسة، من المستحسن إجراء عمليات الفحص عند وصول أطفال المدرسة أو مغادرتهم.
  - عندما يمر الطريق بمنطقة تسوق، يجب أن يتضمن الفحص أوقات التسوق المزدحمة.
  - إذا كان اتجاه السير على الطريق شرقًا/غربًا، فقد يكون التحقق من وهج الشمس مرغوبًا في التقاطعات، بما في ذلك رؤية إشارات المرور عند تقاطع محكوم بإشارات مرورية أو معبر للمشاة.
  - تجب مراعاة الاختلافات الموسمية، إذا كانت ذات صلة.

ط-٨-٧ كتابة تقرير تدقيق سلامة الطرق

ط-٨-٧-١ نظرة عامة

تتمثل المهمة الرئيسة لتقرير تدقيق سلامة الطرق في تقديم تقرير موجز عن جوانب المشروع التي تتضمن مخاطر و/أو مخاوف تتعلق بالسلامة وتوصيات حول الإجراءات التصحيحية. يجب أن تكون محددة أيضًا بشأن موقع كل موضع من المواضع المثيرة للمخاوف. تشير التوصيات عادةً إلى طبيعة أو اتجاه الحل، بدلاً من التفاصيل الدقيقة. تقع مسؤولية تفاصيل تصميم الإجراءات المضادة على عاتق العميل. يقدم التقرير الوثائق الرسمية التي ستستند إليها القرارات المتعلقة بالإجراءات التصحيحية.

في بعض الحالات، قد يتم تحديد مخاوف تتعلق بالسلامة ولكن قد لا تتبادر إلى الذهن توصية، حتى لو كانت توجيهية عامة. في هذه الحالة لا ينبغي تجاهل المشاكل المتعلقة بالسلامة؛ بل يجب على المدققين ببساطة تسجيل النتيجة (أي مخاوف تتعلق بالسلامة) وتحت التوصية، ويكتبون "التحقيق في المعالجة المطلوبة وتنفيذها" أو تعليقًا مشابهًا.

يمكن أيضًا تحديد الجوانب الإيجابية للتصميم أو الطريق الحالي التي تساهم بشكل كبير في تحقيق نتائج سلامة الطرق أثناء التدقيق وتسجيلها وإبلاغها للعميل. ومع ذلك، عند القيام بذلك، يجب أن تبقى منفصلة، أي خارج التقرير الرسمي لعمليات تدقيق سلامة الطرق (AUSTROADS, 2022).

كتابة التقرير هي مسؤولية قائد فريق التدقيق. يجوز لقائد الفريق تفويض الأقسام ليتم كتابتها من قبل أعضاء الفريق، ولكن يتم إعداد معظم التقارير من قبل مدقق واحد. تجب بعد ذلك مشاركة مسودة التقرير بين أعضاء الفريق بحيث يمكن لكل شخص المساهمة في التقرير وإبداء التعليقات والتصحيحات عند الضرورة. عند الانتهاء، يجب على قائد فريق التدقيق إرسال تقرير التدقيق النهائي، إلى جانب أي مواد داعمة (على سبيل المثال، نسخ من الرسومات المميزة، والصور، وما إلى ذلك) بشكل متزامن إلى العميل (مدير المشروع)، والمصمم، وجهة الطرق / المنظمة المشرفة، إذا كانت مختلفة عن العميل.

ط-٨-٧-٢ المحتويات

يجب أن يكون تقرير التدقيق/ الفحص موجزًا ودقيقًا وكاملًا من الناحية الفنية. يجب أن تحتوي على:

- صفحة عنوان بها اسم المشروع وموقعه.
- وصف موجز للمشروع متضمنًا أهدافه ومرحلة التدقيق.
- يجب أيضًا تضمين نظرة عامة موجزة عن نوع الطريق ووظائفه في شبكة الطرق وطبيعة بيئة الطريق. يمكن أن يكون هذا مصحوبًا بخريطة محلية.
- الغرض من فحص السلامة وطبيعته، على سبيل المثال، الفحص العام حيث يتم تحديد جميع مشاكل السلامة أو الفحص مع تركيز محدد على السلامة (على سبيل المثال، لبعض مجموعات مستخدمي الطريق أو عناصر الطريق).
- التفاصيل الإدارية مثل:
  - العقد أو الاتفاق الذي تتم بموجبه المراجعة.
  - اسم العميل ومدير المشروع وأسماء ممثلي العملاء الآخرين الذين يقومون بترتيب التدقيق.
  - اسم منظمة تدقيق /فحص سلامة الطرق وأعضاء فريق التدقيق.
- ملخص للمعلومات الأساسية التي قدمها العميل إلى فريق التدقيق.
- مواعيد الزيارات الميدانية وأحوال الطقس في الموقع في تلك الأوقات. أيضًا، الطريقة التي تم بها إجراء عمليات الفحص، على سبيل المثال، الملاحظات من السيارة، والملاحظات من جميع الطرق عند تقاطعات الطرق، والملاحظات كمشاة، وما إلى ذلك.
- مشاكل السلامة المحددة، سواء من تدقيق سطح المكتب وكذلك من عملية (عمليات) فحص الموقع، بترتيب ثابت قد يكون:
  - بالترتيب من الأعلى إلى الأقل خطورة، أو
  - في مجموعات من مشاكل السلامة المماثلة (على سبيل المثال، المقاطع العرضية، والمخاطر على جانب الطريق، والمشاة)، أو
  - حسب السلسلة خلال مدة المشروع.

  إن تضمين جدول ملخص لجميع مشاكل السلامة يساعد العميل بشكل عام على اتخاذ قرارات سليمة بشأن سلامة الطريق في الطريق الجديد.
- تصنيف مخاطر لكل مشكلة تتعلق بالسلامة (انظر الإرشادات لتقييم المخاطر في القسم الفرعي ط-٨-٧-٤).
- توصية واضحة وعملية لاتخاذ إجراءات تصحيحية لكل مشكلة تتعلق بالسلامة.
- صور فوتوغرافية، أو مقاطع من الرسومات الرقمية، تُظهر مشاكل تتعلق بالسلامة.
- بيان ختامي رسمي موقعة ومؤرخ من قبل قائد الفريق نيابة عن الفريق، يشير إلى أن الفريق قد قام بمراجعة الرسومات، وفحص الموقع وحدد مشاكل سلامة الطرق المذكورة في التقرير.
- قائمة بجميع الرسومات والتقارير والمستندات التي تمت مراجعتها كجزء من التدقيق، بما في ذلك أرقام الرسم والتواريخ. غالبًا ما تحتوي مشاريع الطرق الكبيرة على عدة أجيال من الرسومات وقد يتبين لاحقًا أنه من الضروري أن تكون محددًا فيما يتعلق بالرسومات التي تم تدقيقها.

في مشاريع الطرق الطويلة، قد يكون من الأنسب تقسيم المشروع إلى أقسام. على أي حال، إذا كان هناك أي قلق من فصل التوصيات المعتمدة بشكل متبادل في التقرير، فيجب الرجوع إليها.

لتعزيز الفهم الوطني لعملية التدقيق، من الأفضل أن تتبع تقارير التدقيق تنسيقًا أو نموذجًا متفقًا عليه. يمكن أن يساعد وجود نموذج مقبول على المستوى الوطني قائد الفريق في كتابة التقرير بوضوح واتساق. يتم عرض القوالب الموصى بها لتقارير التدقيق في الملحق ل.

ط-٨-٧-٣ وصف نتائج التدقيق

نتائج التدقيق عبارة عن قائمة بأوجه القصور التي تم تحديدها في السلامة: ما الخطر المحتمل بشأن التصميم أو ما قد يؤدي إلى وقوع حوادث أو إصابة ناتجة. لا ينبغي صياغة النتائج من حيث "الحل". على سبيل المثال، عندما يكون هناك جسر مرتفع وحاد يحمل طريقًا، فقد تكون النتيجة:

"*الردم في منطقة . . . شديد الانحدار ومرتفع للغاية بحيث يتعذر على مركبة جانحة اجتيازه أو استعادة السيطرة عليه*".

لا ينبغي وصف النتيجة بأنها " *الردم في. . . ليس له سياج حماية*"، لأن هذه ليست المشكلة، إنها أحد الحلول المحتملة (AUSTROADS, 2019).

ط-٨-٧-٤ تحديد مخاطر المشاكل المتعلقة بالسلامة

تحتوي معظم تقارير التدقيق/ الفحص على العديد من المشكلات المتعلقة بالسلامة، وغالبًا ما يحتاج مدير المشروع إلى بعض الإرشادات الإضافية لتحديد أولويات تلك التي يجب اتخاذ إجراء بشأنها أولًا. تتمثل إحدى طرق توجيه مدير المشروع في تقديم مستوى من المخاطر لكل مشكلة تتعلق بالسلامة تم الإبلاغ عنها في تقرير التدقيق. غالبًا ما يتم تعريف المخاطر على أنها احتمال حدوث مشكلة محتملة مضروبًا في شدة عواقب نتيجة السيناريو الأسوأ لنفس المشكلة المحتملة.

توضح الجداول أدناه خيار تقييم المخاطر الذي قد يساعد فريق التدقيق على تعيين مستوى من المخاطر لمشكلة تتعلق بالسلامة تم العثور عليها في عملية تدقيق (المصدر: ((AUSTROADS, 2019; Ministry of Transport, 2020) - مُعدّل). هذا ليس نظامًا علميًا ويجب استخدام الحكم المهني عند تنفيذه؛ ومع ذلك، على الرغم من أنه غير موضوعي، إذا تم تطبيقه باستمرار خلال عملية التدقيق، فقد يساعد تقييم المخاطر هذا في توجيه مدير المشروع لتخصيص الموارد للمشكلات ذات المخاطر الأعلى.

الجدول (ط–١) تقدير تكرار الحوادث المحتمل

التكرار	التعريف
متكرر	مرة واحدة أو أكثر في الشهر
محتمل	مرة واحدة أو أكثر في السنة (ولكن أقل من مرة واحدة في الشهر)
من حين لآخر	مرة كل خمس أو عشر سنوات
غير محتمل	أقل من مرة كل عشر سنوات

الجدول (ط–٢) تقدير الخطورة المحتملة لمشكلات تتعلق بالسلامة

وضع الخطورة	الوصف	الأمثلة
كارثي	من المحتمل حدوث وفيات متعددة	حوادث متعددة لمركبات بسبب السرعة العالية على الطرق شبه السريعة. اصطدام حافلة بسرعة عالية بدعامة جسر.
خطير	من المحتمل حدوث وفاة و/أو إصابات خطيرة	حوادث المركبات ذات السرعة العالية/ المتوسطة. حوادث اصطدام نتيجة السرعة العالية/المتوسطة بجسم ثابت على جانب الطريق. اصطدام أحد المشاة/ راكبي الدراجات بسيارة تسير بسرعة عالية.
منخفض	من المحتمل فقط حدوث إصابات طفيفة	حوادث السرعة المنخفضة، مثل الاصطدام الخلفي في مسار منزلق، أو اصطدام أحد المشاة في موقف للسيارات.
محدود	إصابات بسيطة أو أضرار في الممتلكات فقط	حوادث المركبات ذات السرعة المنخفضة للغاية. تعثر أحد المشاة على ممر مشاة غير مستوٍ. اصطدام سيارة بجزيرة وسطية في موقف للسيارات.

الجدول (ط–٣) تقدير مستوى المخاطرة الناتج

	متكرر	محتمل	من حين لآخر	غير محتمل
كارثي	مرتفع للغاية	مرتفع للغاية	مرتفع للغاية	مرتفع
خطير	مرتفع للغاية	مرتفع للغاية	مرتفع	متوسط
منخفض	مرتفع للغاية	مرتفع	متوسط	منخفض
محدود	مرتفع	متوسط	منخفض	منخفضة

الجدول (ط–٤) وضع نهج علاجي مقترح

المخاطر	نهج العلاج المقترح
مرتفع للغاية	يجب تصحيح مشكلة السلامة (بأي ثمن).
مرتفع	يجب تصحيح مشكلة السلامة (أو تقليل المخاطر بشكل كبير)، حتى لو كانت التكلفة عالية.
متوسط	يجب تصحيح مشكلة السلامة (أو تقليل المخاطر بشكل كبير) إذا كانت تكلفة التصحيح معتدلة، ولكنها ليست عالية.
منخفضة	يجب تصحيح مشكلة السلامة (أو تقليل المخاطر) إذا كانت تكلفة التصحيح منخفضة.

ط-٨-٧-٥ تقديم التوصيات

يجب أن يوجه تقرير تدقيق سلامة الطرق عملية اتخاذ القرار. يجب أن تكون التوصيات المقدمة مناسبة لفئة الطريق ونوع المشروع ومرحلة التدقيق. يجب أن تشير توصية المراجعة إلى الاتجاه الذي يجب أن يتم البحث فيه عن حل، بدلًا من تحديد الحل نفسه، حيث لا يعرف المدققون عادةً جميع قيود المشروع وإمكانياته. على سبيل المثال، قد يكون الوصف المناسب للتوصية هو "*تسطيح الجسر أو حمايته*"، في حين أن "*تثبيت سياج الحماية*" توجيهي للغاية، لأنه يركز على حل واحد ممكن فقط، حتى مع تجاهل أنواع مختلفة من حواجز الاصطدام. ومع ذلك، في بعض الأحيان، هناك خط رفيع بين التوصية والحل. إذا كانت حركة المرور تسير في الاتجاه

الخاطئ في شارع ذي اتجاه واحد، فقد لا يكون هناك خيار آخر سوى استخدام علامة قياسية، ويجب اقتراح ذلك في تقرير تدقيق سلامة الطرق (AUSTROADS, 2019).

إذا تم اكتشاف مشكلة تتعلق بالسلامة في مرحلة مبكرة من التدقيق لعملية التصميم، فقد يتم إعطاؤها توصية مختلفة مقارنة بنفس المشكلة في حال تم اكتشافها في مرحلة لاحقة من التدقيق. على سبيل المثال، يمكن معالجة مشكلة تتعلق بالسلامة (على سبيل المثال، حول تخطيط المحول) من خلال التوصية بتغييرات هندسية أثناء مرحلة التصميم الأولية، بينما من غير المرجح أن يتم الاتفاق على هذه التغييرات الجوهرية لاحقًا في المشروع.

عند صياغة التوصيات، يحتاج قائد الفريق إلى (AUSTROADS, 2019):

- أن يكون بنّاءً بشأن كيفية حل مشكلة السلامة،
- وأن يكون واقعيًا، وبالنظر إلى خطورة المشكلة وتكلفة الحلول، أن يقدم توصيات مجدية،
- وأن يضع في اعتباره أنه قد يكون هناك حلول عالية التكلفة/منخفضة التكلفة وقصيرة/طويلة الأجل،
- وأن يتجنب إعادة التصميم أو تحديد الحلول بالتفصيل، ولكن في الوقت نفسه ألا يكون غامضًا أو عامًا بدرجة لا يفهمها العميل.

ط-٨-٨ اتصالات ما بعد التدقيق

تُعدّ اتصالات ما بعد التدقيق مهمة للتنفيذ الناجح لتوصيات السلامة وكذلك لأسباب تتعلق بالمساءلة. سيكون تقرير تدقيق سلامة الطرق ونموذج الملاحظات الوسيلتين الأساسيتين لفريق تدقيق سلامة الطرق لإبلاغ المعلومات التي يتضمنها التقرير للعميل والمصمم والمؤسسة المشرفة (إن أمكن). قد تكون هناك حاجة لاجتماعات المراجعة اللاحقة لتوضيح المشكلات التي تم تحديدها أثناء المراجعة؛ ويتم تضمين سجل هذه الاجتماعات في وثائق تدقيق سلامة الطرق.

عند استلام تقرير تدقيق سلامة الطرق، يجب على العميل مراجعة مخاوف السلامة وتوصيات التدقيق. في حالة إجراء تدقيق في مرحلة التصميم، يجب على المصمم أيضًا مراجعة مخاوف السلامة والتوصيات الواردة في تقرير تدقيق سلامة الطرق، ولكل موضوع، عليه تقديم استجابة في نموذج ملاحظات التدقيق (انظر نموذج ملاحظات تدقيق سلامة الطرق في الجزء الفرعي ل-٣). إذا اشتملت المراجعة على مرحلة ما قبل الافتتاح أو ما بعد الافتتاح، فيجب تلقي التعليقات من مقاول الإنشاء. إذا كان التدقيق يتضمن فحصًا لطريق موجود، فيجب تلقي التعليقات على تقرير فحص سلامة الطرق من الإدارة ذات الصلة (العمليات، وسلامة الطرق، والصيانة) لمنظمة العميل (المسؤولة عن الطريق المحدد).

قد تكون هناك حاجة إلى عقد اجتماع إنهاء العمل بعد أن يقوم قائد فريق التدقيق بإرسال تقرير تدقيق سلامة الطرق المكتمل إلى مدير المشروع، خاصة لعمليات تدقيق المشروعات المعقدة، أو عند مشاركة عدة أطراف. بالإضافة إلى ذلك، قد يكون اجتماع إنهاء العمل فرصة مفيدة للمساعدة في التدريب من خلال تعريف المشاركين بالعملية الكاملة وطبيعة النتائج والتوصيات (AUSTROADS, 2022).

يجب أن يشمل اجتماع إنهاء العمل فريق التدقيق ومدير المشروع والمصمم. من منظور تعاقدي، يعد اجتماع إنهاء العمل عادةً آخر ما يقوم به فريق التدقيق. خلال الاجتماع، قد يقوم رئيس فريق التدقيق بتحديد نتائج وتوصيات تدقيق سلامة الطرق. سيشمل هذا عادة مناقشة كل مخاوف تتعلق بالسلامة، وتقييم المخاطر الخاصة بها وتوصياته فيما يتعلق بالتخلص من مخاوف السلامة. لذلك، من المهم أن يكون لدى مدير المشروع فهم جيد للنتائج والتوصيات والعوامل والمبادئ الكامنة وراءها. يمكن حل سوء التفاهم في هذا الاجتماع، ولكن من الأفضل أن يتم ذلك قبل كتابة التقرير. قد يوفر الاجتماع أيضًا فرصة لمدير المشروع و/أو المصمم لطلب اقتراحات للتغلب على المشكلات المحددة.

ط-٨-٩ الرد على تقرير التدقيق

بمجرد إصدار تقرير التدقيق، يجب على العميل الشروع في مراجعة كل مخاوف تتعلق بالسلامة وكل توصية في التقرير وتحديد ما إذا كان سيقبل أو يرفض كل منها. سيساعد المصمم من خلال تقديم ردود واضحة حول ما إذا كانت مخاوف سلامة التدقيق مبررة، في رأي المصمم، وما إذا كان المستوى المقدر للمخاطر مناسبًا وما إذا كانت توصيات السلامة واقعية ومجدية. ومع ذلك، فإن القرار والمسؤولية عن قبول أو رفض نتائج التدقيق تقع على عاتق العميل. في المشروعات المعقدة، قد يرغب العميل أو المصمم في الاتصال بخبير/استشاري مستقل للمساعدة في تفاصيل كيفية الاستجابة لكل نتيجة أو توصية تدقيق (AUSTROADS, 2019).

في حال كان العميل مؤسسة خاصة، يجب أن توافق المنظمة المشرفة على استجابة العميل لنتائج التدقيق.

يجب على العميل (مدير المشروع) الرد على كل مشكلة والتوصية رسميًا باستخدام نموذج الملاحظات/ تقرير الاستثناء. هناك ثلاثة خيارات عامة للاستجابة لنتائج التدقيق والتوصية (التوصيات) ذات الصلة (AUSTROADS, 2019; AUSTROADS, 2022):

١- قبول النتيجة والتوصية في مجملها – الخطوة التالية واضحة ومباشرة وتتضمن توثيق الإجراء (الإجراءات) المقترحة في تقرير الإجراءات التصحيحية وتنفيذ التغييرات المتفق عليها وفقًا لذلك.

٢- قبول النتيجة وعدم قبول التوصية- قد يطلب مدير المشروع من المصمم طرقًا بديلة لحل المخاوف المتعلقة بالسلامة. يتوصل مدير المشروع إلى هذا القرار من خلال إجراء سياق محلي وتقييم للمخاطر، مع الأخذ في الاعتبار:
- نتائج فريق التدقيق،
- تقييم مخاطر راعي المشروع والمصمم،
- شدة الضرر وفعالية العلاجات المقترحة (بما في ذلك تحسين التوصية)،
- تكلفة وفعالية المعالجات البديلة المحتملة.

في كثير من الأحيان، وبسبب القيود، يمكن فقط معالجة جوانب معينة من المخاطر من خلال تنفيذ العلاج (المعالجات) المختارة على مراحل (على سبيل المثال، على المدى القصير والمتوسط والطويل). على هذا النحو، يتعين على مدير المشروع التعرّف على المخاطر المتبقية المرتبطة بالتصميم أو عناصر معينة لشبكة الطرق وتوثيقها.

٣- رفض النتيجة وعدم اتخاذ أي إجراء – قد يقرر مدير المشروع رفض النتيجة وعدم اتخاذ أي إجراء ولكن يجب أن يفعل ذلك بحذر. في ظل هذه الظروف، تقع على عاتق مدير المشروع مسؤولية تبرير القرار وتوثيقه بالأساس المنطقي والأدلة.

يتم تسجيل العملية المذكورة أعلاه في نموذج ملاحظات تدقيق سلامة الطرق، ويتم توفير نسخ من النموذج لجميع المجموعات المعنية. يجب على قائد فريق تدقيق سلامة الطرق مراجعة كل الردود للتأكد من أن المصمم قد فهم مخاوف السلامة على النحو الموصوف واستجاب للمخاطر كما هو موضح بقبول توصية المدقق أو تقديم بديل معقول.

بمجرد الانتهاء من نموذج الملاحظات واتخاذ قرار بشأن الإجراءات، يجب تنفيذ الإجراءات المتفق عليها. يجب على المصمم تطوير تغييرات التصميم التي تعالج مخاوف السلامة. إذا كان تدقيق سلامة الطرق في مرحلة ما قبل الافتتاح أو بعد الافتتاح، فيجب تنفيذ الإجراءات في أقرب وقت ممكن في الموقع. قد تكون هناك حاجة إلى تحذير مؤقت أو تخطيط أو علاج آخر حتى يتم تنفيذ الحل المتفق عليه. إذا اشتمل التدقيق على فحص سلامة الطريق لطريق موجود، فقد يتم تنفيذ بعض التوصيات بسرعة (على سبيل المثال، من خلال قسم الصيانة/ التشغيل)، بينما بالنسبة للتغييرات الأكثر شمولاً، فقد تكون هناك حاجة أولاً إلى التكليف بإجراء التصميم والموافقة عليه.

يجب تسجيل الإجراءات المتخذة (على سبيل المثال، وصف العمل، والجهة المنفذة وتوقيت التنفيذ). هذا لإغلاق نتائج تدقيق سلامة الطرق تمامًا بالإضافة إلى تسجيل الحقائق للأعمال التي تم إكمالها. يجب أيضًا تحديد أسباب أي اختلافات عن الإجراء المقترح كتابةً (AUSTROADS, 2019).

الملحق ي - حالات دراسية لتدقيق وفحص سلامة الطرق

في هذا الملحق، يتم تقديم حالات دراسية للتدقيق لعرض بعض مخاوف السلامة التي تظهر عادةً في مراحل مختلفة من التدقيق وفي أنواع مختلفة من مشاريع الطرق. تم اختصار الحالات الدراسية لتسليط الضوء على الاختلافات النسبية في مخاوف السلامة النموذجية التي يمكن تحديدها في مرحلة مبكرة مقابل مرحلة لاحقة من التدقيق. في إحدى الحالات، يكون تقريرًا مركبًا عن عمليات تدقيق مماثلة أجريت على طرق/ طرق مماثلة لنفس المرحلة من التدقيق.

يمكن أن تساعد دراسات الحالة هذه في فهم عملية التدقيق من خلال تسليط الضوء على القضايا المهمة مثل:

- من المرغوب فيه للغاية وجود فريق تدقيق مكون من مدققين أو ثلاثة مدققين معتمدين. المزيد من الأعين في الموقع يعني فرصة أكبر للكشف عن مخاوف تتعلق بالسلامة.
- توفر تدقيقات مرحلة التصميم فرصًا لإجراء تحسينات على السلامة بينما لا تزال المخاوف في الرسومات فقط. تكون التغييرات في هذه المراحل المبكرة أسهل وعادة ما تكون أقل تكلفة من التغييرات الموجودة في مراحل التدقيق اللاحقة. في وقت سابق، كان ذلك أفضل مع التدقيقات.
- يجب أن يكون المدققون من ذوي الخبرة في جميع جوانب هندسة سلامة الطرق - من حواجز السلامة إلى اللافتات، ومن مستخدمي الطريق المعرضين للخطر إلى التصميم الهندسي. يحتاج المدقق إلى أن يكون قادرًا على فهم الرسومات وأن يكون قادرًا على تقييم تأثيرات السلامة التي قد تحدث للطريق الجديد على جميع مستخدمي الطريق.
- تعتبر تدقيقات مرحلة الإنشاء مهمة لسلامة مستخدمي الطريق وعمال الطرق. يمكن إجراء تحسينات كبيرة بتكلفة منخفضة للغاية من خلال عمليات تدقيق مواقع العمل على الطرق، ولكن تصحيح مواقع العمل غير الآمنة يجب أن يتم بسرعة. مديرو المشروع بحاجة إلى التنبيه على هذا الأمر.
- تعتبر تدقيقات مرحلة ما قبل الافتتاح مفيدة، لكنها غالبًا ما تُبلّغ عن مخاوف تتعلق بالسلامة كان من الممكن الكشف عنها مسبقًا. عادةً ما تتطلب التغييرات بعد انتهاء المشروع عملاً إضافيًا ونفقات إضافية.

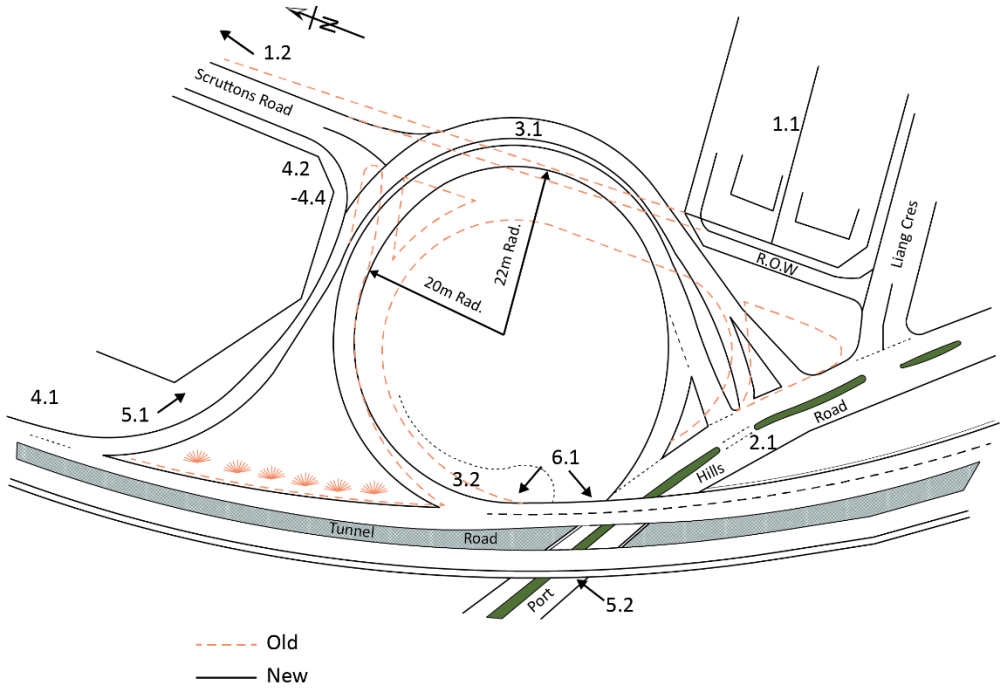
يتم استخدام التنسيق في شكل جداول في كل دراسة حالة لتلخيص نتائج التدقيق الرئيسية. يعد هذا التنسيق في شكل جداول طريقة مقبولة على نطاق واسع لتقديم مخاوف السلامة جنبًا إلى جنب مع تصنيف المخاطر والتوصية لكل منها.

ي-١ تدقيق مرحلة التصميم الأولي

المصدر: (*AUSTROADS, 2019*)

خلفية المشروع:

تم إنشاء تقاطع على نفق بمستوى مختلف منذ ٣٠ عامًا، مع بناء جسرين توأمين يسيران فوق الطريق عبر طريق متقاطع (طريق Port Hills– انظر الشكل (ي-١). بعيدًا عن التقاطع المصمم على مستويات مختلفة، فإن طريق النفق هو طريق ذو مسارين؛ وهو عالٍ السرعة وله ممر واحد. تربط المنحدرات الطريق مع تقاطعات على نفس المستوى على طريق Port Hills، مما يلبي الحركات في جميع الاتجاهات. تستخدم المنحدرات داخل وخارج الطريق السريع المتجه جنوبيًا طريقًا محليًا (طريق Scruttons) للاتصال بطريق Port Hills. بعض العناصر الهندسية لهذه الوصلة دون المستوى المطلوب من المواصفات، مقارنة بالمتطلبات المعاصرة، ويُقترح إعادة تصميم المنحدرات لتحسين الطابع الهندسي، وتسهيل حركة عدد كبير من الشاحنات والتركيز على الحركات الرئيسية، بدلاً من التركيز على الطرق المحلية. الأعمال المقترحة موضحة في مخطط رقم P201 (الشكل ي-١) بخطوط متصلة (التخطيط السابق بخطوط حمراء متقطعة). من أجل الفهم المناسب الشكل (ي-١) لذلك، يُلاحظ أن السائقين في أستراليا يقودون سياراتهم على اليسار.



الشكل (ي–١) مخطط رقم P201 لتخطيط الطريق المقترح (الحالة الدراسية ١) (AUSTROADS, 2019)

الجدول (ي–١) نتائج وتوصيات التدقيق (الحالة الدراسية ١) (AUSTROADS, 2019)

الموقع	مخاوف تتعلق بالسلامة	الرسم/الصورة	المخاطر	التوصية
طريق Scruttons	يُقترح الوصول إلى المنزلين في طريق Scruttons عبر يمين الطريق الذي يتقاطع مع Laing Crescentعلى بعد أمتار قليلة فقط من تقاطع طريق Port Hills /Laing Crescent. نقاط التقاطع هذه قريبة جدًا من الأمان. أيضًا، من الواضح أن المنزلين يقيدان خيارات تصميم المنحدر وأن التوصيات في مكان آخر في هذا التقرير قد تؤدي إلى صعوبات أكبر في توفير الوصول إلى هذين المنزلين.		**متوسطة**	ضع في اعتبارك شراء هذين المنزلين أو الحصول على المنزل الأقرب للشمال واطلب وصول السيارة إلى المنزل الأقرب للجنوب عبر واجهة Laing Crescent فقط. إذا تعذر القيام بذلك، فأعد فتح دراسة الجدوى للمشروع وابحث عن طرق أخرى أو مواقع أخرى لإجراء التحسينات.

الموقع	مخاوف تتعلق بالسلامة	الرسم/الصورة	المخاطر	التوصية
طريق Scruttons	ليس من الواضح أن الوصول إلى طريق Scruttons ما يزال متاحًا، إلا من خلال منعطف لليسار خارج الطريق المنحدرة. قد يؤدي هذا إلى انعطافات خطيرة على طريق النفق، أو حركات خاطئة في مكان آخر. يوجد في التقاطع مساحة قليلة جدًا متاحة لتحسين الوصول إلى طريق النفق.		**عالية**	توفير وصول كافٍ إلى/من طريق Scruttons عبر نظام الطرق المحلي.
تقاطع طريق Port Hills	يؤدي تحريك نقطة الانعطاف اليمنى من طريق Port Hills بالقرب من الجسر إلى تقليل مسافات الرؤية. لا يوجد سوى ٤٥ مترًا من مسافة الرؤية الأمامية لسائق السيارة الذي يتجه يمينًا إلى المنحدر، نظرًا لموضع الجسر. هذا غير كافٍ عند السرعات المرورية المحتملة. أيضًا، نتج عن التصميم إنشاء تقاطعين متقاربين على طريق Port Hills (في Laing Crescent وفي المنحدرات الداخلية/الخارجية). هذا أمر خطير لأن السائقين قد يسيئون تفسير تحركات السيارة التي تنوي الانعطاف إلى أحد هذه الطرق الجانبية.		**عالية**	أعد تصميم التقاطع لتجنب هذه المشاكل. ضع في اعتبارك أن أرصفة الجسر ستحد من رؤية سائقي السيارات المتجهين جنوبًا لأي إشارة أو لافتة أو مركبة في الاتجاه المعاكس لجنوب الجسر. مع مراعاة التعليق أعلاه، قد يوفر إنشاء دوار يشمل Laing Crescent حلاً.
مدخل المنحدر الجنوبي	عند النظر في عدد الشاحنات الكبيرة التي تستخدم هذا المنحدر، فإن عرض ١,٢ متر، للجزيرة الوسطية بين مدخل المنحدر ومخرجه ضيق للغاية بحيث لا يعطي مساحة كافية بين المركبات الكبيرة المتواجهة أو للسماح بوجود أي علامات.		**متوسطة**	زيادة عرض الجزيرة الوسطية إلى ٢,٠ متر على الأقل.
مدخل المنحدر الجنوبي	عندما يلتقي مدخل المنحدر مع مسار الطريق عبر طريق النفق، يكون نصف القطر أكبر مما هو عليه في الوقت الحالي ولكنه لا يزال غير كافٍ. يتطلب منحنى انتقالي بنصف قطر أكبر لربط المنحدر المنحني بالطريق السريع على الجسر. وإلا فإن الشاحنات سوف تتعدى على المسار الأيمن (والتي ستكون حركة مرورها ١٠٠ كم/ساعة). ويلزم ترسيم حدود واضحة للفصل بين المسارين على الجسر والمسارين في كلا الاتجاهين. وينبغي وضع تحذير بشأن "المسار الإضافي" ضمن حركة المرور في كلا الاتجاهين.		**عالية**	إعادة تصميم مدخل المنحدر وربطه بطريق النفق ليشمل انتقالًا هندسيًا. إيلاء اهتمام خاص للترسيم والتحذير حول تقاطع مدخل المنحدر وطريق النفق.

الموقع	مخاوف تتعلق بالسلامة	الرسم/الصورة	المخاطر	التوصية
مخرج المنحدر الجنوبي	يتكون مخرج المنحدر الجنوبي من انحرافٍ قصيرٍ من المسار المتجه جنوبًا، يليه منحنى عكسي على المنحدر. يعتبر التدرج منحدرًا. نظرًا لأن سرعات الاقتراب ستكون ١٠٠ كم/ساعة وسرعة المنحدر الآمن أقل بكثير من ذلك، يلزم وجود مسار تباطؤ طويلة وواسعة بشكل كافٍ قبل المنحدر المنحني (تجنبًا لوقوع تصادم مقدمة مركبة في مؤخرة مركبة أخرى في المسار المار وحوادث الانحراف عن الطريق في بداية المنحدر المنحني).		**متوسطة**	إعادة تصميم مسار التباطؤ لسرعات المركبة المحتملة، مما يسمح بالتباطؤ بعيدًا عن المسار المار. ضع في اعتبارك تسطيح نصف قطر المنحنى، مع مراعاة المشكلات عند تقاطع طريق سكروتونز.
مخرج المنحدر الجنوبي	عند تقاطع مخرج المنحدر مع طريق سكروتونز، سيكون من المهم إبلاغ سائقي السيارات من طريق سكروتونز أنه يجب عليهم الانعطاف يسارًا، وأن حركة المرور على الطريق المنحدر قد تأتي من خلفهم بسرعة.		**عالية**	ضع في اعتبارك وجود العلامات والترسيم وجزيرة مقسمة أو أي منها في طريق سكروتونز لضمان عدم إجراء تحركات خاطئة. قم بمحاذاة طريق سكروتونز مع مخرج المنحدر بحيث تكون المركبات التي تخرج من الطريق السريع مرئية. تأكد من أن خط الرؤية من التقاطع خالٍ من الأراضي الخاصة. احصل على الأرض إذا لزم الأمر. تحقق من ضرورة وجود انحراف تباطؤ إلى اليسار في طريق سكروتونز.
مرافق الدراجات	يُسمح لراكبي الدراجات باستخدام طريق النفق شمال طريق بورت هيلز. يجب توفير عرض مسار منفصل في منطقة مسار التباطؤ ومخرج المنحدر، حيث أن عرض المسار المقترح غير كاف للاستخدام المشترك من الشاحنات والدراجات.		**عالية**	توفير قطاع محدد بشكل منفصل من مسار الطريق لراكبي الدراجات من بداية مسار التباطؤ حتى طريق بورت هيلز.
مرافق الدراجات	على طريق بورت هيلز تحت الجسر، ينقسم الطريق إلى مسارين بممر واحد، مع أرصفة جسر في الوسط ومجاورة للحواف الخارجية لمسارات الطريق. هذه المسارات ضيقة للغاية للاستخدام المشترك من راكبي الدراجات وحركة مرور السيارات.		**عالية**	توفير ممر للدراجات عن طريق تحويل ممر المشاة إلى ممر مشاة مشترك. الانتباه بشكل خاص إلى مسارات الدراجات اللاحقة عبر التقاطع (التقاطعات) القريبة.
الحماية من التصادم	هناك العديد من مخاطر التصادم بالأجسام الثابتة الموجودة في هذا الموقع.		**عالية جدًا**	توفير حاجز تصادم لحماية المستخدمين من: • أرصفة الجسر على طريق بورت هيلز • الدعامة الشمالية اليسرى للجسر المتجه جنوبًا، ومناطق الطرق الوعرة ذات الخطورة العالية في المستقبل عند المنحدرات المنحنية.

ي-٢ تدقيق مرحلة التصميم التفصيلي للازدواجية المقترحة لطريق وطني

المصدر: (*Ministry of Transport, 2020*)

خلفية المشروع:

يتضمن المشروع تطوير وازدواجية طريق وطني قائم (الشكل ي-٢) على طول المحاذاة الحالية في الاتجاه الغربي من منطقة العاصمة إلى حدودها. يبدأ الطريق عند الكيلومتر ٠٠٠+٠ (العلامة الكيلومترية التي تتزامن مع سلسلة التصميم) وينتهي عند النقطة الحدودية عند الكيلو ٥٠٠+٦١. سيكون أول ٥٥,٠ كم عبارة عن طريق مزدوج مكون من ٤ مسارات، بينما سيتم إعادة تأهيل آخر ٦,٥ كم والاحتفاظ بهذه المسافة كطريق مفرد وفقًا لمواصفة تصميم وزارة النقل الحالية. ويعتبر الطريق طريقًا هامًا لحركة المرور ونقل البضائع. الطريق مسطح بشكل عام مع محاذاة أفقية كبيرة. ويمر عبر بلدة واحدة (بالقرب من الكيلو ٣١) وبالقرب من قريتين صغيرتين.

تدقيق الفحوصات:

شمل تدقيق سلامة الطرق عمليات فحص للموقع على مدار يومين وليلتين – يوم الأربعاء ١٥ والخميس ١٦ ديسمبر (نهارًا وليلًا). كان الطقس خلال عمليات الفحص لطيفًا ومعتدلًا خلال نهار اليومين؛ وكان باردًا وجافًا خلال الليلتين.

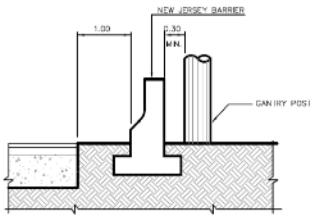
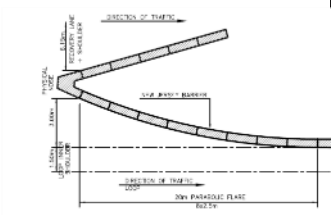


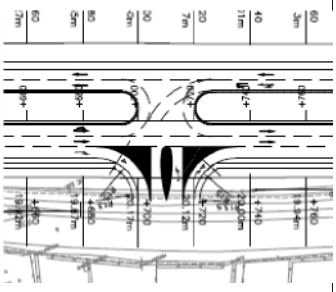
الشكل (ي–٢) الطريق الوطني الحالي (الحالة الدراسية ٢) (Ministry of Transport, 202**0**)

قاد فريق التدقيق على الطريق الحالي في كلا الاتجاهين خلال النهار والليل أثناء إجراء عمليات الفحص.

الطريق في حالة سيئة بشكل عام، لكن لم يكن يتواجد فريق التدقيق لفحص الظروف الحالية. بدلًا من ذلك، كان الفريق متواجدًا لدراسة الرسومات ومحاولة تخيل كيف سيبدو الطريق الجديد وكيفية تشغيله عند اكتمال الترقية. وأشاروا إلى مختلف مجموعات مستخدمي الطرق (سائقي السيارات والشاحنات والحافلات) والتضاريس، وبحثوا عن الأماكن التي قد يتفاعل فيها السكان المحليون مع الطريق (مثل محطات وقوف الحافلات أو نقاط عبور الحيوانات).

الجدول (ي–٢) نتائج وتوصيات التدقيق (الحالة الدراسية ٢) (Ministry of Transport, 2020)

الموقع	مخاوف تتعلق بالسلامة	الرسم/الصورة	المخاطر	التوصية
مخاوف تتعلق بالسلامة فيما يتعلق بالتطوير والازدواجية المقترحة لطريق وطني				
بنود عامة	ستكون أعمدة الإنارة الفولاذية المقترحة (الموضحة في الرسومات القياسية ومثل العمود الموضح في الصورة المرفقة من نفس المنطقة) مخاطر ثابتة على جانب الطريق. يجب تغييرها (إلى أعمدة قابلة للثني) أو تثبيتها بأمان خلف الحاجز المناسب. في حالة استخدام حاجز فولاذي، يجب أن وضع جميع الأعمدة خلفه بمسافة متر واحد على الأقل للسماح بانحراف الحاجز أثناء التصادم. وأي إزاحة أقل قد تؤدي إلى "انزلاق".		**متوسطة**	مراجعة نوع أعمدة الإنارة المقترح استخدامها؛ ومحاولة استخدام نوع أعمدة قابلة للثني (قاعدة أعمدة منزلقة مقترحة). عرض مواقع الإنارة في رسومات التصميم. التأكد من أن الأعمدة تقع خارج المنطقة الخالية أو أنها أعمدة ذات قاعدة منزلقة أو موجودة في مكانها الصحيح خلف الحاجز.
بنود عامة	تظهر الرسومات القياسية أعمدة جسر الرافعة على طول الجزيرة الوسيطة، ولكن الرسومات لا توضح "عرض العمل" المطلوب لأعمدة الإنارة. عرض العمل هو الخلوص الجانبي المطلوب بين جسم عمودي (مثل عمود إنارة) ومركبة عالية التصادم بحيث لا تتعطل المركبة بالجسم. هذا التصميم لا يُوضح مشكلة السلامة هذه.		**متوسطة**	مراجعة التصميم. محاولة توفير عرض عمل مناسب وفقًا لمواصفة AASHTO (٣,٠ م أو أوسع). إذا لم يكن ذلك ممكنًا، فأعد تصميم الحاجز الخرساني لجعله أعلى وأكثر عمودية على مقربة من كل جسر. وهذا لتقليل "مسافة الدوران" لمركبة كبيرة مصطدمة.
بنود عامة	تُظهر الرسومات القياسية تخطيطًا مقترحًا لحاجز نيوجيرسي الخرساني في كل منطقة مثلث حرج . سيسبب هذا الترتيب مخاطر كبيرة وعالية الخطورة على جانب الطريق عند النقطة التي إذا ارتكب فيها السائقون خطأ عند الخروج، فإن مركبتهم ستصطدم بالطرف المدبب للحاجز. سوف تحدث حوادث تصادم خطيرة للغاية بسبب البيئة عالية السرعة.		**عالية**	مراجعة كل منطقة مثلث حرج والتحقق من سبب وجود الحاجز. إذا لم يكن ذلك ضروريًا لحماية الخطر، فلا تستخدمه. مراجعة التخطيط القياسي؛ ومحاولة تطوير تصميم لا يؤدي إلى مثل هذه النهاية الحادة والخطرة. إذا تعذر تحقيق هذه الخيارات بأمان، فقم بتركيب مخففات الصدمات لحماية كل نقطة نهاية خطرة.

الموقع	مخاوف تتعلق بالسلامة	الرسم/الصورة	المخاطر	التوصية
الكيلو ٢٢+٤٥٠	في هذا الموقع، يُقترح فتحة في الجزيرة الوسطية وتقاطع على شكل حرف T للوصول إلى المستوطنة القريبة ومنطقة الاستراحة المستقبلية المقترحة. ستكون الفتحة في الجزيرة الوسطية أيضًا بمثابة فرصة للانعطاف. ومع ذلك، لا توجد مسارات انعطاف يسرى محمية مقترحة في فتحة الجزيرة الوسطية لأي من الاتجاهين. وهذا من شأنه أن يُسبب خطرًا كبيرًا من الاصطدامات الخلفية حيث ستبطئ المركبات أثناء الانعطاف من المسار "السريع".		**متوسطة**	مراجعة التصميم؛ النظر في إنشاء معالجة منفصلة لهذا الموقع لإزالة خطر الانعطاف وتباطؤ حركة المرور في موقع عالي السرعة. إذا لم يتم الاتفاق على ذلك، يلزم التأكد من تعديل هذا التصميم لتوفير مسارات انعطاف يسرى محمية على كلا المدخلين إلى الفاصل في الجزيرة الوسطية.
الكيلو ٥٥+٠٠٠	في نهاية القطاع المزدوج من الطريق، حيث يعود الطريق إلى طريق مفرد، تظهر الرسومات زوجًا من اللافتات التحذيرية غير الصحيحة. اللافتات تُوضح ضيق الطريق. يجب أن تكون لافتات تحذيرية بشأن نهاية الطريق المزدوج. يمكن أن تسبب اللافتات غير الصحيحة ارتباكًا وقد يقوم بعض السائقين بحركات غير صحيحة. سيكون لهذا الموقع حركة مرور عالية السرعة، وبالتالي فإن أي تحركات غير صحيحة قد تؤدي إلى عواقب وخيمة.		**متوسطة**	إزالة اللافتات التحذيرية التي توضح ضيق الطريق من الرسومات. تثبيت زوج من لافتات الطريق المزدوج. وضع لافتات تحذيرية نهاية الطريق (واحدة على كل جانب من جانب الطريق) بحوالي ١٥٠ مترًا قبل نهاية الجزيرة الوسطية.  وبالمثل، عرض زوجًا من اللافتات التحذيرية "بداية الطريق المزدوج " لحركة المرور في الاتجاه الآخر.
الكيلو ٥٥+٠٠٠ إلى ٥٥+١٠٠	قد لا يكون السائقون المتنقلون في اتجاه الغرب الذين على وشك مغادرة القطاع المزدوج من الطريق على علم بأن قطاع الطريق الذي هم على وشك التنقل فيه هو طريق مفرد. يجب أن يكونوا مستعدين لحركة المرور القادمة. لا تظهر الرسومات أي لافتات أو علامات أرضية أو أجهزة أخرى لتنبيه السائقين وتذكيرهم بهذا الخطر. لا يتم إعطاء السائقين المتجهين شرقًا أي تحذير للبقاء على الطريق الصحيح حيث يصبح الطريق أمامهم طريقًا مزدوجا. يحتاج كلا اتجاهي التنقل إلى تحذير جيد بشأن تغيير حالة الطريق مستقبلًا.	 	**عالية**	استخدام علامات لدائنيه حرارية بيضاء لدمج المسارين المتجهين غربًا في مسار واحد قبل عدة مئات من الأمتار من نهاية الجزيرة الوسطية. تثبيت زوج واحد على الأقل من لافتات التحذير "حركة المرور في اتجاهين" في أول ١٠٠ متر بعد نهاية الطريق المزدوج لحركة المرور المتجهة إلى الغرب. استخدام التظليل لتحديد بداية الجزيرة الوسطية لحركة المرور المتجهة شرقًا؛ وتوسيع الخطوط الوسطية البيضاء المزدوجة غربًا لمنع التجاوز في قطاع "الانتقال". تثبيت عاكس كبير. الالتزام بالسير جهة اليمين (اجتياز هذا الجانب) علامة في نهاية الجزيرة الوسطية لمواجهة حركة المرور المتجهة شرقًا.

ي-٣ تدقيق مرحلة الإنشاء للأعمال على طريق وطني

المصدر: (*Ministry of Transport, 2020*)

خلفية المشروع:

يتضمن هذا المشروع ترقية القطاع الشرقي من طريق مزدوج مكون من أربعة مسارات. ويشمل العمل إعادة تأهيل كلا المسارين، واستبدال أربعة عبّارات تالفة، وجسر علوي بطول إجمالي قدره ١٥,٨ كيلومترا. الطريق في تضاريس مموجة في منطقة ريفية. تستخدمه العديد من الشاحنات والحافلات والسيارات.

وبدأت أعمال الإنشاء في الأسبوع الثاني من شهر مايو. تم إجراء تدقيق لمرحلة الإنشاء لتنظيم حركة المرور المؤقتة لأعمال الطرق، كشرط من شروط العقد. وقد تضمن تدقيقًا نظريًا لخطط إدارة حركة المرور (TMPs) المقدمة من المقاول بالإضافة إلى تدقيق لخطة إدارة حركة المرور الأولية بمجرد إعدادها. يوضح هذا التقرير بالتفصيل النتائج الرئيسة للسلامة من كلا الجزأين من تدقيق أعمال الطرق هذا.

تدقيق الفحوصات:

أُجرية عملية التدقيق النظرية لخطط إدارة حركة المرور يوم الأحد ١٠ أبريل. ثم أُجري فحص للموقع يوم الثلاثاء ١٢ أبريل (نهارًا وليلًا) لفريق التدقيق للتعرف على الطريق في هذا الموقع. كان الطقس خلال عملية الفحص هذه لطيفًا ودافئًا. تم إجراء عملية فحص أُخرى للموقع يوم الثلاثاء ١٠ مايو (اليوم الأول الذي أُعدت فيه خطط إدارة حركة المرور) مع بدء الإنشاء. وقد أُجري هذا الفحص في الموقع بعد الظهر وحتى وقت متأخر من الليل. كان الطقس لطيفًا وحارًا.

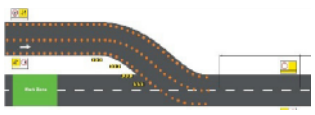


الشكل (ي–٣) أعمال على الطريق الحالي المزدوج المكون من أربعة مسارات (الحالة الدراسية ٣) (Ministry of Transport, 2020)

تم إجراء فحص للموقع مع بدء الإنشاء (الشكل ي-٣). قام فريق التدقيق بفحص لافتات وحواجز أعمال الطرق وبحثوا عن المواضع التي قد يتم فيها إرباك مستخدمي الطرق أو تضليلهم بسبب إدارة حركة المرور في أعمال الطرق. تم إعداد عدة أطوال لحركة مرور التدفق العكسي لاستيعاب المراحل المختلفة اللازمة أثناء الأعمال.

كما فحص الفريق الاعمال بعد حلول الظلام في اليوم نفسه.

الجدول (ي–٣) نتائج وتوصيات التدقيق (الحالة الدراسية ٣) (Ministry of Transport, 202**0**)

الموقع	مخاوف تتعلق بالسلامة	الرسم/الصورة	المخاطر	التوصية
مخاوف السلامة المتعلقة بأعمال الطرق – التدقيق النظري (تدقيق سطح المكتب) لخطط إدارة حركة المرور				
الرسومات ٠١- ٠٢	تُوضح خطة إدارة حركة المرور أطوال انتقال غير كافية في المواقع التي يتم فيها تقليل مسارين إلى واحدة (عادة قبل القطاعات التي يتم فيها تحويل حركة المرور إلى مسار الطريق الآخر). لا تُوضح خطة إدارة حركة المرور الأجهزة التي سيتم استخدامها لإعطاء التوجيه في مناطق الانتقال. يُقبل فقط استخدام الأجهزة المرئية بوضوح والتي يمكن إزالتها بسهولة في هذه المواقع.		**متوسطة**	أولًا – تحديد الطول اللازم للمناطق الانتقالية لهذه المواقع. ستقترب حركة المرور من حوالي ٨٠ كم/ساعة وسيتعين الاندماج (مساران إلى مسار واحد). ستكون هناك حاجة إلى منطقة انحراف بطول ١٦٠ مترًا تقريبًا. تعديل خطة إدارة حركة المرور. لإظهار هذا الطول المطلوب بوضوح. تحديد المحددات التي سيتم استخدامها في عمليات الدمج هذه.

