كـود الطرق السعودي
SAUDI HIGHWAY CODE

الهيئة العامة للطرق
Roads General Authority

كـود الطـرق السعودي

٢٠٢٤
الإصدار الأول

تصميم الطرق والجسور والأنفاق
كود الطرق السعودي ٣٠٤ - تصميم مرافق الطرق ومنافعها
تصميم أنظمة السلامة الخاملة

رؤية VISION 2030
المملكة العربية السعودية
KINGDOM OF SAUDI ARABIA

كـــود الطـرق السعـودي

SAUDI HIGHWAY CODE

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

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

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

الهيئة العامة للطرق
Roads General Authority

وزارة النقل والخدمات اللوجستية
Ministry of Transport and Logistic Services

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

SASO
المواصفات السعودية
Saudi Standards

وزارة البيئة والمياه والزراعة
Ministry of Environment Water & Agriculture

EXPRO
هيئة كفاءة الإنفاق والمشروعات الحكومية
Expenditure & Projects Efficiency Authority

المملكة العربية السعودية
KINGDOM OF SAUDI ARABIA

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

NTSC
المركز الوطني لسلامة النقل
National Transport 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 ٣٠٤)

أ.د. سعد بن عبدالرحمن القاضي **رئيس**	أ.د. علي بن سعيد الغامدي **عضو**	م. تركي بن عبدالله العمودي **عضو**

فريق تدقيق الترجمة الفني

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

فريق تدقيق الترجمة اللغوي

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

جدول المحتويات

جدول المحتويات ..... أ
قائمة الأشكال ..... و
قائمة الجداول ..... ح
١- مقدمة: ١
١-١ ملخص الأبواب: ١
١-٢ النطاق: ٢
١-٣ المواصفات المرجعية والأكواد: ٢
٢- إطار عمل أنظمة تقييد المركبات: ٥
٢-١عام: ٥
٢-٢دليل تقييم معدات السلامة الأمريكي (MASH): ٥
٢-٣المواصفة الأوروبية (EN 1317): ٥
٢-٤جوانب قبول نظام تقييد المركبات: ٦
٣- أنواع أنظمة تقييد المركبات: ٧
٣-١عام: ٧
٣-٢ تنظيم المنطقة المحيطة: ٨
٣-٣المنشآت الإضافية: ٨
٤- المواصفات الأساسية: ٩
٤-١عام: ٩
٤-٢المواقع الخطرة: ٩
٤-٣تصنيف المخاطر: ١٠
٤-٣-١فئة المخاطر رقم (١): ١٠
٤-٣-٢فئة المخاطر رقم (٢): ١٠
٤-٣-٣فئة المخاطر رقم (٣): ١٠
٤-٣-٤فئة المخاطر رقم (٤): ١٠
٤-٣-٥ملاحظات عامة: ١١
٤-٤المسافة الحرجة: ١١
٤-٥المسافة الحاسمة: ١٤
٤-٦ملاحظات إضافية: ١٥
٥- فئات الأداء: ١٦
٥-١عام: ١٦
٥-٢مستوى الاحتواء: ١٦
٥-٢-١الامتثال لدليل تقييم معدات السلامة (MASH) مقارنةً بالمواصفة الأوروبية رقم (EN 1317): ١٨

٥-٣شدة الاصطدام: ٢١
٥-٤التشوه: ٢٢
٥-٤-١الانحراف الديناميكي: ٢٢
٥-٤-٢العرض العامل: ٢٢
٥-٤-٣اختراق المركبة: ٢٤
٥-٤-٤ملاحظات إضافية: ٢٥
٥-٥حالات استثنائية: ٢٥
٥-٦متطلبات فئات الأداء لكل نوع من أنواع أنظمة تقييد المركبات: ٢٦
٦- عملية اختيار حواجز السلامة ومواصفاتها: ٢٧
٦-١عام: ٢٧
٦-٢مناطق خط حافة الطريق: ٢٧
٦-٢-١مستوى الاحتواء: ٢٧
٦-٢-٢شدة الاصطدام: ٢٧
٦-٢-٣العرض العامل واختراق المركبة: ٢٧
٦-٣مناطق الجسور والجدران الاستنادية: ٢٨
٦-٣-١عام: ٢٨
٦-٣-٢مستوى الاحتواء: ٣٠
٦-٣-٣شدة الاصطدام: ٣٠
٦-٣-٤العرض العامل واختراق المركبة: ٣١
٦-٣-٥حالات عدم التوافق: ٣١
٦-٤الجزر الفاصلة الوسطية والجانبية: ٣٢
٦-٤-١عام: ٣٢
٦-٤-٢مستويات الاحتواء: ٣٤
٦-٤-٣شدة الاصطدام: ٣٥
٦-٤-٤العرض العامل واختراق المركبة: ٣٥
٦-٥مناطق النفق: ٣٨
٦-٦ المخطط الانسيابي لعملية الاختيار: ٣٩
٧- أطوال التنفيذ: ٤١
٧-١ مناطق خط حافة الطريق: ٤١
٧-٢ مناطق الجسور والجدران الاستنادية: ٤٥
٨- مناطق انقطاع الحواجز: ٤٩
٩- النهايات الطرفية للحواجز: ٥١
١٠-وسائد تخفيف الصدمات: ٥٣
١١-الوصلات الانتقالية: ٥٥

١٢-حواجز السلامة المحمولة: ٥٦
١٢-١عام: ٥٦
١٢-٢مستوى الاحتواء: ٥٦
١٢-٣العرض العامل: ٥٧
١٢-٤الحماية الخاملة: ٥٨
١٣- حماية راكبي الدراجات النارية: ٥٩
١٤- تفاصيل التركيب: ٦٠
١٤-١ عام: ٦٠
١٤-٢ الكتف المستوي غير المُعبّد: ٦٠
١٤-٣ الكتف المائل غير المُعبّد: ٦١
١٤-٣-١ أجهزة الحماية الحديدية المُثبّتة: ٦١
١٤-٣-٢أجهزة الحماية الحديدية المؤقتة، وأجهزة الحماية المصنوعة من الخرسانة مُسبقة الصب: ٦٣
١٤-٣-٣أجهزة الحماية الخرسانية المُصنّعة في الموقع: ٦٤
١٤-٤الكتف غير المُعبّد وغير الملائم: ٦٦
١٤-٥المنشآت ذات ارتفاعات حافات (بردورات) رصيف لا تزيد عن (٠,١٠ م): ٦٧
١٤-٦المنشآت ذات ارتفاعات حافة (بردورة) رصيف أكبر من (٠,١٠ م): ٦٧
١٤-٧درجات السماحية: ٦٩
١٥-الحواجز الخرسانية المُصنّعة في الموقع: ٧٠
١٥-١ المتطلبات الخاصة: ٧٠
١٥-٢إجراءات التنفيذ: ٧٢
١٥-٢-١المواد: ٧٢
١٥-٢-٢التركيب: ٧٢
١٥-٢-٣التحكم: ٧٣
١٥-٣متطلبات الاعتماد ومراقبة الجودة: ٧٣
١٦-التركيب والتجميع والتحكم الداخلي: ٧٥
١٦-١التحكم في التركيب الداخلي: ٧٥
١٦-٢التحكم بالفحص: ٧٥
١٦-٣ضوابط إضافية: ٧٥
١٦-٤التحكم بالتحكيم: ٧٦
١٧- المعايير الفنية وضمان الجودة: ٧٧
١٧-١حواجز السلامة: ٧٨
١٧-٢النهايات الطرفية: ٨٠
١٧-٣الوصلات الانتقالية: ٨٠

١٧-٤وسائد تخفيف الصدمات: ٨١
١٨-ركائز وأعمدة السلامة الخاملة: ٨٣
١٨-١المواصفات: ٨٣
١٨-١-١دليل تقييم معدات السلامة الأمريكي (MASH): ٨٣
١٨-١-٢المواصفة (EN 12767): ٨٣
١٨-٢شروط الاختبار وفئات الأداء: ٨٣
١٨-٢-١اختبار ركائز وأعمدة السلامة الخاملة وأنواعها: ٨٣
١٨-٢-٢فئات الأداء: ٨٤
١٨-٢-٣شروط اختبار المواصفات والأداء: ٨٧
١٨-٣معايير الاختيار النوع: ٨٧
١٨-٣-١هياكل دعم بدون امتصاص للطاقة: ٨٧
١٨-٣-٢هياكل دعم منخفضة الطاقة: ٨٨
١٨-٣-٣ركائز عالية الامتصاص للطاقة : ٨٨
١٨-٣-٤توصيات فئة الأداء: ٨٩
١٩-حلول خاصة عند تقاطعات الطرق: ٩٠
١٩-١أحكام عامة: ٩٠
١٩-٢اختبارات التصادم: ٩٠
١٩-٢-١أحكام عامة: ٩٠
١٩-٢-٢معايير اختبار التصادم: ٩١
١٩-٢-٣مجموعة من نتائج اختبار الاصطدام: ٩٣
١٩-٢-٤محتويات التقرير الفني للاصطدام: ٩٥
١٩-٢-٥معايير تقييم اختبار التصادم: ٩٦
١٩-٢-٦مستند متطلبات المنتجات: ٩٦
١٩-٢-٧مراقبة الإنتاج: ٩٦
المراجع: ٩٧
الملحق أ - التركيب والتجميع والتحكم الداخلي: ٩٩
أ-١ حواجز السلامة: ٩٩
أ-٢ حواجز سلامة خرسانية مسبقة الصب: ١٠١
أ-٣ حواجز السلامة الخرسانية في الموقع: ١٠٣
أ-٤ وسائد تخفيف الصدمات: ١٠٥
أ-٥ الوصلات الانتقالية: ١٠٧
أ-٦ النهايات الطرفية: ١٠٩
أ-٧ التحكم في خطافات التوصيل: ١١١
أ-٨ نموذج درجات السماحية في تركيب الحاجز الخرساني المُصنع في الموقع: ١١٣