الموقع	مخاوف تتعلق بالسلامة	الرسم/الصورة	المخاطر	التوصية
الرسومات ٠١- ٠٢	لا يوجد تقييد للسرعة أو لافتات تقييد لسرعة وحدة التكرار موضحة في خطة إدارة حركة المرور. يوصى بالتطبيق المتسق لحد السرعة البالغ ٤٠ كم/ساعة عبر كل منطقة عمل لسلامة مستخدمي الطريق وكذلك عمال الطريق.		**متوسطة**	تكرار جميع لافتات أعمال الطرق المستخدمة في هذا المشروع من خلال التأكد من وضع لافتة مطابقة على الجانب الأيمن من الطريق لمطابقة اللافتة (اللافتات) المثبتة على الجانب الأيسر.
الرسومات ٠٢- ٠٦	ستحتاج أربعة قطاعات من الطريق إلى تشغيل ثنائي الاتجاه أثناء مراحل تنفيذ أعمال الطريق عند استبدال العبّارات. لا توضح خطة إدارة حركة المرور أي لافتات لتحذير السائقين أو إبلاغهم بحركة المرور في اتجاهين على طول ٢٠٠ متر تقريبًا في المواقع الأربعة. بدون هذه اللافتات، سيكون خطر حدوث تصادم مباشر مرتفعًا.		**متوسطة**	إضافة أزواجًا من لافتات تحذير "حركة المرور ثنائية الاتجاه" إلى خطة إدارة حركة المرور في المواقع الأربعة الهامة.
مخاوف السلامة المتعلقة بأعمال الطرق – فحص موقع الأعمال				
بنود عامة	لم يكن العديد من العمال يرتدون ملابس عاكسة أو عالية الوضوح في الموقع أثناء عمليات الفحص في الموقع. هذا هو شرط في العقد ويُعد مسألة أساسية للسلامة الشخصية. الملابس عالية الوضوح هي "الطبقة الأخيرة من الحماية" للمساعدة في تقليل المخاطر على العمال في مواقع عمل الطرق.		**متوسطة**	التأكد من أن المقاول يوفر ملابس عاكسة عالية الوضوح لجميع العمال. التأكد من أن جميع العمال يرتدون هذه الملابس. مراقبة الوضع بشكل دوري والتأكد من أن جميع العمال يرتدون دائمًا الملابس عالية الوضوح أثناء العمل.
الكيلومتر ٣+٤٥	يجري استخدام العديد من البراميل الخرسانية المملوءة لحمل لافتات تحديد الاتجاهات ولافتات "التحويل" في أحد أجزاء موقع العمل. هذه مخاطر على جانب الطريق وخطيرة للغاية إذا اصطدمت بها. قد تسبب صدمة خطيرة على الطريق. هناك حاجة للتأكد من أن المحددات العاكسة والتي يمكن إزالتها بسهولةٍ يتم استخدامها باستمرار خلال تنفيذ الأعمال.		**متوسطة**	توجيه المقاول لإزالة جميع البراميل المملوءة بالخرسانة واستبدالها بأجهزة مراقبة حركة المرور الواضحة ولكن يمكن إزالتها بسهولةٍ (مثل أقماع حركة المرور البلاستيكية والأعمدة) والعلامات المعدنية العاكسة. 
الكيلومتر ١٢+١٥	يوجد هنا حفرة عميقة ومفتوحة. لم يكن مسار التنقل الذي مر به مُوقَّعًا جيدًا أو محميًا بحاجز مناسب وقت الفحص. وهناك خطر كبير من أن تصطدم مركبة، خاصة في الليل، بالحاجز الخرساني وتؤدي إلى صدمة خطيرة. يجب حماية الخنادق الكبيرة القريبة من الطريق بشكل آمن بحاجز مؤقت مناسب.		**عالية**	تركيب محددات عاكسة عبر هذا القطاع من الطريق على طول ١٠٠ متر على الأقل على كل جانب من الخندق لتحديد كلا الاتجاهين. استخدام الحاجز المؤقت المثبت بشكل صحيح (إما الخرسانة أو الفولاذ) لحماية الخندق بالكامل. التأكد من تأمين الحاجز (لا توجد فجوات) وأن كل طرف إما موضوع بعيدًا عن حركة المرور أو مثبت عليه وسادة تخفيف اصطدام لتقليل مخاطر الاصطدامات مع نهايات الحاجز.

ي-٤ تدقيق مرحلة ما قبل الافتتاح لقطاع بطول ١٢٠ كم من طريق ريفي

المصدر: (*Ministry of Transport, 2020*)

خلفية المشروع:

قد تم مؤخرا استنساخ وإصلاح قطاع كبير من طريق ريفي (يبلغ طوله ١٢٠ كيلومترًا). وهو الآن طريق مزدوج باستثناء طول ١٢ كيلومترًا تقريبًا حيث لا يزال طريقًا ذا مسارين (واحد في كل اتجاه). معظم الطرق المكررة حديثًا مستقيمة ومستوية تمامًا، مع وجود عدد قليل من المناطق المتموجة. ويقع طول ١٢ كيلومترًا، الذي لا يزال الآن طريقًا ذا مسارين، في قطاع من التلال الصخرية؛ واستخدمت مقاييس التصميم الأدنى لإعادة تأهيله. يوجد فيه ميول شديدة الانحدار (بعضها أكثر من ١٠٪) وبعض المنحنيات الأفقية الحادة (أربعة منحنيات بزاوية ١٨٠درجة لكل منها نصف قطر ٥٠ متر أو أقل). لوحظ أن سرعات حركة المرور في قطاع التلال حوالي ٦٠ كم/ساعة، وفي المناطق المفتوحة المسطحة حوالي ١٠٠-١١٠ كم/ساعة.

ولم يُجرى أي تدقيق سابقٍ لمشروع الطريق هذا. طُلب إجراء تدقيق قبل الافتتاح للتأكد من أن سلامة الطرق قد تم النظر فيها بشكل مناسب. أعرب سائقو الشاحنات عن بعض المخاوف بشأن السلامة في قطاع التلال، ومن ثمّ سعى العميل إلى التدقيق للمساعدة في اتخاذ القرار في وقت مبكر من "فترة الصيانة" البالغة ١٢ شهرًا والتي يُطلب خلالها من المقاول صيانة الطريق.

تفاصيل التدقيق:

تضمنت مرحلة ما قبل الافتتاح هذه "تدقيق سلامة الطرق" عمليات فحص الموقع النهارية والليلية خلال الفترة من ١٠ إلى ١٢ مارس. كان الطقس خلال فترة الفحص عاصفًا، ولكنه بشكلٍ عامٍ كان لطيفًا ودافئًا. ويتألف فريق التدقيق من ثلاثة مدققين معتمدين في مجال سلامة الطرق.



الشكل (ي–٤) الطريق الريفي المزدوج حديثًا (الحالة الدراسية ٤) (Ministry of Transport, 2020)

يمر الطريق عبر قطاعٍ من التلال لمسافة ١٢ كيلومترًا تقريبًا. يُوجد في هذا القطاع العديد من منحنيات "حادة" بالإضافة إلى بعض المنحدرات شديدة الانحدار. يمثل هذا الجزء من الطريق تحديًا لسائقي الشاحنات خاصة بسبب حاجتهم إلى إدارة سرعاتهم بعناية وخطر ارتفاع درجة حرارة المكابح.

الجدول (ي–٤) نتائج وتوصيات التدقيق (الحالة الدراسية ٤) (Ministry of Transport, 2020)

الموقع	مخاوف تتعلق بالسلامة	الرسم/الصورة	المخاطر	التوصية
مخاوف تتعلق بسلامة الطريق الذي أعيد تأهيله مؤخرًا				
الكيلو ١٢+٥٠	يحتوي الجانب الشرقي من مسار الطريق الجديد على مصرف خرساني مفتوح داخل المنطقة الخالية المُوصى بها البالغة ١٠ أمتار. إنه خطر على جانب الطريق. إذا خرجت مركبة من الطريق في هذا الموقع، فمن المحتمل أن تصطدم بالمصرف الخرساني بسرعة ومن المحتمل أن تنقلب. عادة ما تؤدي حوادث الانقلاب إلى صدمة خطيرة.		**عالية**	فحص الموقع لمعرفة ما إذا كان يمكن استبدال المصرف الخرساني بأنبوب تحت الأرض مع حفر دخول مسطحة. إذا لم يكن ذلك ممكنًا، فقم بتركيب حاجز سلامة مناسب لحماية المصرف.
الكيلو ٦٥ إلى ٧٦	هناك جوانب طرق شديدة الانحدار في قطاع التلال بين الكيلو ٦٥ – ٧٦ (تقريبًا). تقع هذه الجوانب ضمن المنطقة الآمنة لهذا الطريق وتعتبر مخاطر على جانب الطريق. أدى مشروع إعادة التأهيل إلى تحسين الرصيف، لكنه لم يضيف تحسينات للسلامة. لا يمكن "تليين" المنحدرات الجانبية بسبب التضاريس، ومن ثمّ، بالإضافة إلى الترسيم عالي الجودة، هناك حاجة إلى حاجز سلامة بسبب العواقب الوخيمة إذا خرجت المركبة من الطريق.		**عالية**	التأكد من الترسيم الممتاز لقطاع التلال (الكيلو ٦٥ – ٧٦ تقريبًا). استخدام علامات محاذاة شيفرون (CAMs) وأعمدة التوجيه البلاستيكية بالإضافة إلى الخطوط الوسطية وخطوط الحافة ولافتات التحذير المسبق. رصف الكتفين عبر قطاع التل، مع ضمان تطابق الكتف الخارجي مع الارتفاع الفائق للمنحنى. تثبيت حاجز الكمرة W في المواقع التي يبدأ فيها المنحدر الجانبي داخل المنطقة الخالية (المقاسة من خط الحافة).
الكيلو ٦٥ إلى ٧٦	تم تحديد المنحنيات بشكل غير متسق. يحتوي العديد منها على عدد كبير جدًا من علامات محاذاة شيفرون المثبتة، وبعضها لديها علامات محاذاة شيفرون في اتجاه واحد فقط (لم يتم تحديد الاتجاه الآخر)، وهناك العديد من المنحنيات (خاصة في قطاع التلال) التي تحتاج إلى علامات محاذاة شيفرون ولكن ليس لديها أيّ منها. يمكن أن يتسبب هذا التحديد غير المتسق في أن يفاجأ السائقون عند المنحنيات الحادة؛ وقد ينتج عنها حوادث الطرق الوعرة.		**متوسطة**	إجراء مراجعة للترسيم (خاصة استخدام علامات محاذاة شيفرون) على طول الطريق. التأكد من أن جميع المنحنيات التي يقل نصف قطرها عن ١٥٠ متر تحتوي على ثلاث علامات محاذاة شيفرون على الأقل (مع تباعد قياسي) مثبتة على الجزء الخارجي من المنحنى لمواجهة اتجاهين للسفر.
الكيلو ٦٥ إلى ٧٦	في قطاع التل ذو المسار الواحد، توجد مستخرجات حفر صخرية خشنة. وهي قريبة من حافة الطريق (حوالي ٥-٦ أمتار) وداخل المنطقة الخالية. وتمثل خطرًا جسيمًا على المركبات المخطئة.		**متوسطة**	تثبيت خطوط حواف صوتية باللمس عبر قطاع التل (على كلا جانبي الطريق). فحص ما إذا كان من الممكن جعل مستخرجات الحفر سلسة بما يكفي لمنع التمزق. إذا لم يكن ذلك ممكنًا، فقم بتثبيت حاجز أمان مناسب لحماية جميع المستخرجات التي تقع داخل المنطقة الخالية.

الموقع	مخاوف تتعلق بالسلامة	الرسم/الصورة	المخاطر	التوصية
الكيلو ٧٢+٨٥	المنحنى القريب من الكيلو ٧٢,٨ له نصف قطر أقصر من أي منحنى آخر في هذا القطاع من الطريق. إنه المنحنى "الأكثر حدة" على الطريق بأكمله. قد يفاجأ بعض السائقين، وخاصة أولئك الذين يتنقلون غربًا (منحدرًا) عند نصف القطر الضيق لهذا المنحنى؛ وقد ينتج عن ذلك حوادث تصادم الطرق الوعرة.		**متوسطة**	رصف الأكتاف على جانبي الطريق بما لا يقل عن ١٠٠ متر على جانبي قمة المنحنى. التأكد من انحدار الكتف الخارجي ليتناسب مع الارتفاع الفائق لمسار الطريق. تركيب علامات محاذاة الشيفرون العاكسة حول الجزء الخارجي من المنحنى (بالإضافة إلى أعمدة التوجيه) لكلا اتجاهين التنقل.
الكيلو ١١٨+٤٥	تنتهي أعمال تحسين الطريق بعد إعادة تأهيل التقاطع مباشرة ولكن توجد العديد من المخاوف المتعلقة بالسلامة. لا توجد لافتات اتجاه مسبقة كافية للمخارج، وهناك حاجز صلب غير ضروري وخطير في كل حفرة (مع نهايات منحدرة خطيرة) وليس منحدرات الخروج ترسيمًا لتوجيه السائقين (خاصة في الليل). يمكن أن تحدث عدة أنواع مختلفة من حوادث التصادم هنا.		**عالية**	التأكد من تثبيت لافتات الاتجاه مسبقة على المسافة القياسية قبل كل مخرج. إزالة الحواجز الخرسانية المنحدرة في المناطق المثلث الحرج. إذ أنها غير ضرورية وخطيرة. تركيب سلسلة من علامات محاذاة شيفرون العاكسة حول الجزء الخارجي من منحدرات الخروج لتحديد المنحدرات. تثبيت خطوط الحافة اللمسية حول كل منحدر خروج.

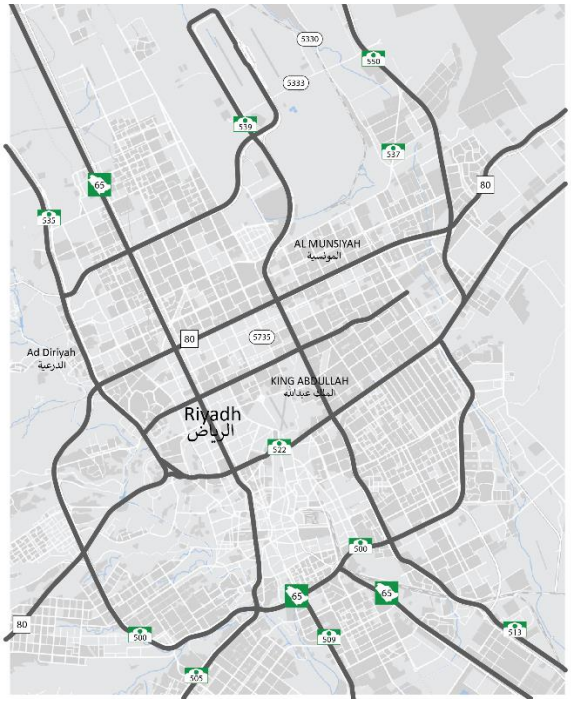
ي-٥ فحص سلامة الطرق في مختلف الطرق داخل مدينة الرياض وحولها

المصدر: (*Ministry of Transport, 2019*)

خلفية المشروع:

نظرة عامة موجزة على بيئة الطرق

كانت الطرق التي جرى فحصها بشكل عام في بيئة طريق عالي السرعة حيث كانت معظم تقاطعات الطرق عبارة عن تقاطعات منفصلة عن بعضها البعض. كانت أحجام حركة المرور عالية وللطرق دور استراتيجي في شبكة الطرق مع رحلات إقليمية لمسافات طويلة، بما يشمل الشاحنات، فضلًا عن الرحلات ذات المسافات القصيرة للتنقل داخل المدينة. خريطة الموقع مُوضحة في الشكل (ي-٥).



الشكل (ي–٥) خريطة الموقع (Ministry *of Transport, 2019*)

التفاصيل الإدارية

- العقد رقم ٢٠١٩ / XXXXX
- العميل: وزارة النقل
- ممثلو العميل: أسماء مشرفي العقود
- منظمة الفحص: اسم الشركة
- أعضاء فريق الفحص: اسم ودور كل عضو من أعضاء فريق الفحص (قام شخصان بإجراء عمليات الفحص بما في ذلك قائد فريق من ذوي الخبرة بمساعدة مهندس آخر مدرب).

تفاصيل الفحص:

قدم العميل المعلومات التالية إلى فريق الفحص:

- إدراج ورسم خريطة الطرق التي سيجري فحصها وحدود بدء / انتهاء العمل.
- ملخص لمواقع الحوادث والأصول التالفة المقدمة من مديري الصيانة.
- ملخص مخاوف المجتمع بشأن السلامة.
- لا يوجد بيانات رسمية متاحة عن الحوادث.

أُجريت عمليات فحص سلامة الطرق وكتابة التقرير خلال شهر مارس ٢٠١٩ بعد أن وفرت وزارة النقل اجتماعًا موجزًا أوليًا.

تم إجراء عمليات فحص الموقع لتحديد مخاوف السلامة بشكل عام خلال النهار والطقس الجاف. وجرت أيضًا عمليات فحص ليلية.

أجريت عملية الفحص وفقًا لدليل وزارة النقل لفحص سلامة الطرق للطرق الحالية.

واستعرض المكتب المعلومات الأساسية التي قدمها العميل وتسلسل عمليات الفحص المقررة. كما تم استعراض قوائم مرجعية من الأدلة للمساعدة في تركيز الاهتمام على المسائل التي قد تكون ذات صلة.

أُجريت عمليات فحص الموقع من خلال إبداء كلا الشخصين في فريق الفحص ملاحظات من المركبة مع تدوين ملاحظات مختلفة أثناء الفحص، وكذلك التقاط صور فوتوغرافية لتسجيل الموقع، فضلًا عن طبيعة المخاوف والتحسينات الممكنة.

في المواقع التي تم فيها تحديد مخاوف كبيرة تتعلق بالسلامة، تم إيقاف المركبة في مكان آمن والتقاط الصور. عند التقاطعات الرئيسة للطرق، تم سلك الطرق للتحقق من اللافتات ومسافة الرؤية وأي ميزات أخرى، بما يشمل تحركات مستخدمي الطرق ذات الصلة. عند الحاجة، توقفت المركبة بأمان وتم فحص التقاطع بوصفه ممر مشاة. وفي بعض المواقع التي اعتبرت فيها التحسينات ضرورية، أجريت قياسات للتحقق من الجدوى.

الجدول (ي–٥) نتائج وتوصيات الفحص (الحالة الدراسية ٥) (Ministry of Transport, 2019)

الموقع	مخاوف تتعلق بالسلامة	الرسم/الصورة	المخاطر	التوصية
بنود عامة	هناك عدد من المخارج تفتقر إلى الترسيم الجيد مما قد يساهم في الارتباك والاصطدام، لا سيما أثناء الليل إذ لا توجد إنارة للشوارع في بعض المواقع.	 	**عالية**	تثبيت لافتات تنظيمية عند المخرج تشير إلى "اتجاه السير الإجباري لليمين أو اليسار" ذات حجم مناسب لبيئة السرعة. 
بنود عامة	يمكن أن يساهم عدم وجود علامات أرضية على طول خطوط المسار في سوء انضباط المسارات والارتباك والاصطدام، لا سيما أثناء الليل إذ لا توجد إنارة للشوارع في بعض المواقع.	 	**عالية**	توفير علامات أرضية للمسار لتحسين الترسيم.
بنود عامة	في عدد من المواقع، هناك مخاطر ثابتة على جانب الطريق والتي قد تُسهم في حدوث حادث شديد الخطورة إذا اصطدمت بها مركبة تسير خارج الطريق.	 	**عالية**	توفير حاجز سلامة مصمم جيدًا لحماية مخاطر جانب الطريق وبالتالي تقليل شدة التصادم إذا انحرفت المركبة عن الطريق.

الموقع	مخاوف تتعلق بالسلامة	الرسم/الصورة	المخاطر	التوصية
بنود عامة	الحواجز غير المتصلة خطرة وقد تُسهم في حدوث تصادم شديد الخطورة إذا انحرفت المركبة عن الطريق. يمكن أن يؤدي الحاجز غير المتصل إلى انحراف أو عرقلة المركبة مما يتسبب في حدوث تصادم شديد الخطورة.	  	**متوسطة**	توفير حاجز متصل لتحسين سلامة أداء الحاجز. توجد أمثلة على ذلك في مواقع أخرى.  
	يمكن أن يؤدي هذا الحاجز الخرساني عند الفتحة إلى حادث شديد الخطورة إذا اصطدمت به مركبة. يوفر حماية غير كافية للسلامة عند الخروج من الفتحة.		**عالية**	توفير مخفف صدمات مصمم جيدًا. ويرد أدناه مثال على ذلك. 
	لا يوفر حاجز الحماية المعدني هذا حماية للعمود عند الزاوية التي قد تنحرف منها المركبة عن الطريق.		**متوسطة**	تصميم طول حاجز السلامة وفقًا لمبادئ تصميم حاجز الطريق "الطول المطلوب".
	يمكن أن تكون نقطة بداية المنحدر للحاجز الخرساني خطيرة لأنه قد تنطلق مركبة في الهواء بدلًا من إعادة توجيهها على طول الحاجز.		**متوسطة**	توفير حاجز متواصل أو موسع بشكل مناسب أو تثبيت طرف حاجز مصمم جيدًا.
	يمكن أن يؤدي عدم وجود خطوط المسارات التي تقترب من التقاطع إلى سوء انضباط المسارات مما يُسهم في حوادث التصادم الجانبية أو تغيير المسارات.		**متوسطة**	توفير خطوط للمسار.

الموقع	مخاوف تتعلق بالسلامة	الرسم/الصورة	المخاطر	التوصية
	تُعرض الفجوة بين الحواجز المركبة التي تنحرف عن الطريق لتصطدم بأخدود التصريف. يمكن أن تكون نقطة بداية المنحدر للحاجزين الخرسانيين خطيرة أيضًا لأنه قد تنطلق مركبة في الهواء بدلًا من إعادة توجيهها على طول الحاجز. كما لا توجد لافتات تشير إلى حركة المرور عند نقطة الخروج.		**عالية**	تمديد الحواجز الخرسانية مرة أخرى إلى نقطة الخروج ثم تثبيت مخفف صدمات.  تثبيت لافتات تنظيمية عند المخرج تشير إلى "اتجاه السير الإجباري لليمين أو اليسار" ذات حجم مناسب لبيئة السرعة. 
	يُعدّ هذا الدوار (دوار حركة المرور) مُعالجة مُناسب للتقاطع ولكن لا توجد لافتات تحذيرية ولا إشارات تنظيمية ولا ترسيم للانحراف ولا خطوط مسار لتوجيه حركة المرور إلى الطريق الدائري، كما لا يوجد خط انتظار للإشارة إلى مكان دخول سائق المركبة إلى الدوار. يمكن أن يُسهم ذلك في عدم رؤية سائق المركبة للدوار وبالتالي الاصطدام به، أو عدم إفساح الطريق لمركبة أخرى في الدوار من الطريق الجانبي.		**متوسطة**	توفير لافتات تحذيرية ولافتات تنظيمية وترسيم للانحراف وخطوط مسار لتوجيه حركة المرور إلى الطريق الدائري فضلًا عن خط انتظار للإشارة إلى مكان دخول سائق المركبة إلى الدوار.  
	أدى عدم وجود فتحة في الجزيرة الوسطية في هذا الطريق الجانبي المهم إلى التسبب في خطر حيث يقود سائقي السيارات بقواعدهم الخاصة ويقودون فوق الجزيرة الوسطية. وهذا يسبب حالة حيث قد تدخل المركبات الطريق الرئيس بشكل غير متوقع وقد يؤدي إلى وقوع حادث. كما أنه يسبب حطامًا على الطريق وهو أمر خطير وقد يتسبب في انحراف سائق السيارة فجأة.		**متوسطة**	الخيار ١: إضفاء الطابع الرسمي على الفتحة في الجزيرة الوسطية بحيث يمكن تشغيلها بأمان. الخيار ٢: إغلاق الجزيرة الوسطية كطريقة لمنع حركة المرور الخاطئة وغير المناسبة.
	كتف الطريق في هذا الموقع ليس متدرجًا مع حافة الرصيف. إذا انحرفت المركبة عن الطريق، فقد يساهم اختلاف المستوى في فقدان السائق للسيطرة عليها.		**منخفضة**	ارفع حصى الكتف إلى مستوى رصيف الطريق المجاور.

الموقع	مخاوف تتعلق بالسلامة	الرسم/الصورة	المخاطر	التوصية
	يصعب رؤية هذا الطريق الشرياني الثانوي المؤدي إلى موقع طريق شرياني أساسي حيث تحتاج المركبات إلى التوقف ولا توجد لافتة "اعط الأفضلية". نظرًا لعدم وجود لافتات وعلامات أرضية كافية لتوفير إشارة واضحة إلى التقاطع، فقد يتخطى السائقون التقاطع أو يتورطون في وقوع حادث.		**منخفضة**	رسم خط الانتظار لجعل التقاطع أكثر وضوحًا وتثبيت لافتة "اعط الأفضلية" لتعزيز مسؤولية سائقي السيارات عند التقاطع. 
	عند تقاطع الطريق الجانبي هذا مع طريق شرياني ثانوي، لا توجد لافتة إعطاء الأفضلية ولا علامة أرضية على خط الوسط أو خطوط الانتظار. نظرًا لعدم وجود لافتات وعلامات أرضية كافية لتوفير إشارة واضحة إلى التقاطع، فقد يتخطى السائقون التقاطع أو يرتبكون بشأن مسارات الانعطاف المناسبة للمركبة.			رسم خط الانتظار لجعل التقاطع أكثر وضوحًا وتثبيت لاغتة "اعط الأفضلية" لتعزيز مسؤولية سائقي السيارات عند التقاطع.  من المستحسن أيضًا وجود جزيرة مقسمة لتوجيه مسارات المركبة بوضوح.
	عند هذا المنحنى، تكون علامات الخط بالية جدًا ولا توجه السائق حول المنحنى. لا توجد أيضًا لافتات تحذير من المنحنى. يمكن أن تسهم هذه العوامل في انحراف سائق سيارة عن الطريق، خاصة في الليل، ومن المحتمل أيضًا أن تصطدم بعمود. وضع علامات الخط في مواقع أخرى على طول هذا الطريق ضعيف أيضًا.	 	**متوسطة**	توفير علامات الرصف المطورة (خط الوسط وخطوط الحافة). ضع في اعتبارك أيضًا وضع لافتات تحذيرية من المنحنى في هذا الموقع.

الموقع	مخاوف تتعلق بالسلامة	الرسم/الصورة	المخاطر	التوصية
	عند هذا التقاطع الذي على شكل حرف T لطريق شرياني وطريق جانبي مهم، هناك احتمالية لحدوث اصطدامات خلفية عندما تنعطف المركبة إلى الطريق الجانبي من المسار المار. نظرًا لوجود حركة مرور كثيفة تسير بسرعات كبيرة، فقد يكون ذلك خطيرًا ويسهم في حدوث تصادمات. وتجدر الإشارة إلى وجود لافتات جيدة على الطريق الجانبي الذي يقترب من التقاطع.	 	**عالية**	توفير مسار للانعطاف يسارًا على الطريق الشرياني كيما تنعطف حركة المرور إلى الطريق الجانبي.
	عند محول الطريق هذا مع طريق شبه سريع، هناك تضارب في اللافتات عند التقاطعين المتجاورين مع لافتات مفقودة. قد يتسبب ذلك في حدوث ارتباك وعدم يقين وقد يؤدي إلى وقوع حادث.	 	**منخفضة**	توفير لافتات تنظيمية وفقًا للمواصفات.
	تبلغ مسافة التناسج بين مدخل المنحدر ومخرج المنحدر على هذا الطريق شبه السريع حوالي ٣٠٠ متر. قد تبدو هذه المسافة أقصر من أن يسمح بحركات الدمج الآمن والتناسج والتباعد على طريق ذات سرعة عالية ويمكن أن يؤدي إلى حوادث تغيير المسارات و/أو التصادم الجانبي و/أو حوادث الانحراف عن الطريق.		**متوسطة**	منحدر الدخول قريب من محول المنبع. ومع ذلك، قد يكون هناك مجال لنقل مخرج المنحدر، لذا يوصى بالتحقيق في هذا الخيار.

الملحق ك – قوائم تحقق مفصلة

ك-١ قائمة تحقق مرحلة التصميم الأولي

مرحلة التصميم الأولي				
المسألة	نعم	لا	لا يوجد	التعليقات
١ المسار الأفقي والرأسي				
هل سيكون المسارات الأفقي والرأسي آمنة ومتسقة، خاصة عند مناطق المحول والتقاطع؟				
هل ستكون جميع مناطق الدمج والتباعد والتناسج "آمنة"؟				
هل الواجهة بين الطريق الجديد والقائم بعيدة جدًا عن أي خطر (مثل قمة أو منعطف أو خطر على جانب الطريق أو حيث قد يكون هناك ضعف في الرؤية؟)				
٣- المقطع العرضي				
هل ستكون جميع عروض المسارات والكتف والجزيرة الوسطية "آمنة" لحجم حركة المرور المتوقع؟				
هل سيكون المقطع العرضي واسعًا بما يكفي لتوفير ممرات انعطاف محمية داخل الجزيرة الوسطية؟				
هل ستكون الجزيرة الوسطية واسعةً بما يكفي للتركيب الآمن لإنارة الشوارع؟				
هل من المقترح أن تكون الأكتاف مرصوفة؟				
هل تتصل الأكتاف عبر الجسور العادية والعلوية؟				
هل سيتم توفير مسار التجاوز و/أو التسلق، خاصة في قطاعات التلال؟				
٣- الرؤية ومسافة الرؤية				
هل مسافات الرؤية والتوقف كافية طوال الاقتراح؟				
هل التصميم خالي من قيود الرؤية (قد يكون بسبب المباني أو الأشجار أو العلامات أو المنحدرات الصخرية)؟				
٤- تحديد المرحلة				
إذا كان سيتم إنشاء المخطط على مراحل، فهل يتم ترتيب المراحل لضمان أقصى درجات الأمان؟				
إذا كان المخطط عبارة عن مرحلة باتجاه طريق أوسع أو ثنائي الاتجاه، فهل يوضح التصميم ذلك للسائقين؟				
هل يتم التعامل بأمان مع الانتقال بين الطريق المفرد والمزدوج (في كلا الاتجاهين)؟				

مرحلة التصميم الأولي				
المسألة	**نعم**	**لا**	**لا يوجد**	**التعليقات**
٥- محولات الطرق				
هل جميع معالم تصميم كل نحول "آمنة"؟				
هل يتم معالجة جميع المناطق المثلث الحرجة في المحولات بأمان؟				
٦- التقاطعات				
هل عدد التقاطعات المقترحة وتوزيعها مناسب فيما يتعلق بوظيفة الطريق الجديد وشبكة الطرق المحيطة والوصول بالنسبة لجميع حركة المرور (وخاصة مركبات النقل العام والطوارئ)؟				
هل يسهل تحديد كل تقاطع وفهمه من جميع المداخل؟				
هل خطوط الرؤية داخل كل تقاطع كافية وخالية من العوائق بسبب الأجسام الثابتة مثل المباني أو هياكل الجسور أو إشارات المرور أو الغطاء النباتي؟				
هل التصميم خالي من جميع التقاطعات التي على شكل حرف Y؟				
هل التحكم في حركة المرور المقترح عند كل تقاطع (لافتات قف/إعطاء الأفضلية، الدوار، إشارة المرور) "آمن" عمليًا؟				
هل توجد تقاطعات وفتحات انعطاف للخلف كافية في التصميم لتقليل الحركات الخاطئة؟				
٧- المخاطر على جانب الطريق				
هل تم اتباع استراتيجية المخاطر على جانب الطريق؟				
هل تُركت أي مخاطر على جانب الطريق في التصميم؟				
٨- مستخدمو الطرق المعرضون للخطر (المشاة وراكبو الدراجات الهوائية والدراجات النارية)				
هل سيتمكن المشاة (خاصة الشباب والمسنين وذوي الاحتياجات الخاصة) من المشي بأمان على جانبي الطريق؟				
هل سيتمكن المشاة (خاصة الشباب والمسنين وذوي الاحتياجات الخاصة) من عبور الطريق بأمان؟				
هل سيكون لدى جميع مستخدمي الطريق المعرضين للخطر اتصال على طول طريقهم، وخلوص جانبي لحركة مرور السيارات؟				
هل سيخلو التصميم من نقاط "الضغط" التي قد تُعرض مستخدمو الطريق المعرضين للخطر لحركة المرور؟				

مرحلة التصميم الأولي				
المسألة	نعم	لا	لا يوجد	التعليقات
٩- توفير وسائل النقل العام				
هل يوفر التصميم جميع وسائل النقل العام التي ستستخدم الطريق الجديد؟				
هل تم اقتراح أماكن انتظار للحافلات التي من المرجح أن يستخدمها الركاب؟				
هل يُقترح استخدام ممرات مشاة في جميع الأحوال الجوية من وإلى محطات الحافلات وغيرها من مواقع النقل العام الرئيسة لمساعدة الركاب؟				
١٠- مركبات صيانة الطرق				
هل ستكون مركبات صيانة الطرق قادرة على العمل بأمان على الطريق الجديد؟				
١١- تصريف المياه				
هل سيتم تصريف مياه الطريق بشكل جيد؟				
هل ستكون المصارف آمنة (مغطاة وخارج المنطقة الخالية وما إلى ذلك)؟				
هل يُقترح وجود حاجز أمان لحماية جميع المصارف الأخرى؟				
١٢- اعتبارات سلامة الطرق العامة				
هل سيكون الطريق الجديد آمنًا بقدر ما هو عملي نظرًا للظروف الجوية المحلية (شروق الشمس وغروبها والضباب والعواصف الترابية)؟				

نعم = مرضية للسلامة
لا = مخاوف محتملة تتعلق بالسلامة
NA = لا يوجد

ك-٢ قائمة تحقق تفصيلية لمرحلة التصميم

مرحلة التصميم التفصيلي				
المسألة	نعم	لا	لا يوجد	التعليقات
١ المسار الأفقي والرأسي				
هل ستكون المسارات الأفقية والرأسية متسقة مع متطلبات الرؤية "الآمنة"؟				
هل المسار الرأسي آمن بشكل يناسب جميع مستخدمي الطريق، وخاصة الشاحنات والحافلات الكبيرة التي يمكن أن تفقد الزخم على درجات ارتفاع ثابتة وطويلة؟				
هل توجد أحكام كافية للتجاوز "الآمن"؟				
٢- المقاطع العرضية النموذجية				
هل ستكون جميع عروض المسارات والكتف والجزيرة الوسطية "آمنة" لحجم ومزيج حركة المرور المتوقع؟				
هل سيكون المقطع العرضي واسعًا بما يكفي لتوفير ممرات انعطاف محمية داخل الجزيرة الوسطية؟				
هل ستكون الجزيرة الوسطية واسعةً بما يكفي للتركيب الآمن لإنارة الشوارع سواء أثناء الأعمال المقترحة أو بعدها؟				
هل ستكون الجزيرة الوسطية واسعةً وواضحةً بما يكفي لتكون ملاذًا فعالًا للمشاة؟				
هل من المقترح أن تكون الأكتاف مرصوفة؟				
هل تتصل الأكتاف عبر الجسور العادية والعلوية؟				
هل سيتم توفير مسار التجاوز و/أو التسلق، خاصة في قطاعات التلال؟				
هل سيتم توفير مخصصات آمنة للمركبات المعطلة ومركبات الطوارئ؟				
٣- واجهة طرق جديدة / حالية				
هل سيكون الانتقال من الطريق الحالي إلى المخطط الجديد "آمنًا"؟				
٤- تحديد المرحلة				
إذا كان سيتم إنشاء المخطط على مراحل، فهل يتم ترتيب المراحل لضمان أقصى درجات الأمان؟				
هل يتم التعامل بأمان مع الانتقال بين الطريق المزدوج والمفرد (في كلا الاتجاهين)؟				

مرحلة التصميم التفصيلي				
المسألة	**نعم**	**لا**	**لا يوجد**	**التعليقات**
٥- التقاطعات				
هل نوع التقاطع (تقاطع طرق، التقاطع على شكل حرف T، دوار، إشارات مرورية) مناسب وآمن؟				
هل سيكون التصميم خاليًا من العوائق البصرية بسبب الهياكل والأسوار والأشجار ومواقف السيارات وما إلى ذلك؟				
هل سيتم رؤية وفهم التحكم في إشارة المرور عند التقاطع (التقاطعات) بوضوح؟				
هل ستكون أطوار إشارة المرور "آمنة"؟				
هل يُقترح وقت كافٍ لجميع حركة المرور وحركات المشاة عند الإشارات؟				
هل سيتوفر للمشاة أزرار ضغط لتنشيط الإشارات، مع إشارات مشاة مناسبة في كل زاوية من زوايا التقاطع؟				
في حالة الدوارات، هل سيتم توفير انحراف كاف لجميع المداخل؟				
في الدوارات، هل قطر الدائرة المحاطة مناسب فيما يتعلق بوظيفة الطريق والسرعات المتوقعة؟				
في الدوارات، هل عرض مسار الدخول والخروج مناسب وآمن؟				
هل تظهر اللافتات الصحيحة لجميع مخارج الدوار؟				
بالنسبة للتقاطعات الأخرى، هل تظهر لافتات قف/إعطاء الأفضلية وموضوعة بشكل صحيح لتحقيق أقصى قدر من الرؤية؟				
٦- محولات الطرق				
هل ستكون خطوط الرؤية واضحة وخالية من العوائق في جميع مناطق الدمج والتباعد؟				
هل ستكون المسافات بين نقاط اتخاذ القرار كافية للسلامة؟				
هل مخطط اللافتات لكل محول واضح وهل سيفهمه مستخدمي الطريق بسهولة؟				
هل سيتم التعامل مع جميع المخاطر على جانب الطريق في المحول وفقًا لاستراتيجية إدارة المخاطر على جانب الطريق؟				
٧- الأراضي المجاورة				
هل سيكون الوصول من وإلى الأراضي/العقارات المجاورة "آمنًا"؟				
هل تم اقتراح تركيب سياج للمناطق الريفية لمنع الحيوانات من الضلال على الطريق؟				

مرحلة التصميم التفصيلي				
المسألة	**نعم**	**لا**	**لا يوجد**	**التعليقات**
٨- المخاطر على جانب الطريق				
هل تم اتباع استراتيجية إدارة المخاطر على جانب الطريق؟				
هل يتم اقتراح حواجز السلامة عند الضرورة؟				
هل نوع كل حاجز مقترح مناسب لموقعه؟				
هل تشير الرسومات القياسية إلى أن أطراف الحاجز ستكون من النوع الآمن والمناسب؟				
هل تشير الرسومات القياسية إلى اتصال آمن للحاجز بالدعامات، فضلًا عن التخفيض الضروري في التباعد اللاحق لتثبيت الحاجز ومنع "الانزلاق".				
٩- مستخدمو الطرق المعرضون للخطر (المشاة وراكبو الدراجات الهوائية والدراجات النارية)				
هل سيكون لدى جميع مستخدمي الطريق المعرضين للخطر اتصال على طول طريقهم، وخلوص جانبي مناسب لحركة مرور السيارات؟				
هل سيتمكن المشاة (خاصة الشباب والمسنين وذوي الاحتياجات الخاصة) من المشي بأمان على جانبي الطريق؟				
هل التصميم خالٍ من نقاط "الضغط" التي قد تُعرض مستخدمو الطريق المعرضين للخطر لحركة المرور؟				
هل سيتمكن المشاة (بما في ذلك الشباب والمسنين وذوي الاحتياجات الخاصة) من عبور الطريق بأمان؟				
هل يتم اقتراح الأرصفة المائلة في جميع التقاطعات ومعابر المشاة في منتصف المربعات السكنية التي يعبر المشاة من خلالها؟				
إذا تم اقتراح المعابر الرسمية، فهل تعتبر واضحة في كل مدخل؟				
هل اللافتات الصحيحة وعلامات الخطوط مقترحة لكل مرفق مشاة؟				
هل سيتم إضاءة كل مرفق عبور ليلًا بحيث يمكن للسائقين/ وراكبي الدرجات رؤية المشاة جيدًا؟				
١٠- اللافتات وعلامات الخط والترسيم				
هل ستتوافق جميع اللافتات (التنظيمية والتحذيرية والتوجيهية) مع لافتات 6C الجيدة؟				
هل ستقع جميع دعامات اللافتات الأكبر (التي يزيد قطرها عن ١٠٠ مم) خارج المنطقة الخالية أم ستكون قابلة للثني؟				
هل يتم توفير ترسيم جيد (علامات تحذير المنحنى ومعالم التوجيه وعلامات محاذاة شيفرون) عند الاقتضاء؟				

مرحلة التصميم التفصيلي				
المسألة	**نعم**	**لا**	**لا يوجد**	**التعليقات**
هل تظهر الرسومات القياسية معالم التوجيه العاكسة؟				
هل ستكون علامات الخط المقترحة واضحة ومتسقة من خلال المشروع؟ هل يُقترح وضع علامات على خط لدائني حراري؟				
١١- ساحة انتظار السيارات				
هل يُقترح مناطق مرصوفة آمنة لوقوف السيارات؟				
١٢- الوصول إلى مركبات خدمة الطوارئ				
هل تم اتخاذ الترتيبات اللازمة للوصول الآمن والتحركات بواسطة مركبات الطوارئ؟				
هل الفتحات في الجزر الوسطية متكررة ومرئية وعليها لافتة واضحة؟				
١٣- الإضاءة				
هل يُقترح أن تكون المواقع الهامة (التقاطعات ومرافق المشاة وما إلى ذلك) مضاءة؟				
هل تشير الرسومات القياسية إلى أن أعمدة الإضاءة ستكون قابلة للثني؟				
إذا لم تكن الأعمدة قابلة للثني، فهل يُقترح إجراءات أخرى لجعلها آمنة لمستخدمي الطريق؟				
١٤- تصريف المياه				
هل يوفر التصميم تصريفًا كافيًا؟				
هل سيتم تغطية المصارف أو وضعها خارج المنطقة الخالية أو محمية خلف حاجز الأمان؟				
١٥- اعتبارات سلامة الطرق العامة				
هل سيكون الطريق الجديد آمنًا بقدر ما هو عملي نظرًا للظروف الجوية المحلية (شروق الشمس وغروبها والضباب والغبار والفيضانات المُفاجأة والرياح)؟				
هل سيكون سطح الطريق خاليًا من الحصى والرمال، وهل سيكون مقاومًا جيدًا للانزلاق؟				

نعم = مرضية للسلامة
لا = مخاوف محتملة تتعلق بالسلامة
NA = لا يوجد

ك-٣ قائمة تحقق مرحلة الإنشاء

مرحلة الإنشاء				
المسألة	نعم	لا	لا يوجد	التعليقات
١- خطة إدارة حركة المرور (التصميم والتنفيذ)				
هل أُعدت خطة إدارة حركة المرور (TMP) لموقع عمل الطريق؟				
هل وافق استشاري الإشراف أو أي شخص آخر مفوض على خطة إدارة حركة المرور؟				
هل لدى المقاول موظف سلامة معين يكون مسؤولًا عن سلامة الطرق في موقع العمل، بما يشمل التحقق من حالة خطة إدارة حركة المرور الموضوعة يوميًا؟				
هل توفر خطة إدارة حركة المرور لافتات كافية وصحيحة وترسيم وحماية لموقع العمل (الحواجز) لجميع مستخدمي الطريق في جميع ظروف حركة المرور؟				
هل تم تنفيذ خطة إدارة حركة المرور تنفيذًا صحيحًا في موقع عمل الطريق؟				
هل توجد لافتات كافية في منطقة التحذير المسبق لتنبيه مستخدمي الطريق الذين يقتربون من منطقة أعمال الطرق؟				
هل توجد لافتات في المنطقة الانتقالية وتم تحديدها بشكل صحيح لتوجيه مستخدمي الطريق الذين يقتربون بتجاه مسارهم الصحيح؟				
هل توجد ضوابط مناسبة في منطقة العمل لضمان إبقاء حركة المرور خارجها بأمان وبعيدًا عن العمال؟				
هل توجد لافتات كافية في منطقة النهاية لتوجيه مستخدمي الطريق بأنهم قد يعودون إلى السرعات العادية؟				
هل حامل الراية / مراقبو المرور بارزون للغاية ومُتمركزون في مكان يمكنهم فيه إعطاء تعليمات واضحة للسائقين / الدراجين المقتربين من موقع العمل؟				
٢- التحكم في السرعة				
هل لافتات تقييد السرعة واضحة؟				
هل يوجد عدد كافٍ من لافتات تقييد السرعة عبر موقع العمل؟				
هل السرعة المعلنة مناسبة لحركة المرور الآمنة عبر موقع العمل؟				
هل طُلب من الشرطة المحلية فرض حد للسرعة المُعلنة عبر موقع العمل؟				
هل يتم التحكم في السرعات (بواسطة اللافتات أو مطبات الطرق أو إنفاذ القانون) بحيث تكون سرعات تشغيل المركبة التي تمر ضمن مسار مروري واحد يشغلها أي عمال ٤٠ كم / ساعة أو أقل؟				

مرحلة الإنشاء				
المسألة	نعم	لا	لا يوجد	التعليقات
٣- اللافتات والإشارات وعلامات الخط والترسيم				
هل جميع اللافتات التحذيرية والتوجيهية والتنظيمية اللازمة موضوعة في مكانها كما هو موضح في خطة إدارة حركة المرور؟				
هل تتوافق جميع اللافتات مع ممارسة اللافتات الجيدة الخاصة بلافتات 6C؟				
هل تم تغطية جميع لافتات الطريق الحالية (اللافتات غير الضرورية أثناء الأعمال) لتجنب التشتيت أو المعلومات الخاطئة؟				
هل تمت إزالة جميع لافتات "عامل بالطريق" أو تغطيتها عند الانتهاء من عمل هذا اليوم؟ (ملاحظة: يجب أن تكون اللافتات ذات مصداقية؛ إذ قد توجد لافتات مُضللة مثل لافتات "عامل بالطريق" في حين أنه لا يوجد عمال).				
هل إشارات المرور المؤقتة مرئية بوضوح للسائقين / الراكبين المقتربين؟				
إذا كانت الإشارات تولد صف انتظار لحركة المرور، فهل يمكن رؤية نهاية صف الانتظار بسهولة من خلال الاقتراب من السائقين/ راكبو الدرجات؟				
هل علامات الخط متسقة وواضحة عبر طول موقع العمل ليلًا ونهارًا؟				
هل الترسيم عبر الموقع آمن لجميع مستخدمي الطريق في ظل جميع الظروف المحتملة؟				
مع وضع عدة طبقات من الأسفلت عادةً للطرق الجديدة، هل يتم استخدام علامات خط مؤقتة على كل طبقة جديدة لتوجيه السائقين/راكبي الدراجات كمبادرة أمان مؤقتة، خاصة في الليل؟				
٤- التحويلات من طريق إلى آخر				
إذا كان سيتم تحويل حركة المرور من طريق إلى آخر، فهل توفر اللافتات التحذيرية المسبقة إرشادات واضحة حول التحويل الأمامي؟ هل هذه الإشارات موضوعة في موقع جيد لتنبيه جميع مستخدمي الطريق المقتربين؟				
هل تم ترسيم المنطقة الانتقالية (بالمخاريط البلاستيكية والأجهزة الأخرى التي يمكن إزالتها بسهولةٍ) لتقليل عدد مسارات المرور قبل انتهاء الطريق؟				
هل الطريق (الذي سيشرع فيه العمل) مغلق تمامًا أمام جميع حركة المرور؟				
هل الطريق (الذي سيشرع فيه العمل) مغلق بالكامل عند جميع التقاطعات؟ هل يتم إعطاء السائقين/ راكبي الدراجات القادمين من الطرق الجانبية تحذيرًا كافيًا بشأن عملية المرور في الاتجاهين على مسار الطريق المفتوح على الطريق الرئيسي؟				
هل يتم تذكير جميع السائقين/ راكبي الدراجات في كلا الاتجاهين على الطريق المفتوح بشكل كافٍ بأنهم على يسيرون على مسار طريق ذو اتجاهين (مثل لافتات تحذيرية تشير إلى "ثنائي الاتجاه")؟				

مرحلة الإنشاء				
المسألة	نعم	لا	لا يوجد	التعليقات
هل إدارة جميع قطاعات حركة المرور ذات الاتجاهين من خلال موقع عمل الطريق آمنة لجميع مستخدمي الطريق ليلًا ونهارًا؟				
بالنسبة للأعمال التي ستستغرق عدة أشهر لإنجازها، هل تم توفير سطح مرصوف مناسب مع علامات المسار الصحيحة لتوجيه السائقين / راكبي الدراجات من خلال التحويلات؟				
٥- سطح الطريق				
هل سطح الطريق مناسب للحركة الآمنة من جميع مستخدمي الطريق، وخاصة المركبات الصغيرة؟				
هل جرفت الأسطح المرصوفة وخلوها من الحصى والرمل؟				
هل يتم تدريج الأسطح غير المرصوفة بانتظام لتوفير سطح مناسب يتناسب مع الحد الأقصى للسرعة المُعلنة؟				
هل استُخدمت اللافتات والعلامات لتسليط الضوء على التغييرات في سطح الطريق لتوجيه السائقين/ راكبي الدراجات القادمين؟				
هل استُخدمت اللافتات والعلامات لتسليط الضوء على المواقع التي تنتهي فيها طبقات الأسفلت، مما تسبب في تغييرات مفاجئة في سطح الطريق للسائقين/ راكبي الدراجات القادمين؟				
٦ - حواجز السلامة				
هل حواجز السلامة مُثبتة بشكل صحيح؟				
هل تم وضع أطراف آمنة (مناسبة لسرعات التشغيل عبر موقع العمل) في نهاية كل جزء من الحاجز؟				
٧- الوصول إلى موقع العمل				
هل تقع نقاط الوصول إلى موقع العمل بمسافات رؤية كافية لدخول/ خروج مركبات العمل؟				
هل جميع نقاط الوصول إلى الموقع مغلقة أمام حركة المرور غير المصرح بها؟				
هل توجد ضوابط مناسبة على حركة المرور حيث تتداخل حركة مرور الأعمال وحركة المرور العامة؟				
٨- سلامة عمال الطرق				
هل يرتدي جميع العمال والمشرفين في موقع العمل سترات عاكسة عالية الجودة في جميع الأوقات؟				
هل توجد منطقة أمان مناسبة حول موقع العمل؟				

مرحلة الإنشاء				
المسألة	نعم	لا	لا يوجد	التعليقات
٩- مستخدمو الطرق المعرضون للخطر (المشاة وراكبو الدراجات الهوائية والدراجات النارية) عبر موقع العمل				
هل يستطيع المشاة وراكبو الدراجات الهوائية وغيرهم من مستخدمي الطرق المعرضين للخطر التحرك بأمان عبر موقع العمل على الطريق؟				
هل يستطيع مستخدمو الطرق المعرضون للخطر عبور الطريق بنفس مستوى الثقة والأمان الذي كانوا يتمتعون به قبل بدء العمل؟				
هل يتم توفير الوصول الآمن عبر الطريق للشباب والمسنين وذوي الاحتياجات الخاصة؟				
هل تم توفير ممرات مشاة في جميع الأحوال الجوية لمساعدة مستخدمي وسائل النقل العام في الوصول إلى محطاتهم دون المرور عبر موقع العمل على الطريق؟				
١٠- السلامة أثناء الليل				
هل أعمال الطريق واضحة لجميع مستخدمي الطريق بعد حلول الظلام؟				
هل مسارات التنقل واضحة لجميع مستخدمي الطريق بعد حلول الظلام؟				
هل تحتوي عمليات إغلاق مسارات الطرق على مناطق تحذير مسبق ومناطق انتقالية مناسبة للعيان ومحددة بوضوح ليلًا؟				

نعم = مرضية للسلامة
لا = مخاوف محتملة تتعلق بالسلامة
NA = لا يوجد

ك-٤ قائمة تحقق المرحلة الافتتاحية (لعمليات التدقيق قبل الافتتاح وبعده)