الملحق ب- مسرد المصطلحات:..... ١١٤
الملحق ج- الاختصارات والرموز:..... ١١٦
الملحق د – الوحدات: ١١٧

قائمة الأشكال

الشكل (٤–١) المسافات الحرجة للطرق بسرعة معلنة: (Vposted) تزيد عن ١٠٠ كم/س، بالإضافة إلى الطرق السريعة النموذجية، أو الطرق السريعة ذات الخصائص التشغيلية المنخفضة، أو الطرق المقسمة مع سرعة معلنة (Vposted) أقل من أو تساوي ١٠٠ كم/س (FGSV, 2009). ١٢

الشكل (٤–٢) المسافات الحرجة للطرق بسرعة معلنة: (Vposted) تتراوح بين ٨٠ كم/س و١٠٠ كم/س (FGSV, 2009). ١٢

الشكل (٤–٣) المسافات الحرجة للطرق بسرعة معلنة: (Vposted) تتراوح بين ٦٠ كم/س و٧٠ كم/س (FGSV, 2009)... ١٣

الشكل (٤–٤) تحديد المسافة الحاسمة (FGSV, 2009)..... ١٥

الشكل (٥–١) مخطط نظام تقييد المركبات طبقًا للعرض العامل وخط الحافة المُعبّدة (FGSV, 2009)..... ٢٣

الشكل (٥–٢) الانحراف الديناميكي (D) والعرض العامل (W) واختراق المركبات (VI) (BASt, 2020a). ٢٥

الشكل (٥–٣) متطلبات فئات الأداء لكل نوع من أنواع أنظمة تقييد حركة المركبات المختلفة (FGSV, 2009، نسخة معدلة).. ٢٦

الشكل (٦–١) متطلبات اختيار الحد الأدنى لمستوى الاحتواء لحواجز السلامة، في مناطق خط حافة الطريق (FGSV, 2009، نسخة معدلة). ٢٨

الشكل (٦–٢) العروض النموذجية للتشكيلات الجانبية على الجسور. ٣٠

الشكل (٦–٣) تركيب حواجز السلامة أحادية الجانب؛ للحماية من العوائق في مناطق الجزيرة الفاصلة الوسطية، أو الجانبية (FGSV, 2009)..... ٣٣

الشكل (٦–٤) متطلبات اختيار الحد الأدنى من مستوى احتواء حواجز السلامة في الجزر الفاصلة الوسطية أو الجانبية (FGSV, 2009 نسخة مُعدلة)..... ٣٥

الشكل (٦–٥) حواجز السلامة مزدوجة الجوانب المثبتة في منتصف الجزيرة الوسطية (FGSV, 2009)..... ٣٦

الشكل (٦–٦) حواجز السلامة مزدوجة الجوانب المثبتة مقابل الجزيرة الوسطية (FGSV, 2009). ٣٦

الشكل (٦–٧) حواجز السلامة أحادية الجانب المثبتة على خطوط حافة الطريق التي تعمل بشكل منفصل (FGSV, 2009). ... ٣٦

الشكل (٦–٨) حواجز السلامة أحادية الجانب المثبتة على خطوط حافة الطريق التي تعمل بشكل متصل (FGSV, 2009)..... ٣٧

الشكل (٦–٩) تشكيل حواجز السلامة في مخطط بوابة النفق (FGSV, 2009)..... ٣٨

الشكل (٦–١٠) طريقة اختيار فئات الأداء لحواجز السلامة (FGSV, 2009، نسخة معدلة). ٤٠

الشكل (٧–١) الحد الأدنى لأطوال حواجز السلامة على الطرق الريفية المفردة (FGSV, 2009)..... ٤٣

الشكل (٧–٢) الحد الأدنى لأطوال حواجز السلامة على الطرق المقسمة (FGSV, 2009). ٤٤

الشكل (٧–٣) وضع حواجز السلامة بزاوية مائلة قبل العائق على الطرق الريفية المفردة (FGSV, 2009). ٤٤

الشكل (٧–٤) وضع حواجز السلامة بزاوية مائلة قبل العائق على الطرق المقسمة (FGSV, 2009)..... ٤٤