مرحلة الافتتاح (لعمليات التدقيق قبل الافتتاح وبعده)				
المسألة	**نعم**	**لا**	**لا يوجد**	**التعليقات**
١- واجهة طرق جديدة / حالية				
هل الواجهة بين الطريق الجديد والطريق الحالي آمنة بقدر ما هي عملية؟				
عندما يغادر السائقون / راكبو الدراجات الطريق الجديد ويعودون إلى الشبكة الحالية، هل يتم منحهم ما يكفي من الترسيم وعلامات الخط للتعويض عن السرعات الأعلى المحتملة؟				
٢- التقاطعات				
هل خطوط الرؤية خالية من العوائق عند جميع التقاطعات؟				
هل جميع مخططات التقاطع واضحة / مرئية من جميع الطرق؟				
هل تم تثبيت اللافتات التحذيرية المسبق واللافتات التوجيهية الصحيحة؟				
هل لافتات التوقف و/أو إعطاء الأفضلية واضحة ومثبتة بشكل صحيح لتوضيح الأولوية؟				
هل إشارات المرور واضحة وتعمل بشكل صحيح؟				
هل توقيت الإشارات معقول ومن المرجح أن يزيد من امتثال السائق / راكب الدراجة؟				
هل أطوار الإشارة معقولة وآمنة، مع عدم وجود حركات متضاربة؟				
هل تم تثبيت إشارات المشاة عند كل تقاطع مزود بإشارات؟ هل من السهل رؤيتها، مع أوقات كافية للمشي والخلوص؟				
هل الدوارات مرئية ويمكن التعرف عليها من جميع الطرق؟				
٣- محولات الطرق				
هل ستكون خطوط الرؤية واضحة في جميع مناطق الدمج والتباعد؟				
هل ستكون المسافات بين نقاط اتخاذ القرار كافية للسلامة؟				
هل يتم التعامل مع جميع "منطقة المثلث الحرجة" بأمان؟				
هل اللافتات التوجيهية لكل تقاطع واضحة وسهلة الفهم عند سرعات التشغيل المتوقعة؟				
٤- اللافتات وعلامات الخط والترسيم				
هل تتوافق جميع اللافتات وعلامات الرصيف مع ممارسة اللافتات وعلامات الرصيف الجيدة الخاصة بلافتات 6C؟				

مرحلة الافتتاح (لعمليات التدقيق قبل الافتتاح وبعده)				
المسألة	**نعم**	**لا**	**لا يوجد**	**التعليقات**
هل هناك حاجة إلى أي لافتات أخرى للتحذير أو الإبلاغ أو التوجيه أو التحكم أو التحديد؟				
هل تمت إزالة جميع اللافتات والعلامات غير الضرورية والمكررة (بما في ذلك المُتعلقة بأعمال الطرق)؟				
هل يوجد لافتات واضحة في مناطق السرعة مع لافتات تقييد السرعة ذات القيمة المناسبة؟				
هل علامات الطريق الأرضية مستمرة وصحيحة وواضحة؟				
هل تم التخلص من المواقف "المربكة" أو حلها بأمان؟				
هل تم تثبيت معالم التوجيه العاكسة بشكل صحيح؟				
هل تم تثبيت علامات محاذاة شيفرون عند الضرورة؟				
هل هناك اتساق وتوحيد في التحديد والعلامات الأرضية على طول الطريق الجديد بالكامل؟				
٥- المخاطر على جانب الطريق				
هل تم اتباع استراتيجية إدارة المخاطر على جانب الطريق في هذا المشروع؟				
هل تم ترسيم الطريق جيدًا بما يكفي لزيادة فرصة بقاء المركبات على الطريق؟				
هل يتم التعامل مع جميع المخاطر على جانب الطريق بشكل مناسب؟				
هل يتم تثبيت الحاجز فقط عند الضرورة؟				
هل تم تثبيت الحاجز بشكل صحيح وآمن؟				
هل يتم التعامل جميع دعامات الجسر والقنوات بأمان؟				
٦- مستخدمو الطرق المعرضون للخطر (المشاة وراكبو الدراجات الهوائية والدراجات النارية)				
هل سيكون لدى جميع مستخدمي الطريق المعرضين للخطر اتصال على طول الطريق، وخلوص جانبي مناسب لحركة مرور السيارات؟				
هل سيتمكن المشاة (خاصة الشباب والمسنين وذوي الاحتياجات الخاصة) من المشي بأمان على جانبي الطريق؟				
هل الطريق الجديد خالٍ من نقاط "الضغط" التي قد تُعرض مستخدمو الطريق المعرضين للخطر لحركة المرور؟				
هل سيتمكن المشاة (خاصة الشباب والمسنين وذوي الاحتياجات الخاصة) من عبور الطريق بأمان؟				

مرحلة الافتتاح (لعمليات التدقيق قبل الافتتاح وبعده)				
المسألة	**نعم**	**لا**	**لا يوجد**	**التعليقات**
هل مرافق المشاة كافية وآمنة للوضع وأعداد المشاة؟				
هل كل مرفق للمشاة محدد بوضوح وواضح في كل طريق؟				
هل اللافتات الصحيحة وعلامات الخطوط مُثبتة عن كل مرفق مشاة؟				
هل يتم إضاءة كل مرفق عبور جيدًا في الليل بحيث يمكن للسائقين / ركاب الدراجات رؤية المشاة جيدًا؟				
هل تحتوي جميع إشارات المرور في منطقة العبور على أزرار ضغط للمشاة؟				
هل الجزر الوسطية في المناطق الحضرية خالية من العوائق وواسعة وذات سطح مناسب لتكون ملاذًا فعالًا للمشاة؟				
هل يتم توفير مسارات للمشاة عبر الجزر الوسطية للسماح للمشاة بالعبور "على مستوى الطريق" ولمساعدة المشاة المعاقين؟				
هل تقع محطات الحافلات حيثما سيستخدمها الركاب؟				
هل محطات الحافلات مرصوفة ومضاءة بشكل جيد؟				
٧- تصريف المياه				
هل يتم تصريف مياه الطريق بشكل جيد؟				
هل جميع المصارف آمنة؟ (محمية أو خارج المنطقة الخالية، وغير ذلك)				
٨- المناظر الطبيعية				
هل المناظر الطبيعية "آمنة" من حيث المخاطر على جانب الطريق؟				
هل تسمح المناظر الطبيعية بخطوط رؤية واضحة عند التقاطعات ومرافق المشاة والجزر الوسطية؟				
٩- نقاط الوصول				
هل جميع نقاط الوصول إلى/من العقارات المجاورة واضحة و"آمنة" بقدر ما هي عملية؟				
هل يتم توفير سياج كافي لإبعاد الحيوانات عن الطريق في المناطق الريفية؟				
١٠- اعتبارات سلامة الطرق العامة				
هل الطريق الجديد آمنًا بقدر ما هو عملي نظرًا للظروف الجوية المحلية (شروق الشمس وغروبها والضباب والعواصف الترابية)؟				

مرحلة الافتتاح (لعمليات التدقيق قبل الافتتاح وبعده)				
المسألة	**نعم**	**لا**	**لا يوجد**	**التعليقات**
هل سطح الطريق خالي من الحصى والرمل؟ هل لديه مقاومة انزلاق كافية؟				
هل تمت معالجة مستخرجات الحفر لتقليل خطر سقوط الصخور على الطريق الجديد؟				

نعم = مرضية للسلامة
لا = مخاوف محتملة تتعلق بالسلامة
NA = لا يوجد

ك-٥ قائمة تحقق فحص سلامة الطرق

فحص سلامة الطرق				
المسألة	نعم	لا	لا يوجد	التعليقات
١- وظيفة الطريق العام وتشغيله				
هل الاستخدام الفعلي للطريق من قبل مستخدمي الطريق يتوافق مع التشغيل المقصود للطريق؟				
٢- مسار الطريق والمقطع العرضي				
٢-١ عام				
هل المسار متسق ووفقًا للمواصفات؟				
هل يتم توفير تحذير أو ترسيم كافٍ في منحنيات دون المستوى المطلوب؟				
هل أُجريت التغييرات المعيارية للمقطع العرضي بسلاسة على طول الطريق؟				
٢-٢ الرؤية ومسافة الرؤية				
هل مسافة الرؤية كافية لسرعة حركة المرور على الطريق؟				
هل يتم توفير مسافة رؤية كافية للتقاطعات والمعابر؟ (على سبيل المثال، المشاة وراكبي الدراجات والماشية والسكك الحديدية)				
هل يتم توفير مسافة رؤية كافية في جميع المداخل الخاصة ومداخل العقارات؟				
٢-٣ السرعة التصميمية				
هل المسارات الأفقية والرأسية مناسبة لسرعة المرور (٨٥ بالمئة)؟				
إذا كانت الإجابة لا: • هل اللافتات التحذيرية مُثبتة؟ • هل لافتات السرعة الاسترشادية مُثبتة؟				
هل السرعات الارشادية المُعلنة للمنحنيات مناسبة؟				
٢-٤ حدود السرعة/منطقة السرعة المقيدة				
هل يتوافق حد السرعة مع الوظيفة وهندسة الطرق واستخدام الأراضي ومسافة الرؤية؟				
٢-٥ التجاوز				
هل يتم توفير فرص التجاوز الآمنة؟				
٢-٦ سهولة قراءة السائقين				
هل الطريق خالٍ من العناصر التي قد تسبب الارتباك؟ على سبيل المثال: • هل مسار الطريق محدد بوضوح؟ • هل تمت إزالة أو معالجة الرصيف غير المستخدم (إن وجد)؟ • هل تمت إزالة علامات الرصيف القديمة بشكل صحيح؟ • هل تتبع خطوط الأشجار مسار الطريق؟ • هل يتبع خط أضواء الشوارع أو الأعمدة مسار الطريق؟				

فحص سلامة الطرق				
المسألة	**نعم**	**لا**	**لا يوجد**	**التعليقات**
هل الطريق خالٍ من المنحنيات المضللة أو مجموعات المنحنيات؟				
٢-٧ العرض				
هل الجزر الوسطية والجزر ذات عرض مناسب للمستخدمين المحتملين؟				
هل عرض مسار المرور ومسار طريقه مناسب لحجم المرور واختلاطه؟				
هل عرض الجسر كافي؟				
٢-٨ الأكتاف				
هل الأكتاف واسعة بما يكفي للسماح للسائقين باستعادة السيطرة على المركبات الضالة؟				
هل الأكتاف عريضة بما يكفي لتوقف المركبات المعطلة أو مركبات الطوارئ بأمان؟				
هل الأكتاف مغلقة؟				
هل الأكتاف قابلة للحركة لجميع المركبات ومستخدمي الطريق؟ (بمعنى أن الأكتاف في حالة جيدة)				
هل الانتقال من الطريق إلى الكتف آمن؟ (لا توجد نقاط إنزال)				
٢-٩ المنحدرات العرضية				
هل يتم توفير الارتفاع العالي المناسب على المنحنيات؟				
هل يتم التعامل مع أي منحدر عرضي بأمان (بالنسبة للسيارات والشاحنات وما إلى ذلك)؟				
هل توفر المنحدرات العرضية (المسارات والكتف) تصريفًا كافيًا؟				
٢-١٠ المنحدرات المائلة				
هل يمكن عبور المنحدرات المائلة بالسيارات والشاحنات التي تنحرف عن الطريق؟				
٢-١١ المصارف				
هل يمكن عبور المصارف والجدران الطرفية للقناة على جانب الطريق؟				
٣- المسارات المساعدة				
٣-١ مسافات الانتقال المخروطية				
هل تم تحديد مواقع بداية ونهاية مسافات الانتقال المخروطية ومحاذاتها بشكل صحيح؟				
هل توجد مسافة رؤية كافية حتى نهاية المسار المساعد؟				

فحص سلامة الطرق				
المسألة	نعم	لا	لا يوجد	التعليقات
٣-٢ الأكتاف				
هل يتم توفير عرض كتف مناسب عند مناطق الدمج؟				
هل تم الحفاظ على عرض الكتفين بجانب المسار المساعد؟				
٣-٣ اللافتات والعلامات الأرضية				
هل تم تثبيت جميع اللافتات وفقًا للمبادئ التوجيهية المناسبة؟				
هل جميع اللافتات واضحة؟				
هل علامة الخط متوافقة مع المبادئ التوجيهية المناسبة؟				
هل يوجد تحذير مسبق عند الاقتراب من المسارات المساعدة؟				
٣-٤ انعطاف حركة المرور				
هل تم تجنب الانعطافات جهة اليمين من المسار المار؟				
هل يوجد تحذير مسبق عند الاقتراب من مسارات الانعطاف؟				
٤- التقاطعات				
٤-١ الموقع				
هل جميع التقاطعات آمنة فيما يتعلق بالمسارات الأفقية والرأسية؟				
عند حدوث التقاطعات في نهاية البيئات عالية السرعة (على سبيل المثال، عند الاقتراب من المدن)، هل توجد أجهزة للتحكم في حركة المرور لتنبيه السائقين؟				
٤-٢ الرؤية ومسافة الرؤية				
هل وجود التقاطعات واضح لجميع مستخدمي الطريق؟				
هل مسافة الرؤية مناسبة لجميع التحركات وجميع مستخدمي الطريق؟				
هل هناك مسافة توقف للرؤية خلف أي صف أو مركبات منعطفة ببطء؟				
هل تم توفير مسافة الرؤية المناسبة لدخول المركبات والخروج منها؟				
هل خطوط رؤية السائق و/أو المشاة خالية من العوائق بسبب الغطاء النباتي أو اللافتات أو المركبات المتوقفة أو ما إلى ذلك.				
٤-٣ الضوابط والترسيم				
هل علامات الرصيف ولافتات التحكم في التقاطع مرضية؟				
هل يتم وضع اللافتات بشكل صحيح قبل منحدر الخروج أو تقاطع الطريق للسماح للسائقين باتخاذ الإجراء المطلوب؟				

فحص سلامة الطرق				
المسألة	**نعم**	**لا**	**لا يوجد**	**التعليقات**
هل مسارات المركبات عبر التقاطعات محددة بشكل مرضٍ؟				
هل جميع المسارات مميزة بشكل صحيح (بما يشمل أي أسهم)؟				
٤-٤ المخطط				
هل تتم إدارة جميع نقاط التعارض بين المركبات بأمان؟				
هل مخطط التقاطع واضح لجميع مستخدمي الطريق؟				
هل محاذاة الرصيف واضحة ومناسبة؟				
هل محاذاة الجزر المرورية واضحة ومناسبة؟				
هل محاذاة الجزر الوسطية واضحة ومناسبة؟				
هل الدوارات خالية من المشاكل التشغيلية؟ • هل تقليل سرعة حركة المرور عند نقطة الدخول كافٍ؟ • هل سرعات المركبة داخل الدوار مناسبة؟ • هل عرض الدخول أو الطريق الدائري كافٍ؟				
هل يمكن استيعاب جميع أنواع المركبات المحتملة؟				
هل مسافات الانتقال المخروطية المدمجة طويلة وواسعة بما فيه الكفاية؟				
هل التقاطع خالٍ من مشاكل السعة التي قد تسبب مشاكل السلامة؟				
٤-٥ متفرقات				
هل جميع التقاطعات خالية من الحصى السائبة، لا سيما في المواقع الريفية؟				
٥- اللافتات والإضاءة				
٥-١ الإضاءة				
هل يتم توفير الإضاءة بشكل كافٍ عند الضرورة؟				
هل الإضاءة تعمل بشكل مناسب؟				
هل الطريق خالٍ من الأجسام التي تعيق الإضاءة (على سبيل المثال، الأشجار أو الجسور الجانبية)؟				
هل الطريق خالٍ من أعمدة الإضاءة التي تشكل خطرًا ثابتًا على جانب الطريق؟				
هل يتم توفير أعمدة قابلة للثني أو قاعدة انزلاقية؟				
الإضاءة المحيطة: إذا كانت تؤدي إلى نشوء احتياجات الإضاءة الخاصة، فهل هي مرضية؟				
هل يعمل تنظيم أضواء الشوارع على توجيه الطريق؟				

فحص سلامة الطرق				
المسألة	**نعم**	**لا**	**لا يوجد**	**التعليقات**
هل نظام الإضاءة خالٍ من التأثيرات المربكة أو المضللة على الإشارات أو اللافتات؟				
هل النظام خالٍ من أي بقع سوداء مضيئة؟				
٥-٢ مسائل اللافتات العامة				
هل توجد جميع اللافتات التنظيمية والتحذيرية والتوجيهية اللازمة؟ هل جميع اللافتات واضحة؟				
هل الإشارات التوجيهية منهجية ومنطقية ومتسقة على طول الطريق؟ هل تلبي احتياجات السائقين غير المألوفين؟				
هل تُستخدم اللافتات الصحيحة لكل حالة، وهل وجود كل لافتة ضروري؟				
هل حجم اللافتات مناسب لبيئة السرعة، مع الأخذ في الاعتبار كمية المعلومات المعروضة؟				
هل جميع اللافتات فعالة لجميع حالات الجو المحتملة؟ (على سبيل المثال، النهار أو الليل أو المطر أو الضباب أو شروق الشمس أو غروبها أو المصابيح الأمامية القادمة أو الإضاءة الخافتة)				
إذا كانت القيود تنطبق على أي فئة من المركبات، فهل يُنصح السائقون بالشكل المناسب؟				
إذا طُبقت قيود على أي فئة من المركبات، فهل يتم إبلاغ السائقين بالطرق البديلة؟				
٥-٣ وضوح اللافتات				
هل اللافتات مرضية فيما يتعلق بالرؤية في النهار والظلام و: • وضوح الرسالة؟ • سهولة القراءة/ الوضوح على المسافة المطلوبة؟				
هل اللافتة الانعكاسية أو المُضيئة مرضية؟				
هل يمكن رؤية اللافتات دون إخفاء خلفيتها أو عوامل التشتيت المجاورة؟				
هل يتم تجنب ارتباك السائق بسبب كثرة اللافتات؟				
هل خطوط الرؤية للسائقين والمشاة خالية من اللافتات؟				
٥-٤ دعامات اللافتات				
هل دعامات اللافتات خارج المنطقة الخالية؟				
إذا لم تكن كذلك، فهل هي: • قابلة للثني؟ • محمية بحواجز (على سبيل المثال، سياج الحماية ووسائد تخفيف التصادم)؟				

فحص سلامة الطرق				
المسألة	نعم	لا	لا يوجد	التعليقات
٦- العلامات والترسيم				
٦-١ مسائل عامة				
هل علامات الخط والترسيم: • مناسبة لوظيفة الطريق؟ • متسقة على طول الطريق؟ • من المحتمل أن تكون فعالة في ظل جميع الأحوال الجوية المتوقعة؟ (النهار والليل والرطوبة والجاف والضباب وشروق الشمس وغروبها والمصابيح الأمامية القادمة وما إلى ذلك)				
هل الرصيف خالٍ من العلامات الكثيرة (على سبيل المثال، أسهم الانعطاف غير الضرورية وخطوط الحواجز غير الضرورية وما إلى ذلك)؟				
٦-٢ خطوط وسط الطريق وخطوط الحافة وخطوط المسار وعلامات الطريق				
هل يتم توفير خطوط وسط الطريق وخطوط الحافة وخطوط المسار؟ إذا لم يتم توفير ذلك، فهل لدى السائقين إرشادات كافية؟				
هل تم تثبيت RPSs عند الحاجة؟				
إذا تم تثبيت RPSs، فهل تم وضعها بشكل صحيح وألوان صحيحة وفي حالة جيدة؟				
هل يتم توفير خطوط حافة (مسموعة) عند الحاجة؟				
هل علامة الخط في حالة جيدة؟				
هل هناك تباين كافٍ بين لون العلامات الخطية والرصيف؟				
هل علامات المسار المروري مستمرة؟				
هل ترسيم مناطق الدمج والتباعد (بما في ذلك الحالات التي قد يتم فيها توجيه حركة المرور إلى ممرات انعطاف) فعال؟				
هل تم وضع علامة بوجود خطر على جميع المواقع في نهايات الاقتراب من الجزر والمناطق الوسيطة، وما إلى ذلك؟				
هل جميع أسهم الرصيف من النوع الصحيح؟				
هل مواضع خطوط الانتظار المقابلة لعلامات التوقف وإعطاء الأفضلية مناسبة؟				
٦-٣ المعالم الإرشادية والعاكسات				
هل تم تثبيت المعالم الإرشادية بشكل مناسب؟				
هل المحددات مرئية بوضوح؟				
هل الألوان الصحيحة مستخدمة للمحددات؟				
هل المحددات الموجودة على أسوار الحراسة وحواجز التصادم ودرابزين الجسور متوافقة مع تلك الموجودة على المعالم الإرشادية؟				

فحص سلامة الطرق				
المسألة	نعم	لا	لا يوجد	التعليقات
٦-٤ التحذير من المنحنى والترسيم				
هل يتم تثبيت لافتات تحذيرية من المنحنى ولافتات سرعة ارشادية عند الحاجة؟				
هل لافتات السرعة الارشادية متسقة على طول الطريق؟				
هل اللافتات موضوعة بشكل صحيح بالنسبة للمنحنى؟ (أي ليس بعيدًا جدًا عنه)				
هل اللافتات كبيرة بما يكفي؟				
هل تم تثبيت علامات محاذاة شيفرون عند الضرورة؟				
هل وضع علامات محاذاة شيفرون مرضٍ لتقديم التوجيه حول المنحنى؟				
هل علامات محاذاة شيفرون موضوعة بالحجم الصحيح؟				
هل علامات محاذاة شيفرون محصورة في المنحنيات؟ (غير المستخدمة في ترسيم الجزر، وما إلى ذلك)				
٧- المناطق الخالية وحواجز التصادم				
٧-١ المناطق الخالية				
هل يمكن عبور عرض المنطقة الخالية؟ (أي يمكن القيادة عبرها)				
هل عرض المنطقة الخالية خالٍ من الأجسام الصلبة؟ (إذا لم يكن خاليًا، فهل يمكن إزالة أو حماية جميع هذه الأجسام الصلبة؟)				
هل جميع أعمدة الكهرباء والأشجار وغيرها على مسافة آمنة من مسارات حركة المرور؟				
هل يتم توفير الإصلاحات أو الحماية المناسبة لأي أشياء داخل المنطقة الآمنة؟				
٧-٢ حواجز التصادم				
هل يتم تثبيت حواجز التصادم عند الضرورة؟				
هل يتم تثبيت حواجز التصادم في جميع المواقع اللازمة وفقًا للإرشادات ذات الصلة؟				
هل أنظمة الحاجز مناسبة لهذا الغرض؟				
هل تم تثبيت حواجز التصادم بشكل صحيح؟				
هل طول حاجز التصادم عند تثبيته كافٍ؟				
هل السياج الواقي متصل بشكل صحيح بدرابزين الجسر؟				
هل يوجد عرض كافٍ بين الحاجز وخط الحافة لاحتواء مركبة معطلة؟				

فحص سلامة الطرق				
المسألة	**نعم**	**لا**	**لا يوجد**	**التعليقات**
٧-٣ المعالجات الطرفية				
هل المعالجات الطرفية مشيدة بشكل صحيح؟				
هل هناك منطقة جريان آمنة خلف المحطات المنفصلة؟				
هل يتم التعامل مع نهايات الحواجز للجزر الوسطية أو الحواجز الموجودة في مخرج الطريق شبه السريع بشكل صحيح لتقليل شدة حوادث التصادم المحتملة، بما في ذلك الحاجة إلى وسادات تخفيف التصادم أو أجهزة تخفيف الصدمات الأخرى؟				
٧-٤ السياج				
هل سياج المشاة قابلة للثني؟				
هل المركبات آمنة من التعرض للتطاير بسبب درابزين السياج الأفقي الموجود داخل المنطقة الخالية؟				
٧-٥ رؤية الحواجز والسياج				
هل هناك ترسيم ورؤية كافيين لحواجز التصادم والسياج أثناء الليل؟				
٨- الإشارات المرورية				
٨-١ العمليات				
هل تعمل إشارات المرور بشكل صحيح؟				
هل عدد وموقع ونوع شاشات الإشارة مناسب لحركة المرور وبيئتها؟				
هل توجد تجهيزات خاصة بالمشاة المعاقين بصريًا عند الضرورة؟ (على سبيل المثال، أزرار الضغط الصوتية التي تعمل باللمس والعلامات اللمسية)				
هل توجد تجهيزات خاصة بالمشاة المسنين أو المعوقين عند الضرورة؟ (على سبيل المثال، طريق أخضر ممتد أو طور الخلوص)				
هل توجد وحدة التحكم في وضع آمن؟ (على سبيل المثال، عندما يكون من غير المحتمل أن تتضرر، ولكن الوصول إلى الصيانة آمن)				
هل حالة سطح الطريق (خاصة مقاومة الانزلاق) على الطرق مرضية؟				
٨-٢ الرؤية				
هل إشارات المرور مرئية بوضوح لسائقي السيارات المقتربين؟				
هل توجد مسافة رؤية كافية للتوقف حتى نهاية صفوف انتظار السيارات المحتملة؟				
هل تمت معالجة أي مشاكل في الرؤية قد تكون ناجمة عن شروق الشمس أو غروبها؟				
هل شاشات الإشارات محمية بحيث لا يراها إلا سائقي السيارات المُخصصة لهم؟				
في حالة عدم رؤية شاشات الإشارة من مسافة كافية، هل يتم تثبيت لافتات تحذيرية و/أو أضواء وامضة؟				

فحص سلامة الطرق				
المسألة	**نعم**	**لا**	**لا يوجد**	**التعليقات**
في الأماكن التي تُثبت فيها إشارات عالية للرؤية فوق القمم، هل توجد مسافة رؤية كافية للتوقف حتى نهايات طوابير حركة المرور؟				
هل الإشارة الأساسية خالية من العوائق على الطريق القريب من السائقين المقتربين؟ (مثل الأشجار وأعمدة الإنارة واللافتات ومحطات الحافلات وما إلى ذلك)				
٩- المشاة وراكبو الدراجات				
٩-١ مسائل عامة				
هل هناك مسارات ونقاط عبور مناسبة للمشاة وراكبي الدراجات؟				
هل تم تركيب سياج أمان عند الضرورة لتوجيه المشاة وراكبي الدراجات إلى المعابر أو الجسور؟				
هل تم تركيب حاجز أمان عند الضرورة لفصل تدفقات المركبات والمشاة وراكبي الدراجات؟				
هل مرافق المشاة والدراجات مناسبة للاستخدام الليلي؟				
٩-٢ المشاة				
هل توجد مسافة فصل كافية بين حركة مرور المركبات والمشاة على الممرات؟				
هل يوجد عدد كافٍ من معابر المشاة على طول الطريق؟				
عند نقاط العبور، هل تكون السياج موجهة بحيث يواجه المشاة حركة المرور القادمة؟				
هل هناك تجهيزات كافية للمسنين وذوي الاحتياجات الخاصة والأطفال والكراسي المتحركة وعربات الأطفال؟ (على سبيل المثال، قضبان ثابتة ومعابر رصيف ومعابر وسطى ومنحدرات)				
هل يتم توفير مقابض درابزين كافية عند الضرورة؟ (على سبيل المثال، على الجسور والمنحدرات)				
هل وجود إشارة إلى المشاة بالقرب من المدارس مناسب وفعال؟				
هل وجود إشارة إلى المشاة بالقرب من أي مستشفى مناسب وفعال؟				
هل المسافة من خط التوقف حتى ممر المشاة كافية لسائقي الشاحنات لرؤية المشاة؟				
٩-٣ راكبو الدراجات				
هل عرض الرصيف كافٍ لعدد راكبي الدراجات الذين يستخدمون الطريق؟				
هل مسار الدراجة مستمر؟ (أي خالٍ من نقاط الضغط أو الفجوات)				
هل شبكات التصريف آمنة للدراجات؟				
٩-٤ وسائل النقل العام				
هل توجد محطات الحافلات بأمان مع رؤية كافية وخلوص لمسار المرور؟				

فحص سلامة الطرق				
المسألة	**نعم**	**لا**	**لا يوجد**	**التعليقات**
هل توجد إشارات مسبقة لمحطات الحافلات في المناطق الريفية؟				
هل الملاجئ والمقاعد موضوعة بأمان لضمان عدم إعاقة خطوط الرؤية؟ هل الارتفاع عن الطريق كافٍ؟				
هل ارتفاع وشكل الرصيف في محطات الحافلات مناسب للمشاة وسائقي الحافلات؟				
١٠- إدارة حركة المرور العامة				
هل توجد جزر مرورية كافية أو غيرها من تقنيات تهدئة حركة المرور في المناطق الحضرية، خاصة عندما تمر الطرق عبر مراكز التسوق أو بالقرب من المدارس، من أجل حماية جميع مستخدمي الطرق؟				
هل يتم ضمان السلامة خلال فترات الأعياد والعطلات، عندما تكون مطالب المرور ثقيلة وقد لا يكون السائقون على دراية بالطريق؟				
١١- الجسور والقنوات				
١١-١ ميزات التصميم				
هل الجسور والقنوات بعرض التكوين الكامل؟				
هل تتوافق عروض الجسور والقنوات مع ظروف الطريق؟				
هل تتوافق محاذاة الطريق مع سرعة التنقل البالغة ٨٥٪؟				
هل تم وضع لافتات تحذيرية إذا لم يتم استيفاء أي من الشرطين أعلاه (أي العرض والسرعة)؟				
١١-٢ حواجز التصادم				
هل هناك حواجز مرور مناسبة على الجسور والقنوات لحماية المركبات الضالة؟				
هل الاتصال بين الحاجز والجسر آمن؟				
هل الجسر خالي من حواف الرصيف التي من شأنه أن تُقلل من فعالية الحواجز أو القضبان؟				
١١-٣ متفرقات				
هل مرافق المشاة على الجسر مناسبة وآمنة؟				
هل الصيد من أعلى الجسر محظور؟ إ ذا لم يكن محظورًا، فهل يتم توفير أماكن للصيد الآمن؟				
هل يستمر الترسيم فوق الجسر؟				
١٢- الرصيف				
١٢-١ عيوب الرصيف				
هل حالة حواف الرصيف مرضية؟				

فحص سلامة الطرق				
المسألة	**نعم**	**لا**	**لا يوجد**	**التعليقات**
هل الانتقال من الرصيف إلى الكتف خالي من الانزلاقات الخطرة؟				
هل الرصيف خالٍ من العيوب (على سبيل المثال، الخشونة المفرطة أو التشقق، والحفر، والمواد السائبة، وما إلى ذلك) التي قد تؤدي إلى مشاكل في السلامة (على سبيل المثال، فقدان التحكم في التوجيه)؟				
١٢-٢ مقاومة الانزلاق				
هل يبدو أن الرصيف يتمتع بمقاومة كافية للانزلاق، خاصة على المنحنيات والدرجات الحادة ومقاربات التقاطعات؟				
هل تم إجراء اختبار مقاومة الانزلاق عند الضرورة؟				
١٢-٣ تراكم المياه				
هل الرصيف خالٍ من المناطق التي قد يساهم فيها تجميع المياه أو تدفقها في مشاكل السلامة؟				
١٢-٤ الأحجار/المواد السائبة				
هل الرصيف خالٍ من الأحجار والمواد السائبة الأخرى؟				
١٣- ساحة انتظار السيارات				
١٣-١ مسائل عامة				
هل الأحكام أو القيود المفروضة على وقوف السيارات مرضية فيما يتعلق بالسلامة المرورية؟				
هل يتوافق تواتر الدوران في مواقف السيارات مع سلامة الطريق؟				
هل يوجد موقف سيارات مناسب لمركبات التوصيل بحيث لا تحدث مشاكل تتعلق بالسلامة بسبب ازدواجية وقوف السيارات؟				
هل من الممكن القيام بمناورات الوقوف على طول الطريق دون التسبب في مشاكل تتعلق بالسلامة؟ (على سبيل المثال، وقوف السيارات بزاوية)				
هل مسافة الرؤية عند التقاطعات وعلى طول الطريق غير متأثرة بالمركبات المتوقفة؟				
١٤- توفير أماكن للمركبات الثقيلة				
١٤-١ مسائل التصميم				
هل فرص التجاوز متاحة للمركبات الثقيلة التي تكون أحجامها كبيرة؟				
هل يلبي المسار عمومًا حجم المركبة التي من المحتمل أن تستخدمها؟				
هل هناك حيز مناورة كافٍ للمركبات الكبيرة على طول الطريق، عند التقاطعات والدوارات وما إلى ذلك؟				
هل الوصول إلى مناطق الاستراحة وساحات انتظار الشاحنات مناسب لحجم السيارة المتوقع؟ (ضع في اعتبارك التسارع والتباطؤ وعرض الكتف وما إلى ذلك)				

فحص سلامة الطرق				
المسألة	نعم	لا	لا يوجد	التعليقات
١٤-٢ جودة الرصف/الكتف				
هل الأكتاف مغلقة عند الانحناءات لتوفير رصيف إضافي للمركبات الطويلة؟				
هل عرض الرصيف مناسب للمركبات الثقيلة؟				
وبشكل عام، هل جودة الرصيف كافية للسفر الآمن للمركبات الثقيلة والكبيرة؟				
على طول طرق الشاحنات، هل الأجهزة العاكسة مناسبة لارتفاعات نظر سائقي الشاحنات؟				
١٥- مجاري الفيضانات والممرات المرتفعة				
١٥-١ البرك والفيضانات				
هل جميع قطاعات الطريق خالية من تجمعات المياه أو التدفق عبر الطريق أثناء الطقس الرطب؟				
إذا كان هناك بركة أو تدفق عبر الطريق خلال الطقس الرطب، فهل توجد لافتات مناسبة تُشير إلى ذلك؟				
هل تم وضع علامات في مناطق مجاري الفيضانات والممرات المرتفعة بشكل صحيح؟				
١٥-٢ سلامة الأجهزة				
هل تقع جميع القنوات أو هياكل الصرف خارج منطقة الاستعادة الخالية على جانب الطريق؟				
إذا لم تقع خارجها، فهل مُحصنة من احتمال اصطدام السيارة؟				
١٦- متفرقات				
١٦-١ المناظر الطبيعية				
هل المناظر الطبيعية متوافقة مع الإرشادات (على سبيل المثال، الخلوص ومسافة الرؤية)؟				
هل سيتم الحفاظ على الخلوص الحالي ومسافات الرؤية بعد نمو النباتات في المستقبل؟				
هل تتجنب المناظر الطبيعية في الدوارات مشاكل الرؤية؟				
١٦-٢ الأعمال المؤقتة				
هل جميع المواقع خالية من معدات البناء أو الصيانة التي لم تعد مطلوبة؟				
هل جميع المواقع خالية من اللافتات أو أجهزة التحكم المؤقت في حركة المرور التي لم تعد مطلوبة؟				
١٦-٣ وهج الضوء الأمامي				
هل تمت معالجة أي مشاكل قد تكون ناجمة عن وهج الضوء الأمامي؟ (على سبيل المثال، طريق خدمة في اتجاهين بالقرب من ممرات المرور الرئيسة واستخدام سياج متوهج)				

فحص سلامة الطرق				
المسألة	**نعم**	**لا**	**لا يوجد**	**التعليقات**
١٦-٤ الأنشطة على جانب الطريق				
هل حدود الطريق خالية من أي أنشطة من المحتمل أن تشتت انتباه السائقين؟				
هل تم تثبيت جميع اللافتات الإعلانية بطريقة لا تشكل خطرًا؟				
١٦-٥ المركبات الضالة				
هل أثاث جانب الطريق على الحواف وممرات المشاة خالي من الأضرار الناجمة عن المركبات الضالة التي قد تشير إلى مشكلة أو خطر أو تعارض محتمل في الموقع؟				
١٦-٦ مسائل السلامة الأخرى				
هل استقرار السد آمن؟				
هل الطريق خالٍ من الفروع المتدلية غير الآمنة؟				
هل الطريق خالٍ من عوائق الرؤية الناجمة عن العشب الطويل؟				
هل يتم التعامل مع أي مناطق عاتية الرياح بأمان؟				
إذا تم استخدام حواف في المنطقة الوسيطة، فهل: • محددة بشكل مناسب؟ • واضحة بدايتها؟ • واضحة عند التقاطعات؟ • من غير المحتمل أن تكون خطرًا على المشاة؟				
١٦-٧ مناطق الاستراحة				
هل موقع مناطق الاستراحة ومناطق وقوف الشاحنات على طول الطريق مناسب؟				
هل هناك مسافة رؤية كافية إلى نقاط الخروج والدخول من مناطق الاستراحة ومناطق وقوف الشاحنات في جميع الأوقات خلال اليوم؟				
١٦-٨ الحيوانات				
هل الطريق خالٍ من أعداد الحيوانات الكبيرة؟ (على سبيل المثال، الإبل والأغنام والماعز وما إلى ذلك)				
إذا لم يكن خاليًا، فهل هو محمي بسياج تمنع دخول الحيوانات؟				
١٦-٩ جوانب السلامة للمركبات الثقيلة غير المشمولة بالفعل				
هل تمت معالجة جميع المسائل الأخرى التي قد يكون لها تأثير على سلامة المركبات الثقيلة؟				

نعم = مرضية للسلامة
لا = مخاوف محتملة تتعلق بالسلامة
NA = لا يوجد

ك-٦ قائمة تحقق مرحلة الجدوى

مرحلة الجدوى				
المسألة	**نعم**	**لا**	**لا يوجد**	**التعليقات**
١- مواصفات تصميم الطرق				
هل يتم استخدام مواصفات تصميم "آمنة وعملية" (مع الأخذ في الاعتبار فئة التضاريس ووظيفة الطريق المقترح)؟				
هل ستكون سرعة التصميم "آمنة" للمسارات الأفقية والرأسية أو مسافات الرؤية أو الاندماج أو التناسج؟				
هل سيكون حد السرعة المحتمل على الطريق المقترح متوافقًا مع سرعة التصميم؟				
٢- المحاذاة				
هل ستكون المسارات الأفقية المقترحة آمنة بقدر ما تكون عملية؟				
هل ستكون المسارات الرأسية المقترحة آمنة بقدر ما تكون عملية؟				
هل سيتوافق الاقتراح مع شبكة الطرق المجاورة؟				
هل ستكون جميع المنعطفات الضرورية (بما في ذلك المنعطفات على شكل حرف U) آمنة؟				
هل ستكون مسافات الرؤية مرضية عند التقاطعات والوصول إلى الممتلكات؟				
٣- المقطع العرضي				
هل ستكون جميع المقاطع العرضية "آمنة" لحجم حركة المرور المتوقع؟				
هل سيكون المقطع العرضي واسعًا بما يكفي لتوفير ممرات انعطاف محمية داخل الجزيرة الوسطية(إذا كان هناك تكرار)؟				
هل تم اقتراح جزيرة وسطية، هل ستكون عريضة بما يكفي للتركيب الآمن لإنارة الشوارع؟				
هل سيكون المقطع العرضي عريضًا بدرجة كافية للأكتاف المرصوفة (يفضل عرضها ١,٥ متر) على جانبي الطريق؟				
هل سيكون المقطع العرضي مناسبًا للسلامة على الجسور العلوية والجسور العادية والهياكل الأخرى؟				
هل يتم اقتراح مسارات التجاوز و/أو التسلق إذا لزم الأمر؟				
هل تتم إدارة جميع المخاطر على جانب الطريق (الحالي والمقترح) "بأمان"؟ (ملاحظة: تحقق مما إذا كانت المنطقة الآمنة قد تم استخدامها أثناء تطوير الاقتراح وقم بتقييم ما إذا كانت تلك المنطقة الآمنة ستكون كافية).				

مرحلة الجدوى				
المسألة	**نعم**	**لا**	**لا يوجد**	**التعليقات**
٤- محولات الطرق				
هل سيفهم مستخدمو الطريق محول الطريق؟				
٥- التقاطعات				
هل سيكون عدد التقاطعات المقترحة وتوزيعها مناسب فيما يتعلق بوظيفة الطريق الجديد وشبكة الطرق المحيطة والوصول بالنسبة لجميع حركة المرور، بما يشمل مركبات النقل العام والطوارئ؟				
هل سيفهم مستخدمو الطريق مخططات التقاطع؟				
هل التصميم المقترح خالي من جميع التقاطعات التي على شكل حرف ٧؟				
هل التحكم في حركة المرور عند التقاطع المقترحة "آمن" من الناحية العملية؟				
هل توجد تقاطعات وفتحات انعطاف كافية في التصميم المقترح لتقليل الحركات الخاطئة؟				
٦- مستخدمو الطرق المعرضون للخطر (المشاة وراكبو الدراجات الهوائية والدراجات النارية)				
هل سيتمكن المشاة (خاصة الشباب والمسنين وذوي الاحتياجات الخاصة) من المشي بأمان على جانبي الطريق؟ (ملاحظة: ضع في اعتبارك سرعات المرور المتوقعة على الطريق الجديد).				
هل سيتمكن المشاة (خاصة الشباب والمسنين وذوي الاحتياجات الخاصة) من عبور الطريق بأمان؟ (ملاحظة: ضع في اعتبارك سرعات المرور المتوقعة على الطريق الجديد).				
هل سيكون لدى جميع مستخدمي الطريق المعرضين للخطر اتصال على طول طريقهم، وخلوص جانبي لحركة مرور السيارات؟				
هل العرض خالٍ من نقاط "الضغط" التي قد تُعرض مستخدمو الطريق المعرضين للخطر لحركة المرور؟				
٧- توفير وسائل النقل العام				
هل يوفر العرض جميع وسائل النقل العام التي ستستخدم الطريق الجديد؟				
هل تم اقتراح أماكن انتظار للحافلات التي من المرجح أن يستخدمها الركاب؟				
هل يُقترح استخدام ممرات مشاة في جميع الأحوال الجوية من وإلى محطات الحافلات وغيرها من مواقع النقل العام الرئيسة لمساعدة الركاب؟				
٨- مطابقة مع شبكة الطرق الحالية				
هل تم إيلاء اهتمام كافٍ لمسائل السلامة في الواجهة بين الطريق الجديد والطريق الحالي؟				

مرحلة الجدوى				
المسألة	**نعم**	**لا**	**لا يوجد**	**التعليقات**
هل الواجهة بين الطريق الجديد والقائم بعيدة جدًا عن أي خطر (مثل قمة أو منعطف أو خطر على جانب الطريق أو حيث قد يكون هناك ضعف في الرؤية؟)				
١٠- مسائل سلامة الطرق العامة				
هل يقع الاقتراح في منطقة ستكون خالية من الأحداث الخاصة أو المهرجانات أو الأسواق أو غيرها من الأنشطة المتقطعة التي يمكن أن تقدم احتياجات أمان خاصة على طول الطريق الجديد؟				
هل مراكز الخدمة على الطرق الوعرة مطلوبة ومقترحة؟				
هل تم اقتراح مناطق استراحة كافية؟				
هل سيكون الطريق الجديد آمنًا بقدر ما هو عملي نظرًا للظروف الجوية المحلية (شروق الشمس وغروبها والضباب والعواصف الترابية)؟				
هل أخذ الاقتراح بعين الاعتبار الحيوانات على الطريق، بما في ذلك الحيوانات التي تعبر الطريق؟				

نعم = مرضية للسلامة
لا = مخاوف محتملة تتعلق بالسلامة
NA = لا يوجد

الملحق – نماذج التقارير

ل-١ الشروط المرجعية للتكليف بعملية تدقيق سلامة الطرق (موجز التدقيق)

يُعِدّ مدير المشروع الشروط المرجعية لكل تدقيق. يتمثل الغرض من ذلك في تحديد نطاق التدقيق بوضوح وموقع التدقيق ومخطط المشروع وأي معلومات ضرورية لتزويد فريق التدقيق بفهم كامل للمشروع.

يتم توفير الشروط المرجعية التالية كنموذج للاستخدام عند إشراك فريق (مدققين أو استشاريين سعوديين معتمدين في مجال سلامة الطرق) لإجراء تدقيق سلامة الطرق. يهدف النموذج المقدم إلى مساعدة مدير المشروع فيما يتعلق بالمعلومات التي يجب تقديمها إلى فريق التدقيق؛ والشكل والمحتويات الدقيقة ليست إلزامية ويجوز للعميل تعديل النموذج وفقًا لاحتياجات المشروع المحدد المراد تقييمه.

الشروط المرجعية الخاصة بـ [أدخل اسم المرحلة] تدقيق سلامة الطريق للمرحلة

[أدخل اسم مشروع الطريق]

تمهيد

وضعت [أدخل اسم جهة الطرق] اقتراحًا [أدخل وصفًا موجزًا لنوع الاقتراح وموقعه] من أجل توفير سعة محسنة وأداء مروري [على طول هذا الممر / في هذا التقاطع / إلخ] بالإضافة إلى زيادة ضمان السلامة لجميع مستخدمي الطرق.

المهمة

تتمثل مهمة العمل في تنفيذ [أدخل اسم المرحلة] مرحلة تدقيق سلامة الطريق المقترحة [أدخل اسم المشروع] بحيث يمكن تحديد مشاكل السلامة المحتملة على الطرق ومناقشتها وتقليلها إلى أدنى حد.

يتم إجراء التدقيق بما يتفق مع [اسم التشريع الوطني للسلامة على الطرق والاستراتيجية وخطة العمل] والعملية المفصلة في الإصدار الحالي من كود الطرق السعودي ٦٠٣ – سلامة الطرق.

نطاق الخدمات

سيشمل نطاق الخدمات المطلوبة من فريق التدقيق، على سبيل المثال لا الحصر، ما يلي:

- إجراء التدقيق من جانب فريق تدقيق مكون من اثنين على الأقل من المدققين المسجلين.
- حضور قائد فريق التدقيق في الاجتماع الأول مع العميل والمصمم من أجل الحصول على معلومات كاملة حول الاقتراح وفهم خلفية المشروع.
- مراجعة جميع الوثائق المقدمة من مدير المشروع قبل فحص الموقع ومرة أخرى قبل الانتهاء من تقرير تدقيق سلامة الطرق.
- إجراء عمليات الفحص النهارية والليلية للموقع بأكمله لفهم الوضع الحالي لحركة المرور ومعرفة كيف سيبدو الطريق النهائي.
- يُنصح المدققون بالرجوع إلى القائمة المرجعية المناسبة في كود الطرق السعودي ٦٠٣ - سلامة الطرق، ولكن يجب ألا يقتصر تدقيقهم على مسائل القائمة المرجعية. يجب أن ينظروا في احتياجات السلامة لجميع مستخدمي الطريق في المستقبل لهذا الموقع، ولا سيما مستخدمي الطريق المعرضين للخطر.
- إعداد تقرير تدقيق موجز للسلامة على الطرق بصيغة متفق عليها.
- يجب أن يتضمن تقرير تدقيق سلامة الطرق وصفًا واضحًا لمسائل السلامة المحددة، فضلًا عن توصية (توصيات) عملية لكل منها.
- يجب على رئيس فريق التدقيق التوقيع على تقرير التدقيق وإرساله إلكترونيًا في وقت واحد إلى العميل (مدير المشروع) والمصمم وهيئة الطرق/المنظمة المشرفة، إذا كان مختلفًا عن العميل.
- إذا طُلب ذلك، يجب على قائد فريق التدقيق حضور اجتماع إنهاء العمل للإجابة على أي أسئلة حول نتائج التدقيق وتوصياته ومناقشة تغييرات التصميم المحتملة.

ستزود هيئة الطرق قائد فريق التدقيق بالمعلومات التالية:

[أدخل قائمة التقارير والرسومات والبيانات وما إلى ذلك]

المؤهلات والخبرات

يجب تقديم خدمات التدقيق من قبل فريق يتألف من اثنين على الأقل من مدققي سلامة الطرق، المسجلين في السجل الوطني لمدققي سلامة الطرق؛ وواحد على الأقل (قائد الفريق) يجب أن يكون مدققًا أقدم لسلامة الطرق، ويستوفي المتطلبات ذات الصلة الخاصة بقائد فريق التدقيق على النحو المنصوص عليه في كود الطرق السعودي ٦٠٣ – سلامة الطرق.

من المتوقع أن تستغرق المهمة ما يصل إلى [أدخل عدد الأيام]، على النحو التالي:

[أدخل عدد الأيام] مراجعة التقارير/ الرسومات وحضور الاجتماع الأول

[أدخل عدد الأيام] فحص الموقع (يلزم إجراء عمليات فحص ليلية ونهارية)

[أدخل عدد الأيام] إعداد تقرير تدقيق سلامة الطرق.

تقديم التقارير

يجب على قائد فريق التدقيق تقديم تقرير تدقيق سلامة الطرق المكتمل والموقع إلى العميل (مدير المشروع) بصيغة إلكترونية بحلول [كتابة تاريخ تقديم تقرير التدقيق].

يوجه قائد فريق التدقيق أي أسئلة حول الاقتراح أو التدقيق إلى [أدخل اسم المهندس المسؤول] عبر الهاتف [أدخل الرقم] أو البريد الإلكتروني [أدخل عنوان البريد الإلكتروني].

ل-٢ نموذج تقرير تدقيق سلامة الطرق

في الصفحات التالية، يتم توفير نموذج لتقرير تدقيق سلامة الطرق – مقتبس من AUSTROADS ((2019).

أدخل مقترح المشروع

تدقيق سلامة الطرق

المرحلة ***أدخل مرحلة تدقيق سلامة الطرق***

مرجع التدقيق: ***##########***

أُعِد إلى:

أدخل تفاصيل العميل

أعدّه:

أدخل مؤسسة فريق تدقيق سلامة الطرق

تاريخ إصدار التقرير: *##/##/#### (أدخل التاريخ)*

المحتويات

١. **مقدمة** ٣

١-١ نطاق التدقيق ٣

١-٢ فريق التدقيق ٣

١-٣ المستشارون المتخصصون ٤

١-٤ عمليات تدقيق السلامة السابقة ٤

١-٥ البيانات الأساسية ٤

١-٥-١ سجل الحوادث (لعمليات فحص سلامة الطرق فقط) ٤

١-٥-٢ بيانات المرور والسرعة (لعمليات فحص سلامة الطرق فقط) ٥

١-٥-٣ الملاحق ٥

٢. البنود البارزة في هذا [مرحلة التدقيق] التدقيق ٦

٢-١ النتيجة — [قدم عنوانًا للنتيجة المحددة بما في ذلك موقعها، على سبيل المثال، مسافة رؤية التقاطع الآمن عند تقاطع الطريق X والشارع Y] ٦

٣. **بيان فريق التدقيق** ٧

١ـ مقدمة

١ـ١ نطاق التدقيق

تدقيق سلامة الطرق - فحص رسمي لمشروع مروري أو خاص بالطرق سواءً كان قائمًا أو مقبلاً على يد فريق مؤهل مستقل ومناسب، وإعداد تقارير بشأن حالات الحوادث المحتملة للمشروع، وأداء السلامة، وكيفية تحسينه، مع وضع جميع مستخدمي الطرق في الاعتبار في جميع مراحل تطوير المشروع.

تم إجراء تدقيق سلامة الطرق هذا باتباع المبادئ العامة المفصلة في الإصدار الحالي من كود الطرق السعودي ٦٠٣ – سلامة الطرق ووفقًا للمتطلبات الواردة في الشروط المرجعية الخاصة [بمؤسسة العميل].

نتج هذا التقرير عن [مرحلة التدقيق] تدقيق سلامة الطرق الذي تم إجراؤه على [مقترح المشروع] المقترح في [موقع المشروع].

تتمثل خلفية وهدف المشروع المقترح في [تضمين المعلومات المقدمة من العميل في ملخص التدقيق – الشروط المرجعية].

تم إجراء التدقيق من قبل [قائد فريق التدقيق] التابع [لمنظمة قائد فريق التدقيق] مع الإشارة إلى التفاصيل المقدمة في موجز التدقيق.

تضمن التدقيق فحص الرسومات والمعلومات الأخرى المقدمة من [منظمة العميل والمصمم] على النحو المحدد في الملحق د.

يعتبر فريق التدقيق أن جميع النتائج الموضحة في الجزء ٢ من هذا التقرير تتطلب اتخاذ إجراءات من أجل تحسين سلامة المشروع المقترح وتقليل مخاطر وقوع حوادث وتقليل شدة الحوادث المحتملة.

فحص فريق التدقيق الآثار المترتبة على سلامة الطرق للمشروع كما هو معروض والإبلاغ عنها فقط ولم يفحص أو يتحقق من امتثال التصميم لأي معايير أخرى.

١ـ٢ فريق التدقيق

رقم المدقق	الاسم	الدور	المنظمة
.....	*[أدخل الاسم]*	قائد فريق التدقيق	*[أدخل المنظمة]*
.....	*[أدخل الاسم]*	عضو فريق التدقيق	*[أدخل المنظمة]*
.....	*[أدخل الاسم]*	مراقب فريق التدقيق	*[أدخل المنظمة]*

زار فريق التدقيق الموقع في [أدخل التاريخ] في تمام الساعة [أدخل الوقت]. في وقت زيارة الموقع، كان الطقس [أدخل الظروف الجوية] وكان سطح الطريق الحالي [رطب/جاف].

تم إجراء زيارة ليلية للموقع في [أدخل التاريخ] في تمام الساعة [أدخل الوقت].

١ـ٣ المستشارون المتخصصون

كان من بين الحاضرين الآخرين أثناء الزيارات النهارية / الليلية:

الاسم	الدور	المنظمة
[أدخل الاسم]	*[على سبيل المثال، مستشار الشرطة]*	*[أدخل المنظمة]*
[أدخل الاسم]	*[على سبيل المثال، مستشار إشارات المرور]*	*[أدخل المنظمة]*
[أدخل الاسم]	*[على سبيل المثال، مستشار الصيانة]*	*[أدخل المنظمة]*

١-٤ عمليات تدقيق السلامة السابقة

تم إجراء [أدخل مرحلة التدقيق] من قبل [اسم المنظمة] في [الشهر والسنة] [مرجع التدقيق].

تم تناول البنود البارزة في *[أدخل مرحلة التدقيق]* تدقيق السلامة باستثناء البنود المدرجة أدناه. تُجرى مناقشة هذه البنود مرة أخرى في تدقيق سلامة الطرق هذا.

مراجع نتائج التدقيق السابقة	الوصف	مرجع بند التدقيق
[المرجع، على سبيل المثال، ٢-١]	*[وصف النتائج]*	*[المرجع، على سبيل المثال، ٢-١]*
[المرجع، على سبيل المثال، ٢-١]	*[وصف النتائج]*	*[المرجع، على سبيل المثال، ٢-١]*

١-٥ البيانات الأساسية

١-٥-١ سجل التصادم (لعمليات فحص سلامة الطرق فقط)

قد أجريت دراسة لسجل الحوادث الأخيرة بالقرب من المشروع المقترح خلال السنوات الخمس حتى نهاية [أدخل الشهر والسنة]. يتم تضمين بيانات / تقارير الحوادث في الملحق ج. أظهرت هذه الدراسة أنه كان هناك [أدخل عدد الحوادث] تم الإبلاغ عنها ضمن البيانات المستخرجة والتي يتم تلخيصها أدناه:

- *[تفاصيل مجموعات نوع الحوادث وشدة الحوادث]؛*
- *[تفاصيل مجموعات نوع الحوادث وشدة الحوادث]؛ و*
- *[تفاصيل مجموعات نوع الحوادث وشدة الحوادث]؛*

١-٥-٢ بيانات المرور والسرعة (لعمليات فحص سلامة الطرق فقط)

فيما يلي ملخص لبيانات حركة المرور الحديثة:

الموقع	المركبات في اليوم (النسبة المئوية للمركبات الثقيلة)	التاريخ:	المصدر
[اسم الطريق] (رقم الموقع)	*[الرقم] (%)*	*التاريخ:*	*[خريطة المرور]*

فيما يلي ملخص لبيانات حركة السرعة الحديثة:

الموقع	متوسط السرعة (كيلومتر/ ساعة)	سرعة (كم/س) (بنسبة ٨٥ بالمئة)	التاريخ:	المصدر
[اسم الطريق] (رقم الموقع)	*[الرقم]*	*[الرقم]*	*التاريخ:*	*[خريطة المرور]*

٢- البنود البارزة في هذا [مرحلة التدقيق] التدقيق

٢-١ النتائج - [قدم عنوانًا للنتيجة المحددة بما في ذلك موقعها، على سبيل المثال، مسافة رؤية التقاطع الآمن عند تقاطع الطريق X والشارع Y]

قدم ملخصًا للنتائج بما في ذلك مزيد من التوضيح للموقع إذا لزم الأمر. على سبيل المثال، هناك شجرة تحجب جزئيًا خطوط الرؤية إلى الشمال للمركبات التي تخرج من الطريق X.

الإشارة (إذا لزم الأمر) إلى الملحق أ (خطة موقع نتائج التدقيق) و/ أو الملحق ب (صور التدقيق).

تبرير النتائج:

في الفقرة الأولى، صف نتيجة التصادم المحتملة المتعلقة بالنتائج. على سبيل المثال، هناك خطر من أن تفشل المركبات في إفساح الطريق أثناء الخروج من التقاطع مما قد يؤدي إلى تصادمات في الزاوية اليمنى.

قدم مزيدًا من التبرير للنتيجة من خلال شرح المشكلة شرحًا مفصلًا، وإذا كان ذلك ممكنًا، قم بالإشارة إلى بيانات التحكم المناسبة لدعم النتائج التي توصلت إليها. على سبيل المثال، تقلل الشجرة الواقعة شمال التقاطع من مسافة الرؤية المتاحة إلى ١٢٠ مترًا. بافتراض سرعة تشغيل تبلغ ١١٠ كم/ساعة ووقت رد فعل يبلغ ٢,٠ ثانية، فإن مسافة الرؤية المطلوبة للتقاطع الآمن هي ٢٣٥ مترًا مقاسة ٧ أمتار على طول الطريق الجانبي من نقطة التعارض.

التوصية

قدم توصيتك (توصياتك) مع التأكد من أنك لا تستخدم مصطلحات "ضع في اعتبارك أو راقب". على سبيل المثال، يجب توفير مسافة رؤية كافية للتقاطع الآمن وفقًا لإرشادات كود الطرق السعودي.

[أدخل مستوى المخاطر: مرتفعة جدًا/مرتفعة/متوسطة/منخفضة]

٣- بيان فريق التدقيق

أقر بموجب هذا البيان أن فريق التدقيق قد فحص الوثائق المدرجة في الملحق د وفحص الموقع عند إجراء تدقيق سلامة الطرق هذا. أؤكد أيضًا أن هذا التدقيق قد تم إجراؤه بشكل مستقل عن فريق التصميم باتباع المبادئ العامة المفصلة في الإصدار الحالي من كود الطرق السعودي ٦٠٣ – سلامة الطرق.

تم إجراء التدقيق لغرض وحيد هو تحديد أي ميزات للتصميم يمكن تغييرها أو إزالتها لتحسين سلامة الاقتراح. وقد أشير في هذا التقرير إلى المسائل المحددة. يُقدم العميل النتائج والتوصيات المصاحبة للنظر فيها من أجل التنفيذ.

قائد فريق التدقيق

[أدخل الاسم]

[المسمى الوظيفي]

[المنظمة]

[رقم الهاتف]

[البريد الإلكتروني]

التوقيع

التاريخ:

٤- الملاحق

الملحق أ — خطة موقع نتائج التدقيق

الملحق ب — صور التدقيق

الملحق ج — تقرير الحوادث (لعمليات فحص سلامة الطرق فقط)

الملحق د — قائمة الوثائق المقدمة للتدقيق

ل-٣ نموذج ملاحظات تدقيق سلامة الطرق

في الجدول التالي، يوجد قالب لنموذج ملاحظات تدقيق سلامة الطرق.

الجدول (ل–١) قالب نموذج ملاحظات تدقيق سلامة الطرق (Ministry of Transport, 2020)

تقرير ملاحظات تدقيق سلامة الطرق: نموذج تتبع القرار									
المشروع: اسم المشروع رقم المشروع: وفقًا للعقد		رقم الوثيقة: أدخل رقم الوثيقة مرحلة تدقيق سلامة الطرق: مرحلة التدقيق							
رقم العقد: وفقًا للعقد		المطور: اسم المطور أو هيئة الطرق							
مدير المشروع التابع للعميل: اسم مدير المشروع التابع للعميل:		المصمم: اسم استشاري التصميم (مع مسؤولية الرد على التدقيق)							
فريق تدقيق سلامة الطرق: قائد فريق تدقيق سلامة الطرق الاسم		فريق تدقيق سلامة الطرق: أسماء أعضاء فريق تدقيق سلامة الطرق:							
	المدقق				منظمة العميل (مدير المشروع) والمصمم		المدقق		العميل أو المنظمة المشرفة
	المخاطر المحددة	تصنيف الخطورة *	التوصية	مرجع التقرير	الاستجابة لمواجهة المخاطر	الرد	الاستجابة للرد	التعليق:	تقبل المخاطر، كما هو موضح؟	التعليق / القرار
	المخاطر التي تم تحديدها، يجب أن يصف هذا الوصف مصدر الخطر وطبيعته والاصطدام الناتج المحتمل وشدة الإصابة والتكرار المحتمل للحدث.	تصنيف الخطورة * بناءً على شدة نتيجة الاصطدام والتكرار المتوقع للحدث.	وصف إجراءات التخفيف والحد المتوقع في الخطورة والحوادث.	مرجع التقرير، مرتبط بتقرير تدقيق سلامة الطرق الكامل.	هل المخاطرة مقبولة؟ نعم / لا	يجب أن يعالج الرد المسألة التي أثارها المدقق. إذا كان العميل / المصمم لا يتفق مع تقييم مخاطر المدقق أو الحل المقترح، فيجب عليه وصف سبب عدم موافقته و / أو اقتراح حل بديل لتقليل الخطر أو القضاء عليه.	يجب على المدقق أن يذكر بوضوح ما إذا كان يوافق على رد العميل / المصمم. موافق / غير موافق	إذا لم يوافق المدقق على رد العميل / المصمم، فيجب عليه تأكيد ما إذا كان العميل / المصمم قد فهم الخطر كما هو موضح في التدقيق، ثم لماذا يعتقد أن رد العميل / المصمم أو الحل البديل المقترح لا يعالج المخاطر كما هو مذكور في التدقيق.	سيحدد العميل / المنظمة المشرفة أولاً ما إذا كان يوافق على المخاطر كما وصفها المدقق. مقبول / غير مقبول	بناءً على المعلومات المقدمة من المدقق والمصمم والردود السابقة، سيتخذ العميل / المنظمة المشرفة قرارًا بشأن الاقتراح الذي يجب قبوله لحل مشكلات السلامة. يجوز للعميل / المنظمة المشرفة اختيار عدم قبول أي من الاقتراحات التي يقدمها المدقق أو المصمم أو العميل، إذا تم توفيرها وقد توجه حلاً بديلاً واقعيًا وقابل للتطبيق.
يجب قراءة جميع النقاط في سياق تقرير تدقيق سلامة الطرق الصادر									
النقاط العامة									
التقاطعات									
هندسة محاذاة الطريق									
اسم المدقق:					اسم مدير المشروع:		اسم المدقق:		العميل أو المنظمة المشرفة	
التاريخ:					التاريخ:		التاريخ:		التاريخ:	

الملحق م - الطريقة التنبؤية للحوادث

توضح الفقرات التالية الطريقة التنبؤية لتقديم متوسط تكرار الحوادث المتوقع لشبكة ما أو مرفق أو موقع فردي في مدة زمنية محددة وحجم حركة المرور وخصائص التصميم الهندسي لطريق ما.

تحدد الطريقة التنبؤية القياس الكمي لمتوسط تكرار الحوادث المتوقع في ظل الظروف الحالية والظروف التي لم تحدث بعد. بناءً على ذلك، من الممكن استخدام الطريقة التنبؤية لتقييم ومقارنة متوسط تكرار الحوادث للآتي:

- المرافق الحالية في ظل أحجام حركة المرور السابقة والمستقبلية.
- تصاميم بديلة للمرفق الحالي في ظل أحجام حركة المرور السابقة والمستقبلية.
- تصاميم المرفق الجديد في ظل أحكام حركة المرور المستقبلية (المتوقعة)
- التدابير المضادة المستقبلية بعد مدة التنفيذ (للاختيار من بين البدائل)

وتستند الطريقة التنبؤية المبينة في الفقرات التالية إلى أدلة الولايات المتحدة الأمريكية ذات الصلة. (AASHTO, 2010; AASHTO, 2014; AASHTO, 2014; FHWA, 2013). بالنسبة للمعلومات غير المدرجة في هذا المجلد من كود الطرق السعودي، ينبغي على القارئ الاطلاع على أدلة AASHTOالمذكورة أعلاه (AASHTO, 2010; AASHTO, 2014; AASHTO, 2014).

م-١ نظرة عامة على الطريقة التنبؤية

تحدد الطريقة التنبؤية إجراءً لتقدير متوسط تكرار الحوادث المتوقع (حسب إجمالي الحوادث أو شدة الحوادث أو نوع الحوادث) لشبكة الطريق أو المرفق أو الموقع. ينقسم الطريق إلى مواقع فردية، سواء كانت أجزاء طريق متجانسة أو تقاطعات. يتكون المرفق من مجموعة متجاورة من التقاطعات الفردية وقطاعات الطرق، ويشار إلى كل منها باسم "المواقع". تُحدد أنواع المرافق المختلفة من خلال استخدام الأراضي المحيطة والمقطع العرضي للطرق ودرجة الوصول. بالنسبة لكل نوع من أنواع المرافق، هناك عدد من أنواع المواقع المختلفة، مثل مقاطع الطرق المقسمة وغير المقسمة أو التقاطعات التي تتم الإشارة إليها أو التي لم تتم الإشارة إليها. تتكون شبكة الطرق من عدد من المرافق المتجاورة. تُستخدم الطريقة لتقدير متوسط تكرار الحوادث المتوقع لموقع فردي، بينما يُستخدم المجموع التراكمي لجميع المواقع كتقدير لمرفق أو شبكة بأكملها.

تستخدم نماذج تنبؤية لتقدير متوسط تكرار الحوادث المتوقع، $N_{predicted}$، لنوع موقع محدد باستخدام نموذج انحدار مطور باستخدام بيانات لعدد من المواقع المماثلة. تم تطوير نماذج الانحدار هذه، والتي تسمى **دوال أداء السلامة** لأنواع محددة من المواقع و "الظروف الأساسية" التي تمثل ميزات التصميم الهندسي ومراقبة حركة المرور المحددة للموقع "الأساسي". يتمثل المتغير التابع لنموذج دالة أداة السلامة في متوسط تكرار الحوادث المتوقع لقطاع أو تقاطع طريق في ظل الظروف الأساسية وتتمثل المتغيرات المستقلة في متوسط حجم المرور اليومي لقطاع الطريق أو قوائم التقاطع، وفي بعض الحالات، بعض المتغيرات الإضافية مثل طول قطاع الطريق).

ثم يتم تطبيق **معامل تخفيف الحوادث** على تقدير دالة أداة السلامة لمراعاة الاختلافات الهندسية أو الجغرافية بين الظروف الأساسية للنموذج والظروف المحلية للموقع قيد النظر. يمثل معامل تخفيف الحوادث نسبة متوسط تكرار الحوادث المقدر للموقع في ظل حالتين مختلفتين. لذلك يمثل معامل تخفيف الحوادث التغير النسبي في متوسط تكرار الحوادث المقدر بسبب التغير في حالة معينة واحدة (عندما تظل جميع الظروف الأخرى وخصائص الموقع ثابتة). وبهذا المعنى، فإن معاملات تخفيف الحوادث تمثل أيضًا تقديرًا لفعالية تنفيذ معالجة معينة، والمعروفة أيضًا باسم التدبير المضاد أو التدخل أو الإجراء أو التصميم البديل، وهذا يسمح بمقارنة خيارات المعالجة مقابل حالة مرجعية محددة. على سبيل المثال، تحدد قيم معامل تخفيف الحوادث لتأثير تغييرات عرض المسار مقارنةً بحالة أساسية يبلغ عرضها ٣,٦٦ متر. في ظل الظروف الأساسية (أي، مع عدم وجود تغيير في الظروف)، تساوي قيمة معامل تخفيف الحوادث ١,٠٠. تشير قيم معامل تخفيف الحوادث الأقل من ١,٠٠ إلى أن المعالجة البديلة تقلل من متوسط تكرار الحوادث المقدر مقارنة بالحالة الأساسية. تشير قيم معامل تخفيف الحوادث الأكبر من ١,٠٠ إلى أن المعالجة البديلة تزيد من تكرار الحوادث المقدر مقارنة بالحالة الأساسية.

يستخدم **معامل المعايرة** (C) لحساب الاختلافات بين المجالات التي تم تطوير النماذج من أجلها والمنطقة التي يتم فيها تطبيق الطريقة التنبؤية.

تحدد النماذج التنبؤية المستخدمة متوسط تكرار الحوادث المتوقع، $N_{predicted}$، وبالتالي فإن الشكل العام المعادلة (م-١).

المعادلة (م-١)

$$N_{predicted} = N_{spfx} \times \left(CMF_{Ix} \times CMF_{2x} \times \ldots \times CMF_{yx}\right) \times C_x$$

حيث إن:

$N_{predicted}$ = متوسط تكرار الحوادث المتوقع لسنة محددة لنوع الموقع x ؛

N_{spfx}= متوسط تكرار الحوادث المتوقع المحدد للظروف الأساسية لدالة أداء السلامة المحددة لنوع الموقع x ؛

CMF_{yx}= عوامل الحوادث المعدلة الخاصة بعامل الحماية من الشمس بالنسبة لنوع الموقع x والتصميم الهندسي المحدد وميزات التحكم في حركة المرور y ؛ '

C_x= معامل المعايرة لضبط دالة أداة السلامة للظروف المحلية لنوع الموقع .x

يؤدي تطبيق الطريقة التنبؤية إلى تقدير متوسط تكرار الحوادث المتوقع لموقع فردي، $N_{predicted}$، بناءً على التصميم الهندسي وميزات التحكم في حركة المرور وأحجام حركة المرور لذلك الموقع. بالنسبة إلى الموقع الحالي أو المنشأة التي تتوفر بها بيانات الحوادث المرصودة، فإن تكرار الحوادث المرصود، $N_{observed}$، لذلك الموقع أو المرفق المحدد قد يقترن بـ $N_{predicted}$، لتحسين الموثوقية الإحصائية للتقدير باستخدام طريقة بايز التجريبية. يتم تطبيق الترجيح على التقديرين بما يعكس الموثوقية الإحصائية لدالة أداء السلامة. تمثل النتيجة متوسط تكرار الحوادث المتوقع، $N_{expected}$، وهو تقدير لمتوسط تكرار الحوادث على المدى الطويل المتوقع مع إعطاء الوقت الكافي لتنفيذ عملية مراقبة خاضعة للتحكم، وهو أمر نادر الحدوث.

تعد طريقة بايز التجريبية قابلة للتطبيق فقط في حالة توفر الحوادث المرصودة. يمكن تطبيق طريقة بايز التجريبية على المستوى الخاص بالموقع عندما يمكن ربط حوادث التصادم بمواقع فردية (أي أن الموقع الجغرافي التفصيلي للحوادث الملحوظة معروف). بدلاً من ذلك، يمكن تطبيق طريقة بايز التجريبية على المستوى الخاص بالمشروع (أي فيما يتعلق بمرفق أو شبكة بأكملها) عندما لا يمكن ربط حوادث التصادم بمواقع فردية ولكن من المعروف أنها تحدث ضمن الحدود الجغرافية العامة (أي عدم توفر مواقع جغرافية مفصلة لحالات التصادم). كجزء من طريقة بايز التجريبية، يمكن أيضًا تقدير متوسط تكرار الحوادث المتوقع لفترة زمنية مستقبلية في حالة تغيير متوسط حجم حركة المرور اليومية أو تنفيذ عمليات معالجة أو تدابير مضادة محددة.

تتكون الطريقة التنبؤية من ١٨ خطوة كما هو موضح أدناه. في حين أن الشكل العام للطريقة التنبؤية متسق لجميع أنواع المرافق، فإن النماذج التنبؤية تختلف حسب نوع المرفق، وبالتالي فإن المنهجية التفصيلية لكل خطوة قد تختلف أيضًا. في بعض الحالات، لن تتطلب بعض الخطوات أي إجراء. على سبيل المثال، إذا لم تكن بيانات الحوادث المرصودة متاحة (على سبيل المثال، في مرفق جديد)، لن تنفذ جميع الخطوات المتعلقة بطريقة بايز التجريبية. يتمثل الغرض من الاستعراض العام للخطوات المعروضة هنا في تقديم توجيهات أساسية، بينما ترد في الفقرات التالية معلومات مفصلة ونماذج تنبؤية مرتبطة بها لكل نوع من أنواع المرافق.

عندما يتكون المرفق من عدد من المواقع المتجاورة أو يكون تقدير الحوادث مطلوبًا على مدى عدة سنوات، نكرر بعض الخطوات. يمكن تكرار الطريقة التنبؤية حسب الضرورة لتقدير الحوادث لكل تصميم بديل، سيناريو حجم حركة أو خيار معالجة مقترح خلال نفس الفترة للسماح بالمقارنة.

الخطوة ١ - تعيين حدود الطريق وأنواع المرافق في شبكة الدراسة أو المرفق أو الموقع الذي سيقدر بشأنه متوسط تكرار الحوادث المتوقع وشدة الحوادث وأنواعها.

يمكن تطبيق الطريقة التنبؤية على طريق حالي أو تصميم بديل لطريق حالي أو طريق جديد. تعتمد حدود الطريق محل الاهتمام على طبيعة الدراسة. قد تقتصر الدراسة على موقع محدد واحد فقط أو مجموعة من المواقع المتجاورة. على نحوٍ بديل، يمكن تطبيق الطريقة التنبؤية على ممر طويل لأغراض مسح الشبكة (تحديد المواقع التي تحتاج إلى تحديث لتقليل الحوادث).

الخطوة ٢ - تحديد فترة الفائدة.

يمكن اتباع الطريقة التنبؤية لفترة ماضية أو فترة مستقبلية. وتقاس جميع الفترات بالسنوات. سيتم تحديد سنوات الاهتمام من خلال توفر متوسطات حجم المرور اليومي المرصودة أو المتوقعة وبيانات الحوادث المرصودة وبيانات التصميم الهندسي. يعتمد استخدام الطريقة التنبؤية لفترة سابقة أو مستقبلية على الغرض من الدراسة.

الخطوة ٣ - بالنسبة لفترة الدراسة، تحديد مدى توفر المتوسط السنوي لأحجام حركة المرور اليومية وبالنسبة لشبكة الطرق الحالية، توفر بيانات الحوادث المرصودة لتحديد ما إذا كانت طريقة بايز التجريبية قابلة للتطبيق.

<u>حجم حركة المرور</u>

تتطلب دوال أداء السلامة المستخدمة في الخطوة ٩ (وبعض معاملات تخفيف الحوادث في الخطوة ١٠) أحجام متوسط حركة المرور اليومية (المركبات في اليوم). لفترة ماضية، قد يُحدد متوسط حركة المرور اليومية عن طريق التسجيل الآلي أو تقديره من خلال مسح عينة. بالنسبة لفترة مستقبلية، قد يمثل متوسط حركة المرور اليومية تقديرًا تنبؤيًا بناءً على التخطيط المناسب لاستخدام الأراضي ونماذج التنبؤ بحجم حركة المرور أو بناءً على افتراض أن أحجام حركة المرور الحالية ستظل ثابتة نسبيًا.

بالنسبة لكل قطاع من قطاعات الطرق، يشير متوسط حركة المرور اليومية إلى متوسط حجم حركة المرور اليومية في اتجاهين على مدار ٢٤ ساعة على هذا القطاع في كل سنة على مدار الفترة التي ستخضع للتقييم. لكل تقاطع، هناك حاجة إلى قيمتين في كل نموذج تنبؤي. هناك متوسط حركة المرور اليومية للشارع الرئيس و$AADT_{maj}$ ومتوسط حركة المرور اليومية للشارع الفرعي و$AADT_{min}$..

في بعض الحالات، لن تكون بيانات متوسط حركة المرور اليومية متاحة لجميع سنوات فترة التقييم. يمكن تحديد تقديرات متوسط حركة المرور اليومية لكل سنة من فترة التقييم عن طريق الاستيفاء أو الاستقراء حسب الاقتضاء.

في حالة استخدام طريقة بايز التجريبية (تمت مناقشتها أدناه)، ستكون هناك حاجة إلى بيانات متوسط حركة المرور اليومية لكل سنة من الفترة التي تتوفر فيها بيانات تكرار الحوادث المرصودة.

بيانات الحوادث

إذا تم النظر في موقع قائم أو ظروف بديلة لموقع قائم، يمكن استخدام طريقة بايز التجريبية. تعد طريقة بايز التجريبية قابلة للتطبيق فقط عندما تتوفر بيانات حوادث موثوقة وملحوظة لشبكة طرق الدراسة المحددة أو المرفق أو الموقع. ينبغي الحصول على بيانات تكرار الحوادث المرصودة لمدة عامين لتطبيق طريقة بايز التجريبية.

يمكن تطبيق طريقة بايز التجريبية على المستوى الخاص بالموقع (أي، ربط الحوادث المرصودة بتقاطعات أو مقاطع طرق محددة في الخطوة ٦) أو على مستوى المشروع (أي ربط الحوادث المرصودة بمرفق كامل). تطبق طريقة بايز التجريبية الخاصة بالموقع في الخطوة ١٣. بدلاً من ذلك، إذا كانت بيانات الحوادث المرصودة متاحة ولكن لا يمكن ربطها بأجزاء وتقاطعات الطرق الفردية، ستطبق طريقة بايز التجريبية على مستوى المشروع (في الخطوة ١٥).

في حالة عدم توفر بيانات تكرار الحوادث المرصودة، لا تنفذ الخطوات ٦، و١٣ و١٥ من الطريقة التنبؤية. في هذه الحالة، يقتصر تقدير متوسط تكرار الحوادث المتوقع على استخدام نموذج تنبؤي (أي متوسط تكرار الحوادث المتوقع).

الخطوة ٤ - تحديد ميزات التصميم الهندسي وميزات التحكم في حركة المرور وخصائص الموقع لجميع المواقع في شبكة الدراسة.

يجب جمع البيانات الخاصة بخصائص الموقع وفقًا لمتطلبات دالة أداء السلامة ومعامل الحوادث المعدل لأنواع المرافق المحددة.

الخطوة ٥ - تقسيم شبكة الطرق أو المرفق قيد الدراسة إلى أجزاء وتقاطعات الطرق الفردية، والتي يشار إليها بالمواقع.

باستخدام المعلومات من الخطوة ١ والخطوة ٤، ينقسم الطريق إلى مواقع فردية تتكون من قطاعات وتقاطعات طرق فردية متجانسة. توضح الإرشادات ذات الصلة في الجزء م-٢ :.

الخطوة ٦ - ربط الحوادث المرصودة بالمواقع الفردية (إن وجدت).

تنطبق هذه الخطوة فقط إذا حدد في الخطوة ٣ أن طريقة بايز التجريبية الخاصة بالموقع قابلة للتطبيق. إذا لم تكن طريقة بايز التجريبية الخاصة بالموقع قابلة للتطبيق، انتقل إلى الخطوة ٧.

تربط الحوادث التي تقع عند تقاطع أو على قائم تقاطع وتتعلق بوجود تقاطع بالتقاطع وتستخدم في طريقة بايز التجريبية مع متوسط تكرار الحوادث المتوقع للتقاطع. تربط لحوادث التي تحدث بين التقاطعات والتي لا تتعلق بوجود تقاطع بقطاع الطريق الذي تحدث فيه، وهذا يشمل الحوادث التي تحدث داخل حدود التقاطع ولكن لا علاقة لها بوجود التقاطع. تستخدم تلك الحوادث في طريقة بايز التجريبية جنبًا إلى جنب مع متوسط تكرار الحوادث المتوقع لقطاع الطريق.

الخطوة ٧ - تحديد الموقع الفردي الأول أو التالي في شبكة الدراسة. إذا لم تكن هناك المزيد من المواقع المراد تقييمها، انتقل إلى الخطوة ١٥.

في الخطوة ٥، تنقسم شبكة الطرق ضمن حدود الدراسة إلى عدد من المواقع المتجانسة الفردية (التقاطعات وقطاعات الطرق). في كل موقع، تحدد جميع ميزات التصميم الهندسي وميزات التحكم في حركة المرور ومتوسط حجم المرور اليومي وبيانات الحوادث المرصودة في الخطوات من ١ إلى ٤.

يجرى التقدير لكل موقع (أجزاء الطريق أو التقاطع) واحدًا تلو الآخر. لذلك، يجب تكرار الخطوات من ٨ إلى ١٤ الموضحة أدناه لكل موقع.

الخطوة ٨ - بالنسبة للموقع المحدد، تحديد السنة الأولى أو التالية في الفترة محل الاهتمام. إذا لم تكن هناك سنوات أخرى ينبغي تقييمها فيما يخص هذا الموقع، انتقل إلى الخطوة ١٥.

تكرر الخطوات من ٨ إلى ١٤ لكل موقع في الدراسة ولكل سنة في فترة الدراسة.

قد تكون هناك حاجة لتحليل السنوات الفردية لفترة التقييم على أساس سنة واحدة في كل مرة لأي مقطع أو تقاطع طريق معين لأن دالة أداء السلامة وبعض معاملات تخفيف الحوادث (على سبيل المثال، عرض المسار والكتف) تعتمد على متوسط حجم حركة المرور اليومية والتي قد تتغير من سنة إلى أخرى.

الخطوة ٩ - بالنسبة للموقع المحدد، تحديد وتطبيق دالة أداء السلامة المناسبة لنوع مرفق الموقع وميزات التحكم في حركة المرور.

تُكرر الخطوات من ٩ إلى ١٣ الموصوفة أدناه لكل سنة من فترة التقييم كجزء من تقييم أي مقطع أو تقاطع طريق معين.

يقدر SPF متوسط تكرار الحوادث المتوقع لموقع مع ظروف الأساس (أي مجموعة محددة من التصميم الهندسي وميزات التحكم في حركة المرور) - انظر أيضًا الأجزاء م-٣ إلى م-٦، وفقًا لنوع المرفق المعني. يحسب متوسط تكرار الحوادث المتوقع للظروف الأساسية باستخدام حجم حركة المرور المحدد في الخطوة ٣ (متوسط حجم حركة المرور اليومية لقطاعات الطرق أو$AADT_{maj}$ و$AADT_{min}$ للتقاطعات) للسنة المحددة.

الخطوة ١٠ - ضرب النتيجة التي تم الحصول عليها في الخطوة ٩ في معاملات تخفيف التصادمات المناسبة لضبط متوسط تكرار الحوادث المتوقع بما يتوافق مع التصميم الهندسي الخاص بالموقع وميزات التحكم في حركة المرور.

تقدم إرشادات اختيار معاملات الحوادث المعدلة المناسبة في القسم الفرعي ٥-٣-٤-١. تقدم توصيات للتطبيق المتزامن للعديد من معاملات الحوادث المعدلة على أساس موقع واحد في القسم الفرعي ٥-٣-٤-٢.

الخطوة ١١ - ضرب النتيجة التي تم الحصول عليها بعد تنفيذ الخطوة ١٠ في معامل المعايرة المناسب.

تم تحديد دالة أداء السلامة المستخدمة في الطريقة التنبؤية باستخدام بيانات مناطق وفترات زمنية محددة. ستفسر معايرة دالة أداء السلامة الاختلافات وفقًا للظروف المحلية. يطبق معامل المعايرة (C_r لقطاعات الطرق أو C_i للتقاطعات) على كل معاملات أداء السلامة بالطريقة التنبؤية. ترد التوجيهات ذات الصلة في الجزء الفرعي٥-٣-٥.

الخطوة ١٢ - في حالة وجود عام آخر ينبغي تقييمه في فترة الدراسة للموقع المحدد، ينبغي الرجوع إلى الخطوة ٨. على خلاف ذلك، انتقل إلى الخطوة ١٣.

تنشئ هذه الخطوة حلقة عبر الخطوات من ٨ إلى ١٢ والتي تكرر لكل سنة من فترة التقييم للموقع المختار.

الخطوة ١٣ - تطبيق طريقة بايز التجريبية الخاصة بالموقع (إن وجدت).

تحدد ما إذا كانت طريقة بايز التجريبية الخاصة بالموقع قابلة للتطبيق في الخطوة ٣. إذا لم يكن ذلك ممكنًا، انتقل إلى الخطوة ١٤. إذا كانت طريقة بايز التجريبية الخاصة بالموقع قابلة للتطبيق، تستخدم معايير الخطوة ٦ من طريقة بايز التجريبية لتحديد الحوادث المرصودة لكل موقع فردي وتطبق طريقة بايز التجريبية الخاصة بالموقع.

تجمع طريقة بايز التجريبية الخاصة بالموقع بين تقدير النموذج التنبؤي لمتوسط تكرار الحوادث، $N_{predicted}$، مع تكرار الحوادث المرصود للموقع المحدد، $N_{observed}$، لتوفير تقدير أكثر موثوقية إحصائيًا لمتوسط تكرار الحوادث المتوقع للموقع المختار. توضح الإرشادات ذات الصلة في القسم الفرعي ٥-٣-٥-٣.

الخطوة ١٤ - إذا كان هناك موقع آخر ينبغي تقييمه، ارجع إلى الخطوة ٧، وإلا انتقل إلى الخطوة ١٥.

تنشئ هذه الخطوة حلقة للخطوات من ٧ إلى ١٣ والتي تكرر لكل قطاع طريق أو تقاطع داخل منطقة الدراسة.

الخطوة ١٥ - تطبيق طريقة بايز التجريبية على مستوى المشروع (إذا كانت طريقة بايز التجريبية الخاصة بالموقع غير قابلة للتطبيق).

تنطبق هذه الخطوة على الظروف الحالية عندما تتوفر بيانات الحوادث المرصودة، ولكن لا يمكن ربطها بدقة بمواقع محددة (على سبيل المثال، يمكن تحديد قاعدة بيانات الحوادث حالات الحوادث التي تحدث بين تقاطعين، ولكنها ليست دقيقة بما يكفي لتحديد موقع دقيق على التقاطع). تتم مناقشة طريقة بايز التجريبية في القسم الفرعي ٥-٣-٥-٣.

الخطوة ١٦ - جمع جميع المواقع والسنوات في الدراسة لتقدير إجمالي الحوادث أو متوسط تكرار الحوادث للشبكة.

يحتسب إجمالي العدد المقدر لحالات الحوادث في نطاق الشبكة أو حدود المرفق أثناء سنوات فترة الدراسة باستخدام المعادلة:

المعادلة (م-٢)

$$N_{\text{total}} = \sum_{\substack{\text{all}\\ \text{roadway}\\ \text{segments}}} N_{rs} + \sum_{\substack{\text{all}\\ \text{intersections}}} N_{int}$$

حيث إن:

N_{TOTAL}= إجمالي العدد المتوقع من الحوادث ضمن حدود الطريق قيد الدراسة لجميع السنوات في الفترة محل الاهتمام. أو مجموع متوسط تكرار الحوادث المتوقع لكل سنة لكل موقع ضمن حدود الطريق المحددة أثناء فترة الدراسة؛

N_{rs} = متوسط تكرار الحوادث المتوقع لجزء من الطريق باستخدام الطريقة التنبؤية لمدة عام واحد ؛ و

N_{int}= متوسط تكرار الحوادث المتوقع للتقاطع باستخدام الطريقة التنبؤية لمدة عام واحد.

المعادلة (م-٢) تمثل إجمالي العدد المتوقع للحوادث التي يُقدر حدوثها أثناء فترة الدراسة. المعادلة (م-٣) تستخدم لتقدير إجمالي متوسط تكرار الحوادث المتوقع في نطاق الشبكة أو المرفق أثناء فترة الدراسة.

المعادلة (م-٣)

$$N_{total\ average} = \frac{N_{total}}{n}$$

حيث إن:

$N_{total\ average}$ = إجمالي متوسط تكرار الحوادث المتوقع حدوثها ضمن حدود الطريق المحددة أثناء فترة الدراسة ؛ و

n= عدد السنوات في فترة الدراسة.

بغض النظر عما إذا كان المتوسط الإجمالي أو الإجمالي قد استخدم أم لا، سيؤدي اتباع نهج متسق الأساليب إلى إجراء مقارنات موثوقة.

الخطوة ١٧ - تحديد ما إذا كان هناك تصميم بديل أو معالجة أو متوسط لحجم حركة المرور اليومية المتوقع ليتم تقييمه.

تكرر الخطوات من ٣ إلى ١٦ من الطريقة التنبؤية، حسب الاقتضاء، ليس فقط فيما يخص نفس حدود الطريق ولكن أيضًا للتصميم الهندسي البديل أو المعالجات أو فترات الاهتمام أو متوسطات حركة المرور اليومية المتوقعة اعتمادًا على نوع التقييم.

الخطوة رقم ١٨ - تقييم النتائج وفحصها

تستخدم الطريقة التنبؤية لتوفير تقدير موثوق به إحصائيًا لمتوسط تكرار الحوادث المتوقع ضمن حدود الشبكة أو المرفق المحددة أثناء فترة زمنية معينة لسمات التصميم الهندسي والتحكم في حركة المرور ومتوسط حجم حركة المرور اليومية المعروفة أو المقدرة. يمكن استخدام نتائج الطريقة التنبؤية لعدد من الأغراض المختلفة (انظر على سبيل المثال إجراءات إدارة سلامة الطرق في الباب الثالث). تشير هذه الخطوة إلى تقييم البدائل باستخدام نتائج تطبيق الطريقة التنبؤية.

م-٢ التقسيم إلى قطاعات

تتطلب الخطوة ٥ من الطريقة التنبؤية تقسيم (تجزئة) شبكة الطرق قيد الفحص إلى مواقع فردية. تنطبق المعايير التالية على عملية التقسيم إلى قطاعات:

م-٢-١ الطرق بخلاف الطرق شبه السريعة مع التحكم الكامل في الوصول والطرق السريعة

تنطبق معايير التقسيم التالية على جميع الطرق الريفية ذات المسارين والطرق الريفية متعددة المسارات والطرق الشرايين الحضرية والضواحي.

ينقسم الطريق الخاضع للفحص إلى مواقع فردية، سواء كانت قطاعات طريق أو تقاطعات متجانسة. تبدأ قطاعات الطريق عند مركز التقاطع وتنتهي عند مركز التقاطع التالي أو حيث يكون هناك تغيير من قطاع متجانس من الطريق إلى قطاع متجانس آخر. تقدر نماذج قطاعات الطرق تكرار حوادث التصادم المرتبطة بقطاعات الطرق التي تحدث في المنطقة ب في

الشكل (م–١) تحديد القطاعات والتقاطعات (AASHTO, 2010)

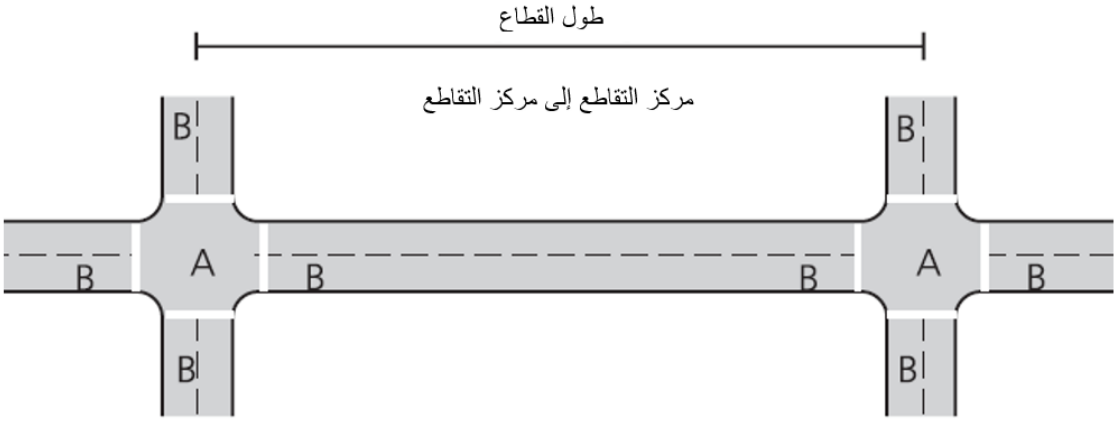
)، بينما تقدر نماذج التقاطع متوسط التكرار المتوقع للحوادث التي تحدث ضمن حدود خط الرصيف للتقاطع (المنطقة أ في

الشكل (م–١) تحديد القطاعات والتقاطعات (AASHTO, 2010)

) والحوادث المرتبطة بالتقاطع التي تحدث على قوائم التقاطع (المنطقة ب في

الشكل (م–١) تحديد القطاعات والتقاطعات (AASHTO, 2010)

).



A تصنف جميع الحوادث التي تقع في هذه المنطقة على أساس كونها حوادث في التقاطعات.

B قد تتعلق الحوادث في هذه المنطقة بالقطاع أو التقاطع بناءً على خصائص الحادث.

الشكل (م–١) تحديد القطاعات والتقاطعات (AASHTO, 2010)

ينتج عن عملية التقسيم إلى أجزاء مجموعة من قطاعات الطرق ذات الطول المتفاوت والتي يعد كل منها متجانس فيما يتعلق بخصائص مثل أحجام حركة المرور وخصائص تصميم الطريق الرئيسة وميزات التحكم في حركة المرور.

الشكل (م–١) تحديد القطاعات والتقاطعات (AASHTO, 2010)

) يوضح طول المقطع، L، لقطاع طريق واحد متجانس يقع بين تقاطعين. مع ذلك، من المحتمل وجود العديد من قطاعات الطريق المتجانسة بين تقاطعين. عادة ما يبدأ مقطع متجانس جديد (مميز) في مركز التقاطع أو حيث يكون هناك تغيير في متوسط حجم حركة المرور اليومية، أو تغيير كبير في خصائص المقطع العرضي، مثل:

بالنسبة للطرق الريفية ذات المسارين:

- بداية أو نهاية منحنى أفقي،
- نقطة التقاطع الرأسي لمنحنى رأسي قمي، أو منحنى رأسي منخفض، أو نقطة زاوية يلتقي عندها مستويين مختلفين من درجات الطريق
- بداية أو نهاية مسار عبور،
- عرض المسار.
- عرض أكتاف الطريق
- كثافة الممر،
- تصنيف المخاطر على جانب الطريق
- وجود شريط دمدمة خط المنتصف
- وجود الإنفاذ الآلي

بالنسبة للطرق الريفية متعددة المسارات:

- الجزيرة الوسطية (الحضور وعرض الجزيرة الوسطية)،
- الجانب غير المنحدر (للقطاعات غير المقسمة)،
- نوع الكتف
- عرض أكتاف الطريق
- عدد المسارات،
- عرض المسار.
- وجود الإنفاذ الآلي.

للطرق الشريانية الحضرية والضواحي

- الجزر الوسطية (الوجود والنوع)
- عدد المسارات،
- وجود/ نوع موقف السيارات في الشارع
- كثافة الأجسام الثابتة على جانب الطريق
- فئة السرعة (بناء على سرعة المرور الفعلية أو حد السرعة المعلنة)

ينبغي تجنب طول التقاطع أصغر من ٠,١٥ كم. في حالة تطبيق طريقة بايز التجريبية التي تتطلب ربط الحوادث المرصودة بقطاعات وتقاطعات الطرق الفردية، يجب أن يتطابق الحد الأدنى لطول التجزئة مع دقة ووضوح قاعدة بيانات الحوادث (على سبيل المثال ٠,٥ كم لنظام الإحالة الخطية النموذجية بناءً على الكيلومترات المدرجة).

م-٢-٢ الطرق شبه السريعة المزودة بميزة التحكم في الوصول الكامل والطرق السريعة

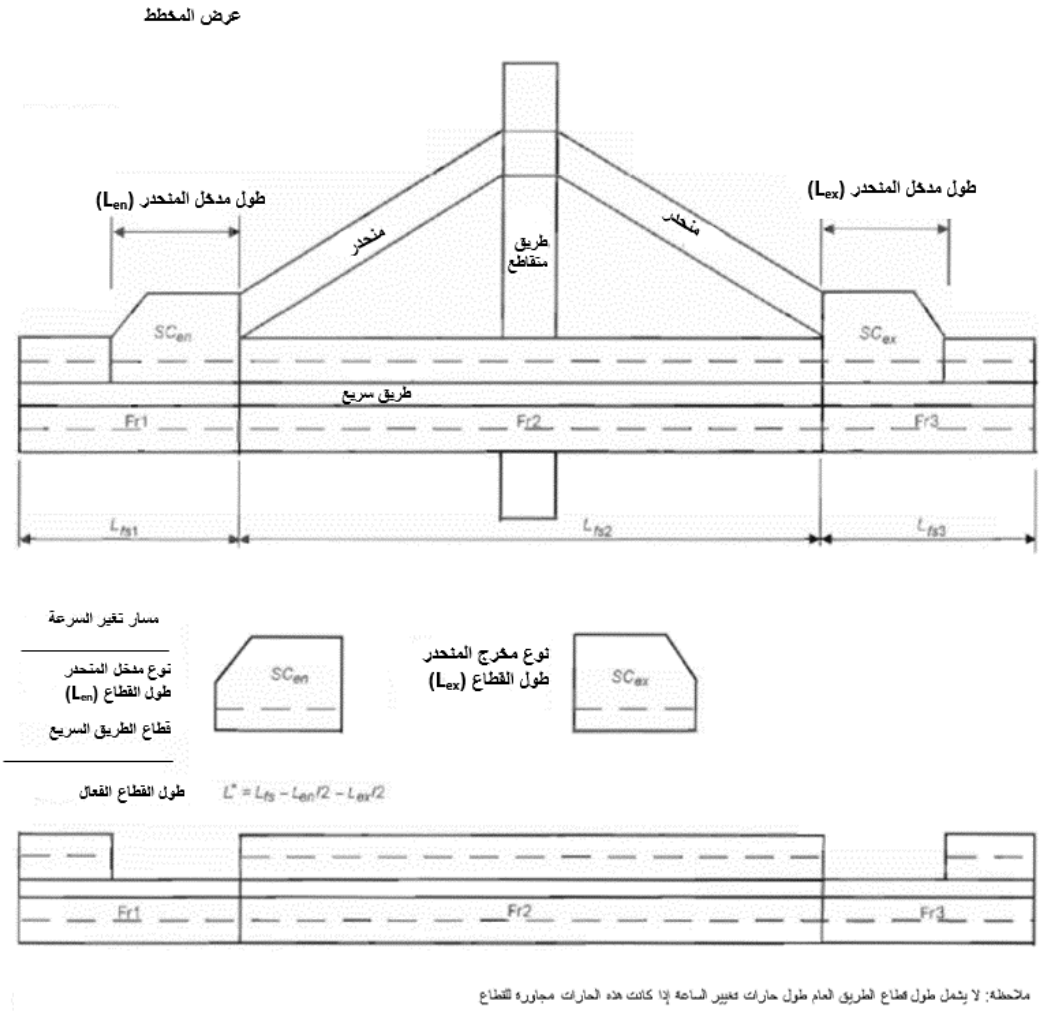
تم تقسيم الطريق السريع أو الطريق شبه السريع المزود بميزة التحكم في الوصول الكامل ضمن حدود المشروع المعينة إلى مواقع فردية والتي تكون إما قطاع طريق سريع متجانس أو مسار تغيير السرعة. يعرف موقع مسار تغيير السرعة بوصفه قطاع طريق يقع (أ) بين النقاط المثلثة أو الانتقالية (المستدقة) المحدد لمنطقة منحدر/ دمج أو تباعد و(ب) على نفس جانب الطريق العام مثل منطقة الدمج أو التباعد.

توضح قطاعات الطرق العامة (المشار إليها بـ Fr) ومسارات تغيير السرعة (المشار إليها بـ SC_{en}) لمنحدرات المداخل وSC_{ex} لمنحدرات المخارج على نحو منهجي في الشكل (م-٢). يتطلب وجود مسار تغيير السرعة المجاورة لقطاع الطريق السريع خفض الطول الفعال لقطاع الطريق السريع، بما يفسر الحوادث المربوطة بمسار تغيير السرعة.

ينتج عن عملية التقسيم إلى أجزاء مجموعة من قطاعات ذات الطول المتفاوت والتي يعد كل منها متجانس فيما يتعلق بخصائص مثل حجم حركة المرور وخصائص التصميم الهندسي وميزات التحكم في حركة المرور. يبدأ قطاع الطريق الحر المتجانس عندما يكون هناك تغيير واحد على الأقل في الخصائص الآتية للطريق السريع:

- عدد مسارات المرور العابر
- عرض المسار.
- عرض الكتف الخارجي
- عرض الكتف الداخلي
- عرض الجزيرة الوسطية
- وجود منحدر (يبدأ القطاع الجديد عند نقطة المنطقة المثلثة للمنحدر)
- عرض المنطقة الخالية

على النقيض من الطرق غير السريعة، لا يحدد المنحنى الأفقي حدود القطاعات.



الشكل (م–٢) قطاعات الطرق العامة التوضيحية ومسارات تغيير السرعة (AASHTO, 2014)

فيما يتعلق بالمنحدرات، بما يشمل طرق التوزيع والتجميع، ينتج عن عملية التقسيم إلى أجزاء مجموعة من قطاعات ذات الطول المتفاوت والتي يعد كل منها متجانس فيما يتعلق بخصائص مثل حجم حركة المرور وخصائص التصميم الهندسي وميزات التحكم في حركة المرور. يبدأ قطاع طرق التوزيع والتجميع أو طرق المنحدر المتجانسة عندما يكون هناك تغيير واحد على الأقل في الخصائص الآتية للطريق:

- عدد مسارات المرور العابر
- عرض المسار.
- عرض الكتف الأيمن
- عرض الكتف الأيسر
- وجود طرق التجميع والتوزيع أو طرق المنحدر الدامجة (يبدأ القطاع الجديد عند نقطة المنطقة المثلثة)
- وجود طرق التجميع والتوزيع أو طرق المنحدر الفاصلة (يبدأ القطاع الجديد عند نقطة المنطقة المثلثة)

لا يحدد المنحنى الأفقي أيضًا حدود القطاعات.

م-٣ نماذج تنبؤية للطرق الريفية المكونة من مسارين واتجاهين

تستخدم دالة أداء السلامة للتنبؤ بمتوسط تكرار الحوادث عن السنة المختارة للحالات الأساسية المحددة. تقدر دوال أداء السلامة مثل جميع نماذج الانحدار قيمة المتغيرات التابعة بوصفها دالة لمجموعة المتغيرات غير المستقلة. في دوال أداء السلامة الآتية، يمثل المتغير التابع المقدر متوسط تكرار الحوادث المتوقع لقطاع الطريق أو التقاطع في ظل الظروف الأساسية والمتغيرات غير المستقلة تتمثل في متوسط حجم المرور اليومي لقطاع الطريق أو أضلاع التقاطعات (وبالنسبة لقطاع الطريق ، طول قطاع الطريق).

م-٣-١ قطاع اتجاه الطريق المكون من اتجاهين

تتمثل الحالات الأساسية لداول أداء السلامة فيما يتعلق بقطاعات الطرق على الطرق الريفية المكونة من مسارين واتجاهين فيما يأتي:

• عرض المسار:	٣,٦٦ متر (١٢ قدم)
• عرض الكتف:	١,٨٣ متر (٦ قدم)
• نوع الكتف:	مرصوف
• تصنيف المخاطر على جانب الطريق:	٣
• كثافة الممر:	٥ ممرات لكل ١,٦ كم (لكل ١ ميل)
• الانحناء الأفقي:	لا يوجد
• الانحناء الرأسي:	لا يوجد
• أشرطة دمدمة خط الوسط:	لا يوجد
• مسارات المرور:	لا يوجد
• الإنارة:	لا يوجد
• إنفاذ السرعة الآلي:	لا يوجد
• مستوى الدرجة:	٠٪ (تستخدم دالة أداء السلامة نسبة صفرية
بوصفها	حالة أساسية رقمية
	التي ينبغي تعديلها بناءً
	على الدرجة الفعلية)

تعرض دالة أداء السلامة لمتوسط تكرار الحوادث المتوقع لقطاعات الطرق السريعة الريفية المكونة من مسارين واتجاهين في المعادلة (م-٤).

المعادلة (م-٤)

$$N_{spf\ rs} = AADT \times L \times 365 \times 10^{-6} \times e^{(-0.312)}$$

حيث إن:

$N_{spf\ rs}$ = إجمالي تكرار الحوادث المتوقع فيما يتعلق بالظروف الأساسية للقطاع

$AADT$= متوسط حجم حركة المرور اليومي (المركبات لكل يوم)

L = طول جزء الطريق (ميل)

تنطبق داول أداء السلامة على نطاق متوسط حجم حركة المرور اليومي من صفر حتى ١٧,٨٠٠ مركبة يوميًا. قد لا يُقدّم التطبيق على المواقع التي تحتوي على متوسطات حجم مرور يومي سنويًا خارج هذا النطاق نتائج موثوقة.