الشكل (٧–٥) حواجز السلامة على مناطق الجسور (FGSV, 2009). ٤٦

الشكل (٧–٦) الاستخدام النموذجي لوسائد تخفيف الصدمات على جزر المرور الفاصلة على الجسور (FGSV, 2009)..... ٤٧

الشكل (٨–١) انقطاع حواجز سلامة عند ممرات الاقتراب (FGSV, 2009). ٤٩

الشكل (٨–٢) انقطاع حواجز السلامة مع الوضع المائل للنهايات الطرفية (FGSV, 2009). ٤٩

الشكل (٨–٣) انقطاع حواجز السلامة مع النهايات الطرفية الأمامية – الخلفية (FGSV, 2009). ٤٩

الشكل (٨–٤) انقطاع حواجز السلامة مع الوضع المائل للحواجز والمنطقة المُنحنية (FGSV, 2009)..... ٥٠

الشكل (٨–٥) انقطاع حواجز السلامة مع الوضع المائل للحواجز والمنطقة المُنحنية (FGSV, 2009)..... ٥٠

الشكل (٩–١) الجزر الفاصلة ذات حواجز السلامة والنهايات الطرفية الأمامية (FGSV, 2009). ٥٢

الشكل (٩–٢) الجزر الفاصلة الجانبية ذات حواجز السلامة والنهايات الطرفية الأمامية على منطقتي خط حافة الرصف (FGSV, 2009)..... ٥٢

الشكل (١٠–١) الجزر الفاصلة ذات حواجز السلامة ووسائد تخفيف الصدمات (FGSV, 2009). ٥٤
الشكل (١٢–١) منطقة تركيب حواجز السلامة المؤقتة (FGSV, ZTV, SA, 1997). ٥٦
الشكل (١٢–٢) التصميم والعرض الإنشائي لحواجز السلامة المؤقتة (FGSV, TL, 1997). ٥٨
الشكل (١٤–١) ارتفاع جهاز الحماية في أثناء اختبار الاصطدام (FGSV, 2017). ٦١
الشكل (١٤–٢) ارتفاع جهاز الحماية الفولاذي المثبت، للكتف غير المُعبّد المنحدر نزولًا (FGSV, 2017) (a ≤ 0.6m). ٦٢
الشكل (١٤–٣) ارتفاع جهاز الحماية الفولاذي المثبت، للكتف غير المُعبّد المنحدر نزولًا (FGSV, 2017) (a > 0.6m). ٦٢
الشكل (١٤–٤) ارتفاع جهاز الحماية الفولاذي المثبت، كتف مرتفع غير مُعبّد (FGSV, 2017). ٦٣
الشكل (١٤–٥) ارتفاع جهاز الحماية الفولاذي ثنائي الجوانب المثبت، كتف مرتفع غير مُعبّد (FGSV, 2017). ٦٣
الشكل (١٤–٦) إنشاء قاعدة الأساسات؛ لتركيب أجهزة الحماية الفولاذية المؤقتة وأجهزة الحماية المصنوعة من الخرسانة مُسبقة الصب (FGSV, 2017). ٦٤
الشكل (١٤–٧) ارتفاع تركيب أجهزة الحماية الفولاذية المؤقتة وأجهزة الحماية المصنوعة من الخرسانة مُسبقة الصب على الأسطح القائمة مع نسبة ارتفاع إضافي ≥ ٦٪ (المؤضح هو معدل التعلية الجانبية السالب للسطح) (FGSV, 2017). ٦٤
الشكل (١٤–٨) ارتفاع أجهزة الحماية الخرسانية المُصنّعة في الموقع، الكتف غير المُعبّد المنحدر نزولًا (a ≤ 0.6 م) (FGSV, 2017). ٦٥
الشكل (١٤–٩) ارتفاع أجهزة الحماية الخرسانية المُصنّعة في الموقع، الكتف غير المُعبّد المنحدر نزولًا (a > 0.6m) (FGSV, 2017). ٦٥
الشكل (١٤–١٠) ارتفاع أجهزة الحماية الخرسانية المُصنّعة في الموقع، كتف مرتفع غير مُعبّد (FGSV, 2017). ٦٦
الشكل (١٤–١١) ارتفاع جهاز الحماية على الميل الجانبي لجسم الطريق ذات عرض كتف غير مُعبّد وغير ملائم (ASTRA, 2013). ٦٦
الشكل (١٤–١٢) تركيب جهاز الحماية على الميل الجانبي ذي الميل: (١:٢٠ –١:٤٠) لجسم الطريق ذات عرض كتف غير مُعبّد وغير ملائم، (Traffikverket, 2015). ٦٧
الشكل (١٤–١٣) ارتفاع جهاز الحماية (hE) على المنشآت (FGSV, 2017). ٦٧
الشكل (١٤–١٤) ارتفاع أجهزة الحماية (hE) على ارتفاعات البردورة < ٠,١٠ م والمسافة العرضية ≥ ٠,٢٥ م (FGSV, 2017). ٦٨
الشكل (١٤–١٥) ارتفاع جهاز الحماية (hE) على ارتفاع البردورة الذي يزيد عن ٠,١٠ م والمسافة العرضية من ٠,٢٥ م إلى ١,٥٠ م (FGSV, 2017). ٦٨
الشكل (١٤–١٦) ارتفاع جهاز الحماية (hE) على ارتفاع البردورة الذي يزيد عن ٠,١٠ م والمسافة العرضية أكبر من ١,٥٠ م (FGSV, 2017). ٦٩
الشكل (١٥–١) مخطط متطلبات إعلان أداء حواجز الخرسانة المُصنّعة في الموقع (Bast, 2013). ٧١
الشكل (١٥–٢) نموذج إرشادي لفاصل تمدد وانكماش (فاصل زائف) (BASt, 2013). ٧٣
الشكل (١٥–٣) مخطط متطلبات الحفاظ على صلاحية التحقق (BASt, 2013). ٧٤
الشكل (١٨–١) فئات أداء هياكل السلامة الخاملة (EN 12767). ٨٧
الشكل (١٨–٢) هياكل الدعم غير الماصّة للطاقة (Willems, 2015). ٨٨
الشكل (١٨–٣) هياكل الدعم الماصّة منخفضة الطاقة (Willems, 2015). ٨٨
الشكل (١٨–٤) هياكل الدعم الماصّة عالية الطاقة (Willems, 2015). ٨٨
الشكل (١٩–١) نظرة عامة على متطلبات الحلول الخاصة عند تقاطعات الطرق (BASt, 2020b). ٩١
الشكل (١٩–٢) مسارات المركبات خلال اختبارات التصادم على الحلول الخاصة عند تقاطعات الطرق، (BASt, 2020b). ٩٢
الشكل (١٩–٣) منطقة الاسترجاع لوصف مسار المركبة (BASt, 2020b). ٩٤
الشكل (١٩–٤) مواقع الكاميرات وأجهزة تسجيل مقاطع الفيديو أثناء اختبارات الاصطدام (BASt, 2020b). ٩٥