تحدد قيمة معلمات التشتت المفرط المرتبطة بدالة أداء السلامة لقطاعات الطرق ذات الاتجاهين والمكونة من مسارين بوصفها دالة لطول لقطاع الطريق باستخدام المعادلة (م-٥) كلما اقترب معلم التشتت المفرط من صفر، كلما كانت دالة أداء السلامة موثوقة إحصائيًا بدرجة أكبر. تحدد القيمة كالتالي:

المعادلة (م-٥)

$$k = \frac{0.236}{L}$$

حيث إن:

k= معلم التشتت المفرط

L = طول قطاع الطريق (ميل)

م-٣-٢ التقاطعات ذات الاتجاهين

تم تحديد دوال أداء السلامة لثلاثة أنواع من التقاطعات على الطرق ذات الاتجاهين المكونة من مسارين. ثمة ثلاثة أنواع من التقاطعات:

- تقاطعات ثلاثية الأضلاع مع التحكم بلوحة قف على الطريق الفرعي (3ST)
- تقاطعات رباعية الأضلاع مع التحكم بلوحة قف عند الطريق الفرعي (4ST)
- تقاطعات رباعية الأضلاع محكومة بإشارات مرورية (4SG)

تعد دوال أداء السلامة غير متاحة للتقاطعات ثلاثية الأضلاع على الطرق الريفية ذات الاتجاهين المكونة من مسارين.

تتمثل الحالات الأساسية التي تنطبق على دالة أداء السلامة المحددة لثلاثة أنواع من التقاطعات على الطرق الريفية ذات الاتجاهين المكونة من مسارين:

- زاوية مائلة للتقاطع 0°
- مسارات الانعطاف لليسار في التقاطع لا توجد طرق دون تحكم بلوحة قف
- مسارات الانعطاف لليمين في التقاطع لا توجد طرق دون تحكم بلوحة قف
- الإنارة لا يوجد

م-٣-٢-١ التقاطعات ثلاثية الأضلاع المحكومة بلوحة قف

توضح دالة أداء السلامة للتقاطعات ثلاثية الأضلاع المحكومة بلوحة قف بواسطة المعادلة (م-٦)

المعادلة (م-٦)

$$N_{spf\ 3ST} = \exp\left[-9.86 + 0.79 \times \ln\left(AADT_{maj}\right) + 0.49 \times \ln(AADT_{min})\right]$$

حيث إن:

$N_{spf\ 3ST}$= تقدير متوسط تكرار الحوادث المتوقع للحالات الأساسية للتقاطعات ثلاثية الأضلاع المحكومة بلوحة قف;

$AADT_{maj}$= المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية (المركبات لكل يوم) على الطرق الرئيسية

AADT min = المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية (المركبات لكل يوم) على الطرق الفرعية

يساوي معلم التشتت المفرط (k) لدالة أداء السلامة هذه ٠,٥٤. تطبق دالة أداء السلامة على نطاق $AADT_{maj}$ من صفر إلى ١٩,٥٠٠ مركبة يوميًا ونطاق $AADT_{min}$ من صفر إلى ٤,٣٠٠ يوميًا. قد لا يُقدّم التطبيق على المواقع التي تحتوي على متوسطات حجم مرور يومي سنويًا خارج هذه النطاقات نتائج موثوقة.

م-٣-٢-٢ التقاطعات رباعية الأضلاع المحكومة بلوحة قف

توضح دالة أداء السلامة للتقاطعات رباعية الأضلاع المحكومة بلوحة قف في المعادلة (م-٧):

المعادلة (م-٧)

$$N_{spf\ 4ST} = \exp\left[-8.56 + 0.60 \times \ln\left(AADT_{\text{maj}}\right) + 0.61 \times \ln(AADT_{min})\right]$$

حيث إن:

$N_{spf\ 4ST}$= تقدير متوسط تكرار الحوادث المتوقع للحالات الأساسية للتقاطعات رباعية الأضلاع المحكومة بلوحة قف;

$AADT_{maj}$= المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية (المركبات لكل يوم) على الطرق الرئيسية

AADT min= المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية (المركبات لكل يوم) على الطرق الفرعية

يساوي معلم التشتت المفرط (k) لدالة أداء السلامة هذه ٠,٢٤. تطبق دالة أداء السلامة على نطاق $AADT_{maj}$ من صفر إلى ١٤,٧٠٠ مركبة يوميًا ونطاق $AADT_{min}$ من صفر إلى ٣,٥٠٠ يوميًا. قد لا يُقدّم التطبيق على المواقع التي تحتوي على متوسطات حجم مرور يومي سنويًا خارج هذه النطاقات نتائج دقيقة.

م-٣-٢-٣ تقاطعات رباعية الأضلاع محكومة بإشارات مرورية

توضح دالة أداء السلامة للتقاطعات رباعية الأضلاع المحكومة بإشارات مرورية بواسطة المعادلة (م-٨):

المعادلة (م-٨)

$$N_{spf\ 4SG} = \exp\left[-5.13 + 0.60 \times \ln\left(AADT_{maj}\right) + 0.20 \times \ln(AADT_{min})\right]$$

حيث إن:
$N_{spf\,4SG}$= تقدير متوسط تكرار الحوادث المتوقع للحالات الأساسية للتقاطعات رباعية الأضلاع المحكومة بإشارات مرورية;
$AADT_{maj}$= المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية (المركبات لكل يوم) على الطرق الرئيسية
AADT min= المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية (المركبات لكل يوم) على الطرق الفرعية

يساوي معلم التشتت المفرط (k) لدالة أداء السلامة هذه ٠,١١. تطبق دالة أداء السلامة على نطاق $AADT_{maj}$ من صفر إلى ٢٥,٢٠٠ مركبة يوميًا ونطاق $AADT_{min}$ من صفر إلى ١٢,٥٠٠ يوميًا. فيما يتعلق الحالات التي يطبق فيها ذلك على الموقع ذات متوسط حجم مرور يومي خارج هذه النطاقات، تعد الموثوقية غير معروفة.

م-٤ النماذج التنبؤية للطرق الريفية متعددة المسارات

تستخدم دالة أداء السلامة للتنبؤ بمتوسط تكرار الحوادث عن السنة المختارة للحالات الأساسية المحددة. تقدر دوال أداء السلامة مثل جميع نماذج الانحدار قيمة المتغيرات التابعة بوصفها دالة لمجموعة المتغيرات غير المستقلة. في دوال أداء السلامة الآتية، يمثل المتغير التابع المقدر متوسط تكرار الحوادث المتوقع لقطاع الطريق أو التقاطع في ظل الظروف الأساسية والمتغيرات غير المستقلة تتمثل في متوسط حجم المرور اليومي لقطاع الطريق أو أضلاع التقاطعات (وبالنسبة لقطاع الطريق، طول قطاع الطريق).

م-٤-١ قطاعات الطرق غير المزدوجة

وتتمثل الظروف الأساسية لقطاعات الطرق غير المزدوجة على الطرق الريفية متعددة المسارات الأطراف فيما يلي:

- عرض المسار: ٣,٦٦ متر (١٢ قدم)
- عرض الكتف: ١,٨٣ متر (٦ قدم)
- نوع الكتف: مرصوف
- المنحدرات الجانبية: 1V:7H أو أكثر تسطحًا
- الإنارة: لا يوجد
- إنفاذ السرعة الآلي: لا يوجد

يظهر SPF لقطاعات الطرق المزدوجة على طريق ريفي متعدد المسارات في المعادلة (م-٩):

المعادلة (م-٩)

$$N_{spf\,ru} = e^{(a+b\times \ln(AADT)+\ln(L))}$$

حيث إن:
$N_{spf\,ru}$= المجموع الأساسي لمتوسط تكرار الحوادث المتوقع لقطاع الطرق؛
AADT= المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية (المركبات في اليوم) على قطاع الطرق؛
L = طول قطاع الطريق (ميل) ؛ و
a, b = معاملات الانحدار

يمكن تطبيق دوال أداء السلامة لقطاعات الطرق المزدوجة على الطرق الريفية متعددة المسارات على AADT من صفر إلى ٣٣٢٠٠ مركبة يوميًا. قد لا يُقدّم التطبيق على المواقع التي تحتوي على متوسطات حجم مرور يومي سنويًّا خارج هذا النطاق نتائج دقيقة.

يتم تحديد قيمة معامل الإفراط في الاختراق المرتبط بـ Nspf ru، كدالة لطول الجزء. كلما اقترب معلم التشتت المفرط من صفر، كلما كانت دالة أداء السلامة موثوقة إحصائيًا بدرجة أكبر. تحدد القيمة كالتالي:

المعادلة (م-١٠)

$$k = \frac{1}{e^{(c+\ln(L))}}$$

حيث إن:
ك= البارامتر المفرط المرتبط بقطاع الطرق؛
L = طول جزء الطريق(ميل) ؛ و
ج= معامل الانحدار المستخدم لتحديد معامل الإفراط في الاختراق.

ترد معاملات دوال أداء السلامة في الجدول (م-١):

الجدول (م–١) معاملات دوال أداء السلامة للحوادث الإجمالية وحوادث الوفيات والإصابات على الطريق غير المزدوج (AASHTO, 2010)

مستوي شدة الحادث،	أ	ب	ج
٤ مسارات إجمالية	٩,٦٥٣-	١,١٧٦	١,٦٧٥
٤ مسارات قاتلة وإصابة	٩,٤١٠-	١,٠٩٤	١,٧٩٦
٤ مسارات قاتلة وإصابة[a]	٨,٥٧٧-	٠,٩٣٨	٢,٠٠٣
ملاحظة: [a]باستخدام مقياس KABCO، تشمل هذه فقط حوادث KAB. لا يتم تضمين الحوادث ذات الشدة من المستوى C (الإصابة المحتملة).			

م-٤-٢ قطاعات الطريق المزدوج

وتتمثل الظروف الأساسية لقطاعات الطرق المزدوجة على الطرق الريفية متعددة المسارات فيما يلي:

- عرض المسار: ٣,٦٦ متر (١٢ قدم)
- عرض الكتف الأيمن ٢,٨٨ متر (٨ قدم)
- عرض الجزيرة الوسطية ٩,١٤ متر (٣٠ قدم)
- الإنارة: لا يوجد
- إنفاذ السرعة الآلي: لا يوجد

يظهرSPF لمتوسط تكرار الحوادث المتوقع لقطاعات الطرق المزدوجة على الطرق الريفية متعددة المسارات في المعادلة (م-١١):

المعادلة (م-١١)

$$N_{spf\ rd} = e^{(a+b\times \ln(AADT)+\ln(L))}$$

حيث إن:
$N_{spf\ rd}$= العدد الإجمالي الأساسي لحوادث قطاع الطرق في السنة؛
AADT= المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية (المركبات في اليوم) على قطاع الطرق؛
L = طول قطاع الطريق (ميل) ؛ و
a, b = معاملات الانحدار

يمكن تطبيق دوال أداء السلامة لقطاعات الطرق المزدوجة على الطرق الريفية متعددة المسارات على AADT من صفر إلى ٨٩٣٠٠ مركبة يوميًا. قد لا يُقدّم التطبيق على المواقع التي تحتوي على متوسطات حجم مرور يومي سنويًّا خارج هذا النطاق نتائج موثوقة.

يتم تحديد قيمة معامل الإفراط في الاختراق كدالة لطول الجزء على النحو التالي:

المعادلة (م-١٢)

$$k = \frac{1}{e^{(c+\ln(L))}}$$

حيث إن:
ك= البارامتر المفرط المرتبط بقطاع الطرق السريعة؛
L = طول جزء الطريق (ميل) ؛ و
ج= معامل الانحدار المستخدم لتحديد معامل الإفراط في الاختراق.

الجدول (م-٢) يعرض قيم المعاملات المستخدمة في التطبيق للمعادلة (م-١١) والمعادلة (م-١٢):

الجدول (م–٢) معاملات SPF للحوادث الإجمالية وحوادث الوفيات والإصابات على قطاعات الطرق المزدوجة (AASHTO, 2010)

مستوي شدة الحادث،	أ	ب	ج
٤ مسارات إجمالية	٩,٠٢٥-	١,٠٤٩	١,٥٤٩
٤ مسارات قاتلة وإصابة	٨,٨٣٧-	٠,٩٥٨	١,٦٨٧
٤ مسارات قاتلة وإصابة[a]	٨,٥٠٥-	٠,٨٧٤	١,٧٤٠
ملاحظة: [a]باستخدام مقياس KABCO، تشمل هذه فقط حوادث KAB. لا يتم تضمين الحوادث ذات الشدة من المستوى C (الإصابة المحتملة).			

م-٤-٣ التقاطعات

تم تحديد دوال أداء السلامة لثلاثة أنواع من التقاطعات على الطرق الريفية متعددة المسارات يمكن استخدام هذه النماذج للتقاطعات الموجودة على الطرق الريفية المزدوجة وغير المزدوجة المكونة من أربعة مسارات. ثمة ثلاثة أنواع من التقاطعات:

- تقاطعات ثلاثية الأضلاع مع التحكم بلافتة قف على الطريق الفرعي (3ST)
- تقاطعات رباعية الأضلاع مع التحكم بلافتة قف عند الطريق الفرعي (4ST)
- تقاطعات رباعية الأضلاع محكومة بإشارات مرورية (4SG)

لا توجد ظروف أساسية محددة لمرافق الحماية البيئية للتقاطعات رباعية الأضلاع المحكومة بإشارات مرورية (4SG) على الطرق الريفية متعددة المسارات، وبالتالي لا يمكن تطبيقها إلا للتنبؤات المعممة.

تعد الطرازات أداء السلامة غير متاحة للتقاطعات ثلاثية الأضلاع المحكومة بإشارات مرورية على الطرق الريفية متعدد المسارات

تنطبق دوال أداء السلامة للتقاطعات رباعية وثلاثية الأضلاع المحكومة بلافتة قف (3ST و4ST) على الطرق الريفية متعددة المسارات على الظروف الأساسية التالية:

- زاوية انحراف التقاطع، ٠ درجة
- مسار الانعطاف لليسار للتقاطع: ٠، باستثناء المداخل التي يتم التحكم فيها بلافتة قف
- مسار الانعطاف لليمين للتقاطع: ٠، باستثناء المداخل التي يتم التحكم فيها بلافتة قف
- الإنارة: لا يوجد

تحتوي دوال أداء السلامة لتكرار الحوادث على شكلين وظيفيين بديلين، موضحين في المعادلة (م-١٣) والمعادلة (م-١٤):

المعادلة (م-١٣)

$$N_{\text{spf int}} = \exp\left[a + b \times \ln\left(AADT_{\text{maj}}\right) + c \times \ln\left(AADT_{\text{min}}\right)\right]$$

أو

المعادلة (م-١٤)

$$N_{\text{spf int}} = \exp\left[a + d \times \ln\left(AADT_{\text{total}}\right)\right]$$

حيث إن:

$N_{spf\ int}$= تقدير SPF لمتوسط تكرار الحوادث المتوقع المرتبط بالتقاطع لظروف الأساس؛

$AADT_{maj}$= متوسط حجم المرور اليومي (المركبات لكل يوم) على - الطرق الرئيسية

$AADT_{min}$ = متوسط حجم المرور اليومي (المركبات لكل يوم) على - الطرق الفرعية

$AADT_{\text{الإجمالي}}$=AADT متوسط حجم المرور اليومي (المركبات لكل يوم) على - الطرق الفرعية والرئيسة

a، b، c، d= معاملات الانحدار (المحددة في المعادلة (م-١٣)) التقاطعات رباعية الأضلاع المحكومة بلوحة قف والمعادلة (م-١٤) التقاطعات رباعية الأضلاع المحكومة بإشارات مرورية).

ويستخدم شكل الدالة المبين في المعادلة (م-١٣) معظم أنواع المواقع ومستويات شدة الحوادث؛ ولا يستخدم شكل الدالة المبين في المعادلة (م-١٤) التقرير إلا للتقاطعات رباعية الأضلاع التي تشير إلى حوادث الوفيات والإصابات (باستثناء الإصابات المحتملة).

تنطبق دوال أداء السلامة لتقاطعات الطرق الريفية متعددة المسارات على نطاقات متوسط حجم المرور اليومي السنوي التالية:

تقاطعات ثلاثية الأضلاع مع لافتة قف على الطريق الفرعي $AADT_{maj}$ من ٠ إلى ٧٨,٣٠٠ مركبة في اليوم و $AADT_{min}$ من ٠ إلى ٢٣٠٠٠ مركبة في اليوم

تقاطعات رباعية الأضلاع مع لافتة قف عند الطريق الفرعي $AADT_{maj}$ من ٠ إلى ٧٨,٣٠٠ مركبة في اليوم و $AADT_{min}$ من ٠ إلى ٧٤٠٠ مركبة في اليوم

تقاطعات رباعية الأضلاع محكومة بإشارات مرورية $AADT_{maj}$ من ٠ إلى ٤٣,٥٠٠ مركبة في اليوم و $AADT_{min}$ من ٠ إلى ١٨٥٠٠ مركبة في اليوم

قد لا يُقدّم التطبيق على المواقع التي تحتوي على متوسطات حجم مرور يومي سنويًّا خارج هذه النطاقات نتائج موثوقة.

الجدول (م-٣) يعرض قيم المعاملات (a) و (b) و (c) المستخدمة في تطبيق **المعادلة (م-١٣)** للتقاطعات التي يتم التحكم فيها عن طريق لافتة قف جنبا إلى جنب مع معامل الإفراط في الاختراق وظروف الأساس.

الجدول (م-٤) يعرض قيم المعاملات (a) و (b) و (c) و (d) المستخدمة في تطبيق **المعادلة (م-١٣)** في تطبيق **المعادلة (م-١٤)** التقاطعات رباعية الأضلاع المحكومة بلافتة قف مع معامل الإفراط في الاختراق. يتم توفير المعاملات (a) و(b) و(c) لمجموع الحوادث ويتم تطبيقها على SPF الموضح في **المعادلة (م-١٣)**. يتم توفير المعاملات (a) و(d) لحوادث الإصابات ويتم تطبيقها على SPF الموضح في **المعادلة (م-١٤)**. لا تتوافر في الوقت الراهن أطر عمل خاصة بالتقاطعات الثلاثية المزودة بإشارات على الطرق الريفية متعددة المسارات.

الجدول(م–٣) معاملات SPF للتقاطعات الثلاثية والرباعية مع التحكم بلوحة الطرق الصغيرة للحوادث الكلية والوفيات والإصابات (AASHTO, 2010)

نوع التقاطع/مستوى الشدة	أ	ب	ج	معلم فرط التشتت (ثابت k)[a]
4ST المجموع	-١٠,٠٠٨	٠,٨٤٨	٠,٤٤٨	٠,٤٩٤
4ST لمؤدية للوفاة والإصابة	-١١,٥٥٤	٠,٨٨٨	٠,٥٢٥	٠,٧٤٢
4ST لمؤدية للوفاة والإصابة b	-١٠,٧٣٤	٠,٨٢٨	٠,٤١٢	٠,٦٥٥
3ST المجموع	-١٢,٥٢٦	١,٢٠٤	٠,٢٣٦	٠,٤٦٠
3ST لمؤدية للوفاة والإصابة	-١٢,٦٦٤	١,١٠٧	٠,٢٧٢	٠,٥٦٩
4ST لمؤدية للوفاة والإصابة [b]	-١١,٩٨٩	١,٠١٣	٠,٢٢٨	٠,٥٦٦
ملاحظات: وينبغي استخدام هذه القيمة مباشرة كبارامتر للاختراق المفرط؛ ولا يلزم إجراء المزيد من الحسابات. باستخدام مقياس KABCO، تشمل هذه فقط حوادث KAB. لا يتم تضمين الحوادث ذات الشدة من المستوى C (الإصابة المحتملة).				

الجدول **(م–٤)** معاملات SPF لتقاطعات رباعية التشعب مزودة بإشارات توقف لتي تشير إلى الحوادث الإجمالية والمميتة والإصابات (AASHTO, 2010).

نوع التقاطع/مستوى الشدة	أ	ب	ج	د	معلم فرط التشتت (ثابت k)[a]
4SG المجموع	-٧,١٨٢	٠,٧٢٢	٠,٣٣٧		٠,٢٧٧

نوع التقاطع/مستوى الشدة	أ	ب	ج	د	معلم فرط التشتت (ثابت k)[a]
4SG لمؤدية للوفاة والإصابة	-٦,٣٩٣	٠,٦٣٨	٠,٢٣٢		٠٢١٨
4SG لمؤدية للوفاة والإصابة [b]	-١٢,٠١١			١,٢٧٩	٠,٥٦٦
ملاحظات: وينبغي استخدام هذه القيمة مباشرة كبارامتر للاختراق المفرط؛ ولا يلزم إجراء المزيد من الحسابات. باستخدام مقياس KABCO، تشمل هذه فقط حوادث KAB. لا يتم تضمين الحوادث ذات الشدة من المستوى C (الإصابة المحتملة).					

م-٥ نماذج تنبؤية للطرق السريعة وشبه السريعة

تشمل المتغيرات المستقلة لدالة أداء السلامة لقطاع الطرق السريعة وحجم المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية في القطاع وطول القطاع ونوع المنطقة (أي الريفية أو الحضرية) تشمل المتغيرات المستقلة لدالة أداء السلامة لمسار تغيير السرعة حجم المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية للطريق السريع وطول مسار تغيير السرعة ونوع المنطقة. تشمل المتغيرات المستقلة لدالة أداء السلامة لقطاعات الطرق المنحدرة وطريق التجميع-التوزيع وحجم المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية في القطاع وطول القطاع ونوع المنطقة (أي الريفية أو الحضرية). تشمل المتغيرات المستقلة لدالة أداء السلامة للمحطات الطرفية المنحدرة على الطرق المتقاطعة حجم المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية لطرق التقاطع المتشعبة ونوع المنطقة.

م-٥-١ قطاعات الطرق شبه السريعة المزودة بميزة التحكم في الوصول الكامل والطرق السريعة

يتم توفير دوال أداء السلامة لقطاعات الطرق السريعة (والطريق شبه السريع مع التحكم الكامل في الوصول) مع ٤ أو ٦ أو ٨ أو ١٠ مسارات مرور عابر (إجمالي اتجاهي التنقل)، بشكل منفصل لحوادث المركبات المتعددة وحوادث المركبات الفردية.

م-٥-١-١ حوادث متعددة المركبات

الظروف الأساسية لعوامل دوال أداء السلامة لحوادث المركبات المتعددة على قطاعات الطرق السريعة هي كما يلي:

- المنحنى الأفقي: غائِب
- عرض المسار: ٣,٦٦ متر (١٢ قدم)
- عرض الكتف الداخلي (مرصوف) ١,٨٣ متر (٦ قدم)
- عرض الجزيرة الوسطية ١٨,٣ متر (٦٠قدم)
- طول حاجز الجزيرة الوسطية: غائِب
- الساعات التي يتجاوز فيها الحجم ١٠٠٠ مركبة في الساعة لكل مسار: ٠
- المسافة إلى أقرب مداخل المنحدرات العلوية: > ٠,٨ كم (٠,٥ ميل)
- المسافة إلى أقرب مخارج المنحدر في اتجاه مجرى النهر: > ٠,٨ km (0.5 mi)
- طول قسم التناسج من النوع B: غائِب

(يتميز قسم التناسج هذا بالخصائص التالية: (أ) يمكن إجراء إحدى حركتي التناسج دون إجراء أي تغييرات في المسار، و (ب) تتطلب حركة التناسج الأخرى تغييرًا في مسار واحد على الأكثر، و (ج) يقع مدخل المنحدر ومخرج المنحدر المرتبط بقسم التناسج على الجانب الأيمن من الطريق السريع).

يتم تمثيل دوال أداء السلامة لحوادث المركبات المتعددة على قطاعات الطرق السريعة باستخدام المعادلات التالية:

المعادلة (م-١٥)

$$N_{spf,fs,n,mv,z} = L^* \times \exp\left(a + b \times \ln\left[c \times AADT_{fs}\right]\right)$$

مع

المعادلة (م-١٦)

$$L^* = L_{fs} - \left(0.5 \times \sum_{i=1}^{2} L_{en,seg,i}\right) - \left(0.5 \times \sum_{i=1}^{2} L_{ex,seg,i}\right)$$

حيث إن:

$N_{spf,fs,n,mv,z}$= متوسط تكرار حوادث المركبات المتعددة المتوقع لقطاع الطريق السريع مع ظروف أساسية، ومسارات n، وشدة z (z = FI): وفيات/ إصابات، PDO: أضرار الممتلكات فقط) (حوادث/سنة)،

L^*= الطول الفعلي لقطاع الطريق السريع (ميل)،

L = طول قطاع الطريق السريع التعريف: (ميل)
$L_{en,seg,i}$ = طول مدخل المنحدر i المجاور لقطاع الطريق السريع الخاضع (ميل)،
$L_{en,seg,i}$ = = طول مخرج المنحدر i المجاور لقطاع الطريق السريع الخاضع (ميل)
a، b = معاملات الانحدار (انظر الجدول م-٥),
c = معامل مقياس AADT (انظر الجدول م-٥)، و
$AADT_{fs}$ = الحجم المروري للطريق السريع .(AADT (veh/day

يتم تصور حساب «الطول الفعال لقطاع الطريق السريع» في الشكل (م-٢) يمثل المتغير $L_{en,seg,i}$ i طول ممر تغيير السرعة الموجود بين نقاط البداية والنهاية لقطاع الطريق السريع المجاور. لا يمكن أن يتجاوز هذا الطول طول القطاع أو طول مسار تغيير السرعة في مدخل المنحدر. وبالمثل، يمثل متغير $Lex_{seg,i}$ طول مسار تغيير السرعة الموجود بين نقاط البداية والنهاية لقطاع الطريق السريع المجاور. يتم توفير معاملات SPF ومعامل التشتت العكسي في الجدول (م-٥).

الجدول (م–٥) معاملات SPF لحوادث المركبات المتعددة على قطاعات الطريق السريع (AASHTO, 2014)

شدة الحادث (z)	نوع المنطقة	عدد مسارات المرور العابر (n)	معامل SPF			معامل التشتت العكسي $K_{fs,n,mv,z}(mi^{-1})$
			a	b	c	
(FI) وفاة/ إصابة	ريفية	٤	٥,٩٧٥-	١,٤٩٢	٠,٠٠١	١٧,٦
		٦	٦,٠٩٢-	١,٤٩٢	٠,٠٠١	١٧,٦
		٨	٦,١٤٠-	١,٤٩٢	٠,٠٠١	١٧,٦
	حضرية	٤	٥,٤٧٠-	١,٤٩٢	٠,٠٠١	١٧,٦
		٦	٥,٥٨٧-	١,٤٩٢	٠,٠٠١	١٧,٦
		٨	٥,٦٣٥-	١,٤٩٢	٠,٠٠١	١٧,٦
		١٠	٥- ٨٤٢	١,٤٩٢	٠,٠٠١	١٧,٦
(PDO التي تُلحق أضرار بالممتلكات فقط)	ريفية	٤	٦,٨٨٠-	١,٩٣٦	٠,٠٠١	١٨,٨
		٦	٧,١٤١-	١,٩٣٦	٠,٠٠١	١٨,٨
		٨	٧,٣٢٩-	١,٩٣٦	٠,٠٠١	١٨,٨
	حضرية	٤	٦,٥٤٨-	١,٩٣٦	٠,٠٠١	١٨,٨
		٦	٦,٨٠٩-	١,٩٣٦	٠,٠٠١	١٨,٨
		٨	٦,٩٩٧-	١,٩٣٦	٠,٠٠١	١٨,٨
		١٠	٧,٢٦٠-	١,٩٣٦	٠,٠٠١	١٨,٨

تحدد قيمة معلمات التشتت المفرط المرتبطة بدالة أداء السلامة لقطاعات الطرق التعريف: بوصفها دالة لطول لقطاع هذه القيمة محسوبة باستخدام المعادلة (م-١٧).

المعادلة (م-١٧)

$$k_{fs,n,mv,z} = \frac{1.0}{K_{fs,n,mv,z} \times L^*}$$

حيث إن:
$k_{fs,n,mv,z}$= معامل الإفراط في الانتشار لقطاعات الطرق السريعة مع n المسارات وحوادث السيارات المتعددة mv والشدة z و
$K_{fs,n,mv,z}$= معامل التشتت العكسي لقطاعات الطرق السريعة ذات المسارات n، وحوادث السيارات المتعددة mv، والشدة z (mi-1).

م-٥-١-٢ حوادث المركبات الفردية

الظروف الأساسية لعوامل دوال أداء السلامة لحوادث المركبات الواحدة على قطاعات الطرق السريعة هي كما يلي:

- المنحنى الأفقي: غائِب
- عرض المسار: ٣,٦٦ متر (١٢ قدم)
- عرض الكتف الداخلي (مرصوف) ١,٨٣ متر (٦ قدم)
- عرض الجزيرة الوسطية ١٨,٣ متر (٦٠قدم)
- طول حاجز الجزيرة الوسطية: غائِب
- الساعات التي يتجاوز فيها الحجم ١٠٠٠ مركبة في الساعة لكل مسار: ٠
- عرض الكتف الخارجي (مرصوف) ٣,٠٥ متر (١٠ قدم)
- طول أشرطة الاهتزازات التحذيرية (الدمدمة) علي كتف الطريق: غائِب
- عرض المنطقة الخالية: ٩,١٤ متر (٣٠ قدم)
- طول الحاجز الخارجي: غائِب

يتم تطبيق دوال أداء السلامة لحوادث المركبات الفردية لقطاعات الطرق السريعة على النحو التالي المعادلة:

المعادلة (م-١٨)

$$N_{spf,fs,n,sv,z} = L^* \times \exp\left(a + b \times \ln\left[c \times AADT_{fs}\right]\right)$$

حيث إن:

$N_{spf,fs,n,sv,z}$= متوسط تكرار الحوادث المتوقع لمركبة واحدة لقطاع الطريق السريع مع ظروف أساسية، مسارات n، وشدة z (z = FI: وفيات وإصابات، PDO: أضرار الممتلكات فقط) (حوادث/سنة).

يتم توفير معاملات SPF ومعامل التشتت العكسي في الجدول (م-٦).

الجدول (م–٦) معاملات دالة أداء السلامة للحوادث فردية المركبة على قطاعات الطرق السريعة (AASHTO, 2014)

شدة الحادث (z)	نوع المنطقة	عدد مسارات المرور العابر (n)	معامل SPF			معامل التشتت العكسي $K_{fs,n,sv,z}(mi^{-1})$
			a	b	c	
(FI) وفاة/ إصابة	ريفية	٤	-٢,١٢٦	٠,٦٤٦	٠,٠٠١	٣٠,١
		٦	-٢,٠٥٥	٠,٦٤٦	٠,٠٠١	٣٠,١
		٨	-١,٩٨٥	٠,٦٤٦	٠,٠٠١	٣٠,١
	حضرية	٤	-٢,١٢٦	٠,٦٤٦	٠,٠٠١	٣٠,١
		٦	-٢,٠٥٥	٠,٦٤٦	٠,٠٠١	٣٠,١
		٨	-١,٩٨٥	٠,٦٤٦	٠,٠٠١	٣٠,١
		١٠	-١,٩١٥	٠,٦٤٦	٠,٠٠١	٣٠,١
(PDO) التي تُلحق أضرار بالممتلكات فقط	ريفية	٤	-٢,٢٣٥	٠,٨٧٦	٠,٠٠١	٢٠,٧
		٦	-٢,٢٧٤	٠,٨٧٦	٠,٠٠١	٢٠,٧
		٨	-٢,٣١٢	٠,٨٧٦	٠,٠٠١	٢٠,٧
	حضرية	٤	-٢,٢٣٥	٠,٨٧٦	٠,٠٠١	٢٠,٧
		٦	-٢,٢٧٤	٠,٨٧٦	٠,٠٠١	٢٠,٧
		٨	-٢,٣١٢	٠,٨٧٦	٠,٠٠١	٢٠,٧
		١٠	-٢,٣٥١	٠,٨٧٦	٠,٠٠١	٢٠,٧

تحدد قيمة المعلمات مفرطة التشتت المرتبطة بدالة أداء السلامة لقطاعات الطرق التعريف: بوصفها دالة لطول لقطاع هذه القيمة محسوبة باستخدام المعادلة (م-١٩).

المعادلة (م-١٩)

$$k_{fs,n,sv,z} = \frac{1.0}{K_{fs,n,sv,z} \times L^*}$$

حيث إن:

$k_{fs,n,sv,z}$= معامل الإفراط في الانتشار لقطاعات الطرق السريعة ذات المسارات n، وحوادث السيارات الفردية sv، والشدة z، و

$K_{fs,n,sv,z}$= معامل التشتت العكسي لقطاعات الطرق السريعة مع n المسارات، وحوادث المركبة الواحدة sv، والشدة z (mi-1).

م-٥-٢ مسارات تغيير السرعة

يتم توفير دوال أداء السلامة للمداخل المنحدرة والمخارج المنحدرة المجاورة للطرق السريعة مع ٤ أو ٦ أو ٨ أو ١٠ مسارات مرور عابر.

فيما يلي الشروط الأساسية عوامل دوال أداء السلامة لمدخل المنحدر ومسارات تغيير السرعة المنحدرة:

- طول المنحنى الأفقي: غائِب
- عرض المسار: ٣,٦٦ متر (١٢ قدم)
- عرض الكتف الداخلي (مرصوف) ١,٨٣ متر (٦ قدم)
- عرض الجزيرة الوسطية ١٨,٣ متر (٦٠قدم)
- طول حاجز الجزيرة الوسطية: غائِب
- الساعات التي يتجاوز فيها الحجم ١٠٠٠ مركبة في الساعة لكل مسار: ٠

م-٥-٢-١ مسارات تغيير السرعة في المدخل المنحدر

يتم تمثيل دوال أداء السلامة لمسارات تغيير السرعة ذات المدخل المنحدر باستخدام المعادلة التالية:

المعادلة (م-٢٠)

$$N_{spf,sc,nEN,at,z} = L_{en} \times \exp\left(a + b \times \ln\left[c \times AADT_{fs}\right]\right)$$

حيث إن:

$N_{spf,fs,n,sv,z}$= متوسط تكرار الحوادث المتوقع لمركبة تكرار الحوادث مسار تغيير السرعة في مدخل الطريق السريع مع ظروف أساسية، مسارات n، وشدة z (z = FI: وفاة وإصابة، PDO: أضرار الممتلكات فقط) (حوادث/سنة); و

L_{EN}= طول المدخل المنحدر(ميل).

يتم توفير معاملات SPF ومعامل التشتت العكسي في الجدول (م-٧). يتم استخدام المتغير n في هذا الجدول لوصف عدد المسارات العابرة في جزء الطريق السريع المجاور لمسار تغيير السرعة بالإضافة إلى مسارات الطريق السريع في اتجاه التنقل المقابل. يستخدم هذا النهج لوصف المقطع العرضي لمسار تغيير السرعة من أجل الاتساق مع المقطع المستخدم لدوال أداء السلامة لقطاع الطرق السريعة. لا يهدف المتغير n إلى وصف عدد المسارات في مسار تغيير السرعة.

الجدول (م–٧) عامل SPF للحوادث المتعلقة بالمدخل المنحدر في مسارات تغيير السرعة (AASHTO, 2014)

شدة الحادث(z)	نوع المنطقة	عدد مسارات المرور العابر (n)	معامل SPF			معامل التشتت العكسي $K_{sc,nEN,at,z}(mi^{-1})$
			a	b	c	
(FI) وفاة/ إصابة	ريفية	٤	٣,٨٩٤-	١,١٧٣	٠,٠٠٠٥	٢٦,١
		٦	٤,١٥٤-	١,١٧٣	٠,٠٠٠٥	٢٦,١
		٨	٤,٤١٤-	١,١٧٣	٠,٠٠٠٥	٢٦,١

شدة الحادث(z)	نوع المنطقة	عدد مسارات المرور العابر (n)	معامل SPF			معامل التشتت العكسي $K_{sc,nEN,at,z}(mi^{-1})$
			a	b	c	
	حضرية	٤	٣,٧١٤-	١,١٧٣	٠,٠٠٠٥	٢٦,١
		٦	٣,٩٧٤-	١,١٧٣	٠,٠٠٠٥	٢٦,١
		٨	٤,٢٣٤-	١,١٧٣	٠,٠٠٠٥	٢٦,١
		١٠	٤,٤٩٤-	١,١٧٣	٠,٠٠٠٥	٢٦,١
(PDO التي تُلحق أضرار بالممتلكات فقط)	ريفية	٤	٢,٨٩٥-	١,٢١٥	٠,٠٠٠٥	٢٤,٨
		٦	٣,٠٩٧-	١,٢١٥	٠,٠٠٠٥	٢٤,٨
		٨	٣,٢٩٩-	١,٢١٥	٠,٠٠٠٥	٢٤,٨
	حضرية	٤	٢,٧٩٦-	١,٢١٥	٠,٠٠٠٥	٢٤,٨
		٦	٢,٩٩٨-	١,٢١٥	٠,٠٠٠٥	٢٤,٨
		٨	٣,٢٠٠-	١,٢١٥	٠,٠٠٠٥	٢٤,٨
		١٠	٣,٤٠٢-	١,٢١٥	٠,٠٠٠٥	٢٤,٨

يتم تحديد قيمة معلمة الاختراق الزائد المرتبطة بعوامل دوال أداء السلامة لمسارات تغيير السرعة ذات المدخل المنحدر كدالة لطول مسار تغيير السرعة. وتحسب هذه القيمة على النحو التالي:

المعادلة (م-٢١)

$$k_{sc,nEN,at,z} = \frac{1.0}{K_{sc,nEN,at,z} \times L_{en}}$$

حيث إن:

$k_{sc,nEN,at,z}$= معامل الإفراط في المراقبة لمسار تغيير السرعة في المدخل المنحدر على طريق سريع مع مسارات n، وجميع أنواع الحوادث في، والشدة z ؛ '

$k_{sc,nEN,at,z}$= معامل التشتت العكسي لمسار تغيير سرعة المدخل على طريق سريع مع مسارات n، وجميع أنواع الحوادث في، والشدة z (mi-1).

م-٥-٢-٢ م-٥-٢-٢ مسارات تغيير السرعة في المخرج المنحدر

يتم تمثيل دوال أداء السلامة لمسارات تغيير السرعة ذات المخرج المنحدر باستخدام المعادلة التالية:

المعادلة (م-٢٢)

$$N_{spf,sc,nEX,at,z} = L_{ex} \times exp\left(a + b \times \ln\left[c \times AADT_{fs}\right]\right)$$

حيث إن:

$N_{spf,sc,nEN,at,z}$= متوسط تكرار الحوادث المتوقع لمسار تغيير السرعة في المخرج المنحدر على طريق سريع مع ظروف الأساس، ومسارات، وجميع أنواع الحوادث في، وشدة z (z = Fl: وفاة وإصابة ، PDO: أضرار الممتلكات فقط) (حوادث/سنة) ؛ '

L_{ex} = طول مخرج المنحدر(ميل).

يتم توفير معاملات دالة أداء السلامة ومعامل التشتت العكسي في الجدول (م-٨). يتم استخدام المتغير n في هذا الجدول لوصف عدد المسارات العابرة في جزء الطريق السريع المجاور لمسار تغيير السرعة بالإضافة إلى مسارات الطريق السريع في اتجاه التنقل المقابل.

الجدول (م–٨) عامل SPF للحوادث المتعلقة خروج المنحدر في مسارات تغيير السرعة (AASHTO, 2014)

شدة الحادث(z)	نوع المنطقة	عدد مسارات المرور العابر (n)	معامل SPF			معامل التشتت العكسي $K_{sc,nEX,at,z}(mi^{-1})$
			a	b	c	
(FI) وفاة/ إصابة	ريفية	٤, ٦, ٨	٢,٦٧٩-	٠,٩٠٣	٠,٠٠٠٥	١,٧٨
	حضرية	٤, ٦, ٨, ١٠	٢,٦٧٩-	٠,٩٠٣	٠,٠٠٠٥	١,٧٨
(PDO التي تُلحق أضرار بالممتلكات فقط)	ريفية	٤, ٦, ٨	١,٧٩٨-	٠,٩٣٢	٠,٠٠٠٥	١,٥٨
	حضرية	٤, ٦, ٨, ١٠	١,٧٩٨-	٠,٩٣٢	٠,٠٠٠٥	١,٥٨

يُحسب معامل الإفراط في الاختراق المرتبط بعوامل دوال أداء السلامة لمسارات تغيير السرعة في المخرج المنحدر على النحو التالي:

المعادلة (م-٢٣)

$$k_{sc,nEX,at,z} = \frac{1.0}{K_{sc,nEX,at,z}}$$

حيث إن:

$k_{sc,nEN,at,z}$= معامل الإفراط في المراقبة لمسار تغيير السرعة في المخرج المنحدر على طريق سريع مع مسارات n، وجميع أنواع الحوادث في، والشدة z ؛ '

$k_{sc,nEN,at,z}$= معامل التشتت العكسي لمسار تغيير سرعة في المخرج المنحدر على طريق سريع مع مسارات n، وجميع أنواع الحوادث في، والشدة z.

م-٥-٣ قطاعات المنحدر

يتم توفير دوال أداء السلامة لقطاعات الطرق المنحدرة والتجميعية والموزعة (C-D) مع ١ أو ٢ عبر مسارات عابرة، بشكل منفصل لحوادث المركبات المتعددة وحوادث المركبات الفردية.

م-٥-٣-١ حوادث متعددة المركبات على قطاعات منحدر

وترد في القائمة التالية الشروط الأساسية لحوادث حوادث المركبات المتعددة على قطاعات المنحدرات:

- المنحنى الأفقي: غائِب
- عرض المسار: ١,٨٣ متر (٦ قدم)
- عرض الجانب الأيمن (مرصوف) ٢,٨٨ متر (٨ قدم)
- عرض الجانب الأيمن من الطريق (مرصوف) ١,٨٣ متر (٦ قدم)
- طول حاجز الجانب الأيمن: غائِب
- طول حاجز الجانب الأيسر: غائِب
- طول المسار المضاف أو المزال: غائِب
- طول مسار تغيير السرعة للمنحدر: غائِب

يتم تمثيل دوال أداء السلامة لحوادث المركبات المتعددة على قطاعات المنحدرات باستخدام المعادلات التالية:

المعادلة (م-٢٤)

$$N_{spf,rps,x,mv,z} = L_r \times \exp\left(a + b \times \ln\left[c \times AADT_r\right] + d[c \times AADT_r]\right)$$

حيث إن:

$N_{spf,fs,n,mv,z}$= متوسط تكرار حوادث المركبات المتعددة المتوقع لقطاع منحدر مع ظروف أساس، المقطع العرضي x (x = nEN: مدخل المنحدر n-lane، nEX: n-lane مخرج المنحدر)، والشدة z (z = FI: الوفاة والإصابة، PDO: أضرار الممتلكات فقط) (حوادث/سنة) ؛

R_L= طول قطاع المنحدر (ميل)

$AADT_r$ = حجم قطاع المنحدر .AADT (veh/day)

a، b، d= معاملات الانحدار؛

c= معامل مقياس .AADT

يتم توفير معاملات SPF ومعامل التشتت العكسي في الجدول (م-٩).

الجدول (م–٩) معاملات دالة أداء السلامة للحوادث متعددة المركبات على قطاعات الطريق المنحدر (AASHTO, 2014)

شدة الحادث(z)	نوع المنطقة	القطاع العرضي	معامل SPF				معامل التشتت العكسي $K_{rps,x,mv,z}(mi^{-1})$
			أ	ب	ج	د	
(FI) وفاة/ إصابة	ريفية	مدخل من مسار واحد (1EN)	-٥,٢٢٦	٠,٥٢٤	٠,٠٠١	٠,٠٦٩٩	١٤,٦
		المخرج من مسار واحد (1EX)	-٦,٦٩٢	٠,٥٢٤	٠,٠٠١	٠,٠٦٩٩	١٤,٦
	حضرية	مدخل من مسار واحد (1EN)	-٣,٥٠٥	٠,٥٢٤	٠,٠٠١	٠,٠٦٩٩	١٤,٦
		المخرج من مسار واحد (1EX)	-٤,٩٧١	٠,٥٢٤	٠,٠٠١	٠,٠٦٩٩	١٤,٦
		طرق المداخل ثنائية المسارات (2EN)	-٣,٠٢٣	٠,٥٢٤	٠,٠٠١	٠,٠٦٩٩	١٤,٦
		طرق المخرج ثنائية المسارات (2EX)	-٤,٤٨٩	٠,٥٢٤	٠,٠٠١	٠,٠٦٩٩	١٤,٦
(PDO التي تلحق أضرار بالممتلكات فقط)	ريفية	مدخل من مسار واحد (1EN)	-٣,٨١٩	١,٢٥٦	٠,٠٠١	٠,٠٠	١٢,٧
		المخرج من مسار واحد (1EX)	-٤,٨٥١	١,٢٥٦	٠,٠٠١	٠٠٠	١٢,٧
	حضرية	مدخل من مسار واحد (1EN)	-٣,٨١٩	١,٢٥٦	٠,٠٠١	٠,٠٠	١٢,٧
		المخرج من مسار واحد (1EX)	-٤,٨٥١	١,٢٥٦	٠,٠٠١	٠,٠٠	١٢,٧
		طرق المداخل ثنائية المسارات (2EN)	-٢,٩٨٣	١,٢٥٦	٠,٠٠١	٠,٠٠	١٢,٧
		طرق المخرج ثنائية المسارات (2EX)	-٤,٠١٥	١,٢٥٦	٠,٠٠١	٠,٠٠	١٢,٧

تحدد قيمة معلمات التشتت المفرط المرتبطة بدالة أداء السلامة لقطاعات الطرق المنحدرة بوصفها دالة لطول لقطاع هذه القيمة محسوبة باستخدام المعادلة (م-٢٥).

المعادلة (م-٢٥)

$$k_{rps,x,mv,z} = \frac{1.0}{K_{rps,x,mv,z} \times L_r}$$

حيث إن:

$k_{fs,n,mv,z}$= معامل الإفراط في التشغيل لقطاعات المنحدرات مع المقطع العرضي x، وحوادث المركبات المتعددة mv، والشدة z و

$K_{fs,n,mv,z}$ = معامل التشتت العكسي لقطاعات المنحدرات مع المقطع العرضي x، وحوادث المركبات المتعددة mv، والشدة z (mi-1).

م-٥-٣-٢ حوادث متعددة المركبات على قطاعات الطرق C-D

الظروف الأساسية لـ دوال أداء السلامة لحوادث المركبات المتعددة على قطاعات الطرق C-D هي نفسها تلك الخاصة بحوادث المركبات المتعددة على قطاعات المنحدر، كما هو موضح في م-٥-٣-١. أحد الشروط الأساسية الإضافية لـ SPF هو عدم وجود قسم تناسج.

يتم تمثيل دوال أداء السلامة لحوادث المركبات المتعددة على قطاعات الطرق C-D باستخدام المعادلات التالية:

المعادلة (م-٢٦)

$$N_{spf,cds,n,mv,z} = L_{cd} \times \exp\left(a + b \times \ln\left[c \times AADT_c\right] + d[c \times AADT_c]\right)$$

حيث إن:

$N_{spf,fs,n,mv,z}$= متوسط تكرار حوادث المركبات المتعددة المتوقع لقطاع الطريق C-D مع ظروف أساسية، ومسارات n، وشدة z (z = FI: وفاة/ إصابة، PDO: أضرار الممتلكات فقط) (حوادث/سنة) ؛

L_{cd}= طول قطاع الطريق C-D (ميل) ؛ '

$AADT_c$= حجم AADT لقطاع الطريق C-D (مركبة / يوم).

يتم توفير معاملات SPF ومعامل التشتت العكسي في الجدول (م-١٠).

الجدول (م–١٠) معاملات دالة أداء السلامة للحوادث متعددة المركبات على قطاعات الطريق C-D (AASHTO, 2014)

شدة الحادث (z)	نوع المنطقة	عدد مسارات المرور العابرN	معامل SPF				معامل التشتت العكسي $K_{cds,x,mv,z}(mi^{-1})$
			أ	ب	ج	د	
(FI) المميتة/ المسببة للإصابة	ريفية	١	٤,٧١٨-	٠,٥٢٤	٠,٠٠١	٠,٠٦٩٩	١٤,٦
	حضرية	١	٢,٩٩٧-	٠,٥٢٤	٠,٠٠١	٠,٠٦٩٩	١٤,٦
		٢	٢,٥١٥-	٠,٥٢٤	٠,٠٠١	٠,٠٦٩٩	١٤,٦
(PDO التي تُلحق أضرار بالممتلكات فقط)	ريفية	١	٣,٣١١-	١,٢٥٦	٠,٠٠١	٠,٠٠	١٢,٧
	حضرية	١	٣,٣١١-	١,٢٥٦	٠,٠٠١	٠,٠٠	١٢,٧
		٢	٢,٤٧٥-	١,٢٥٦	٠,٠٠١	٠,٠٠	١٢,٧

تحدد قيمة معلمات التشتت المفرط المرتبطة بدالة أداء السلامة لقطاعات الطرق C بوصفها دالة لطول لقطاع Dهذه القيمة محسوبة باستخدام المعادلة (م-٢٧).

المعادلة (م-٢٧)

$$k_{cds,x,mv,z} = \frac{1.0}{K_{cds,x,mv,z} \times L_{cd}}$$

حيث إن:

$k_{cds,x,mv,z}$= معامل الإفراط في التشغيل لقطاعات الطرق C-D مع المقطع العرضي x، وحوادث المركبات المتعددة mv، والشدة z ' ؛

$K_{fs,n,mv,z}$= معامل التشتت العكسي لقطاعات الطرق C-D مع المقطع العرضي x، وحوادث المركبات المتعددة mv، والشدة z (mi-1).

م-٥-٣-٣ حوادث مركبة واحدة على قطاع منحدر

باستثناء واحد، فإن الظروف الأساسية لعوامل الحماية من الشمس لحوادث السيارات الفردية على قطاعات المنحدر هي نفسها تلك الخاصة بحوادث المركبات المتعددة على قطاعات المنحدر، كما هو موضح في م-٥-٣-١. لا تنطبق حالة «وجود مسار تغيير السرعة المنحدر» على عوامل دوال أداء السلامة ذات المركبة الواحدة.

مثلث عوامل (دوال أداء السلامة) لحوادث مركبة واحدة على قطاعات منحدر المعادلة التالية:

$$N_{spf,rps,x,sv,z} = L_r \times \exp\left(a + b \times \ln\left[c \times AADT_r\right]\right)$$ **المعادلة (م-٢٨)**

حيث إن:

$N_{spf,fs,n,mv,z}$= متوسط تكرار حوادث مركبة واحدة المتوقع لقطاع منحدر مع ظروف أساسية، المقطع العرضي x (x = nEN: مدخل المنحدر n-lane، nEX: n-lane مخرج المنحدر)، والشدة z (z = FI: الوفاة والإصابة، PDO: أضرار الممتلكات فقط) (حوادث/سنة).

يتم توفير معاملات SPF ومعامل التشتت العكسي في الجدول (م-١١).

الجدول (م–١١) معاملات دالة أداء السلامة لحوادث المركبة الواحدة على قطاعات الطريق المنحدر (AASHTO, 2014)

شدة الحادث (z)	نوع المنطقة	القطاع العرضي	معامل SPF			معامل التشتت العكسي $K_{rps,x,sv,z}(mi^{-1})$
			a	b	c	
(FI) وفاة/ إصابة	ريفية	مدخل من مسار واحد (1EN)	٢,١٢٠-	٠,٧١٨	٠,٠٠١	٧,٩١
		المخرج من مسار واحد (1EX)	١,٧٩٩-	٠,٧١٨	٠,٠٠١	٧,٩١
	حضرية	مدخل من مسار واحد (1EN)	١,٩٦٦-	٠,٧١٨	٠,٠٠١	٧,٩١
		المخرج من مسار واحد (1EX)	١,٦٤٥-	٠,٧١٨	٠,٠٠١	٧,٩١
		طرق المداخل ثنائية المسارات (2EN)	١,٩٩٩-	٠,٧١٨	٠,٠٠١	٧,٩١
		طرق المخرج ثنائية المسارات (2EX)	١,٦٧٨-	٠,٧١٨	٠,٠٠١	٧,٩١
(PDO التي تُلحق أضرار بالممتلكات فقط)	ريفية	مدخل من مسار واحد (1EN)	١,٩٤٦-	٠,٦٨٩	٠,٠٠١	٩,٧٧
		المخرج من مسار واحد (1EX)	١,٧٣٩-	٠,٦٨٩	٠,٠٠١	٩,٧٧
	حضرية	مدخل من مسار واحد (1EN)	١,٧١٥-	٠,٦٨٩	٠,٠٠١	٩,٧٧
		المخرج من مسار واحد (1EX)	١,٥٠٨-	٠,٦٨٩	٠,٠٠١	٩,٧٧
		طرق المداخل ثنائية المسارات (2EN)	١,٤٠٠-	٠,٦٨٩	٠,٠٠١	٩,٧٧
		طرق المخرج ثنائية المسارات (2EX)	١,١٩٣	٠,٦٨٩	٠,٠٠١	٩,٧٧

تحدد قيمة معلمات التشتت المفرط المرتبطة بدالة أداء السلامة لقطاعات الطرق المنحدرة بوصفها دالة لطول لقطاع هذه القيمة محسوبة باستخدام المعادلة (م-٢٩).

المعادلة (م-٢٩)

$$k_{rps,x,sv,z} = \frac{1.0}{K_{rps,x,sv,z} \times L_r}$$

حيث إن:

$k_{fs,n,mv,z}$= معامل الإفراط في التشغيل لقطاعات المنحدرات مع المقطع العرضي x، وحوادث مركبة واحدة mv، والشدة z ; و

$K_{fs,n,mv,z}$= معامل التشتت العكسي لقطاعات المنحدرات مع المقطع العرضي x، وحوادث مركبة واحدة mv، والشدة z (mi-1)

م-٥-٣-٤ حوادث مركبة واحدة على قطاعات الطرق c-d

باستثناء واحد، فإن الظروف الأساسية لعوامل الحماية من الشمس لحوادث السيارات الفردية على قطاعات المنحدر هي نفسها تلك الخاصة بحوادث المركبات المتعددة على قطاعات المنحدر، كما هو موضح في م-٥-٣-١. لا تنطبق حالة «وجود مسار تغيير السرعة المنحدر» على عوامل دوال أداء السلامة ذات المركبة الواحدة. أحد الشروط الأساسية الإضافية لـ SPF هو عدم وجود قسم تناسج.

يتم تمثيل دوال أداء السلامة لحوادث المركبات الفردية على قطاعات الطرق C-D مع المعادلات التالية:

المعادلة (م-٣٠)

$$N_{spf,cds,n,sv,z} = L_{cd} \times \exp\left(a + b \times \ln\left[c \times AADT_c\right]\right)$$

حيث إن:

$N_{spf,fs,n,mv,z}$= متوسط تكرار حوادث مركبة واحدة المتوقع لقطاع الطريق C-D مع ظروف أساسية، ومسارات n، وشدة z (z = FI: الوفاة/ الإصابة، PDO: أضرار الممتلكات فقط) (حوادث/سنة).

يتم توفير معاملات SPF ومعامل التشتت العكسي في الجدول (م-١٢).

الجدول (م–١٢) معاملات دالة أداء السلامة لحوادث مركبة واحدة على قطاعات الطريق C-D (AASHTO, 2014)

شدة الحادث (z)	نوع المنطقة	عدد مسارات المرور العابر N	معامل SPF			معامل التشتت العكسي $K_{cds,n,sv,z}(mi^{-1})$
			a	b	c	
(FI) وفاة/ إصابة	ريفية	١	-٣,٠٠٢	٠,٧١٨	٠,٠٠١	٧,٩١
	حضرية	١	-٢,٨٤٨	٠,٧١٨	٠,٠٠١	٧,٩١
		٢	-٢,٨٨١	٠,٧١٨	٠,٠٠١	٧,٩١
(PDO التي تُلحق أضرار بالممتلكات فقط)	ريفية	١	-٢,٨٩٠	٠,٦٨٩	٠,٠٠١	٩,٧٧
	حضرية	١	-٢,٦٥٩	٠,٦٨٩	٠,٠٠١	٩,٧٧
		٢	-٢,٣٤٤	٠,٦٨٩	٠,٠٠١	٩,٧٧

تحدد قيمة معلمات التشتت المفرط المرتبطة بدالة أداء السلامة لقطاعات الطرق C بوصفها دالة لطول لقطاع Dهذه القيمة محسوبة باستخدام **المعادلة (م-٣١)**.

المعادلة (م-٣١)

$$k_{cds,n,sv,z} = \frac{1.0}{K_{cds,n,sv,z} \times L_{cd}}$$

حيث إن:

$k_{cds,n,sv,z}$= معلمة الإفراط في الانتشار لقطاعات الطرق C-D مع المقطع العرضي x، وحوادث المركبة الواحدة sv، والشدة z ؛ '

$K_{cds,n,sv,z}$= معامل التشتت العكسي لقطاعات الطرق C-D مع المقطع العرضي x، وحوادث المركبة الواحدة sv، والشدة z (mi-1).

م-٥-٤ أطراف المنحدر

يتم توفير دوال أداء السلامة لأطراف المنحدرات المتقاطعة مع ٢ إلى ٦ مسارات مرور عابر متقاطعة (إجمالي اتجاهي التنقل)، بشكل منفصل لأطراف المنحدرات المتقاطعة التي يتم التحكم فيها بواسطة الإشارات والتحكم بلوحة قف في أطراف المنحدرات المتقاطعة ذات الاتجاه الواحد.

م-٥-٤-١ أطراف المنحدرات المتقاطعة التي يتم التحكم فيها بالإشارات

وترد في القائمة التالية الشروط الأساسية لدوال أداء السلامة لأطراف منحدر مفترق الطرق:

• مسار منعطف يسار (أو خليج):	غائِب
• مسار منعطف يمين (أو خليج):	غائِب
• وجود مدخل الشارع العام:	لا يوجد شارع عام المداخل الحالية
• وجود المسار:	لا توجد مسارات
• المسافة إلى التقاطع المجاور:	لا يوجد منحدر مجاور أو تقاطع الشارع العام في حدود ٩,٦٦ كم (٦ ميل)
• عرض الجزيرة الوسطية (على مفترق الطرق):	٣,٦٦ متر (١٢ قدم)
• مرحلة الانعطاف لليسار المحمية:	غير موجود على أي منهما اقتراب مفترق الطرق
• المنعطف الأيمن الموجه على مفترق الطرق:	غائِب
• المنعطف الأيمن الموجه على منحدر المخرج:	غائِب
• تشعب الشارع العامة غير المنحدرة:	غائِب

يتم تقديم عوامل دوال أداء السلامة لحالات الحوادث في محطات منحدر مفترق الطرق باستخدام المعادلة التالية:

$$N_{spf,w,SGn,at,z} = \exp\left(a + b \times \ln\left[c \times AADT_{xrd}\right] + d \times \ln\left[c \times AADT_{ex} + c \times AADT_{en}\right]\right)$$

المعادلة (م-٣٢)

مع

$$AADT_{xrd} = 0.5 \times (AADT_{in} + AADT_{out})$$

المعادلة (م-٣٣)

حيث إن:

$N_{spf,w,ST,at,z}$= متوسط تكرار الحوادث المتوقع لطرف منحدر متقاطعة يتم التحكم فيها باتجاه واحد من نوع w (w = 3ex، D3en، D4، A4، B4، A2، B2) مع ظروف أساسية مع مسارات تقاطع الطرق n، جميع أنواع الحوادث في، والشدة z (z = Fl: وفاة وإصابة، PDO: أضرار الممتلكات فقط) (حوادث/yr).

$AADT_{xrd}$= حجم AADT لمفترق الطرق (مركبة/يوم)؛

$AADT_{ex}$= AADT حجم مخرج المنحدر (مركبة/يوم)؛

$AADT_{en}$= حجم AADT حجم مدخل المنحدر(مركبة/يوم)؛

$AADT_{in}$= حجم AADT للساق المتقاطعة بين المنحدرات ((veh/day؛ '(مركبة/يوم) ؛ و

$AADT_{out}$= حجم AADT للساق المتقاطعة خارج التبادل (مركبة/يوم).

يتم توفير معاملات SPF ومعامل التشتت العكسي في الجدول (م-١٣) حتى الجدول (م-١٦)

الجدول (م–١٣) معاملات SPF للحوادث في أطراف المنحدر المحددة - طرف ثلاثية الأضلاع في صفحتين ورق البرسيم A أو B (AASHTO, 2014) (A2، B2**)**

شدة الحادث (z)	نوع المنطقة	عدد مسارات المرور العابر N	معامل SPF				معامل التشتت العكسي $K_{w,SGn,at,z}$
			أ	ب	ج	د	
(FI) وفاة/ إصابة	حضري او ريفي	٢	٠,٤٥٨-	٠,٣٢٥	٠,٠٠١	٠,٢١٢	٢,١٧
		٣	٠,٢٩٨-	٠,٣٢٥	٠,٠٠١	٠,٢١٢	٢,١٧
		٤	٠,١٣٨-	٠,٣٢٥	٠,٠٠١	٠,٢١٢	٢,١٧
		٥ (حضري فقط)	٠,٠٢٢	٠,٣٢٥	٠,٠٠١	٠,٢١٢	٢,١٧
		٦ (حضري فقط)	٠,١٨٢	٠,٣٢٥	٠,٠٠١	٠,٢١٢	٢,١٧
(PDO التي تُلحق أضرار بالممتلكات فقط)	حضري او ريفي	٢	١,٥٣٧-	٠,٥٩٢	٠,٠٠١	٠,٥١٦	٤,٢٧
		٣	١,٤٤٩-	٠,٥٩٢	٠,٠٠١	٠,٥١٦	٤,٢٧
		٤	١,٣٦١	٠,٥٩٢	٠,٠٠١	٠,٥١٦	٤,٢٧
		٥ (حضري فقط)	١,٢٧٤-	٠,٥٩٢	٠,٠٠١	٠,٥١٦	٤,٢٧
		٦ (حضري فقط)	١,١٨٦-	٠,٥٩٢	٠,٠٠١	٠,٥١٦	٤,٢٧

الجدول (م–١٤) معاملات SPF للحوادث في أطراف المنحدر ذات الإشارات - طرف ثلاثي الأضلاع مع منحدر خروج قطري أو طرف رباعي الأضلاع في أربعة أرباع ورقة جزئية (AASHTO, 2014) A **(**D3ex، A4)

شدة الحادث (z)	نوع المنطقة	عدد مسارات المرور العابر N	معامل SPF				معامل التشتت العكسي $K_{w,SGn,at,z}$
			أ	ب	ج	د	
(FI) وفاة/ إصابة	حضري او ريفي	٢	١,٣٥٢-	٠,٣٧٩	٠,٠٠١	٠,٣٩٤	٨,٧٢
		٣	١,١٩٢-	٠,٣٧٩	٠,٠٠١	٠,٣٩٤	٨,٧٢
		٤	١,٠٣٢-	٠,٣٧٩	٠,٠٠١	٠,٣٩٤	٨,٧٢
		٥ (حضري فقط)	٠,٨٧٢-	٠,٣٧٩	٠,٠٠١	٠,٣٩٤	٨,٧٢
		٦ (حضري فقط)	٠,٧١٢-	٠,٣٧٩	٠,٠٠١	٠,٣٩٤	٨,٧٢
(PDO التي تُلحق أضرار بالممتلكات فقط)	حضري او ريفي	٢	٢,٢٤٧-	٠,٧٩٧	٠,٠٠١	٠,٣٨٤	٤,٠٥
		٣	١٥٩ -٢	٠,٧٩٧	٠,٠٠١	٠,٣٨٤	٤,٠٥
		٤	٢,٠٧١-	٠,٧٩٧	٠,٠٠١	٠,٣٨٤	٤,٠٥
		٥ (حضري فقط)	١,٩٨٤-	٠,٧٩٧	٠,٠٠١	٠,٣٨٤	٤,٠٥
		٦ (حضري فقط)	١,٨٩٦-	٠,٧٩٧	٠,٠٠١	٠,٣٨٤	٤,٠٥

الجدول (م–١٥) معاملات SPF للحوادث في أطراف المنحدر ذات الإشارات - طرف ثلاثي الأضلاع مع منحدر مدخل قطري أو طرف رباعي الأضلاع في أربعة أرباع ورقة جزئية **(D3en، B4)** B (AASHTO, 2014)

شدة الحادث (z)	نوع المنطقة	عدد مسارات المرور العابر N	معامل SPF				معامل التشتت العكسي $K_{w,SGn,at,z}$
			أ	ب	ج	د	
(FI) وفاة/ إصابة	حضري او ريفي	٢	٢,٠٦٨-	٠,٢٦٥	٠,٠٠١	٠,٩٠٥	٥,٣٧
		٣	١,٩٠٨-	٠,٢٦٥	٠,٠٠١	٠,٩٠٥	٥,٣٧
		٤	١,٧٤٨-	٠,٢٦٥	٠,٠٠١	٠,٩٠٥	٥,٣٧
		٥ (حضري فقط)	١,٥٨٨-	٠,٢٦٥	٠,٠٠١	٠,٩٠٥	٥,٣٧
		٦ (حضري فقط)	١,٤٢٨-	٠,٢٦٥	٠,٠٠١	٠,٩٠٥	٥,٣٧
(PDO التي تُلحق أضرار بالممتلكات فقط)	حضري او ريفي	٢	٢,٩٣١-	٠,٧٤١	٠,٠٠١	٠,٨٤٥	٣,٧٢
		٣	٢,٨٤٣-	٠,٧٤١	٠,٠٠١	٠,٨٤٥	٣,٧٢
		٤	٢,٧٥٥-	٠,٧٤١	٠,٠٠١	٠,٨٤٥	٣,٧٢
		٥ (حضري فقط)	٢,٦٦٨-	٠,٧٤١	٠,٠٠١	٠,٨٤٥	٣,٧٢
		٦ (حضري فقط)	٢,٥٨٠-	٠,٧٤١	٠,٠٠١	٠,٨٤٥	٣,٧٢

الجدول (م–١٦) معاملات SPF للحوادث في أطراف المنحدر المحددة - طرف رباعي الأضلاع مع منحدرات قطرية (D4) (AASHTO, 2014)

شدة الحادث (z)	نوع المنطقة	عدد مسارات المرور العابر N	معامل SPF				معامل التشتت العكسي $K_{w,SGn,at,z}$
			أ	ب	ج	د	
(FI) وفاة/ إصابة	حضري او ريفي	٢	٢,٦٥٥	١,١٩١	٠,٠٠١	٠,١٣١	١١,٥
		٣	٢,٤٩٥-	١,١٩١	٠,٠٠١	٠,١٣١	١١,٥
		٤	٢,٣٣٥-	١,١٩١	٠,٠٠١	٠,١٣١	١١,٥
		٥ (حضري فقط)	٢,١٧٥-	١,١٩١	٠,٠٠١	٠,١٣١	١١,٥
		٦ (حضري فقط)	٢,٠١٥-	١,١٩١	٠,٠٠١	٠,١٣١	١١,٥
(PDO التي تُلحق أضرار بالممتلكات فقط)	حضري او ريفي	٢	٢,٢٤٨-	٠,٨٧٩	٠,٠٠١	٠,٥٤٥	٧,٢١
		٣	٢,١٦٠-	٠,٨٧٩	٠,٠٠١	٠,٥٤٥	٧,٢١
		٤	٢,٠٧٢-	٠,٨٧٩	٠,٠٠١	٠,٥٤٥	٧,٢١
		٥ (حضري فقط)	١,٩٨٥-	٠,٨٧٩	٠,٠٠١	٠,٥٤٥	٧,٢١
		٦ (حضري فقط)	١,٨٩٧-	٠,٨٧٩	٠,٠٠١	٠,٥٤٥	٧,٢١

يتم حساب قيمة معامل التشوه الزائد المرتبط بدوال أداء السلامة لأطراف المنحدرات المتقاطعة ذات الإشارات باستخدام المعادلة (م-٣٤).

المعادلة (م-٣٤)

$$k_{w,SGn,at,z} = \frac{1.0}{K_{w,SGn,at,z}}$$

حيث إن:

$k_{w,SGn,at,z}$= معلمة التحكم الزائد للموقع الذي يتم التحكم فيه بالإشارة من النوع w، عندما تكون مسارات تقاطع الطرق، وجميع أنواع الحوادث في، والشدة z ؛ '

$k_{w,SGn,at,z}$= معامل التشتت العكسي للموقع الذي يتم التحكم فيه بالإشارة من النوع w، عندما تكون مسارات تقاطع الطرق، وجميع أنواع الحوادث في، والشدة z.

م-٥-٤-٢ أطراف منحدر متقاطعة يتم التحكم فيها بلافتة قف باتجاه واحد

ترد في القائمة التالية الشروط الأساسية للأطراف لمنحدر الطريق المتقاطع التي يتم التحكم فيها بلافتة قف باتجاه واحد:

- مسار منعطف يسار (أو خليج): غائِب
- مسار منعطف يمين (أو خليج): غائِب
- وجود مدخل الشارع العام: لا يوجد شارع عام المداخل الحالية
- المسافة إلى التقاطع المجاور: لا يوجد منحدر مجاور أو تقاطع الشارع العام في حدود ٩,٦٦ كم (٦ ميل)
- عرض الجزيرة الوسطية (على مفترق الطرق): ٣,٦٦ متر (١٢ قدم)
- زاوية الانحراف: ٠,٠ ° (أي بدون انحراف)

يتم تطبيق SPF للحوادث في أطراف المنحدرات ذات التحكم بلافتة قف في الاتجاه الواحد اعلى النحو التالي:

$$N_{spf,w,ST,at,z} = \exp\left(a + b \times \ln\left[c \times AADT_{xrd}\right] + d \times \ln\left[c \times AADT_{ex} + c \times AADT_{en}\right]\right)$$

المعادلة (م-٣٥)

حيث إن:

$N_{spf,w,ST,at,z}$= متوسط تكرار الحوادث المتوقع لطرف منحدر متقاطعة يتم التحكم فيها بلافتة قف باتجاه واحد من نوع w (w = D3ex، D3en، D4، A4، B4، A2، B2) مع ظروف أساسية، جميع أنواع الحوادث في، والشدة z (z = FI: وفاة وإصابة، PDO: أضرار الممتلكات فقط) (حوادث/سنة).

يتم توفير معاملات SPF ومعامل التشتت العكسي في الجدول (م-١٧) حتى الجدول (م-٢٠).

الجدول (م–١٧) معاملات SPF للحوادث في أطراف المنحدر ذات الاتجاه الواحد التي يتم التحكم فيها عن طريق لافتة قف - طرف ثلاثي الأضلاع في صفحتين رباعية جزئية A أو (AASHTO, 2014)

شدة الحادث (z)	نوع المنطقة	عدد مسارات المرور العابر N	معامل SPF				معامل التشتت العكسي $K_{w,ST,at,z}$
			أ	ب	ج	د	
(FI) وفاة/ إصابة	ريفية	جميع المسارات	-٢,٣٦٣	٠,٢٦٠	٠,٠٠١	٠,٩٤٧	٣,٤٠
	الحضرية	جميع المسارات	-٢,٦٨٧	٠,٢٦٠	٠,٠٠١	٠,٩٤٧	٣,٤٠
(PDO التي تُلحق أضرار بالممتلكات فقط)	ريفية	جميع المسارات	-٣,٠٥٥	٠,٧٧٣	٠,٠٠١	٠,٨٧٨	٥,٤٩
	الحضرية	جميع المسارات	-٣,٠٥٥	٠,٧٧٣	٠,٠٠١	٠,٨٧٨	٥,٤٩

الجدول (م–١٨) معاملات SPF للحوادث في أطراف المنحدر ذات تقاطع يتم التحكم فيها بلافتة قف باتجاه واحد من - طرف ثلاثي الأضلاع مع منحدر خروج قطري أو طرف رباعي الأضلاع في أربعة أرباع ورقة جزئية **(**D3ex، A4**)** A (AASHTO, 2014)

شدة الحادث (z)	نوع المنطقة	عدد مسارات المرور العابر N	معامل SPF				معامل التشتت العكسي $K_{w,ST,at,z}$
			أ	ب	ج	د	
(FI) وفاة/ إصابة	ريفية	جميع المسارات	-٢,٨٩٩	٠,٥٨٢	٠,٠٠١	٠,٨٩٩	٢,١٦
	حضرية	جميع المسارات	-٣,٢٢٣	٠,٥٨٢	٠,٠٠١	٠,٨٩٩	٢,١٦
(PDO التي تُلحق أضرار بالممتلكات فقط)	ريفية	جميع المسارات	-٢,٦٧٠	٠,٥٩٥	٠,٠٠١	٠,٩٣٧	٦,٥٧
	حضرية	جميع المسارات	-٢,٦٧٠	٠,٥٩٥	٠,٠٠١	٠,٩٣٧	٦,٥٧

الجدول (م–١٩) معاملات SPF للحوادث في محطاتأطراف المنحدر ذات تقاطع يتم التحكم فيها بلوحة قف باتجاه واحد من - محطة ثلاثية التشعبطرف ثلاثي الأضلاع مع منحدر دخول قطري أو محطة رباعية التشعب طرف رباعي الأضلاع في أربعة أرباع ورقة B (D3en, B4) (AASHTO, 2014)

شدة الحادث (z)	نوع المنطقة	عدد مسارات المرور العابر N	معامل SPF				معامل التشتت العكسي $K_{w,ST,at,z}$
			أ	ب	ج	د	
(FI) وفاة/ إصابة	ريفية	جميع المسارات	-٢,٨١٧	٠,٧٠٩	٠,٠٠١	٠,٧٣٠	٠,٩٢
	الحضرية	جميع المسارات	-٣,١٤١	٠,٧٠٩	٠,٠٠١	٠,٧٣٠	٠,٩٢
(PDO التي تُلحق أضرار بالممتلكات فقط)	ريفية	جميع المسارات	-٢,٣٥٨	٠,٨٨٥	٠,٠٠١	٠,٣٥٠	٣,٩٠
	الحضرية	جميع المسارات	-٢,٣٥٨	٠,٨٨٥	٠,٠٠١	٠,٣٥٠	٣,٩٠

الجدول (م–٢٠) معاملات SPF للحوادث في أطراف المنحدر ذات الاتجاه الواحد التي يتم التحكم فيها عن طريق لافتة قف - طرف ذو أربع أضلاع مع منحدرات قطرية (D4) (AASHTO, 2014)

شدة الحادث (z)	نوع المنطقة	عدد مسارات المرور العابر N	معامل SPF				معامل التشتت العكسي $K_{w,ST,at,z}$
			أ	ب	ج	د	
(FI) وفاة/ إصابة	ريفية	جميع المسارات	-٢,٧٤٠	١,٠٠٨	٠,٠٠١	٠,١٧٧	٢,٥٨
	الحضرية	جميع المسارات	-٣,٠٦٤	١,٠٠٨	٠,٠٠١	٠,١٧٧	٢,٥٨
(PDO التي تُلحق أضرار	ريفية	جميع المسارات	-٢,٤٣٢	٠,٨٤٥	٠,٠٠١	٠,٤٧٦	٤,٢٧

شدة الحادث (z)	نوع المنطقة	عدد مسارات المرور العابر N	معامل SPF				معامل التشتت العكسي $K_{w,ST,at,z}$
			أ	ب	ج	د	
بالممتلكات فقط)	الحضرية	جميع المسارات	-٢,٤٣٢	٠,٨٤٥	٠,٠٠١	٠,٤٧٦	٤,٢٧

يتم حساب قيمة معلمة التشتت المفرط المرتبطة بدوال أداء السلامة لأطراف المنحدرات المتقاطعة التي يتم التحكم فيها بلافتة قف باتجاه واحد باستخدام المعادلة (م-٣٦).

المعادلة (م-٣٦)

$$k_{w,ST,at,z} = \frac{1.0}{K_{w,ST,at,z}}$$

حيث إن:

$k_{w,SGn,at,z}$= معلمة الإفراط في التحكم لموقع يتم التحكم فيه من النوع w، مع مسارات متقاطعة، وجميع أنواع الحوادث عند وشدة z ؛ '

$k_{w,SGn,at,z}$= معامل التشتت العكسي لموقع يتم التحكم فيه عن طريق لافتة قف من النوع w، مع مسارات تقاطع الطرق n، وجميع أنواع الحوادث عند وشدة z.

م-٦ النماذج التنبؤية للطرق الشريانية الحضرية وفي الضواحي

م-٦-١ قطاعات الطرق الشريانية الحضرية وفي الضواحي

توجد دوال أداء السلامة وعوامل تسوية لثلاثة أنواع من قطاعات الطرق على الطرق الشريانية الحضرية وفي الضواحي:

- طرق شريانية غير مزدوجة ثنائية المسارات (2U)
- طرق شريانية غير مزدوجة رباعية المسارات (4U)
- طرق شريانية مزدوجة رباعية المسارات (أي بما في ذلك الجزيرة الوسطية المرتفعة أو المنخفضة) (4D)

تنطبق دوال أداء السلامة لقطاعات الطرق على الطرق الشريانية الحضرية وفي الضواحي على نطاقات المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية التالية:

- ثنائية المسارات غير مزدوجة: ٠ إلى ٣٢,٦٠٠ مركبة يوميًا
- رباعية المسارات غير مزدوجة ٠ إلى ٤٠,١٠٠ مركبة يوميًا
- رباعية المسارات مزدوجة ٠ إلى ٦٦,٠٠٠ مركبة يوميًا

قد لا يُقدّم التطبيق على المواقع التي تحتوي على المتوسطات السنوية لحركة المرور اليومية خارج هذه النطاقات نتائج موثوقة.

م-٦-١-١ م-٦-١-١ حوادث متعددة المركبات على غير مداخل المركبات الخاصة

يتم تطبيق دالة أداء السلامة لحوادث المركبات المتعددة على غير مداخل المركبات الخاصة على النحو التالي:

المعادلة (م-٣٧)

$$N_{brmv} = \exp(a + b \times \ln(AADT) + \ln(L))$$

حيث إن:

N_{brmv} = متوسط تكرار الحوادث المتوقع للحوادث متعددة المركبات على غير مداخل المركبات الخاصة في الظروف الأساسية

$AADT$ = المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية (المركبات / يوم) على قطاع الطريق؛

L = طول قطاع الطريق (ميل) ؛ و

a, b = معاملات الانحدار

يُقدّم الجدول (م-٢١) قيم المعاملين a وb المستخدمين في تطبيق **المعادلة (م-٣٧)**. يعرض الجدول (م-٢١) معالم التشتت المفرط (k).

الجدول (م–٢١) معاملات دالة أداء السلامة للحوادث متعددة المركبات على غير مداخل المركبات الخاصة على قطاعات الطريق (AASHTO, 2010)

نوع الطريق	اعتراض (أ)	المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية (b)	معلم التشتت المفرط (k)
إجمالي الحوادث			
ثنائية المسارات غير مزدوجة	-١٥,٢٢	١,٦٨	٠,٨٤
رباعية المسارات غير مزدوجة	-١١,٦٣	١,٣٣	١,٠١
رباعية المسارات مزدوجة	-١٢,٣٤	١,٣٦	١,٣٢
حوادث الوفيات والإصابات			
ثنائية المسارات غير مزدوجة	-١٦,٢٢	١,٦٦	٠,٦٥
رباعية المسارات غير مزدوجة	-١٢,٠٨	١,٢٥	٠,٩٩
رباعية المسارات مزدوجة	-١٢,٧٦	١,٢٨	١,٣١
الحوادث التي تُلحق أضرار بالممتلكات فقط			
ثنائية المسارات غير مزدوجة	-١٥,٦٢	١,٦٩	٠,٨٧
رباعية المسارات غير مزدوجة	-١٢,٥٣	١,٣٨	١,٠٨
رباعية المسارات مزدوجة	-١٢,٨١	١,٣٨	١,٣٤

نستخدم **المعادلة (م-٣٧)** أولًا لتحديد قيمة (N_{brmv}) باستخدام معاملات إجمالي الحوادث في الجدول (م-٢١). ثُمّ نقسم N_{brmv} إلى مكونات حسب مستوى الشدة، $N_{brmv(FI)}$ لحوادث الوفيات والإصابات، و $N_{brmv(PDO)}$ للحوادث التي تسفر عن أضرار للممتلكات فقط.. ثم تحدد القيم الأولية لـ $N_{brmv(FI)}$ و $N_{brmv(PDO)}$ المعلومة كـ $N'_{brmv(FI)}$ and $N'_{brmv(PDO)}$ في **المعادلة (م-٣٨)**, من خلال **المعادلة (م-٣٧)** باستخدام عاملي حوادث الوفيات والإصابات والحوادث التي تلحق أضرارًا بالممتلكات فقط على التوالي في الجدول (م-٢١). ثم تُجرى التعويضات التالية للتحقق أن حاصل مجموع $Nbrmv_{(FI)}$ and $N_{brmv(PDO)}$ يعطينا N_{brmv}:

المعادلة (م-٣٨)

$$N_{brmv(FI)} = N_{brmv(\text{ total })}\left(\frac{N'_{brmv(FI)}}{N'_{brmv(FI)}+N'_{brmv(PDO)}}\right)$$

المعادلة (م-٣٩)

$$N_{brmv(PDO)} = N_{brmv(\text{ total })} - N_{brmv(FI)}$$

م-٦-١-٢ حوادث مركبة واحدة

يتم تطبيق دوال أداء السلامة لحوادث المركبة الواحدة لقطاعات الطرق على النحو التالي:

المعادلة (م-٤٠)

$$N_{brsv} = \exp(a + b \times \ln(AADT) + \ln(L))$$

حيث إن:

N_{brsv} = متوسط تكرار الحوادث المتوقع للحوادث فردية المركبة في المسارات في الظروف الأساسية

$AADT$ = المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية (المركبات / يوم) على قطاع الطريق؛

L = طول قطاع الطريق (ميل) ؛ و

a, b = معاملات الانحدار

الجدول (م–٢٢) معاملات دالة أداء السلامة للحوادث فردية المركبة على قطاعات الطريق (AASHTO, 2010)

نوع الطريق	اعتراض (أ)	المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية (b)	معلم التشتت المفرط (k)
إجمالي الحوادث			
ثنائية المسارات غير مزدوجة	-٥,٤٧	٠,٥٦	٠,٨١
رباعية المسارات غير مزدوجة	-٧,٩٩	٠,٨١	٠,٩١
رباعية المسارات مزدوجة	-٥,٠٥	٠,٤٧	٠,٨٦
حوادث الوفيات والإصابات			
ثنائية المسارات غير مزدوجة	-٣,٩٦	٠,٢٣	٠,٥٠
رباعية المسارات غير مزدوجة	-٧,٣٧	٠,٦١	٠,٥٤
رباعية المسارات مزدوجة	-٨,٧١	٠,٦٦	٠,٢٨
الحوادث التي تُلحق أضرار بالممتلكات فقط			
ثنائية المسارات غير مزدوجة	-٦,٥١	٠,٦٤	٠,٨٧
رباعية المسارات غير مزدوجة	-٨,٥٠	٠,٨٤	٠,٩٧
رباعية المسارات مزدوجة	-٥,٠٤	٠,٤٥	١,٠٦

الجدول (م-٢٢) يعرض قيم المعاملات والعوامل المستخدمة في المعادلة (م-٤٠) لكل نوع طريق نستخدم المعادلة (م-٤٠) أولًا لتحديد قيمة (N_{brsv}) باستخدام معاملات إجمالي الحوادث في الجدول (م-٢٢).N_{brsv} تُقسّم إلى وحدتين حسب مستوى الشدة; $N_{brsv(FI)}$ لحوادث الوفيات والإصابات و $N_{brsv(PDO)}$ للحوادث التي تُلحق ضررا بالممتلكات. ثم تحدد القيم الأولية لـ $N_{brsv(FI)}$ و$N_{brsv(PDO)}$ المعلومة كـ $N'_{brmv(FI)}$ و$N'_{brsv(PDO)}$ في المعادلة (م-٤١), من خلال المعادلة (م-٤٠) باستخدام عاملي حوادث الوفيات والإصابات والحوادث التي تلحق أضرارًا بالممتلكات فقط على التوالي في الجدول (م-٢٢).

المعادلة (م-٤١)

$$N_{brsv(FI)} = N_{brsv(\text{ total })}\left(\frac{N'_{brsv(FI)}}{N'_{brsv(FI)}+N'_{brsv(PDO)}}\right)$$

المعادلة (م-٤٢)

$$N_{brsv(PDO)} = N_{brsv(\text{ total })} - N_{brsv(FI)}$$

م-٦-٢ قطاعات الطرق الشريانية الحضرية وفي الضواحي

توجد دوال أداء السلامة وعوامل تصحيح لأربعة أنواع من التقاطعات على الطرق الشريانية الحضرية وفي الضواحي:

- تقاطعات ثلاثية الأضلاع مع لافتة قف على الطريق الفرعي (3ST)
- تقاطعات ثلاثية الأضلاع محكومة بإشارات مرورية (3SG)
- تقاطعات رباعية الأضلاع مع لافتة قف عند الطريق الفرعي (4ST)
- تقاطعات رباعية الأضلاع محكومة بإشارات مرورية (4SG)

تنطبق دوال أداء السلامة لتقاطعات الطرق الشريانية الحضرية وفي الضواحي على نطاقات المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية التالية:

تقاطعات ثلاثية الأضلاع مع لافتة قف على الطريق الفرعي $AADT_{maj}$ من ٠ إلى ٤٥,٧٠٠ مركبة في اليوم و $AADT_{min}$ من ٠ إلى ٩٣٠٠ مركبة في اليوم

تقاطعات رباعية الأضلاع مع لافتة قف عند الطريق الفرعي $AADT_{maj}$ من ٠ إلى ٤٦,٨٠٠ مركبة في اليوم و $AADT_{min}$ من ٠ إلى ٥٩٠٠ مركبة في اليوم

تقاطعات ثلاثية الأضلاع محكومة بإشارات مرورية $AADT_{maj}$ من ٠ إلى ٥٨,١٠٠ مركبة في اليوم و $AADT_{min}$ من ٠ إلى ١٦٤٠٠ مركبة في اليوم

تقاطعات رباعية الأضلاع محكومة بإشارات مرورية $AADT_{maj}$ من ٠ إلى ٦٧,٧٠٠ مركبة في اليوم و $AADT_{min}$ من ٠ إلى ٣٣٤٠٠ مركبة في اليوم

قد لا يُقدّم التطبيق على المواقع التي تحتوي على المتوسطات السنوية لحركة المرور اليومية خارج هذه النطاقات نتائج موثوقة.

م-٦-٢-١ م-٦-٢-١ حوادث متعددة المركبات

يتم تطبيق دوال أداء السلامة لحالات حوادث المركبات المتعددة على التقاطعات على النحو التالي:

المعادلة (م-٤٣)

$$N_{bimv} = \exp\left(a + b \times \ln\left(AADT_{maj}\right) + c \times \ln\left(AADT_{min}\right)\right)$$

حيث إن:

N_{bimv} = متوسط تكرار الحوادث المتوقع للحوادث متعددة المركبات في الظروف الأساسية

$AADT_{maj}$= المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية (المركبات/اليوم) للطرق الرئيسة (كلا اتجاهي التنقل معًا)؛

$AADT_{min}$= المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية (المركبات/اليوم) للطرق الفرعية (كلا اتجاهي التنقل معًا)؛

L = طول قطاع الطريق (ميل) ؛ و

a, b, c = معاملات الانحدار

الجدول (م-٢٣) يُقدّم قيم المعاملات α وb وc المستخدمة في تطبيق المعادلة (م-٤٣). وتُعرض معالم التشتت المفرط (k) لدوال أداء السلامة في الجدول (م-٢٣).

تُستخدم المعادلة (م-٤٣) أولًا لإيجاد قيمة (N_{bimv}) باستخدام معاملات إجمالي الحوادث من الجدول (م-٢٣). ثُمّ نقسم N_{bimv} إلى مركبات حسب مستوى الشدة، $N_{bimv(FI)}$ لحوادث الوفيات والإصابات، و $N_{bimv(PDO)}$ للحوادث التي تُلحق أضرارًا للممتلكات فقط. ثم تحدد القيم الأولية لـ $N_{bimv(FI)}$ و$N_{bimv(PDO)}$ المعلومة كـ $N'_{bimv(PDO)}$و $N'_{bimv(FI)}$ في المعادلة (م-٤٤), من خلال المعادلة (م-٤٣) باستخدام معاملات حوادث الوفيات والإصابات والحوادث التي تلحق أضرارًا بالممتلكات فقط على التوالي في الجدول (م-٢٣). ثم تُجرى التعويضات التالية للتحقق أن حاصل مجموع $Nbimv_{(PDO)}$و $N_{bimv(FI)}$ يعطينا :N_{bimv}

المعادلة (م-٤٤)

$$N_{bimv(FI)} = N_{bimv(\text{ total })}\left(\frac{N'_{bimv(FI)}}{N'_{bimv(FI)}+N'_{bimv(PDO)}}\right)$$

المعادلة (م-٤٥)

$$N_{bimv(PDO)} = N_{bimv(\text{ total })} - N_{bimv(FI)}$$

الجدول (م–٢٣) معاملات دالة أداء السلامة للحوادث متعددة المركبات في التقاطعات (AASHTO, 2010)

نوع التقاطع	اعتراض (أ)	$AADT_{maj}$ (b)	$AADT_{min}$ (c)	معلم التشتت المفرط (k)
إجمالي الحوادث				
تقاطعات ثلاثية الأضلاع مع لافتة قف على الطريق الفرعي	-١٣,٣٦	١,١١	٠,٤١	٠,٨٠
تقاطعات ثلاثية الأضلاع محكومة بإشارات مرورية	-١٢,١٣	١,١١	٠,٢٦	٠,٣٣
تقاطعات رباعية الأضلاع مع لافتة قف عند الطريق الفرعي	-٨,٩٠	٠,٨٢	٠,٢٥	٠,٤٠
تقاطعات رباعية الأضلاع محكومة بإشارات مرورية	-١٠,٩٩	١,٠٧	٠,٢٣	٠,٣٩

نوع التقاطع	اعتراض (أ)	$AADT_{maj}$ (b)	$AADT_{min}$ (c)	معلم التشتت المفرط (k)
حوادث الوفيات والإصابات				
تقاطعات ثلاثية الأضلاع مع لافتة قف على الطريق الفرعي	-١٤,٠١	١,١٦	٠,٣٠	٠,٦٩
تقاطعات ثلاثية الأضلاع محكومة بإشارات مرورية	-١١,٥٨	١,٠٢	٠,١٧	٠,٣٠
تقاطعات رباعية الأضلاع مع لافتة قف عند الطريق الفرعي	-١١,١٣	٠,٩٣	٠,٢٨	٠,٤٨
تقاطعات رباعية الأضلاع محكومة بإشارات مرورية	-١٣,١٤	١,١٨	٠,٢٢	٠,٣٣
الحوادث التي تُلحق أضرار بالممتلكات فقط				
تقاطعات ثلاثية الأضلاع مع لافتة قف على الطريق الفرعي	-١٥,٣٨	١,٢٠	٠,٥١	٠,٧٧
تقاطعات ثلاثية الأضلاع محكومة بإشارات مرورية	-١٣,٢٤	١,١٤	٠,٣٠	٠,٣٦
تقاطعات رباعية الأضلاع مع لافتة قف عند الطريق الفرعي	-٨,٧٤	٠,٧٧	٠,٢٣	٠,٤٠
تقاطعات رباعية الأضلاع محكومة بإشارات مرورية	-١١,٠٢	١,٠٢	٠,٢٤	٠,٤٤

م-٦-٢-٢ حوادث المركبات الفردية

يتم تطبيق دوال أداء السلامة لحالات حوادث المركبات الفردية على التقاطعات على النحو التالي:

المعادلة (م-٤٦)

$$N_{bisv} = \exp\left(a + b \times \ln\left(AADT_{maj}\right) + c \times \ln\left(AADT_{min}\right)\right)$$

الجدول (م-٢٤) يُقدّم قيم المعاملات α وb وc المستخدمة في تطبيق المعادلة (م-٤٧). وتُعرض معالم التشتت المفرط (k) لدوال أداء السلامة في المعادلة (م-٢٤).

تُستخدم المعادلة (م-٤٧) أولًا لإيجاد قيمة (N_{bisv}) باستخدام معاملات إجمالي الحوادث من الجدول (م-٢٤). ثُمّ نقسم N_{bisv} إلى مركبات حسب مستوى الشدة، $N_{bisv(FI)}$ لحوادث الوفيات والإصابات، و $N_{bimv(PDO)}$ للحوادث التي تُلحق أضرارًا للممتلكات فقط. ثم تحدد القيم الأولية لـ $N_{bimv(FI)}$ و$N_{bisv(PDO)}$ المعلومة كـ $N'_{bisv(FI)}$ و $N'_{bisv(PDO)}$ في المعادلة (م-٤٨) من خلال المعادلة (م-٤٧) باستخدام معاملات حوادث الوفيات والإصابات والحوادث التي تلحق أضرارًا بالممتلكات فقط على التوالي من الجدول (م-٢٤). ثم تُجرى التعويضات التالية للتحقق أن حاصل مجموع $N_{bisv(FI)}$ و $N_{bisv(PDO)}$ يعطينا ::N_{bisv}

المعادلة (م-٤٧)

$$N_{bisv(FI)} = N_{bisv(\text{ total })}\left(\frac{N'_{bisv(FI)}}{N'_{bisv(FI)}+N'_{bisv(PDO)}}\right)$$

المعادلة (م-٤٨)

$$N_{bisv(PDO)} = N_{bisv(\text{ total })} - N_{bisv(FI)}$$

الجدول (م–٢٤) معاملات دالة أداء السلامة للحوادث فردية المركبة في التقاطعات (AASHTO, 2010)

نوع التقاطع	اعتراض (أ)	$AADT_{maj}$ (b)	$AADT_{min}$ (c)	معلم التشتت المفرط (k)
إجمالي الحوادث				
تقاطعات ثلاثية الأضلاع مع لافتة قف على الطريق الفرعي	-٦,٨١	٠,١٦	٠,٥١	١,١٤
تقاطعات ثلاثية الأضلاع محكومة بإشارات مرورية	-٩,٠٢	٠,٤٢	٠,٤٠	٠,٣٦
تقاطعات رباعية الأضلاع مع لافتة قف عند الطريق الفرعي	-٥,٣٣	٠,٣٣	٠,١٢	٠,٦٥
تقاطعات رباعية الأضلاع محكومة بإشارات مرورية	-١٠,٢١	٠,٦٨	٠,٢٧	٠,٣٦
حوادث الوفيات والإصابات				
تقاطعات ثلاثية الأضلاع مع لافتة قف على الطريق الفرعي				
تقاطعات ثلاثية الأضلاع محكومة بإشارات مرورية	-٩,٧٥	٠,٢٧	٠,٥١	٠,٢٤
تقاطعات رباعية الأضلاع مع لافتة قف عند الطريق الفرعي				
تقاطعات رباعية الأضلاع محكومة بإشارات مرورية	-٩,٢٥	٠,٤٣	٠,٢٩	٠,٠٩
الحوادث التي تُلحق أضرار بالممتلكات فقط				
تقاطعات ثلاثية الأضلاع مع لافتة قف على الطريق الفرعي	-٨,٣٦	٠,٢٥	٠,٥٥	١,٢٩
تقاطعات ثلاثية الأضلاع محكومة بإشارات مرورية	-٩,٠٨	٠,٤٥	٠,٣٣	٠,٥٣
تقاطعات رباعية الأضلاع مع لافتة قف عند الطريق الفرعي	-٧,٠٤	٠,٣٦	٠,٢٥	٠,٥٤
تقاطعات رباعية الأضلاع محكومة بإشارات مرورية	-١١,٣٤	٠,٧٨	٠,٢٥	٠,٤٤
ملاحظة: في حالة عدم توفر نماذج تُستخدم المعادلة م-٤٩.				

نظرًا لعدم وجود نماذج لحوادث الوفيات والإصابات في التقاطعات ثلاثية ورباعية الأضلاع المتحكم فيها بلافتة قف في (الجدول م-٢٤)، تُستبدل المعادلة (م-٤٧) بالمعادلة التالية في هذه الحالات:

المعادلة (م-٤٩)

$$N_{bisv(FI)} = N_{bisv(\text{ total })} \times f_{bisv}$$

حيث إن:

f_{bisv}= نسبة حوادث الوفيات والإصابات في المواقع مجتمعة.

القيمة الافتراضية لـ f_{bisv} في المعادلة (م-٤٩) هي ٠,٣١ للتقاطعات ثلاثية الأضلاع و٠,٢٨ للتقاطعات رباعية الأضلاع المحكومة بلافتات قف.

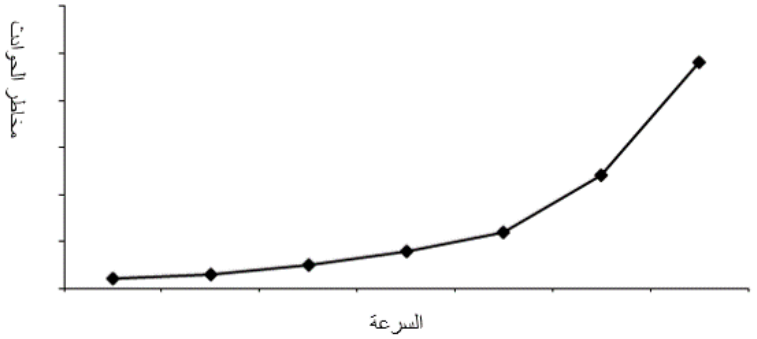
الملحق ن- السرعة والسلامة

تعتمد العلاقة بين السرعة والسلامة على السلوك البشري وتكيف السائق مع تصميم الطرق والتحكم في حركة المرور وظروف الطرق الأخرى. يمكن دراسة هذه العلاقة خلال مرحلتي «ما قبل الحدث» و «الحدث» من الحادث (انظر أيضًا إطار عمل Haddon Matric لربط سلسلة أحداث الحادث – الجدول (أ-٢)). تأخذ مرحلة «ما قبل الحدث» في الاعتبار احتمال حدوث حادث، وتحديداً كيف يعتمد هذا الاحتمال على السرعة. تأخذ مرحلة «الحدث» في الاعتبار شدة الحادث، وتحديداً العلاقة بين السرعة والشدة (AASHTO, 2010).

ن-١ تأثير السرعة على احتمالية الحادث

بالنظر إلى طريق معين، تزيد السرعة العالية من احتمالية وقوع حادث. تم إنشاء علاقات قوية بين السرعة ومخاطر الحادث. تستمر العلاقة العامة لجميع السرعات وجميع الطرق، لكن المعدل الدقيق للزيادة في مخاطر الحوادث يختلف باختلاف مستوى السرعة الأولي وبيئة الطريق. تزيد الاختلافات الكبيرة في السرعة أيضًا من احتمالية وقوع حادث. بالإضافة إلى ذلك، فإن السائقين الذين يقودون أسرع بكثير من السائق العادي لديهم مخاطر حوادث أعلى (European Commission, 2015).

السرعات العالية تقلل من إمكانية الاستجابة في الوقت المناسب عند الضرورة. ترتبط سرعات الجري العالية بمسافة توقف أطول. تعتبر العلاقة بين السرعة ومخاطر الحوادث عمومًا وظيفة طاقة: بالنظر إلى طريق معين، مع زيادة السرعة، تزداد مخاطر الحوادث مع ارتفاع السرعة المطلقة.



الشكل (ن–١) العلاقة بين السرعة ومخاطر الحادث (European Commission, 2015)

يمكن حساب عدد حوادث الإصابات بعد حدوث تغيير في السرعة وفقاً للمعادلة التالية، استناداً إلى مبادئ الطاقة الحركية والتحقق من صحتها بواسطة البيانات التجريبية:

المعادلة (ن-١)

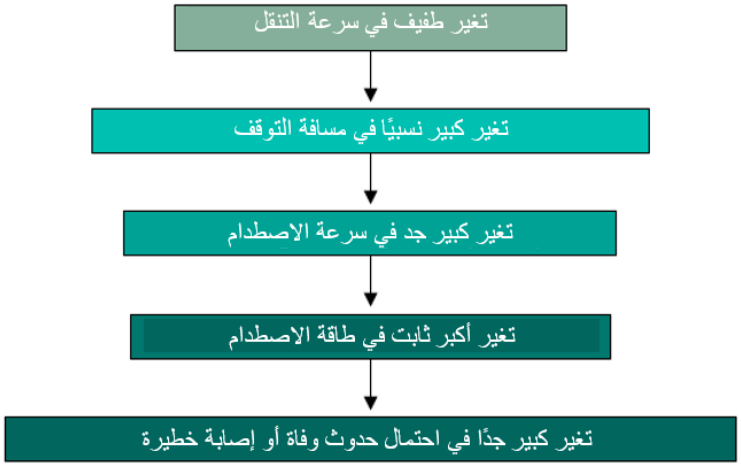
$$A_2 = A_1 \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2$$

حيث إن:

A_1 = عدد حوادث الإصابات قبل تغير السرعة
A_2 = عدد حوادث الإصابات بعد التغير في السرعة
v1 = متوسط السرعة الأولي
v1 = متوسط السرعة الجديد

ن-٢ تأثير السرعة على شدة الحادث

السرعة هي جوهر نظام النقل البري المتساهل. في حين أن الكثيرين يمكن أن يرتبطوا بفيزياء التوقف المرتبط بسرعة التنقل، فإن العلاقة المعقدة وغير الخطية مع طاقة الحادث والإصابة الناتجة يصعب تقديرها.



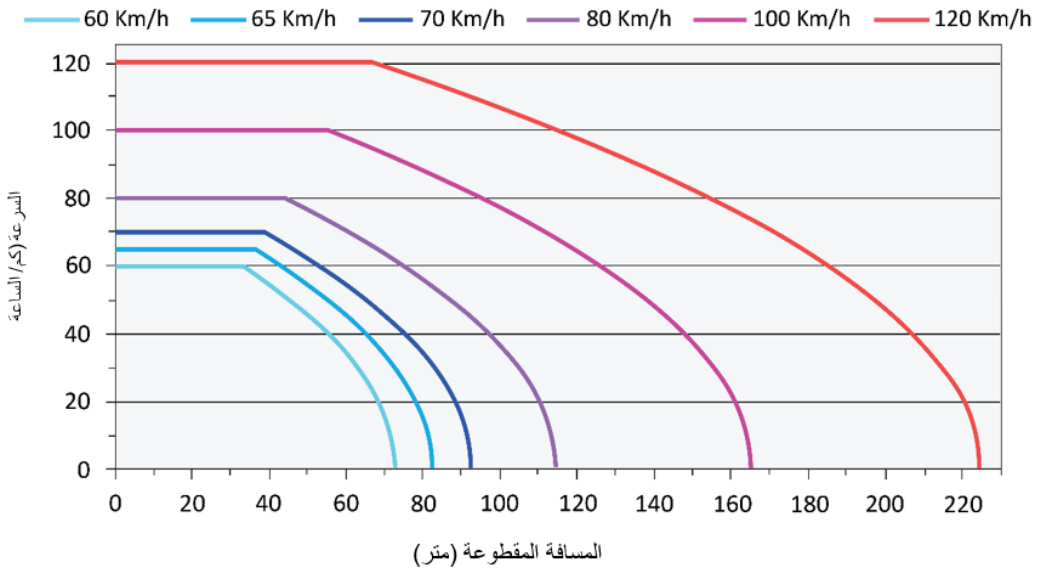
الشكل (ن–٢) تأثير تغيير سرعة التنقل الصغيرة على الإصابة (AUSTROADS, 2021)

في هذا السياق، فإن جميع الجوانب المرتبطة بالسرعة مهمة. حتى التخفيضات الصغيرة في سرعة التنقل قد يكون لها آثار كبيرة على نتائج الإصابة وإنشاء نظام طرق آمن بطبيعته يعتمد إلى حد كبير على الطاقة الحركية في النظام.