قائمة الجداول

الجدول (١–١) مسميات وعناوين مواصفات (SASO)، التي تنطبق على كود الطرق السعودي (٣٠٤). ٢

الجدول (١–٢) مسميات وعناوين المواصفات الأخرى، التي تنطبق على كود الطرق السعودي (٣٠٤). ٣

الجدول (٣–١) الأنواع المختلفة لأنظمة تقييد المركبات. ٧

الجدول (٤–١) السرعة الحرجة لمنحدرات محولات الطرق (BASt, 2020a). ١٣

الجدول (٤–٢) مسافات المنطقة الخالية لامتثال نهج النظام الآمن (TRB, 2015,، نسخة معدلة). ١٤

الجدول (٥–١) اختبارات الاصطدام المرتبطة بنوع المركبة، وكتلتها، وزاوية وسرعة الاصطدام (SASO EN 1317). ١٦

الجدول (٥–٢) العلاقة المتبادلة بين اختبارات الاصطدام، ومستويات الاحتواء (SASO EN 1317). ١٧

الجدول (٥–٣) العلاقة المتبادلة بين المواصفة الأوروبية (EN 1317) ودليل تقييم معدات السلامة؛ حسب الطاقة في أثناء الاصطدام. ١٩

الجدول (٥–٤) امتثال المستوى (TL3) للمستوى (L1)؛ (TRB, 2012). ١٩

الجدول (٥–٥) امتثال المستوى (TL4) للمستوى (L2)؛ (TRB, 2012). ٢٠

الجدول (٥–٦) امتثال المستويين (TL5 وTL6) للمستوى (L3)؛ (TRB, 2012). ٢٠

الجدول (٥–٧) امتثال المستويين (TL5 وTL6) للمستوى (L4a)؛ (TRB, 2012). ٢٠

الجدول (٥–٨) امتثال المستويين (TL5 وTL6) للمستوى (L4b)؛ (TRB, 2012). ٢١

الجدول (٥–٩) فئات شدة الاصطدام، (طبقًا لمواصفة SASO EN 1317). ٢١

الجدول (٥–١٠) فئات العرض العامل، وقيمها (SASO EN 1317). ٢٣

الجدول (٥–١١) فئات اختراق المركبات، وقيمها (SASO EN 1317). ٢٤

الجدول (٦–١) مستويات الاحتواء المطلوبة لحواجز المركبات (FGSV, 2009). ٣١

الجدول (٧–١) الطول (LB) اللازم للحماية من الانزلاق والقيادة خلف حاجز السلامة (FGSV, 2009). ٤٣

الجدول (٧–٢) الحد الأدنى للأطوال (LAred) لحواجز السلامة المضمنة من أجل إنشاء نظام حواجز انتقالية (BASt, 2020a). ٤٥

الجدول (٩–١) متطلبات النهايات الطرفية الأمامية والخلفية لحواجز السلامة (FGSV, 2009). ٥١

الجدول (١٠–١) فئات أداء وسائد تخفيف الصدمات حسب السرعة المعلنة (FGSV, 2009). ٥٣

الجدول (١١–١) مستويات احتواء عمليات انتقال حواجز السلامة (FGSV, 2009). ٥٥

الجدول (١٢–١) مستوى الاحتواء والعرض العامل لحواجز السلامة المؤقتة (FGSV, ZTV, SA, 1997). ٥٧

الجدول (١٤–١) ارتفاع تركيب جهاز الحماية الحديدية المثبت للكتف غير المُعبّد المنحدر نزولًا (FGSV, 2017). ٦١

الجدول (١٧–١) المعايير الفنية لحواجز السلامة (BASt , 2019). ٧٨

الجدول (١٧–٢) المعايير الفنية لحواجز السلامة المرتبطة بسلامة الطرق (BASt , 2019). ٧٩

الجدول (١٧–٣) المعايير الفنية الإضافية لحواجز السلامة فيما يخص المنشآت (BASt , 2019). ٧٩

الجدول (١٧–٤) المعايير الفنية للنهايات الطرفية (BASt , 2019). ٨٠

الجدول (١٧–٥) المعايير الفنية للوصلات الانتقالية (BASt , 2019). ٨١

الجدول (١٧–٦) المعايير الفنية لوسائد تخفيف الصدمات (BASt , 2019). ٨١

الجدول (١٨–١) تصنيف امتصاص الطاقة كدالة في سرعة اصطدام المركبة (EN 12767). ٨٥

الجدول (١٨–٢) مستويات سلامة شاغل المركبة كدالة في قيم مؤشر شدة التسارع (ASI) والسرعة النظرية لاصطدام الرأس (THIV) (EN 12767). ٨٥

الجدول (١٨–٣) أنواع الردم (EN 12767). ٨٦

الجدول (١٨–٤) توصيات فئة الأداء لهياكل دعم السلامة الخاملة (المواصفة BS EN 12767). ٨٩

الجدول (١٩–١) القيم المميزة لشدة التصادم لاختبارات الحلول الخاصة عند تقاطعات الطرق – الاختبار ١ إلى ٣ (BASt, 2020b). ٩٦

الجدول (أ–١) نموذج التركيب والتجميع والتحكم الداخلي لحواجز السلامة (BASt, 2019; BASt, 2020a; FGSV, 2017، تُبنيت جميعًا). ٩٩

الجدول (أ–٢) نموذج التركيب والتجميع والتحكم الداخلي لحواجز السلامة الخرسانية مسبقة الصب (BASt, 2019; BASt, 2020a; FGSV, 2017، تُبنيت جميعًا). ١٠١

الجدول (أ–٣) نموذج التركيب والتجميع والتحكم الداخلي لحواجز السلامة الخرسانية المُصنّعة في الموقع (BASt, 2019; BASt, 2020a; FGSV, 2017، تُبنيت جميعًا). ١٠٣

الجدول (أ–٤) نموذج التركيب والتجميع والتحكم الداخلي لوسائد تخفيف الصدمات (BASt, 2019; BASt, 2020a; FGSV, 2017، تُبنيت جميعًا). ١٠٥

الجدول (أ–٥) نموذج التركيب والتجميع والتحكم الداخلي لمناطق الانتقال (BASt, 2019; BASt, 2020a; FGSV, 2017، تُبنيت جميعًا). ١٠٧

الجدول (أ–٦) نموذج التركيب والتجميع والتحكم الداخلي للنهايات الطرفية (BASt, 2019; BASt, 2020a; FGSV, 2017، تُبنيت جميعًا). ١٠٩

الجدول (أ–٧) نموذج التركيب والتجميع والتحكم الداخلي لمراقبة خطافات التوصيل (BASt, 2019; BASt, 2020a; FGSV, 2017، تُبنيت جميعًا). ١١١

الجدول (أ–٨) نموذج التركيب والتجميع والمراقبة الداخلية لخلوص الحواجز الخرسانية المُصنّعة في الموقع (BASt, 2019; BASt, 2020a; FGSV, 2017، تُبنيت جميعًا). ١١٣

١- مقدمة:

١-١ ملخص الأبواب:

ينقسم **مجلد كود الطرق السعودي ٣٠٤ (تصميم مرافق الطرق ومنافعها- تصميم أنظمة السلامة الخاملة)** إلى (١٩) بابًا. فيما يلي عرض موجز لهذه الأبواب:

الباب (١): مقدمة؛ يقدم هذا الباب نظرة عامة على الأبواب، ونطاق المجلد، وقائمة كاملة بالمواصفات المُشار إليها ضمن المجلد.