ن-٢-١ مسافة التوقف

يتمثل أحد الجوانب الأساسية لتصميم الطرق الآمنة في توفير مسافات رؤية كافية حيث قد يحدث نزاع بين مستخدمي الطريق أو حيث قد يكون هناك شيء على الطريق المكون الأول للتوقف، وقت رد الفعل، هو الوقت الذي يستغرقه السائق لرؤية الصراع والرد عليه من خلال بدء الكبح. خلال هذا الوقت، لا يتم إجراء أي كبح بالفعل ولا تتغير سرعة السيارة بشكل ملحوظ. المسافة التي يتم تغطيتها خلال وقت التفاعل تتناسب خطياً مع سرعة التنقل الأولية. العنصر الثاني للتوقف هو الكبح. هذا هو الوقت الذي يبدأ فيه السائق في الكبح إلى وقت توقف السيارة. تتناسب مسافة الكبح مع مربع سرعة التنقل الأولية.

في حين أن زيادة سرعة التنقل بمقدار ٥ أو ١٠ كم/ساعة قد لا تبدو كبيرة، إلا أن لها تأثيرًا كبيرًا على التوقف عن المسافة. الشكل (ن-٣) يوضح كيف تنخفض السرعة في ظل ظروف الكبح النموذجية على الرصيف الرطب المختوم. يتم فقدان القليل جدًا من السرعة في المراحل الأولى من الكبح ويتم فقدان معظم السرعة في المراحل النهائية من الكبح بمجرد قطع مسافة كبيرة. لذلك، من المحتمل أن يكون أي رد فعل وكبح متأخر منحازًا نحو سرعات تأثير أعلى.



ملاحظة: يفترض ثبات وقت أخذ رد الفعل بمقدار ٢ ثانية وعامل الاحتكاك بمقدار ٠،٣٦

الشكل (ن–٣) السرعة مقابل المسافة المقطوعة للمركبات التي تنتقل بسرعات أولية مختلفة قبل الكبح على سطح رصيف رطب (AASHTO, 2010)

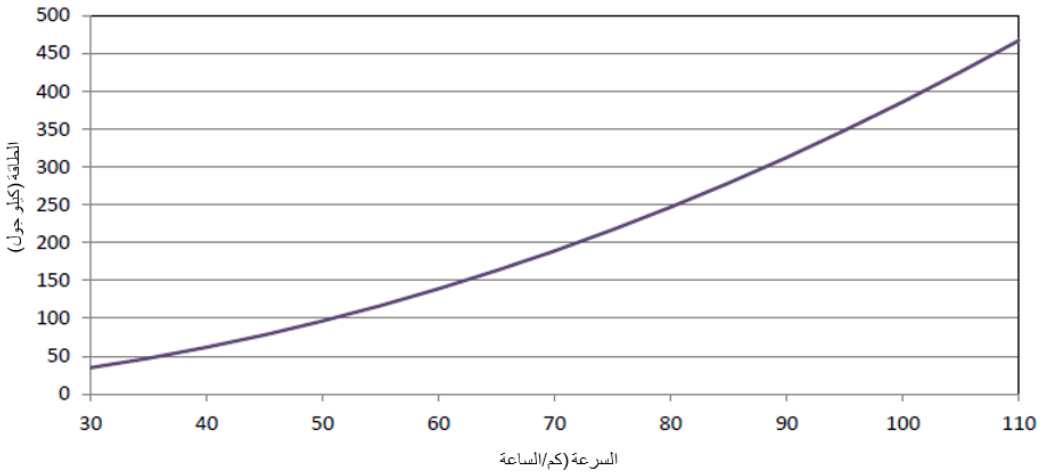
في حين أن الاعتبارات المختلفة لمسافة البصر تشكل أساسًا أساسيًا لتصميم الطريق، لا يزال من المطلوب من منظور النظام الآمن بدل للسيناريو الذي يفيد بأن السائق أو الراكب لا يتفاعل في الوقت المناسب وأن قوى الاصطدام لا تزال تتجاوز عتبة الإصابة الخطيرة (AUSTROADS, 2021).

ن-٢-٢ نقل الطاقة

الطاقة الحركية هي الطاقة المرتبطة بحركة الجسم ويتم تحديدها من خلال مزيج من السرعة والكتلة (المعادلة ن-٢). يظهر الرسم البياني العلاقة بين السرعة والطاقة الحركية في الشكل (ن-٤).

المعادلة (ن-٢)

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$



الشكل (ن–٤) العلاقة بين السرعة والطاقة الحركية (بافتراض الكتلة الثابتة) (AUSTROADS, 2021)

تعني العلاقة التربيعية مع السرعة أن هناك زيادة أعلى نسبيًا في الطاقة مع زيادة السرعة. ستؤدي مضاعفة السرعة إلى أربعة أضعاف الطاقة الحركية وستؤدي مضاعفة السرعة ثلاث مرات إلى تسعة أضعاف الطاقة الحركية. لذلك من الواضح أن التغييرات الصغيرة في السرعة يمكن أن يكون لها تأثيرات كبيرة على طاقة الاصطدام.

الطاقة الحركية لها علاقة خطية مع الكتلة ومضاعفة الكتلة تضاعف الطاقة الحركية. لذلك، ستحتوي الشاحنة التي يبلغ وزنها ثمانية أطنان على ثمانية أضعاف الطاقة الحركية لسيارة طن واحد لنفس الحادث.

إن تبادل الطاقة في حوادث الاصطدام بين المركبات والأجسام والأشخاص أمر معقد وقد يكون هناك العديد من العوامل المحددة لإصابة محددة مثل توجيه السيارة إلى حوادث السيارات. ومع ذلك، فإن إدارة الطاقة في نظام النقل البري هي مفتاح إدارة نتائج الإصابة. خارج تصميم السيارة، توفر إدارة السرعة وحواجز السلامة طريقة رئيسة لإدارة الطاقة الحركية. مع مستخدمي الطريق غير المحميين، تظل السرعات الآمنة هي الطريقة الأكثر عملية لمعالجة السلامة. نظرًا لكتلتها، يصعب التخفيف من عواقب الحوادث التي تنطوي على مركبات ثقيلة إذا لم يتم تعديل السرعة (AUSTROADS, 2021).

ن-٣ سلوك السرعة على الطرق

تؤثر عوامل متعددة على سرعات التنقل إلى جانب الحد الأقصى للسرعة، بما في ذلك ظروف الطرق وحركة المرور والظروف البيئية (مثل الطقس والمناظر الطبيعية) وتصورات وسلوكيات السائقين.

ن-٣-١ نطاق السرعات على شبكة الطرق

في معظم الحالات، تميل سرعات المركبات على شبكة الطرق إلى اتباع توزيع عادي مع ارتفاع الجزء الأكبر من المركبات قليلاً أو أقل قليلاً من الحد الأقصى للسرعة. من المعتاد أن يعني أن السرعات تقل بضعة كيلومترات في الساعة عن الحد الأقصى للسرعة المسجلة وهناك ذيل لعدد قليل من المركبات التي تسير بسرعات عالية جدًا والمركبات بسرعات منخفضة جدًا. ويترتب على ذلك أن الحالة نفسها ستوجد على النهوج المتبعة في التقاطعات أو على الأجزاء المتوسطة من الطرق.

من المتوقع أن يتخذ مستخدمو الطريق قرارات حاسمة عند التقاطعات أو عند التجاوز، وأن يدركوا ويعوضوا عن نطاق السرعات التي عادة ما تواجهها الشبكة. توفر بعض أفضل علاجات إدارة السرعة إرشادات واضحة جدًا حول السرعة المناسبة، وتضمن سرعات آمنة للتفاعل وتضييق التباين في السرعات المصادفة (AUSTROADS, 2021).

ن-٣-٢ المضاعفات في إدراك مخاطر السرعة

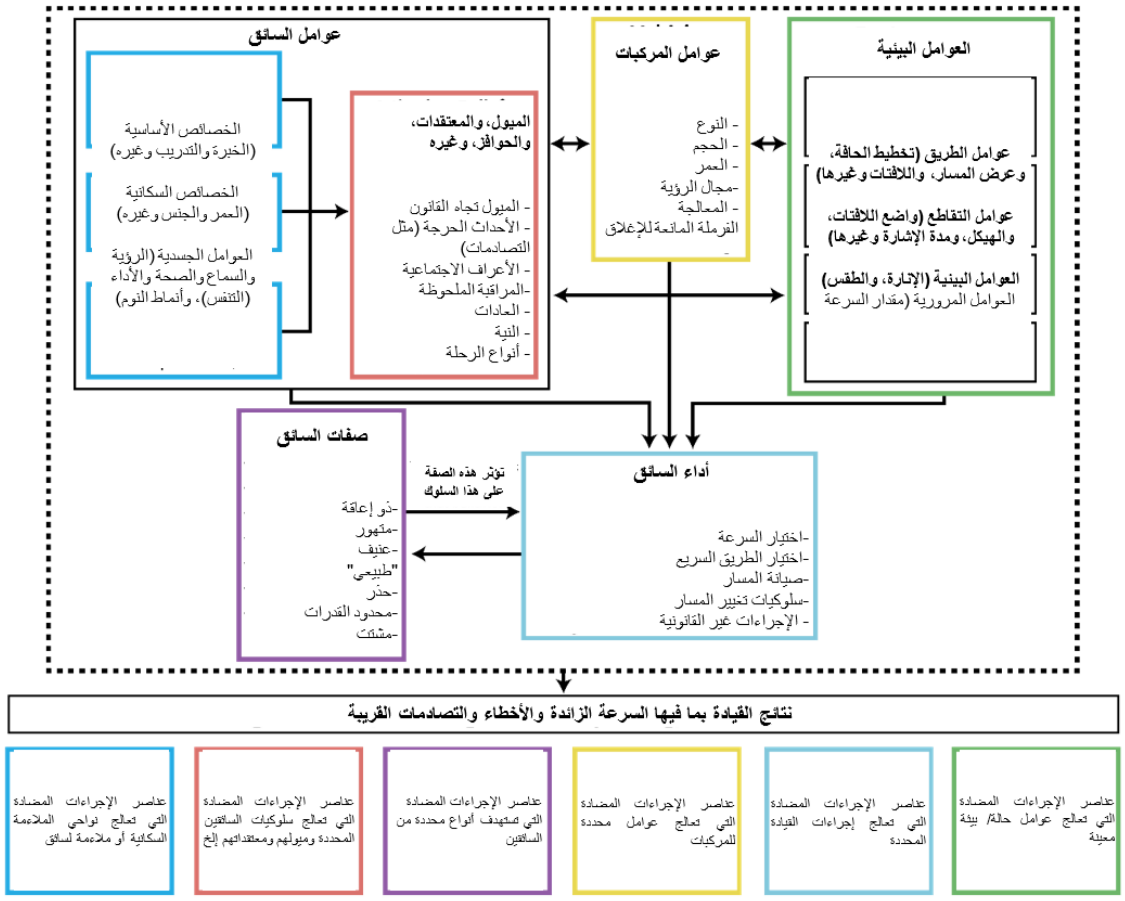
يصبح السائقون والركاب معتادين على المخاطرة لأنهم يؤدون بشكل متكرر مهام داخل نظام الطريق مع القليل من العواقب السيئة أو معدومة على مدى العمر. الحقيقة هي أن هناك القليل جدًا من التعليقات فيما يتعلق بالمخاطر عند استخدام نظام الطرق. بالنظر إلى أن خطر التصادم الفردي ضئيل، فمن المرجح أيضًا أن تضاعف هذه المخاطر الصغيرة دون أن يلاحظها أحد. غالبًا ما يبني الناس تصورًا على مدى حياتهم بالقيادة أو الركوب بأن التنقل فوق الحد الأقصى للسرعة له عواقب قليلة جدًا أو معدومة على السلامة.

إذا اعتبر مستخدمو الطرق الطاقة في نظام النقل البري طاقة محتملة، فمن المحتمل أن تكون السلوكيات مختلفة تمامًا. عند التفكير في سائق في سيارة يقترب من جسر بدون حواجز حماية معدنية، ستكون الاستجابة الشاملة هي الإبطاء من أجل الحفاظ على الذات للحفاظ على السيطرة على السيارة حتى لا تسقط من الجسر. يوفر هذا تباينًا صارخًا مع الراحة التي يشعر بها الناس عند مرور المركبات الأخرى المقسمة فقط على خط وسطي مطلي أو أشجار قريبة من حافة الطريق.

تجعل هذه العوامل جنبًا إلى جنب مع «تحيز التفاؤل» من الصعب على الأفراد التخفيف من سلوكهم فيما يتعلق بالسرعة دون أي تدابير داعمة. على الرغم من هذه التحديات، لا تزال إدارة السرعة واحدة من أكثر الطرق فعالية التي يمكن من خلالها تحقيق الانتقال نحو نظام آمن. على الرغم من التركيز الكبير على مواءمة حدود السرعة بشكل أفضل مع الحد من الإصابات، إلا أن هناك فرصة كبيرة لمزيد من دعم مستخدمي الطريق من خلال ميزات تصميم الطريق في نقاط المخاطر المرتفعة في الشبكة (AUSTROADS, 2021).

ن-٣-٣ الإطار السلوكي للسرعة

يشير الإطار السلوكي للسرعة إلى نظرة عامة مفاهيمية للعوامل الرئيسة ذات الصلة باختيار السرعة، بالإضافة إلى علاقتها بالتدابير المضادة المحتملة للسرعة. الشكل (ن-٥) يوفر هذا الإطار ويحاول التقاط عوامل السائق والمركبة والطريق والبيئة ذات الصلة وربط هذه «المتغيرات التنبؤية» بمؤشرات محددة لسلوك السائق وأداء السائق. الأهم من ذلك، أن إطار العمل يتضمن مجموعة متنوعة من أنواع التدابير المضادة، والتي تستهدف صراحة تفاعلات محددة للسائق والمركبة والطريق والبيئة (NCHRP, 2012).



الشكل (ن–٥) الإطار السلوكي لاختيار السرعة (NCHRP, 2012)

ن-٤ طرق غير هندسية لإدارة السرعة

تحتاج الإدارة الفعالة للسرعة إلى بنية تحتية مناسبة، مصحوبة بالتعليم والإنفاذ لزيادة الامتثال وسرعات التنقل المناسبة إلى أقصى حد. من المهم أن يكون السائقون والركاب على دراية بحدود السرعة التي تنطبق على الطرق التي يستخدمونها. من المهم أيضًا أن يفهم مستخدمو الطريق سبب تطبيق حدود السرعة، والسبب وراء أي تغييرات في حدود السرعة وفوائد التنقل بسرعات آمنة. من الأهمية بمكان أن تفرض الشرطة جميع حدود السرعة (AUSTROADS, 2021).

تتم مناقشة الطرق الهندسية لإدارة السرعة في **الباب السادس** من المجلد الحالي من كود الطرق السعودي. وتشمل الطرق غير الهندسية لإدارة السرعة ما يلي:

ن-٤-١ الإنفاذ

يشمل الإنفاذ الإجراءات التي تتخذها الجهات المخولة المناسبة للتحقق من امتثال سائقي السيارات لحد السرعة القانوني المحدد. يسعى إنفاذ قانون المرور إلى إحداث آثار رادعة على السرعة محددة وعامة. يستند الردع المحدد إلى فكرة أن السائقين الأفراد الذين يتم القبض عليهم ومعاقبتهم بسبب السرعة سيتم ثنيهم عن ارتكاب المزيد من انتهاكات السرعة في المستقبل. ويستند الردع العام على افتراض أن عملية القبض على الأفراد المخالفين يمكن أن تؤثر على سلوك شريحة أكبر من السكان السائقين.

من المهم أن تشكل تخصصات الهندسة وإنفاذ القانون شراكة لمعالجة السرعة. يجب تحديد مواعيد اجتماعات منتظمة بين المهندسين وموظفي إنفاذ القانون المسؤولين عن إنفاذ قوانين المرور لمناقشة مخاوف السرعة (FHWA, 2012).

ن-٤-٢ التعليم

يستلزم التعليم توفير معلومات للسائقين حول سرعات تنقلهم وقضايا السلامة المرتبطة بالسرعة وزيادة وعيهم بتدابير الإنفاذ المضادة المصممة للحد من السرعة (FHWA, 2012).

يمكن الحصول على الدعم والامتثال من المجتمع لتحديد السرعة من خلال:

- التوعية - توعية الناس بالحد المحدد للسرعة في أقسام الطرق التي يستخدمونها، وبالمبادئ العامة لتقسيم السرعة إلى مناطق.
- الفهم - لماذا تطبق حدود السرعة والعلاقة بالمخاطر والسلامة.
- الدعم - حاول بناء الدعم (أو على الأقل القبول) لمبادئ تحديد السرعة ونهج النظام الآمن.
- التواصل والتفاعل - مع الناس على مستوى السياسات والمشروعات، من خلال الحملات والتعليم والتدريب (AUSTROADS, 2021).

س- الملحق س- متطلبات وقيود محددة حسب نوع البضاعة

للقواعد المحددة حسب نوع البضائع التالية الأسبقية على المتطلبات العامة الواردة في الجزء الفرعي (٩-٣-٢).

س-١ جذوع الأشجار والأخشاب

تنطبق القواعد الواردة في هذا الجزء الفرعي على نقل جذوع الأشجار التي:

- ليست موحدة.
- ليست جزءًا من شحنة بها أكثر من أربعة جذوع شجر مُعالجة.

يجوز نقل جذوع الأشجار التي تُوحد عن طريق الأربطة أو وسائل مكافئة أخرى، أو ما لا يزيد عن أربعة جذوع أشجار مُعالجة بالكامل، وفقا لأحكام الجزء (٩-٣).

ينقل الحطب والجذوع ومخلفات جذوع الأشجار وغيرها من جذوع الأشجار القصيرة في مركبة أو حاوية مغلقة من جميع الجوانب، وبقوة كافية لاحتوائها. ويمكن أيضًا تحميل جذوع الأشجار الأطول.

تُعامل أكوام جذوع الأشجار المكونة من خشب قصير وخشب طويل على أنها خشب قصير.

س-١-١ مكونات نظام تثبيت البضائع

تنقل جذوع الأشجار على مركبة مصممة ومُصنعة لذلك أو جرى تكييفها لنقل جذوع الأشجار. ويجب أن تزوَّد أي مركبة من هذا القبيل بالأسرّة، أو المساند، أو الأوتاد، أو الحبال، أو غيرها من الوسائل المُكافئة؛ لتحتضن جذوع الأشجار وتمنعها من التدحرج.

تصمم جميع مكونات المركبات التي تنطبق عليها عملية تثبيت جذوع الأشجار وتصنع لتحمل جميع القوى التشغيلية المتوقعة دون عطل أو انفلات غير مقصود أو تشوه دائم.

يجب أن تؤمن الأوتاد أو الحبال غير الملحقة بالمركبة بصورة دائمة بطريقة تمنع الانفصال غير المقصود عن المركبة خلال النقل. وتُستخدم عمليات الربط بالاقتران مع عملية التثبيت التي توفرها الأسرّة، أو الأوتاد، أو الحبال، والمساند لتأمين الحمل. يجب أن يكون لأي رباط تثبيت حد الحمل العامل لا يقل عن ١ ,٨٠٠ كجم. يجب أن يُشد رباط التثبيت بأكبر قدر ممكن، ولكن بما لا يتجاوز بعد حد الحمل العامل.

س-١-٢ استخدام نظام تثبيت البضائع

يجب أن تكون جذوع الأشجار مرصوصة على نحو متماسك، وأن تكون جذوع الأشجار الموجودة في القاع الخارجي على اتصال بالأسرّة، أو المساند، أو الأوتاد، أو الحبال وأن تستند بقوة عليها. يجب أن يلامس كل جانب كومة من جذوع الأشجار ما لا يقل عن وتدين، أو سريرين، أو مسندين، أو مواصفتين؛ وإذا لم يلامس أحد الطرفين وتدًا فعليًا، فيجب أن يستند إلى جذوع الأشجار الأخرى بطريقة ثابتة، ويجب أن يمتد إلى ما هو أبعد من السرير، أو الدعامة، أو الوتد، أو الحبل.

يجب أن يكون مركز أعلى جذع شجرة خارجي في كومة على كل جانب أو طرف تحت قمة كل سرير أو مسند أو حبل. يجب أن تتوج جذوع الأشجار العليا التي تشكل الجزء العلوي من الحمل، أو يوضع كل جذع شجرة غير مثبت في مكانه عن طريق ملامسة جذوع الأشجار الأخرى، أو الأسرّة، أو الأوتاد، أو الحبال في مكانه بواسطة رباط تثبيت.

يجب شد جميع عمليات الربط عند التحميل الأولي عند الدخول إلى طريق عام، فيفحص الحمل وجميع عمليات الربط وتُعدَّل حسب الحاجة ، بالإضافة إلى الفترات المحددة في الجزء الفرعي (٩-٣-٣).

تستخدم وسائل إضافية للربط أو التأمين عندما يؤدي نوع الخشب أو حالته إلى احتكاك منخفض بين جذوع الأشجار بحيث يحتمل أن تنزلق على بعضها البعض.

س-١-٣ تقييد جذوع الأشجار القصيرة المحملة بالعرض على هيكل ومركبة مسطحة

يجب أن تفي كل كومة من جذوع الأشجار المحملة بالقواعد الآتية:

- لا يجوز بأي حال من الأحوال أن تمتد نهاية جذع شجرة في الطبقة السفلية لأكثر من ثلث الطول الإجمالي لجذع الشجرة إلى ما وراء أقرب هيكل داعم على المركبة.

- عند تحميل كومة واحدة فقط من الخشب القصير بالعرض، يجب تأمينها برباطين على الأقل. ويجب أن تثبت الأربطة بهيكل المركبة في الجزء الأمامي والخلفي من الحمل، وأن تعبر الحمل طوليًا.
- عند استخدام نقطتي ربط، يجب وضعهما عند ثلث وثلثي طول جذوع الأشجار تقريبًا .
- يجب أن تجهز المركبة ذات السطح الحامل للبضائع -الذي يزيد طوله عن ١٠ م- بأوتاد مركزية، أو أجهزة مماثلة؛ لتقسيمها إلى أقسام مساوية تقريبا في الطول. إذا قُسِّمت المركبة هكذا؛ يجب أن يؤمن كل رباط تثبيت أعلى جذع الشجرة على كل جانب من الوتد المركزي، وتثبت أسفل جذوع الشجر هذه. ويمكن تثبيته في كل طرف وتوسيعه من المنتصف، أو تثبيته في المنتصف وتوسيعه من كل طرف، أو قد يمر عبر بكرة أو جهاز مكافئ في المنتصف ويُمدَّد من أحد طرفيه.
- يجب تثبيت أي هيكل أو وتد خاضع لقوة للأعلى عند شد أربطة التثبيت بشكل راسخ لمقاومة تلك القوة.
- إذا حُمِّلت كومتان من الخشب القصير جنبًا إلى جنب، فيجب تحميلهما بحيث:
  - لا يوجد حيز بين كومتي جذوع الأشجار.
  - يُرفع الجزء الخارجي من كل كومة على الأقل ٢,٥ سم في مسافة ١٠ سم من نهاية جذوع الأشجار أو جانب المركبة.
  - أعلى جذع شجرة لا يزيد عن ٢,٤٤ م فوق السطح.
  - يُستخدم رباط واحد على الأقل طوليًا عبر كل كومة من جذوع الأشجار.

س-١-٤ تقييد جذوع الأشجار المحملة بالطول على المركبات المسطحة بحواجز

بالإضافة إلى تلبية متطلبات الأقسام الفرعية (٨-٤-١-١ و ٩-٤-١-٢)، تؤمن كل كومة من جذوع الأشجار المحملة طوليًا على النحو الآتي:

- تأمين كل كومة من الخشب القصير المحملة بالطول على مركبة ذات هيكل، أو على مركبة مسطحة عن طريق رابطي تثبيت غير مباشرين على الأقل.
- إذا حُجزت جميع جذوع الأشجار في كومة يقل طولها عن ٣,٠٤ م في المقدمة بواسطة لوح أمامي قوي بما يكفي لتقييد الحمل، أو كومة أخرى من جذوع الأشجار، وحُجزت في الخلف بواسطة كومة أخرى من جذوع الأشجار أو هيكل نهاية المركبة، يمكن تأمين الكومة برابط واحد على الأقل. إذا استخدم رابط تثبيت واحد، يجب أن يوضع في منتصف المسافة تقريبًا بين الأسرّة أو الأوتاد أو الحبال. يجب تأمين كل كومة من الخشب الطويل المحملة بالطول على مركبة ذات هيكل، أو على مركبة مسطحة ، عن طريق رابطين على الأقل في مواقع على طول الحمل توفر تثبيتًا فعالًا. يجب تأمين كل جذع شجرة خارجي برابطين على الأقل.
- يجب ألا يقل الحد الإجمالي لحمل العمل لجميع عمليات الربط التي تؤمن كومة من جذوع الأشجار عن سدس وزن كومة جذوع الأشجار.

س-١-٥ تثبيت جذوع الشجر المنقولة على مقطورات أعمدة

يجب أن يُؤمَّن الحمل برابط واحد على الأقل في كل سرير، أو بدلاً من ذلك، يستخدم رابطان على الأقل كأغلفة تحيط بالحمل بأكمله في المواقع على طول الحمل التي توفر تثبيتًا فعالًا، وتكون الأغلفة الأكثر تطرفًا على بعد ٣,٠٤ م على الأقل.

عند نقل المركبة جذعًا واحدًا أو اثنين بأقطار تزيد على ٠,٦ م، يجب أن يُثبَّت كل جذع شجرة على حدة باستخدام أوتاد تثبيت أو وسائل مكافئة أخرى لمنع إزاحتها.

وفي حال ارتفع جذع شجرة قطره أكثر من ٠,٦ م فوق الأسرّة، فيجب أن يؤمَّن إلى الحمل الأساسي بغلافين إضافيين على الأقل (FMCSA, 2012).

س-٢ ألواح خشبية مستوية السطح (الألواح والألواح الخشبية)

يشير هذا الجزء الفرعي إلى نقل حزم من الأخشاب مستوية السطح، أو الأخشاب المحشوة، أو منتجات البناء، مثل؛ الخشب الرقائقي، أو ألواح الجبس، أو غيرها من المواد ذات الشكل المماثل.

لا تنطبق القواعد الواردة في هذا الجزء الفرعي على منتجات البناء المحملة على منصات التحميل، أو حزم المنتجات الخشبية المصممة هندسيًا، مثل: الكمرات أو الجمالونات.

يجب معاملة الأخشاب أو منتجات البناء غير المربوطة معًا كحزمة أو المعبأة على أنها أصناف سائبة ونقلها وفقاً لأحكام الجزء (٩-٣).

يمكن تأمين الأخشاب مستوية السطح ومنتجات البناء المجمعة المماثلة التي تنقل في شاحنات أو مقطورات مغلقة وفقًا لمتطلبات الجزء الفرعي هذا، أو وفقًا لأحكام الجزء (٩-٣).

ويجب وضع حزم الخشب جنبًا إلى جنب في اتصال مباشر مع بعضها البعض، أو يجب توفير وسيلة لمنع انتقال الحزم نحو بعضها البعض، ويجب أن تؤمّن الحزم المحمولة على طبقة واحدة وفقًا للقسم الفرعي (٩-٣-٢-٥)، وتكون الحزم المحمولة في أكثر من طبقة واحدة إما:

- محجوبة ضد الحركة الجانبية عن طريق الأوتاد على جانبي المركبة، وتأمينها عن طريق الأربطة غير المباشرة الموضوعة فوق الطبقة العليا، على النحو المبين في القسم الفرعي (٩-٣-٢-٥).
- مقيدة عن الحركة الجانبية عن طريق الحجب أو بواسطة أجهزة احتكاك عالية الموضوعة بين الطبقات والمؤمنة عن طريق الأربطة غير المباشرة الموضوعة فوق الطبقة العليا، على النحو المبين في القسم الفرعي (٩-٣-٢-٥).
- موضوعة مباشرة فوق حزم أخرى، أو على فواصل ذات حجم واتجاه مناسبين. ويجب أن يوفر طول الفواصل بين الحزم دعمًا لجميع القطع الموجودة في الصف السفلي من الحزمة. ويجب أن يكون عرض كل فاصل مساويًا للارتفاع أو أكبر منه. ويجب أن أن توفر الفواصل احتكاكًا جيدًا بين الطبقات. إذا كانت الفواصل تتألف من طبقات من المواد، تُوحَّدُ الطبقات أو تُثبَّتُ معًا على نحو يضمن أداء الفاصل كقطعة واحدة من المواد. فيجب أن تكون كومة الحزم الناتجة:
  - مؤمنة بروابط تثبيت غير مباشرة فوق الطبقة الوسطى من الحزم لكل كومة من الحزم أعلى من ١,٨٥ م مكونة من أكثر من طبقتين وفقا للأحكام العامة للقسم الفرعي (٩-٣-٢-٥).
  - ومؤمنة بروابط تثبيت غير المباشرة فوق الطبقة العليا من الحزم، وفقًا للأحكام العامة للقسم الفرعي (٩-٣-٢-٥)، وبرابطين كحد أدنى من روابط التثبيت غير المباشرة للحزمة الأطول من ١,٥٢ م.
- مؤمنة بروابط تثبيت غير مباشرة موضوعة على كل طبقة من الحزم، وفقا للأحكام العامة للقسم الفرعي (٩-٣-٢-٥)، وبرابطين كحد أدنى من روابط التثبيت غير المباشرة على كل حزمة علوية أطول من ١,٥٢ م، في جميع الظروف الأخرى (FMCSA, 2012).

س-٣ لفائف معدنية

تنطبق القواعد الواردة في هذا الجزء الفرعي على نقل واحدة أو أكثر من اللفائف المعدنية التي يبلغ وزنها -منفردة أو مجتمعة- ٢,٢٦٨ كجم أو أكثر.

يمكن تأمين شحنات اللفائف المعدنية التي يقل وزنها عن ٢,٢٦٨ كجم وفقًا للجزء)٩-٣).

س-٣-١ لفائف بعيون عمودية على مركبة مسطحة، أو في مركبة جانبية أو حاوية متعددة الوسائط مع نقاط تثبيت

تؤمَّن كل لفافة عن طريق روابط تثبيت مرتبة بطريقة تمنع اللفائف من الانقلاب إلى الأمام والخلف والاتجاهات العرضية، ويشمل نظام التثبيت ما يلي:

١- رباط واحد غير مباشر -على الأقل- مربوط قطريًا من الجانب الأيسر من المركبة أو الحاوية متعددة الوسائط (بالقرب من الجزء الأمامي في الغالب من اللفافة)، أو عبر عين اللفافة، إلى الجانب الأيمن من المركبة أو الحاوية متعددة الوسائط (بالقرب من الجزء الخلفي من اللفافة).
٢- رباط واحد غير مباشر -على الأقل- مربوط قطريًا من الجانب الأيمن من المركبة أو الحاوية متعددة الوسائط (بالقرب من الجزء الأمامي في الغالب من اللفافة)، أو عبر عين اللفافة، أو إلى الجانب الأيسر من المركبة أو الحاوية متعددة الوسائط (بالقرب من الجزء الخلفي من اللفافة).
٣- رباط واحد غير مباشر -على الأقل- متصل بشكل عرضي فوق عين اللفافة.
٤- يجب استخدام الحجب، أو التثبيت، أو حصائر الاحتكاك، أو عمليات الربط المباشر؛ لمنع الحركة الطولية في الاتجاه الأمامي.

عند تجميع اللفائف وتحميلها جنبًا إلى جنب في صف عرضي أو طولي، يجب أن يُؤمَّن كل صف من اللفائف بواسطة:

١- رباط مباشر واحد -على الأقل- على الجزء الأمامي من صف اللفائف، مع تقييد الحركة الأمامية، وكلما كان ذلك ممكنًا، مما يجعل الزاوية لا تزيد عن ٤٥ درجة مع أرضية المركبة، أو الحاوية متعددة الوسائط عند رؤيتها من جانب المركبة، أو الحاوية.
٢- رباط مباشر واحد -على الأقل- على الجزء الخلفي من صف اللفائف، مع تقييد الحركة الخلفية، وكلما كان ذلك ممكنًا، مما يجعل الزاوية لا تزيد عن ٤٥ درجة مع أرضية المركبة، أو الحاوية متعددة الوسائط عند رؤيتها من جانب المركبة، أو الحاوية.
٣- رابط تثبيت واحد -على الأقل- غير مباشر فوق أعلى كل لفافة، أو صف عرضي من اللفائف لتقييد الحركة العمودية. ويجب أن تكون الروابط غير المباشرة التي فوق الجزء العلوي من اللفافة (اللفائف)، أقرب ما يمكن عمليًا إلى عين اللفافة، وموضوعة بطريقة تمنع الرابط من الانزلاق، أو أن يصبح غير مربوط بطريقة غير مقصودة أثناء سير المركبة لوجهتها.
٤- ترتيب عمليات الربط المباشر، أو الحجب، أو التثبيت؛ لمنع الإزاحة أو الانقلاب في الاتجاهات الأمامية والخلفية والعرضية.

س-٣-٢ لفائف بعيون متقاطعة على مركبة مسطحة، في مركبة جانبية أو حاوية متعددة الوسائط مع نقاط تثبيت

تأمين كل لفافة عن طريق:

١- وسيلة، مثل؛ الأخشاب، أو القطع، أو الأوتاد، أو المهد، ونحوه؛ لمنع اللفافة من التدحرج، كما تدعم وسيلة منع التدحرج اللفافة على السطح، ولا يمكن أن تصبح غير مثبتة بشكل غير مقصود أو فضفاضي أثناء عبور المركبة. إذا استخدمت الأخشاب أو القطع أو الأوتاد؛ توضع في مكانها بواسطة ألواح ملفوفة أو أجهزة مماثلة لمنع تفككها، ويُحظر استخدام التثبيت بالمسامير أو المرابط كوسيلة وحيدة لتأمين الأخشاب، أو القطع، أو الأوتاد، أو المهد الخشبي بالمسامير.
٢- ربط مباشر واحد -على الأقل- بعينه، مع تقييد الحركة الأمامية -وكلما كان ذلك ممكنًا- جعل زاوية لا تزيد عن ٤٥ درجة مع أرضية السيارة، أو الحاوية متعددة الوسائط عند رؤيتها من جانب السيارة أو الحاوية.
٣- ربط مباشر واحد -على الأقل- بعينه، مع تقييد الحركة الخلفية -وكلما كان ذلك ممكنًا- جعل زاوية لا تزيد عن ٤٥ درجة مع أرضية السيارة، أو الحاوية متعددة الوسائط عند رؤيتها من جانب السيارة أو الحاوية.

يُحظر ربط ربطة التثبيت المباشرة قطريًا بعين الملف لتشكيل نمط X عند رؤيته من أعلى السيارة.

عند تجميع اللفائف وتحميلها جنبًا إلى جنب في صف عرضي، يُؤمَّن كل صف من الملفات بما يلي:

١- ربط مباشر واحد -على الأقل- بعين كل لفافة، مع تقييد الحركة الأمامية، -وكلما كان ذلك ممكنًا- مما يجعل الزاوية لا تزيد عن ٤٥ درجة مع أرضية السيارة أو الحاوية متعددة الوسائط عند رؤيتها من جانب السيارة أو الحاوية.
٢- ربط مباشر واحد -على الأقل- بعين كل لفافة، مع تقييد الحركة الخلفية، وكلما كان ذلك ممكنًا، جعل زاوية لا تزيد عن ٤٥ درجة مع أرضية السيارة أو الحاوية متعددة الوسائط عند رؤيتها من جانب السيارة أو الحاوية.
٣- وسيلة، مثل؛ الأخشاب، أو القطع، أو الأوتاد، أو المهد، ونحوه؛ لمنع اللفافة من التدحرج. لا يمكن أن تكون وسيلة منع التدحرج غير مثبتة بشكل غير مقصود أو فضفاضة أثناء عبور المركبة، وإذا استخدمت الأخشاب أو القطع أو الأوتاد، توضع في مكانها بواسطة ألواح ملفوفة أو أجهزة مماثلة لمنع تفككها. كما يُحظر استخدام التثبيت بالمسامير أو المرابط كوسيلة وحيدة لتأمين الأخشاب، أو القطع، أو الأوتاد، أو المهد الخشبي المسمر.
٤- إذا حُمِّلت اللفائف للاتصال ببعضها البعض في الاتجاه الطولي والحركة النسبية بين الملفات، وبين الملفات والمركبة، تُمنعُ عن طريق ربط التجميعات، ووسيلة لمنع التدحرج، مثل؛ الأخشاب، أو الأوتاد، أو المهد، ونحوه.
   - لا يؤمن إلا اللفائف الأولى والمعاد تسليحها بالأخشاب، أو القطع، أو الأوتاد، أو المهد.
   - يمكن استخدام تجميع واحد مباشر للربط، يقيّد الحركة الأمامية؛ لتأمين أي لفافة باستثناء اللفافة المعاد تسليحها، والذي يجب تقييدها مقابل الحركة الخلفية.

س-٣-٣ لفائف بعيون طولية على مركبة مسطحة، في مركبة جانبية أو حاوية متعددة الوسائط مع نقاط تثبيت

يؤمَّن اللفافة الفردية بأحد الخيارات الآتية:

الخيار الأول:

١- وسيلة، مثل؛ الأخشاب، أو القطع، أو الأوتاد، أو المهد، ونحوه؛ لمنع اللفافة من التدحرج، وتدعم وسيلة منع التدحرج اللفافة من على السطح، ولا يمكن أن تصبح غير مثبتة بشكل غير مقصود أو فضفاضي أثناء عبور المركبة. إذا استخدمت الأخشاب أو القطع أو الأوتاد، توضع في مكانها بواسطة ألواح ملفوفة أو أجهزة مماثلة لمنع تفككها، كما يُحظر استخدام الحجب المسمر أو المرابط كوسيلة وحيدة لتأمين الأخشاب، أو القطع، أو الأوتاد، أو المهد الخشبي المسمر.
٢- ربط مباشر واحد -على الأقل- قطريًا من خلال عينه من الجانب الأيسر من السيارة، أو الحاوية متعددة الوسائط -بالقرب من الجزء الأمامي من الملف-، إلى الجانب الأيمن من السيارة أو الحاوية متعددة الوسائط -بالقرب من الجزء الخلفي من الملف-، وكلما كان ذلك ممكنًا عمليًا، لا تزيد الزاوية عن ٤٥ درجة مع أرضية السيارة، أو الحاوية متعددة الوسائط عند رؤيتها من جانب السيارة، أو الحاوية.
٣- ربط مباشر واحد -على الأقل- قطريًا من خلال عينه، من الجانب الأيمن من السيارة أو الحاوية متعددة الوسائط -بالقرب من الجزء الأمامي من الملف-، إلى الجانب الأيسر من السيارة أو الحاوية متعددة الوسائط -بالقرب من الجزء الخلفي من الملف-، وكلما كان ذلك ممكنا عمليا، لا تزيد الزاوية عن ٤٥ درجة مع أرضية السيارة أو الحاوية متعددة الوسائط عند رؤيتها من جانب السيارة، أو الحاوية.
٤- ربط غير مباشر واحد على الأقل بشكل عرضي من أعلى اللفافة؛
٥- إما حصائر السد أو الاحتكاك لمنع الحركة الطولية في الاتجاه الأمامي.

الخيار ٢:

١- وسيلة (مثل الأخشاب أو القطع أو الأوتاد أو المهد وما إلى ذلك) لمنع اللفافة من التدحرج. وتدعم وسيلة منع التدحرج اللفافة من على السطح، ولا يمكن أن تصبح غير مثبتة بشكل غير مقصود أو فضفاضي أثناء عبور المركبة. ذا استخدمت الأخشاب أو القطع أو الأوتاد، توضع في مكانها بواسطة ألواح ملفوفة أو أجهزة مماثلة لمنع تفككها. يُحظر استخدام الحجب المسمر أو المرابط كوسيلة وحيدة لتأمين الأخشاب أو القطع أو الأوتاد أو المهد الخشبي المسمر.
٢- ربط مباشر واحد على الأقل مستقيم من خلال عينه، من الجانب اليسار من السيارة أو الحاوية متعددة الوسائط (بالقرب من الجزء الأمامي من الملف)، إلى الجانب الأيسر من السيارة أو الحاوية متعددة الوسائط (بالقرب من الجزء الخلفي من الملف)، وكلما كان ذلك ممكنا عمليا، جعل زاوية لا تزيد عن ٤٥ درجة مع أرضية السيارة أو الحاوية متعددة الوسائط عند رؤيتها من جانب السيارة أو الحاوية.
٣- ربط مباشر واحد على الأقل مستقيم من خلال عينه، من الجانب الأيمن من السيارة أو الحاوية متعددة الوسائط (بالقرب من الجزء الأمامي من الملف)، إلى الجانب الأيمن من السيارة أو الحاوية متعددة الوسائط (بالقرب من الجزء الخلفي من الملف)، وكلما كان ذلك ممكنا عمليا، جعل زاوية لا تزيد عن ٤٥ درجة مع أرضية السيارة أو الحاوية متعددة الوسائط عند رؤيتها من جانب السيارة أو الحاوية.
٤- ربط غير مباشر واحد على الأقل بشكل عرضي من أعلى اللفافة؛
٥- إما حصائر، السد أو الاحتكاك لمنع الحركة الطولية في الاتجاه الأمامي.

الخيار ٣:

١- وسيلة (مثل الأخشاب أو القطع أو الأوتاد أو المهد وما إلى ذلك) لمنع اللفافة من التدحرج. وتدعم وسيلة منع التدحرج اللفافة من على السطح، ولا يمكن أن تصبح غير مثبتة بشكل غير مقصود أو فضفاضي أثناء عبور المركبة. ذا استخدمت الأخشاب أو القطع أو الأوتاد، توضع في مكانها بواسطة ألواح ملفوفة أو أجهزة مماثلة لمنع تفككها. يُحظر استخدام الحجب المسمر أو المرابط كوسيلة وحيدة لتأمين الأخشاب أو القطع أو الأوتاد أو المهد الخشبي المسمر.
٢- ربطة تثبيت واحدة على الأقل غير مباشرة فوق الجزء العلوي من الملف، وتقع بالقرب من الجزء الأمامي في الغالب من اللفافة.
٣- ربطة تثبيت واحدة غير مباشرة على الأقل فوق الجزء العلوي من الملف الموجود بالقرب من الجزء الخلفي من اللفافة.
٤- إما حصائر السد أو الاحتكاك لمنع الحركة الطولية في الاتجاه الأمامي.

فيما يتعلق بصف عرضي من اللفائف ذات عيون طولية، يتم تأمين الأقطار الخارجية المتساوية تقريبًا بما يلي:

١- وسيلة (مثل الأخشاب أو القطع أو الأوتاد أو المهد وما إلى ذلك) لمنع كل لفافة في صف اللفائف من التدحرج. وتدعم وسائل منع التدحرج كل لفافة من على السطح، ولا يمكن أن تصبح غير مثبتة بشكل غير مقصود أو مفكوكة أثناء عبور المركبة. ذا استخدمت الأخشاب أو القطع أو الأوتاد، توضع في مكانها بواسطة ألواح ملفوفة أو أجهزة مماثلة لمنع تفككها. يُحظر استخدام الحجب المسمر أو المرابط كوسيلة وحيدة لتأمين الأخشاب أو القطع أو الأوتاد أو المهد الخشبي المسمر.
٢- ربطة تثبيت واحدة على الأقل غير مباشرة فوق الجزء العلوي من كل اللفافة، أوصف عرضي وتقع بالقرب من الجزء الأمامي في الغالب من اللفافة.
٣- ربطة تثبيت واحدة على الأقل غير مباشرة فوق الجزء العلوي من كل اللفافة، أوصف عرضي وتقع بالقرب من الجزء الخلفي في الغالب من اللفافة.
٤- إما الحصائر أو دعامة السد أو احتكاكها لمنع الحركة الطولية في الاتجاه الأمامي لكل لفافة.

س-٣-٤ لفائف في مركبة جانبية أو حاوية متعددة الوسائط بدون نقاط تثبيت

يتم تحميل اللفائف المعدنية المنقولة في مركبة ذات جوانب ولكن بدون نقاط تثبيت أو في حاوية متعددة الوسائط بدون نقاط تثبيت بطريقة تمنع التحول والانقلاب. يمكن أيضًا تأمين اللفائف باستخدام نظام الحجب والتقويم، أو حصائر الاحتكاك، أو عمليات الربط، أو مزيج من هذه لمنع أي حركة أفقية وانقلاب (FMCSA،2012).

س-٤ لفات الورق

تنطبق القواعد الواردة في هذا الباب الفرعي على شحنات القوائم الورقية التي يبلغ وزنها، منفردة أو مجتمعة، ٢,٢٦٨ كيلوغراما أو أكثر.

يمكن تأمين شحنات لفائف الورق التي يقل وزنها عن ٢,٢٦٨ كيلوغراما، ولفائف الورق التي لا تحظى بالأولوية على منصة نقالة، إما وفقا لهذا الجزء الفرعي أو مع الجزء٣-٩.

س-٤-١ لفات ورقية محملة بعيون عمودية في مركبة جانبية

توضع اللفائف الورقية بإحكام على مقدمة وجدران المركبة أو غيرها من اللفائف الورقية أو غيرها من البضائع، من أجل الدعم المتبادل أثناء العبور.

إذا لم تكن هناك لفائف ورقية كافية في الشحنة للوصول إلى جدران المركبة، يمنع الحركة الجانبية بملء الفراغ أو الحجب أو الدعم أو ربطة التثبيت أو حصائر الاحتكاك. يمكن أيضًا تجميع لفائف الورق معًا.

يجب منع حركة الخلف عن طريق حصائر الاحتكاك أو الحجب أو الدعم أو تثبيتها أو ربطها بلفائف أخرى.

إذا لم تمنع لفة ورقية من الانقلاب أو السقوط جانبياً أو الخلف بواسطة هيكل مركبة أو شحنة أخرى، وكان عرضها أكثر من ٢ أضعاف قطرها، فيجب منعها من الانقلاب أو السقوط عن طريق ربطها بلفائف أخرى أو تقويمها أو ربطها.

إذا لم يتم منع لفة (لفات) الأمام في مجموعة من اللفائف الورقية من الانقلاب أو السقوط للأمام بواسطة هيكل السيارة أو البضائع الأخرى وتم تثبيتها ضد الحركة الأمامية بواسطة حصيرة الاحتكاك(ق) وحده، وعرضه أكثر من ١,٧٥ ضعف قطره، يجب منعه من الانقلاب أو السقوط للأمام عن طريق وضعه في لفات أخرى، أو التقويم، أو روابط التثبيت.

إذا كانت لفة (لفات) الأمامية في مجموعة من لفائف الورق لها عرض يساوي أو أقل من ١,٧٥ ضعف قطرها ويتم تثبيتها ضد الحركة الأمامية عن طريق حصيرة (حصائر) الاحتكاك وحدها، فإن النطاقات أو التقويم أو الترابط ليست مطلوبة لمنع الانقلاب أو السقوط إلى الأمام.

إذا كان عرض لفة الورق أو اللفة الأمامية في مجموعة من لفائف الورق أكبر من ١,٢٥ ضعف قطرها، ولا يمنع من الانحراف أو السقوط للأمام بواسطة هيكل السيارة أو البضائع الأخرى ولا يتم تقييده ضد الحركة الأمامية بواسطة حصيرة الاحتكاك(حصائر) وحده، ثم يمنع من الانقلاب أو السقوط عن طريق نطاقه إلى لفات أخرى، أو التقويم أو الربط.

إذا كانت اللفائف الورقية مجمعة، توضع اللفائف بإحكام ضد بعضها البعض لتشكيل مجموعة مستقرة. وتطبق النطاقات بإحكام، وتؤمن بحيث لا يمكن أن تسقط من القوائم أو على السطح.

يجب أن تبرز حصيرة الاحتكاك المستخدمة لتوفير القسط الرئيس للفافة الورقية من أسفل اللفة في الاتجاه الذي توفر فيه هذا التامين.

س-٤-٢ حمولة مقسمة من لفائف الورق محملة بعيون عمودية في مركبة جانبية

إذا لم تمنع لفة ورقية في حمولة منقسمة من الحركة إلى الأمام بواسطة هيكل المركبة أو حمولة أخرى، فيجب منعها من الحركة إلى الأمام عن طريق ملء الحيز المفتوح، أو عن طريق حجب، أو تقويم، أو ربطة تثبيت، أو حصائر احتكاك، أو مزيج من هذه.

يجب أن تبرز حصيرة الاحتكاك المستخدمة لتوفير القسط الرئيس للفافة الورقية من أسفل اللفة في الاتجاه الذي توفر فيه هذا التأمين.

س-٤-٣ حمولة مكدسة من لفائف الورق محملة بعيون عمودية في مركبة جانبية

ولا يجوز تحميل لفائف الورق على طبقة تحتها ما لم تمتد تلك الطبقة إلى مقدمة السيارة.

تمنع لفات الورق في الطبقات الثانية واللاحقة من الأمام أو الخلف أو الحركة الجانبية بالوسائل المسموح بها للطبقة السفلية، أو باستخدام لفة حجب من الطبقة السفلية. وتكون لفة الحجب أطول بما لا يقل عن ٣٨ ملم من اللفائف الأخرى، أو ترفع بما لا يقل عن ٣٨ ملم باستخدام وِقاء للبضائع المشحونة.

قد لا يتم تأمين لفة في الصف الخلفي لأي طبقة عن طريق حصائر الاحتكاك وحدها عندما يتم رفعها باستخدام وقاء للبضائع المشحونة. وتكون مباشرة فوق وتلامس مع هذا الوِقاء للبضائع المشحونة.

س-٤-٤ لفات ورقية محملة بعيون متقاطعة في مركبة جانبية

تمنع اللفائف الورقية من التدحرج أو التحول طوليًا عن طريق ملامسة هيكل المركبة أو البضائع الأخرى، أو عن طريق القطع، أو الأوتاد، أو الحجب والتقويم بحجم كاف، أو عن طريق الربط. توضع الخوازيق أو الأوتاد أو الحجب في مكانها بشكل آمن عن طريق بعض الوسائل بالإضافة إلى الاحتكاك، بحيث لا يمكن أن تصبح غير مثبتة بشكل غير مقصود أو مفكوكة أثناء عبور المركبة.

لا يتم تأمين اللفة الخلفية باستخدام الأبواب الخلفية للمركبة أو الحاوية متعددة الوسائط أو بواسطة الحجب المثبت في مكانه من قبل تلك الأبواب.

إذا كان هناك أكثر من إجمالي ٢٠٣ ملم من المساحة بين أطراف لفة الورق، أو صف من اللفائف، ويجب استخدام جدران السيارة، أو الحشو الفارغ، أو الحجب، أو الدعامة، أو حصائر الاحتكاك، أو ربطات التثبيت لمنع لفة من التحول نحو أي من الجدارين.

س-٤-٥ حمولة مكدسة من لفائف الورق محملة بعيون متقاطعة في مركبة جانبية

لا يجوز تحميل اللفائف في طبقة ثانية ما لم تمتد الطبقة السفلية إلى مقدمة المركبة. لا يجوز تحميل اللفائف في طبقة أعلى ما لم تملأ جميع الآبار الموجودة في الطبقة تحتها.

يتم تأمين اللفة الأولى في كل طبقة علوية، أو أي لفة بها بئر فارغة أمامها، مقابل الحركة الأمامية عن طريق:

- أو ربطها بلفائف أخرى، أو
- الحجب أمام لفة حجب رأسية مؤمنة بشكل كافٍ تستقر على أرضية السيارة التي لا يقل طولها عن ١,٥ مرة عن قطر اللفة المحجوبة، أو
- وضعها في بئر بحيث تتكون من لفتين على الصف السفلي قطرها يساوي أو أكبر من قطر اللفة في الصف العلوي.

تؤمن اللفة الخلفية في كل طبقة عليا بنطاقها إلى لفات أخرى إذا كانت موجودة في أي من البئرين الأخيرين اللتين شكلتهما اللفائف الخلفية في الطبقة أدناه.

تؤمن اللفائف مقابل الحركة الجانبية بنفس الوسائل المسموح بها للطبقة السفلية عندما يكون هناك أكثر من ٢٠٣ ملم من المساحة بين أطراف لفة ورقية، أو صف من اللفائف، وجدران المركبة.

س-٤-٦ لفات ورقية محملة بعيون طولية في مركبة جانبية

تمنع كل لفة من الحركة إلى الأمام عن طريق الاتصال بهيكل المركبة أو حمولتها الأخرى أو حجبها أو ربطها.