الباب (٢): إطار عمل نظام تقييد المركبات؛ يصف هذا الباب بإيجاز نهجي نظام تقييد المركبات الذي يسود -تحديدًا- دليل تقييم معدات السلامة الأمريكي (MASH) والمواصفة الأوروبية (EN 1317)، وتوضيح العلاقات المتبادلة فيما يتعلق بالمتطلبات الأساسية للأداء وجوانب التطبيق لدى الكيانات الأساسية في المملكة (الهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس والجودة، والهيئة العامة للطرق).

الباب (٣): أنواع نظام تقييد المركبات؛ يصف هذا الباب الأنواع المختلفة لأنظمة تقييد المركبات، ومناطق تنفيذها، وترتيبات المنطقة المحيطة، والمنشآت الإضافية التي يمكن تركيبها مع أنظمة تقييد المركبات.

الباب (٤): المواصفات الأساسية؛ يسرد هذا الباب مواصفات تركيب أنظمة تقييد المركبات؛ من حيث المواقع الخطرة، وتصنيف المخاطر والمسافات الحرجة مقابل الحاسمة.

الباب (٥): فئات الأداء؛ يوضح هذا الباب متطلبات أداء نظام تقييد المركبات لكل نوع، ويتناول خصائص الامتثال لدليل تقييم معدات السلامة الأمريكي (MASH) والمواصفة الأوروبية (EN 1317) بخصوص حواجز السلامة على جانب الطريق.

الباب (٦): عملية ومواصفات اختيار حواجز السلامة؛ يصف هذا الباب عملية تقييم المتطلبات فيما يتعلق بتركيب حواجز السلامة في مناطق؛ مثل: خطوط حافة الطريق، والجسور، والجدران الاستنادية، والجزر الفاصلة الوسطية والجانبية، والأنفاق.

الباب (٧): أطوال التنفيذ؛ يصف هذا الباب الأطوال المطلوبة لمناطق؛ مثل: خطوط حافات الطريق والجسور.

الباب (٨): مناطق الانقطاع؛ يصف هذا الباب تصميم مناطق الانقطاع في حواجز السلامة.

الباب (٩): النهايات الطرفية؛ يصف هذا الباب متطلبات النهايات الطرفية الأمامية والخلفية لحواجز السلامة.

الباب (١٠): وسائد تخفيف الصدمات – يسرد هذا الباب متطلبات وسائد تخفيف الصدمات.

الباب (١١): الوصلات الانتقالية؛ يوضح هذا الباب مواصفات اختيار الوصلات الانتقالية المناسبة بين مختلف أنواع أداء حواجز السلامة.

الباب (١٢): حواجز السلامة المحمولة؛ يوضح هذا الباب متطلبات تركيب حواجز السلامة المؤقتة.

الباب (١٣): حماية راكبي الدراجات النارية؛ يصف هذا الباب متطلبات حماية راكبي الدراجات النارية، من حيث: المنشآت الإضافية في أنظمة التقييد الحديدية، وتركيب حواجز السلامة مع الحماية الإضافية المعلنة.

الباب (١٤): تفاصيل التركيب؛ يصف هذا الباب تفاصيل تركيب حواجز السلامة، من حيث: ارتفاع التركيب والخلوص الأفقي/ الرأسي تحت مختلف الظروف الحرجة.

الباب (١٥): الحواجز الخرسانية المُصنّعة في الموقع؛ يصف هذا الباب إجراءات ومتطلبات الإنشاء للاعتماد ومراقبة الجودة لتركيب الحواجز الخرسانية في الموقع.

الباب (١٦): التركيب والتجميع والتحكم الداخلي؛ يصف هذا الباب الجوانب المتعلقة بالتركيب والتجميع والتحكم الداخلي في أنظمة تقييد حركة المركبات.

الباب (١٧): المواصفات الفنية وضمان الجودة؛ يصف هذا الباب المتطلبات المرتبطة بالخصائص النوعية لمختلف أنواع أنظمة تقييد المركبات؛ من حيث: معالجة مستويات السلامة المرغوبة، وتوافرها بشكل متزامن، وجودة المواد وأدائها، ودعم المصنع، وقدرات الإصلاح والاستبدال.

الباب (١٨): أعمدة وركائز السلامة الخاملة؛ يصف هذا الباب ظروف الاختبار وفئات الأداء ومواصفات اختيار النوع لأعمدة وركائز السلامة الخاملة.