تمنع كل لفة من الحركة الخلفية عن طريق الاتصال بشحنة أخرى، أو الحجب، أو حصائر الاحتكاك، أو عمليات الربط. إذا وُضعت لفات في مهد، تُستخدم حصائر الاحتكاك بين اللفة والمهد.

تمنع اللفائف الورقية من التدحرج أو التحول جانبياً عن طريق ملامسة جدار المركبة أو البضائع الأخرى، أو عن طريق قطع أو أوتاد أو قطع ذات حجم كاف. توضع الخوازيق أو الأوتاد أو الحجب في مكانها بشكل آمن عن طريق بعض الوسائل بالإضافة إلى الاحتكاك، بحيث لا يمكن أن تصبح غير مثبتة بشكل غير مقصود أو مفكوكة أثناء عبور المركبة.

يجب تأمين المهد المستخدم لدعم اللفائف ضد الحركة باستخدام الخوازيق والأوتاد وحصائر الحجب أو الاحتكاك.

يجب ألا يقل عرض المهد (المهد) المستخدم لدعم لفة عن نصف ارتفاعه، على النحو المقاس من أدنى نقطة على اللفة، أو يجب أن يكون المهد مثبتًا على اللفة بنطاقات أو أحزمة.

عند استخدام كل مهد لتأمين البضائع في الاتجاه الجانبي، يكون على اتصال بما لا يقل عن ٤٥ درجة (تُمن) محيط اللفة.

س-٤-٧ حمولة مكدسة من لفائف الورق محملة بعيون طولية في مركبة جانبية

لا يجوز تحميل اللفائف في طبقة أعلى إذا كانت لفة أخرى تناسب الطبقة الموجودة تحتها.

تتشكل الطبقة العليا بوضع لفائف ورقية في الآبار التي تشكلها اللفائف تحتها.

تؤمن لفة في طبقة علوية مقابل حركة أمامية وخلفية بأي وسيلة من الوسائل المسموح بها للطبقة السفلية، أو باستخدام لفة سد، أو عن طريق الارتباط بلفائف أخرى.

س-٤-٨ لفات ورقية، بعيون عمودية أو طولية، محملة على سيارة مسطحة أو في سيارة ذات ستائر جانبية

تُحمَّل اللفائف الورقية وتُؤمَّن على النحو الموصوف بالنسبة للمركبة الجانبية، وتُؤمَّن الحمولة بأكملها بربطها بالأسفل وفقاً لأحكام الجزء٣-٩.

تُحظر الأحمال المكدسة من لفائف الورق ذات العيون العمودية.

س-٤-٩ لفات ورقية، بعيون متقاطعة، محملة على سيارة مسطحة أو في سيارة ذات جوانب ستارة

تمنع اللفائف الورقية من التدحرج أو التحول طوليًا عن طريق ملامسة هيكل المركبة أو البضائع الأخرى، أو عن طريق القطع، أو الأوتاد، أو الحجب والتقويم بحجم كاف، أو عن طريق الربط. توضع الخوازيق أو الأوتاد أو الحجب في مكانها بشكل آمن عن طريق بعض الوسائل بالإضافة إلى الاحتكاك، بحيث لا يمكن أن تصبح غير مثبتة بشكل غير مقصود أو مفكوكة أثناء عبور المركبة.

تستخدم عمليات الربط وفقاً لمتطلبات الجزء الفرعي٢-٢-٣-٩ لمنع الحركة الجانبية (FMCSA،2012).

س-٥ الأنابيب الخرسانية

تنطبق القواعد الواردة في هذا الجزء الفرعي على نقل أنبوب الخرسانة على مقطورة أو مركبة منصة.

يتم تأمين الأنابيب الخرسانية المجمعة بإحكام معًا في مادة صلبة واحدة لا تميل إلى التدحرج، ويتم تأمين الأنابيب الخرسانية المحملة في مركبة أو حاوية جانبية وفقًا لأحكام الجزء٣-٩.

أما الأنابيب الخرسانية الأخرى المحملة عرضا على مركبة فتؤمن وفقًا لهذا الجزء الفرعي.

يجب ألا يقل الحد الإجمالي لحمل العمل لجميع عمليات الربط على أي مجموعة من الأنابيب عن نصف الوزن الإجمالي لجميع الأنابيب في المجموعة. يعتبر الربط العرضي لأسفل من خلال أنبوب في الطبقة العليا أو فوق أسفل ربطة عنق طولية لتأمين كل تلك الأنابيب التي يتسبب هذا الربط تحتها في الضغط.

قد يكون الحجب قطعة واحدة أو أكثر موضوعة بشكل متماثل حول مركز الأنبوب. تمتد قطعة واحدة نصف المسافة على الأقل من المركز إلى كل طرف من أطراف الأنبوب، وتوضع قطعتان في نقاط الربع الخارجي. يوضع الحجب بقوة على الأنبوب، ويؤمن لمنعه من الخروج من تحت الأنبوب. يجب أن يكون لحجب الأخشاب بُعد اسمي لا يقل عن ١٠ × ١٥ سم.

وفي حالة تحميل أنبوب يزيد قطره على أنبوب واحد على مركبة، تتشكل مجموعات تتكون من أنبوب بحجم واحد فقط، ويتم تأمين كل مجموعة على حدة.

يجب ترتيب الطبقة السفلية بحيث تغطي كامل طول المركبة، أو كطبقة جزئية في مجموعة واحدة أو مجموعتين.

لا يوضع الأنبوب إلا في الآبار المكونة من أنابيب مجاورة في الطبقة السفلية. لا يبدأ تشغيل الطبقة العليا ما لم يتم ملء جميع الآبار الموجودة في الطبقة السفلية.

ويجب ترتيب الطبقة العليا كطبقة كاملة، أو طبقة جزئية في مجموعة واحدة، أو طبقة جزئية في مجموعتين.

يجب تحميل رأس الانبوب على ما لا يقل عن اثنين من الفراغات الطولية ذات الارتفاع الكافي لضمان خلو الرأس من السطح. رأس الأنابيب المحملة في طبقة واحدة يجب أن تكون الرؤوس متناوبة على جانبي السيارة. تكون نهايات الأنبوب المتتالي متداخلة، إن أمكن ضمن العرض المسموح به، وإلا فستتم محاذاتها.

يجب أن تكون رأس الأنابيب المحملة في أكثر من طبقة من الطبقة السفلية كلها على نفس الجانب من السيارة. يتم تحميل الأنبوب في كل طبقة علوية بأجراس على الجانب الآخر من السيارة حتى أجراس الطبقة أدناه.

إذا لم يكتمل المستوى الثاني، يجب أن تتناوب رؤوس الأنابيب الموجودة في الطبقة السفلية التي لا تدعم أنبوبًا أعلاه على الجانبين المتقابلين من المركبة.

يجب إزالة الثلج من أنبوب الخرسانة قبل تحميله

س-٥-١ تأمين أنبوب بقطر داخلي يصل إلى ١١٤٣ ملم

وفيما يتعلق بالأنابيب التي يصل قطرها الداخلي إلى ١١٤٣ ، يجب أيضا استيفاء القواعد الآتية:

- يثبت كل طرف أنبوب لمجموعة من الأنابيب الموضوعة في الطبقة السفلية بشكل طولي عن طريق الحجب، أو الهيكل النهائي للمركبة، أو الرهانات، أو تفريغ الأنابيب المقفلة، أو وسائل أخرى مكافئة.
- يمكن أيضًا تثبيت أنبوب آخر في الطبقة السفلية في مكانه بواسطة كتل و/أو أسافين.
- كما يوضع كل أنبوب في الطبقة السفلية على اتصال وثيق بالأنبوب المجاور عن طريق ربطه بالأنابيب الأمامية والخلفية لكل مجموعة من الأنابيب.
- يجب أن يجري ربط واحد على الأقل من خلال الأنبوب الأمامي لكل مجموعة من الأنابيب من الطبقة السفلية خلفًا بزاوية لا تزيد عن ٤٥ درجة مع الأفقي، كلما أمكن ذلك عمليًا.
- يجب أن يجري ربط واحد على الأقل من خلال الأنبوب الخلفية لكل مجموعة من الأنابيب من الطبقة السفلية للأمام بزاوية لا تزيد عن ٤٥ درجة مع الأفقي، كلما أمكن ذلك عمليًا.

يجب أن تكون عمليات الربط المباشرة عبر الأنبوب عبارة عن سلاسل. قد تكون عمليات الربط الطولية غير المباشرة عبارة عن سلسلة أو حبل سلكي. يمكن تأمين الأنبوب بشكل فردي مع ربط مباشر من خلال الأنبوب. يعتبر الربط المباشر لأسفل من خلال أنبوب في الطبقة العليا لتأمين كل تلك الأنابيب التي يتسبب هذا الربط فيها في الضغط.

إذا لم يتم تأمين كل أنبوب على حدة بربط لأسفل، فعندئذ:

- ويجب وضع عمليتي ربط غير مباشرتين بشكل طولي فوق مجموعة الأنابيب.
- ويستخدم ربط عرضي واحد (مباشر أو غير مباشر) لكل ٣,٠ متر من طول الحمل. يمكن وضع ربطة التثبيت المستعرضة من خلال أنبوب، أو على كلا روابط التثبيت الطوليين بين أنبوبين في الطبقة العليا.

إذا لم يكن أول أنبوب لمجموعة في الطبقة العليا في الجزء الأمامي من الطبقة السفلية، فيجب تأمينه بربط مباشر إضافي يمتد إلى الخلف بزاوية لا تزيد عن ٤٥ درجة إلى الأفقي. يجب أن يمر هذا الربط المباشر إما عبر الأنبوب الأمامي للطبقة العليا، أو خارجه وفوق كل من الربط الطولي غير المباشر.

إذا لم يكن آخر أنبوب لمجموعة في الطبقة العليا في الجزء الخلفي من الطبقة السفلية، فيجب تأمينه بربط مباشر إضافي يمتد إلى الأمام بزاوية لا تزيد عن ٤٥ درجة إلى الأفقي يجب أن يمر هذا الربط إما عبر الأنبوب الخلفي للطبقة العليا أو خارجها وفوق كل من ربطة التثبيت الطولية.

س-٥-٢ تأمين أنبوب بقطر داخلي أكبر من ١,١٤٣ ملم

يتم تأمين الأنبوب الأمامي والأنبوب الخلفي عن طريق الحجب. يمكن تأمين جميع الأنابيب الأخرى عن طريق الحجب أو دفع الأوتاد بقوة تحت الأنبوب. يتم تأمين كل أنبوب عن طريق ربطه عبر الأنبوب.

يتم تشغيل ربطات الربط المباشرة من خلال كل أنبوب في النصف الأمامي من الحمل، والذي يتضمن النصف الأوسط إذا كان هناك عدد فردي، إلى الخلف بزاوية لا تزيد عن ٤٥ درجة مع الأفقي.

تجري عمليات الربط المباشر عبر كل أنبوب في النصف الخلفي من الحمل إلى الأمام بزاوية لا تزيد عن ٤٥ درجة مع الأنابيب الأفقية، لتثبيت كل أنبوب على اتصال ثابت بالأنبوب المجاور.

إذا لم يكن الأنبوب الأمامي أو الخلفي على اتصال أيضًا بهيكل نهاية السيارة أو الأوتاد أو مفرغ الأنابيب المقفلة أو وسائل أخرى مكافئة، فيجب استخدام ربطين مباشرين على الأقل من خلال هذا الأنبوب (FMCSA، 2012).

س-٦ حاويات متعددة الوسائط

يشير هذا الجزء الفرعي إلى نقل الحاويات متعددة الوسائط. تؤمن البضائع الموجودة في حاوية متعددة الوسائط وفقا لأحكام الجزء-٩ ٣.

فيما يتعلق بالحاويات المتعددة الوسائط المنقولة على هيكل حاوية، تؤمن الحاوية المتعددة الوسائط لهيكل الحاوية بأجهزة تثبيت أو أجهزة قفل متكاملة لا يمكن أن تصبح غير مثبتة بشكل غير مقصود أثناء عبور المركبة. يجب أن تقيد أدوات التثبيت كل ركن سفلي من الحاوية. يؤمن الجزء الأمامي والخلفي من الحاوية بصورة مستقلة.

فيما يتعلق بالحاويات المتعددة الوسائط المنقولة على مركبات غير هيكل الحاوية، يجب أن ترتكز جميع الزوايا السفلية للحاوية المتعددة الوسائط على المركبة، أو أن تكون الزوايا مدعومة بهيكل قادر على تحمل وزن الحاوية وأن يتم تأمين هيكل الدعم بشكل مستقل للمركبة.

تؤمن كل حاوية للمركبة عن طريق:

- سلاسل أو حبال سلكية أو أجهزة متكاملة مثبتة في جميع الزوايا السفلية، أو
- السلاسل المتقاطعة المثبتة في جميع الزوايا العليا، و
- يؤمن الجزء الأمامي والخلفي من الحاوية بصورة مستقلة.

يجب ربط كل سلسلة أو حبل سلكي أو جهاز قفل متكامل بالحاوية بطريقة تمنعها من أن تكون غير مقصودة أثناء عبور المركبة.

فيما يتعلق بالحاويات الفارغة المتعددة الوسائط المنقولة على مركبات غير هيكل الحاويات، لا يتعين أن تكون جميع الزوايا السفلية للحاوية المتعددة الوسائط مستندة إلى المركبة، أو أن تكون جميع الزوايا السفلية مدعومة بهيكل قادر على تحمل وزن الحاوية الفارغة، شريطة:

- تتوازن الحاوية الفارغة المتعددة الوسائط وتوضع على المركبة بطريقة تجعل الحاوية مستقرة قبل إضافة معدات الربط أو غيرها من معدات التثبيت.

- يجب ألا تتداخل الحاوية الفارغة متعددة الوسائط مع قدرة السيارة على المناورة.
- يتم تأمين الحاوية الفارغة متعددة الوسائط لمنع التحول الجانبي أو الطولي أو الرأسي (FMCSA،2012).

س-٧ أكياس البضائع سائبة

يشير هذا الجزء الفرعي إلى نقل المسحوق والمواد الحبيبية باستخدام أكياس البضائع السائبة. القواعد التالية مكملة للأحكام العامة الواردة في الجزء٣-٩.

يجب أن يكون كل كيس خاص بالبضائع السائبة في حالة جيدة وخالية من قطع أو تمزق. يجب تحميل الأكياس الخاصة بالبضائع السائبة في مجموعات بدون ثغرات وسدها في الاتجاه الأمامي باستخدام حاجز. قد تكون الأكياس الخاصة بالبضائع السائبة تقييدًا فعالًا لبعضها البعض.

يجب تقوية الحواجز باستخدام سلاسل (أو ما شابه) ملفوفة على وجه الحواجز. يجب تمرير السلاسل عبر قسم مجوف ملحوم بالحاجز

يجب تقسيم الأحمال الكاملة إلى مجموعات متعددة لتقليل الحمل على كل حاجز. يجب تطبيق ربطة واحدة على الأقل على كل صف من الأكياس الخاصة بالبضائع السائبة وربطتين إلى الصف الأخير من كل مجموعة. قد تكون هناك حاجة إلى ربط إضافي اعتمادًا على وزن الحمل.

وفي حالة عدم توفر حاجز، تسد الأكياس الخاصة بالبضائع السائبة بربطات متقاطعة بزاوية ٤٥ درجة كحد أقصى من الأفقي (الهيئة الوطنية للنقل،2018).

س-٨ السيارات والشاحنات الخفيفة والشاحنات الصغيرة

يتعلق هذا الجزء الفرعي بسيارات النقل والشاحنات الخفيفة والشاحنات التي تزن بشكل فردي ٤٥٠٠ كجم أو أقل. بالنسبة للمركبات التي يزيد وزنها عن ٤٥٠٠ كجم، يجب أن يرجع القارئ إلى الجزء الفرعيس-٩.

يجب تقييد السيارات والشاحنات الخفيفة والشاحنات الصغيرة من الأمام والخلف في الاتجاه الجانبي والأمامي والخلفي والرأسي باستخدام ما لا يقل عن ربطين مباشرين.

تستخدم نقاط الربط المباشرة المصممة لتثبيت هيكل السيارة أو الشاحنة الخفيفة أو الشاحنة نقاط التركيب على المركبات المصممة خصيصًا لهذا الغرض.

يجب أن توفر عمليات الربط المباشرة المصممة لتلائم عجلات السيارة أو الشاحنة الخفيفة أو الشاحنة أو حولها قيودًا في الاتجاهات الجانبية والطولية والرأسية.

واقيات الحافة ليست مطلوبة للحزام الاصطناعي في النقاط التي يتلامس فيها الحزام مع الإطارات.

يحظر نقل أكوام المركبات الخفيفة (FMCSA،2012).

س-٩ المركبات الثقيلة والمعدات والآلات

تنطبق القواعد الواردة في هذا الجزء الفرعي على نقل المركبات الثقيلة والمعدات والآلات التي تعمل على عجلات أو مسارات، مثل المحملات الأمامية والجرافات والجرارات ومجارف الكهرباء والتي تزن بشكل فردي ٤٥٠٠ كجم أو أكثر يجوز أيضًا تأمين المركبات والمعدات والآلات التي تكون أخف من ٤٥٠٠ كيلوغراما وفقًا لأحكام هذا الباب الفرعي، مع الجزء الفرعيس-٨، أو وفقا للجزء-٩ ٣.

تخفض المعدات التكميلية الموجودة على مركبة ثقيلة، بما في ذلك المجرفة الهيدروليكية، بالكامل وتؤمن للمركبة ما لم:

- يمكن أن تتحرك المعدات الملحقة عموديًا فقط،
- يتم سد أو شل المعدات الملحقة التي يمكن أن تتمحور أو تميل أو تتحرك جانبًا بواسطة هيكل مركبة النقل أو بواسطة آلية حجب أو تثبيت مدمجة في السيارة المنقولة.

يجب تقييد المركبات المفصلية بطريقة تمنع الربط أثناء العبور.

توضع المركبات أو المعدات أو الآلات الثقيلة على نحو يدعم هيكل المركبة الناقلة ما لا يقل عن ٥٠ في المائة من عرض كل إطار خارجي أو مسار زاحف.

بالإضافة إلى المتطلبات المذكورة أعلاه، يجب تقييد المعدات أو الآلات الثقيلة ذات المسارات الزاحفة في الاتجاه الجانبي والأمامي والخلفي والرأسي باستخدام ما لا يقل عن أربع عمليات ربط مباشرة لكل منها حد لحمل العمل لا يقل عن ٢,٢٦٨ كجم. تثبت كل عملية من عمليات الربط في الجزء الأمامي والخلفي من السيارة، أو نقاط التثبيت على المركبة المصممة خصيصًا لذلك الغرض (FMCSA، 2012).

س-١٠ مركبات مسطحة أو محطمة

يشير هذا الجزء الفرعي إلى نقل المركبات مثل السيارات والشاحنات الخفيفة والشاحنات الصغيرة التي تم تسويتها أو سحقها.

تنقل المركبات المسطحة أو المحطمة على النحو التالي:

- لا تنقل الشحنة على مركبة النقل أثناء مرورها العابر، و
- ولا تطرد الأجزاء المفكوكة من المركبات المسطحة وتسقط من مركبة النقل.

يحظر استخدام الحزام الاصطناعي لتأمين المركبات المسطحة أو المحطمة. يمكن استخدام الحزام الاصطناعي لتوصيل حبل أو سلسلة سلكية بنقاط تثبيت على المركبة الناقلة ولا يجوز أن يكون على اتصال بالمركبات المسطحة أو المحطمة.

تنقل المركبات المسطحة أو المحطمة على مركبات:

- جدران هيكلية على أربعة جوانب تمتد إلى الارتفاع الكامل للحمولة التي تمتد إلى ارتفاع الحمل والتي تمنع حركة البضائع في الأمام والخلف والاتجاهات الجانبية، أو
- لها جدران هيكلية على ثلاثة جوانب تمتد إلى الارتفاع الكامل للحمولة وتمنع حركة الشحنة في الأمام والخلف واتجاه جانبي واحد. بالإضافة إلى ذلك، هناك حاجة إلى حدين أدنى من ربطات التثبيت غير المباشرة لكل كومة مركبات مع وجود حد أدنى لحمل العمل يبلغ ٢٢٦٨ كجم، أو
- لها جدران هيكلية على جانبين تمتد إلى الارتفاع الكامل للحمولة وتمنع حركة الشحنة في الاتجاهات الأمامية والخلفية. بالإضافة إلى ذلك، هناك حاجة إلى ثلاثة روابط تثبيت غير مباشرة على الأقل لكل كومة مركبات مع وجود حد أدنى لحمل العمل يبلغ ٢٢٦٨ كجم، أو
- يستخدم ما لا يقل عن أربع عمليات ربط غير مباشرة لكل كومة مركبات مع وجود حد أدنى لحمل العمل يبلغ ٢٢٦٨ كجم.

وبالإضافة إلى المتطلبات المذكورة أعلاه، تستوفى القواعد الآتية:

- تستخدم المركبات المستخدمة في نقل المركبات المسطحة أو المحطمة نظام احتواء يمنع سقوط الأجزاء السائبة من جميع جوانب المركبة الأربعة ويمتد إلى الارتفاع الكامل للشحنة.
- قد تتكون الوسائل المستخدمة لاحتواء الأجزاء السائبة من جدران هيكلية أو جوانب أو ألواح جانبية، أو مواد تغطية مناسبة، بمفردها أو في مجموعات.

يُسمح باستخدام المواد الاصطناعية لاحتواء الأجزاء السائبة (FMCSA، 2012).

س-١١ حاويات شحن وتفريغ

يشير هذا الجزء الفرعي إلى نقل حاويات شحن وتفريغ وحاويات خطاف الرفع

تكون كل حاوية شحن/تفريغ وحاوية خطاف الرفع محمولة على مركبة غير مجهزة بنظام تأمين متكامل على النحو التالي:

- منع الحركة إلى الأمام:
  - بواسطة جهاز رفع يعمل كهيكل مانع، أو
  - محطتان على الأقل تقعان على نفس المسافة تقريبًا من المحور الطولي للحاوية، أو
  - مزيج من كليهما.
- محمية في مقدمة السيارة بواسطة جهاز الرفع أو أي قيد مناسب آخر ضد الحركة الجانبية والعمودية،
- مؤمنة في الجزء الخلفي من المركبة بواحدة على الأقل من الآليات الآتية:
  - ربطة تثبيت غير مباشرة مربوطة على جانبي السيارة ومارة فوق الحاوية،
  - ربطتان مباشرتان مثبتتان بالطول، كل منهما يؤمن جانبًا واحدًا من الحاوية لأحد القضبان الجانبية للمركبة،
  - خطافان أو ربطات تثبيت تؤمن جانبي الحاوية بهيكل السيارة على الأقل بنفس فعالية ربطات التثبيت في العنصرين السابقين.

يجب تركيب الآليات المستخدمة لتأمين الطرف الخلفي من حاوية الشحن/التفريغ أو خطاف الرفع على مسافة لا تزيد عن ٢ مترًا من الجزء الخلفي من الحاوية. بالإضافة إلى ذلك، يجب أن يكون لكل آلية حد لحمل العمل لا يقل عن ٢٢٦٨ كيلوغرام وأن تبقى مشدودة بأجهزة كافية.

في حالة فقدان أو تلف أو عدم توافق واحد أو أكثر من أجهزة التوقف أو الرفع الأمامية، تستخدم عمليات ربط يدوية إضافية لتأمين الحاوية للمركبة، مع توفير نفس مستوى التثبيت مثل المكونات المفقودة أو التالفة أو غير المتوافقة (FMCSA،2012).

س-١٢ صخور كبيرة

ينطبق هذا الجزء الفرعي على نقل أي قطعة كبيرة من الصخور الطبيعية غير المنتظمة الشكل يزيد وزنها عن ٥٠٠٠ كيلوغرامًا أو يزيد حجمها عن ٢ متر مكعب على مركبة مفتوحة، أو في مركبة لم تصمم جوانبها وتصنف على أنها تحتوي على هذه البضائع.

يمكن تأمين قطع من الصخور تزن أكثر من ١٠٠ كيلوغراماً ولكن أقل من ٥٠٠٠ كيلوغراماً وفقاً لهذا الجزء الفرعي، أو وفقاً لأحكام الجزء ٣-٩، بما في ذلك:

- داخل مركبة مصممة لنقل هذه البضائع، أو
- وبشرط تثبيت كل قطعة وتأمينها على نحو كاف.

يمكن أيضًا تأمين الصخور التي تكونت أو قطعت إلى شكل ما والتي توفر قاعدة ثابتة للتأمين وفقاً لأحكام هذا الجزء الفرعي، أو وفقا لأحكام الجزء٣-٩.

توضع كل صخرة بأسفل مسطح و/أو أكبر جانب لها. ويدعم على الأقل قطعتين من الخشب الصلب تحجبان ما لا يقل عن ١٠ سم × ١٠ سم أبعاد جانبية اسمية تمتد إلى كامل عرض الصخرة. توضع قطع حجب الخشب الصلب بشكل متماثل قدر الإمكان تحت الصخرة وينبغي أن تدعم ٤/٣ على الأقل من طول الصخرة.

إذا كان الجانب المسطح من الصخرة مستدير أو مستدير جزئيًا، بحيث يمكن أن تتدحرج الصخرة، توضع في سرير مصنوع من الأخشاب الصلبة مثبتة على سطح السيارة بحيث تستند الصخرة على كل من السطح والأخشاب، مع وجود ثلاث نقاط اتصال منفصلة بشكل جيد على الأقل تمنع ميلها إلى التدحرج في أي اتجاه.

إذا كانت الصخرة مدببة، يجب أن يشير الطرف الأضيق إلى مقدمة السيارة.

يجب أن تكون عمليات الربط المستخدمة لتأمين الصخور الكبيرة سلسلة. يجب أن تكون عمليات الربط غير المباشرة التي تكون على اتصال مباشر بالصخرة، حيثما أمكن، موجودة في الوديان أو الشقوق عبر الجزء العلوي من الصخرة، أو يجب ترتيبها لمنع الانزلاق عبر سطح الصخرة.

يمكن استخدام الترتيبات الثلاثة الآتية، اعتمادًا على شكل الصخرة:

س-١٢-١ تثبيت جُلمود مكعب الشكل

وبالإضافة إلى المتطلبات المذكورة ٦-١ بشكل عام أعلاه، تستوفى القواعد الآتية:

- يتم تأمين كل صخرة بشكل فردي مع وضع ربطتين متسلسلتين على الأقل عبر السيارة.
- يجب أن يكون الحد الإجمالي لحمل العمل لربطة التثبيت نصف وزن الصخرة على الأقل.
- توضع ربطات التثبيت بأقرب ما يمكن على حاجز الخشب المستخدم لدعم الصخرة.

س-١٢-٢ تثبيت صخرة غير مكعبة الشكل - ذات قاعدة مستقرة

بالإضافة إلى الاشتراطات العامة المتعلقة بنقل جَلامِد الكبيرة، تستوفى القواعد الآتية:

- تؤمن الصخرة بصورة فردية مع وجود ربطين متسلسلين على الأقل يشكلان نمطاً «X» فوق الصخرة.
- يجب أن يكون الحد الإجمالي لحمل العمل لربطة التثبيت نصف وزن الصخرة على الأقل.
- يجب أن يكون الحد الإجمالي لحمل العمل لربطة التثبيت نصف وزن الصخرة على الأقل.

س-١٢-٣ تثبيت صخرة غير مكعبة الشكل - ذات قاعدة غير المستقرة.

بالإضافة إلى المتطلبات العامة المتعلقة بنقل الصخور الكبيرة، تؤمن كل صخرة بمزيج من ربطات التثبيت المتسلسلة على النحو التالي:

- تحيط إحدى السلاسل بأعلى الصخرة (عند نقطة تتراوح بين ٢/١ و٣/٢ من ارتفاعها). يجب أن يكون الحد الأقصى لحمل العمل في السلسلة نصف وزن الصخرة على الأقل.
- يجب ربط أربع سلاسل بالسلسلة المحيطة والمركبة لتشكيل آلية حجب تمنع أي حركة أفقية. يجب أن يكون لكل سلسلة حد لحمل العمل لا يقل عن ٤/١ وزن الصخرة. حيثما كان ذلك ممكنًا عمليًا، يجب ألا تتجاوز زاوية السلسلة ٤٥ درجة أفقيًا (FMCSA، 2012).

الملحق ع- مسرد المصطلحات

إدارة سلامة البنية التحتية للطرق – انظر: (إدارة سلامة الطرق).

إدارة سلامة الطرق (أو إدارة سلامة البنية التحتية للطرق) – إجمالي الإجراءات الداعمة لسلطات إدارة البنية التحتية للطرق؛ لمنع وقوع حوادث الطرق مستقبلًا و/أو الحد من عواقبها.

الانحدار إلى المتوسط - مفهوم في الإحصاءات يشير إلى حقيقة أنه إذا كانت عينة من متغير عشوائي متطرفة، فمن المحتمل أن تكون العينة التالية من المتغير العشوائي نفسه أقرب إلى متوسط، أي أقل تطرفًا.

البضائع الموحدة - عدد من سلع البضائع مجمعة، مع السلامة الإنشائية الكافية بحيث يمكن مناولتها ونقلها وتأمينها كسلعة واحدة.

بؤرة الحوادث - انظر "المواقع الخطِرة."

تجنب المخاطر - ظاهرة قابلة للتمييز تجريبيًا بحيث يُنظر إلى بعض الحوادث على أنها أسوأ بكثير مما تشير إليه المخاطر المتأصلة.

تحديد أولويات - مراجعة للمشاريع المحتملة أو بدائل المشاريع للإنشاء وتطوير قائمة مرتبة من المشاريع المُوصى بها وفقًا لنتائج عمليات الترتيب والتحسين.

تحليل المخاطر - استخدام منهجي للمعلومات المتوفرة لتحديد المخاطر وتقديرها.(ISO IEC 151)

التدقيق المرحلي لسلامة الطرق – تطبيق تدقيق سلامة الطرق على مشروع تصميم الطريق كليًا أو جزئيًا في أي وقت في أثناء مرحلتَيْ: التصميم والإنشاء. ليس التدقيق المرحلي لسلامة الطرق إلزاميًا أو بديلًا عن عمليات تدقيق سلامة الطرق الرسمية في نهاية كل مرحلة من مراحل التصميم والإنشاء.

تدقيق سلامة الطرق - فحص رسمي لطريق موجود أو مستقبلي أو مشروع مرور يقوم به فريق مستقل ومؤهل بشكل مناسب؛ للإبلاغ عن احتمالية وقوع حوادث فيه وأداء السلامة وكيفية التحسين في جميع مراحل تطوير المشروع، مع وضع جميع مستخدمي الطريق في الاعتبار.

تصنيف - قائمة مرتبة بالمشاريع أو المشاريع البديلة التي تستند إلى عوامل محددة أو فوائد المشروع وتكاليفه.

تصور المخاطر - الطريقة التي ينظر بها صاحب المصلحة إلى المخاطر، استنادًا إلى مجموعة من القيم أو الشواغل.

تقاطع (Junction) – مكان يتلاقى عنده طريقان أو أكثر، إما على نفس المستوى (تقاطع) أو مستويات مختلفة (محول). لا يتضمن المصطلح التقاطعات منفصلة المستوى، والتي لا تسمح بحركات دوران المركبات.

تقدير المخاطر - إجراء يعتمد على تحليل المخاطر؛ لتحديد ما إذا كان قد توصِّل إلى المخاطر المقبولة أم لا.(ISO IEC 51)

تقرير التدقيق – التقرير الرسمي الذي يصدره فريق التدقيق، متضمنًا وصف أوجه القصور التي حددها الفريق، والحلول المقترحة لمعالجة هذه العيوب - يُعرف أيضًا باسم (تقرير تدقيق سلامة الطرق).

تقليل المخاطر - الإجراءات المُتخذة لتقليل الاحتمالية و/أو الآثار السلبية المرتبطة بالمخاطر.

تقييم المخاطر - عملية شاملة تتكون من تحليل المخاطر، وتقييم المخاطر.(ISO IEC 51)

حاجز بضائع سائبة – حاجز عمودي عبر مقدمة سطح السيارة لمنع تحرك البضائع للأمام.

حادث - مجموعة من الحوادث التي تؤدي إلى الوفاة، أو الإصابة، أو تلف الملكيات بسبب اصطدام مركبة واحدة على الأقل. وقد يتضمن الاصطدام مركبة أخرى، أو راكبي الدراجات، أو المشاة، أو جسم ما. هذا المصطلح -على النحو المستخدم في هذا المجلد- لا يشمل الحادث بين راكبي الدرجات والمشاة أو المركبات التي تسير على سكك حديدية.

حاوية متعددة الوسائط – حاوية قابلة لإعادة الاستخدام وقابلة للنقل ومصممة خصيصًا بأجهزة قفل متكاملة تثبتها بمقطورة هيكل الحاوية؛ لتسهيل الشحن الفعال والحجمي ونقل البضائع بين مختلف وسائل النقل، مثل: الطرق والسكك الحديدية والبحر والجو.

الحد الأقصى للحمولة - الحمولة القصوى التي يمكن تطبيقها على أحد مكونات نظام تقييد البضائع أثناء الخدمة العادية، وعادة ما يتم تعيينها من قبل الشركة المصنعة للمكون.

حزام ربط - مجموعة من أجهزة التثبيت التي تشكل مجموعة تربط الحمولة بالمركبة أو المقطورة أو تقيد الحمولة عليها، وتكون متصلة بنقطة (نقاط) التثبيت.

الحزمة - مجموعة مقالات مما تم توحيده للتأمين في مادة واحدة.

حشوة (تحشيرة / مَساند) - جميع المواد السائبة المستخدمة لدعم البضائع وحمايتها.

حصيرة الاحتكاك - جهاز يوضع بين سطح المركبة والحمولة، أو بين أشياء من البضائع، ويهدف إلى توفير احتكاك أكبر مما هو موجود بشكل طبيعي بين هذه الأسطح.

الحمل العامل الأقصى للركام - حساب يعتمد على تجميع حدود الحمل العامل أو السعة التقييدية لجميع الأجهزة المستخدمة لتأمين مادة ما على مركبة.

حُمولة – جميع الأشياء أو المواد التي تحملها المركبة، وتشمل الحُمولة المستخدمة في تشغيل المركبة.

الخطر - مصدر محتمل للضرر.

دالة أداء السلامة (SPF) - معادلة انحدار تقدر متوسط تكرار الحوادث لنوع موقع معين (بشروط أساسية محددة) كدالة في متوسط المرور السنوي اليومي (AADT) وغيرها من المعلمات (على سبيل المثال: طول المقطع -في حالة مقاطع الطرق.-

درع الكابينة – حاجز رأسي يوضع مباشرة خلف كابينة الجرار، لحماية الكابينة في حالة تحول الحمولة إلى الأمام.

ربط غير مباشر للأسفل – رابط لأسفل يهدف شده إلى زيادة الضغط على جسم أو كومة من الأجسام على سطح المركبة.

ربط مباشر للأسفل – ربط من أسفل يهدف إلى توفير مقاومة مباشرة للإزاحة المحتملة لشيء ما.

رعاية بعد الاصطدام - سلسلة الإجراءات التابعة لتصادم على الطريق وتهدف إلى تقليل شدة عواقب الإصابة.

سلعة (شحن) – وحدة شحن، بخلاف الشحنات السائلة أو الغازية، تشتمل على سلع مجمعة معًا بحيث يمكن مناولتها كوحدة واحدة أو تجميعها عن طريق التغليف أو التحزيم أو الربط أو جهاز (أجهزة) حماية الأطراف.

شدة الحادث - مستوى الإصابة أو تلف الملكيات بسبب الحادث. قد يُسبب الحادث عددًا من الإصابات التي تختلف شدتها بين العديد من مستخدمي الطرق، ويشير مصطلح شدة الحادث إلى أشد إصابة سببها الحادث.

طريقة تنبؤية - أي منهجية مستخدمة لتوقع، أو التنبؤ بتكرار الحوادث في: طريق قائم تحت ظروف قائمة في أثناء فترة زمنية ماضية أو مستقبلية، طريق قائم تحت ظروف بديلة في أثناء فترة زمنية ماضية أو مستقبلية، أو طريق جديد لظروف مُعطاة لفترة زمنية مستقبلية.

عضو فريق التدقيق – شخص مدرب ويملك مهارات وخبرة مناسبة، ومعتمد من قبل سلطة الطرق المعنية بالنيابة عن صاحب العمل كعضو في فريق التدقيق؛ لإعداد التقارير، وتسليمها لقائد فريق التدقيق.

صاحب العمل - المؤسسة المسؤولة عن المشروع، ويعد مالك الطريق. يعتمد صاحب العمل على نوع المشروع، مثال:

- للتطوير الخاص : المطور".
- للشوارع البلدية: البلديات (الأمانات)
- لمشاريع الطرق: سلطة الطرق المعنية (على سبيل المثال: الهيئة العامة للطرق، وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان، الهيئة السعودية للمدن الصناعية ومناطق التقنية، الهيئات الملكية)

فحص سلامة الطرق - تقييم رسمي في موقع طريق قائم يقوم به فريق مستقل ومؤهل؛ لتحديد السمات التي يمكن أن تؤثر سلبًا على سلامة مستخدمي الطريق واقتراح التحسينات المناسبة.

فريق التدقيق – فريق يتعاون بعضه مع بعض على جميع جوانب التدقيق، ومستقل عن فريق التصميم، ومعتمد للتدقيق من قبل سلطات الطريق المعنية بالنيابة عن صاحب العمل.

فريق التصميم - الفريق الذي كلفه صاحب العمل لتنفيذ مراحل التصميم المختلفة لتحضيرات المشروع.

قائد فريق التدقيق – شخص مدرب ويملك مهارات وخبرة مناسبة، ومعتمد من قبل جهة الطرق المعنية بالنيابة عن صاحب العمل كقائد لفريق التدقيق. يتحمل قائد فريق التدقيق كامل المسؤولية عن تنفيذ التدقيق، وإدارة فريق التدقيق، والتوقيع على التقرير.

لوح رأس– حاجز عمودي عبر مقدمة سطح مركبة؛ لمنع تحرك البضائع للأمام.

متوسط تكرار الحوادث المتوقع - تقدير متوسط تكرار الحوادث طويل الأمد لموقع أو مرفق أو شبكة طرق، في إطار مجموعة معينة من التصميم الهندسي (الجيومتري)، وأحجام المرور في فترة زمنية محددة (بالسنوات).

مخاطرة - الجمع بين احتمالية وقوع ضرر ودرجة خطورته.(ISO IEC 51)

مراقب فريق التدقيق – شخص مدرب ويملك مهارات وخبرة مناسبة، يرافق فريق التدقيق للمشاهدة واكتساب خبرة في إجراء التدقيق.

مرفق – ١. مجموعة متجاورة من التقاطعات الفردية، ومقاطع الطريق، مثل الطرق الريفية المفردة، والطرق متعددة المسارات، والطرق الشريانية الحضرية وفي الضواحي. ٢. (أو مرافق) أي جزء أو عنصر أو مادة أو قطعة من المعدات (بما في ذلك أي تفريعات عرضية و/أو ملحقات) تستخدمها المنافع العامة لنقل و/أو توزيع منتج منفعة (مثل: المياه، والصرف الصحي، والكهرباء، والغاز، والاتصالات السلكية واللاسلكية، وما إلى ذلك)، أو جزء منها قائم ويشكّل جزءًا من نظام المنافع. ويجب أن يشمل مصطلح "مرفق" أو "مرافق" على سبيل المثال لا الحصر، أي أعمدة وأسلاك وكابلات تثبيت ومراسي وكابلات مدفونة ومجاري أنبوبية وركائز وخطوط أنابيب وصنابير وصناديق صمامات وغرف تفتيش وأغلفة وعدادات قياس التدفق وتركيبات ذات صلة وجميع ما سبق. ٣. جميع أو جزء من المباني أو المنشآت أو المركبات أو المعدات أو الطرق أو ممرات المشاة أو مواقف السيارات أو غيرها من الممتلكات العقارية أو الشخصية أو المصالح المتعلقة بهذه الممتلكات أو أي جزء منها.

مستخدمو الطرق المعرضون للخطر– مستخدمو الطريق الذين من المرجح أن يتعرضوا لإصابات خطيرة في حادث، بمن في ذلك: (المشاة، وراكبو الدراجات، وراكبو الدراجات النارية، ومستخدمو الكراسي المتحركة).

معامل تعديل الحوادث (CMF) - معامل ضرب، يُعرف أنه النسبة بين معدل تكرار الحوادث المتوقعة مع التحسين ومعدل تكرار الحوادث المتوقعة بدون التحسين، والمستخدم لحساب عدد الحوادث المتوقع بعد تنفيذ إجراء مضاد معين في موقع محدد.

معدل تكرار الحوادث - عدد الحوادث التي وقعت في موقع، أو مرفق، أو شبكة طرق معينة خلال فترة زمنية تبلغ عامًا واحدًا. يُحتسب معدل تكرار الحوادث وفقًا للمعادلة التالية: معدل تكرار الحوادث = عدد الحوادث/ الفترة بالسنوات.

المواقع الخطِرة (أو بؤر الحوادث أو المواقع عالية المخاطر) - موقع تقع فيه الحوادث بشكلٍ متكرر، مشيرًا إلى وجود عوامل شائعة مشتركة غير الحوادث التي تقع بمحض المصادفة.

المواقع عالية المخاطر - انظر "المواقع الخطِرة."

موجز التدقيق – التعليمات المُعطاة إلى فريق التدقيق، وتحدد نطاق الطريق وتفاصليه، أو مشروع التطوير الخاضع للتدقيق، متضمنةً معلومات كافية لإجراء التدقيق.

مؤشر (مؤشرات) أداء السلامة - أي تدبير (تدابير) يرتبط بشكل سببي بالحوادث أو الإصابات، ويستخدم، بالإضافة إلى عدد الحوادث أو الإصابات؛ للإشارة إلى أداء السلامة، أو لفهم العملية التي تؤدي إلى وقوع حوادث.

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 لوزارة النقل والخدمات اللوجستية أو بجواره.

نقطة مرساة – جزء من هيكل إنشائي أو تجهيزات أو ملحقات على مركبة يكون ربطها بالأسفل.

نموذج ملاحظات التدقيق – التقرير الرسمي الذي يتضمن الرد على نتائج تقرير التدقيق، بواسطة فريق التصميم ومدير المشروع – ويعرف أيضًا باسم) نموذج ملاحظات تدقيق سلامة الطرق ((RSA) أو (تقرير الاستجابة للتدقيق).

وتد - جزء مُركب في وضع قريب من الوضع الرأسي على إطار (frame) مركبة، أو كجزء من دعامة؛ لتثبيت البضائع التي توضع مواجهة لها.

الملحق ف- الاختصارات والرموز

AADT	متوسط المرور السنوي اليومي
AASHTO	الاتحاد الأمريكي لمسؤولي الطرق والنقل الحكوميين
ADT	متوسط حركة المرور اليومية
BCR	معدل التكاليف والمزايا
C-D	طريق تجميع توزيع
CAMs	علامات المحاذاة الشريطية (الشيفرون)
CMF	معامل تخفيف التصادمات (للدالة)
CV	معامل الاختلاف
DP	البرمجة الديناميكية
EB	طرق بايز التجريبية
EMS	الخدمات الطبية الطارئة
EPDO	الضرر المعادل للممتلكات فقط
ETSC	المجلس الأوروبي لسلامة النقل
FDE	عناصر البيانات الأساسية
FI	قاتل/إصابة
FSI	إصابة قاتلة وخطيرة (الحوادث)
GCC	مجلس التعاون الخليجي
GIS	نظام المعلومات الجغرافية
GPS	نظام تحديد المواقع العالمي
HCIS	اللجنة العليا للأمن الصناعي
HGV	مركبات نقل ثقيل
HSM	دليل السلامة في الطرق
IP	البرمجة بالأعداد الصحيحة
KSA	المملكة العربية السعودية
LP	البرمجة الخطية

LRS	نظام المرجعية الخطية
MEV	مليون مركبة داخلة
MIRE	نموذج تخزين عناصر الطريق
MMUCC	نموذج الحد الأدنى من معايير الحوادث الموحدة
MODON	الهيئة السعودية للمدن الصناعية ومناطق التقنية
MoI	وزارة الداخلية
MoMRAH	وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان.
MoT	وزارة النقل (أُعيدت تسميتها إلى وزارة النقل والخدمات اللوجستية)
MoTLS	وزارة النقل والخدمات اللوجستية
NCHRP	البرنامج الوطني لبحوث الطرق التعاونية
NHTSA	الإدارة الوطنية للسلامة على الطرق السريعة (الولايات المتحدة)
NPV	صافي القيمة الحالية
NRSC	المركز الوطني للسلامة على الطرق (التابع لوزارة النقل واللوجستيات)
PDO	أضرار للممتلكات فقط
PI	إمكانات التحسين
PPE	معدات الحماية الشخصية
PRT	وقت الإدراك- رد الفعل
PTW	تعمل بعجلتين
PwD(s)	الأشخاص ذوو الإعاقة
ReSI	مؤشر الشدة النسبية
RGA	الهيئة العامة للطرق
RSA	تدقيق سلامة الطرق
RSI	فحص سلامة الطرق
RSP	متخصص في سلامة الطرق
RSP1	متخصص في سلامة الطرق - المستوى ١
RSP2(I)	متخصص في سلامة الطرق - المستوى ٢ (البنية التحتية)

RTM	الانحدار إلى المتوسط
SBC	كود البناء السعودي
SHC	كود الطرق السعودي
SPF(s)	دالة (دوال) أداء السلامة
SPI(s)	مؤشر (مؤشرات) أداء السلامة
TCD	جهاز التحكم في حركة المرور
TEV	إجمالي المركبات الداخلة
TLTW	طريق ذو مسارين (الطرق السريعة)
ToR	الشروط المرجعية
UK	المملكة المتحدة
UN	الأمم المتحدة

الملحق ص - الوحدات

ق- وحدات النظام الدولي		الوحدات البريطانية	
الطول			
nm	نانومتر		
µm	ميكرومتر		
mm	ملليمتر	in	بوصة
cm	سنتيمتر	ft	قدم
m	متر	yd	ياردة
km	كيلو متر	mi	ميل
المساحة			
mm^2	مليمتر مربع (ملم٢)	in^2in^2	بوصة مربعة
cm^2	سنتيمتر مربع	ft^2ft^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 مكعب
l	لتر		
ML	ملليمتر		
الوزن			
mg	ملليجرام		
gr	جرام		
kg	كيلو جرام	lb	رطل
t	طن		
القوة			
N	نيوتن	lbf	قوة الرطل
kN	كيلو نيوتن	kip	كيلو رطل

الضغط			
Pa	باسكال	psi	رطل لكل بوصة مربعة
KPa	كيلو باسكال	pcf	رطل لكل قدم مكعب
MPa	ميجا باسكال	ksi	
GPa	جيجا باسكال		
hPa	هيكتو باسكال		
kg/m^2	كيلو جرام لكل متر مربع		
kg/cm^2	كيلو جرام لكل سانتي متر مربع		
N/mm^2	نيوتن لكل ميلمتر مربع		
kN/m^2	كيلو نيوتن لكل متر مربع		
الوقت			
µs	ميكرو ثانية		
ms	ميلي ثانية		
s	ثانية		
min	دقيقة		
h	ساعة		
d	يوم		
week	أسابيع		
month	شهر		
yr	سنة		
درجة الحرارة			
C°	درجة مئوية	F°	درجة فهرنهايت
الزوايا			
°	درجة		
g	جراد		
التوصيل الحراري			

W/m•K	واط لكل متر كلفن	BTU/h·ft·°F	وحدة حرارية بريطانية لكل ساعة-قدم-فهرنهايت
السعة الحرارية			
J/kg·K	جول لكل كيلو جرام كلفن	BTU/lb·°F	وحدة حرارية بريطانية لكل ساعة رطل - فهرنهايت
غير ذلك			
km/h	كيلومترات لكل ساعة	mph (mi/h)	ميل في الساعة
m/s	متر في الثانية		
m/s^2	متر في الثانية المربعة		
m^3/s	متر مكعب في الثانية		
cm/min	سنتيمتر في الدقيقة		
mm^2/s	مليمتر مربع لكل ثانية		
Hz	هرتز		
kHz	كيلو هرتز		
MHz	ميجا هرتز		
GHz	جيجا هرتز		
dB	ديسيبل		
kJ	كيلوجول		
J	جول		
V	فولت		
kVA	كيلو فولت امبير		
W	واط		
C	كولوم		
Ω	أوم		
mΩ	ميلي أوم		
Ω·m	أوم . متر		
h/º	درجة لكل ساعة		

lm	لومن		
lm/W	لومن لكل واط		
lx	لوكس		
fc	كانديلا قدم		
lx/fc	لوكس لكل كانديلا قدم		
cd	كانديلا		
cd/m^2	كانديلا لكل متر مربع		
$mcd/m^2/lx$	مللي كانديلا لكل متر مربع لكل لكس		
nit	نيت (كانديلا لكل متر مربع)		
l/m^2	لتر لكل متر مربع		
kg/m^2	كيلو جرام لكل متر مربع		
gr/m^2	جرام لكل متر مربع		
t·km	طن. كيلو متر		
mPa·s	ملي باسكال ثانية		
Pa·s	باسكال ثانية		
cPs	سنتي بواز		
cST	سنتي ستوك		
Kg/ha	كيلوجرام لكل هكتار		
KPa/m	كيلوباسكال في المتر		
mg/l	ملليجرام/ لتر		
$\mu g/m^3$	مايكرو قرام لكل متر مكعب		
kg/m^3	كيلو جرام لكل متر مكعب	pci	رطل لكل بوصة مكعبة
		pcf	رطل لكل قدم مكعب
t/m^3	طن لكل متر مكعب		
kN/m	كيلو نيوتن لكل متر		

kg·cm	كيلو جرام - سم		
l/min	لتر في الدقيقة		
MPa/m	ميجا باسكال/ متر		
Pa·s	باسكال ثانية		
kN-m/m^3	كيلو نيوتن متر لكل متر مكعب	ft-lbf/ft^3	قدم- رطل لكل قدم مكعب
m/km	متر /كيلومتر	ft/mi	قدم لكل ميل
		in/mi	بوصة لكل ميل
mm/km	ميلليمتر/ كيلومتر		
mm/m	ميلليمتر/ متر		
rad/s	راديان في الثانية		
kg/cm^2	كيلو جرام لكل سنتيمتر مربع		
mm/h	ميلمتر لكل ساعة		
m/min	متر لكل دقيقة		
rad/s	راديان لكل ثانية		
με	ميكروسترين		
		in/in/ºF	بوصة لكل بوصة لكل درجة فهرنهايت
ps/(nm.km)	بيكو ثانية لكل تغير في الطول الموجي نانومتر ومسافة انتشار بالكيلومتر		
kN/m^3	كيلو نيوتن لكل متر مكعب		

غير ذلك	
pass/trip	عدد الركاب لكل رحلة
PC	سيارة ركاب
pc/hr	سيارات ركاب في الساعة
pc/h/ln	مركبات ركاب في الساعة لكل مسار
pc/km	مركبة ركاب لكل كيلومتر
pc/km/ln	مركبات ركاب لكل كيلومتر لكل مسار

pc/pm/pl	مركبات الركاب في الميل لكل مسار
pcu/h	سيارات ركاب في الساعة
ped	المشاة
s/veh	الثواني لكل مركبة
veh	المركبة
veh/d	مركبة لكل يوم
veh/km	مركبة لكل كيلومتر
veh/km/ln	مركبة لكل كيلومتر لكل مسار
veh/h	مركبة لكل ساعة
veh/h/ln	مركبة في الساعة لكل مسار
veh/ln/cycle	مركبة في المسار لكل دورة
veh- km	مركبة كيلو متر
vpmpl	مركبة في الساعة لكل مسار
rpm	دورة في الدقيقة
ppm	أجزاء في المليون
pphm	جزء لكل مائة مليون
dpi	نقطة لكل بوصة
SAR	ريال سعودي
SAR/veh-km	ريال سعودي لكل مركبة - كيلومتر
SAR/VKT	ريال سعودي لكل مركبة لكل كيلومتر تقطعها
SAR/h	ريال سعودي في الساعة
mmhos/cm	ملليموزلكل سم



كـــود الطـرق السعودي

٢٠٢٣
الإصدار الأول

هندسة المرور وسلامة الطرق
كود الطرق السعودي ٦٠٣ - سلامة الطرق