الباب (١٩): الحلول الخاصة في مناطق تقاطع الطرق؛ يوضح هذا الباب الشروط والمتطلبات الفنية لتحسين أداء حواجز السلامة، وبالتالي سلامة الطرق في تلك الأقسام المنحنية.

١-٢ النطاق:

يجب على المصممين، والمقاولين، والهيئات المشاركة؛ في اختيار أنظمة تقييد المركبات، وتركيبها، وصيانتها، استخدام هذا المجلد على أنه دليل، وتشكل المواصفات المرتبطة بعملية اختيار أنظمة تقييد المركبات -بوجه عام- مبادئ إرشادية مُلزمة؛ وعلى الرغم من ذلك، يُسمح باستثناءات في حالات معينة؛ إذا كانت مدعومة بشكل صحيح. وعلى الجانب الآخر، فإن النواحي المرتبطة بتركيب أنظمة تقييد المركبات وصيانتها والتحكم فيها ومواصفاتها الفنية وضمان جودتها فضلًا عن الحواجز الخرسانية المُصنّعة في الموقع هي المواصفات؛ مما يعني إلزامية تنفيذها واستخدامها.

١-٣ المواصفات المرجعية والأكواد:

يجب أن تكون مواصفات وأكواد جميع المواد والإجراءات على النحو المحدد في هذه المواصفات العامة، في وثائق العقد، إن وجدت، وفيما يلي، في آخر إصدار لها:

- مواصفات الهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس والجودة ((SASO) ولوائحها الفنية.
- مواصفات المعهد البريطاني للمواصفات (BSI).
- المواصفات الأوروبية (CEN).
- المعايير الأوروبية (EN).

الجدول (١-١) يعرض مواصفات (SASO) ولوائحها الفنية المتعلقة بتصميم أنظمة السلامة الخاملة، التي يجب مراعاتها في هذا المجلد، بما في ذلك المسميات والعناوين.

الجدول (١-٢) يعرض جميع المواصفات الأخرى التي روعيت في هذا المجلد.

الجدول (١–١) مسميات وعناوين مواصفات (SASO)، التي تنطبق على كود الطرق السعودي (٣٠٤).

المسمى بالإنجليزية	ترجمة المسمى إلى العربية	SASO
Road Restraint Systems, Terminology and General Criteria for Test Methods.	نظم تقييد الطرق والمصطلحات والمعايير العامة لطرق الاختبار.	EN 1317-1
Road Restraint Systems – Part 2: Performance Classes, Impact Test Acceptance Criteria and Test Methods for Safety Barriers including Vehicle Parapets.	أنظمة تقييد الطرق – الجزء ٢: فئات الأداء ومعايير قبول اختبار الاصطدام وطرق الاختبار لحواجز السلامة بما في ذلك جدران حماية المركبات.	EN 1317-2
Road Restraint Systems – Part 3: Performance Classes, Impact Test Acceptance Criteria and Test Methods for Crash Cushions.	أنظمة تقييد الطرق – الجزء ٣: فئات الأداء ومعايير قبول اختبار الاصطدام وطرق الاختبار لوسائد الاصطدام المركبات.	EN 1317-3
Road Restraint Systems – Part 4: Performance Classes, Impact Test Acceptance Criteria and Test	أنظمة تقييد الطرق – الجزء ٤: فئات الأداء ومعايير قبول اختبار الاصطدام وطرق الاختبار لوسائد الاصطدام المركبات. للأجزاء الانتقالية للحواجز والحواجز القابلة للإزالة.	EN 1317-4

SASO	ترجمة المسمى إلى العربية	المسمى بالإنجليزية
		Methods for Transitions and Removable Barrier Sections.
EN 1317-5	أنظمة تقييد الطرق – الجزء ٥: متطلبات المنتج وتقييم المطابقة لأنظمة تقييد المركبات.	Road Restraint Systems – Part 5: Product Requirements and Evaluation of Conformity for Vehicle Restraint Systems.

الجدول (١–٢) مسميات وعناوين المواصفات الأخرى، التي تنطبق على كود الطرق السعودي (٣٠٤).

ترجمة المسمى إلى العربية	المسمى بالإنجليزية	CEN	EN	BS
السلامة الخاملة لهياكل دعم معدات الطرق؛ المتطلبات وطرق الاختبار.	Passive Safety of Support Structures for Road Equipment. Requirements and Test Methods.			EN 12767
الخرسانة – المواصفات والأداء والإنتاج والمطابقة.	Concrete – Specification, performance, production and conformity.		206	
تنفيذ المنشآت الحديدية الصلب ومنشآت الألومنيوم، متطلبات تقييم مطابقة المكونات الإنشائية.	Execution of Steel Structures and Aluminium Structures, Requirements for Conformity Assessment of Structural Components.		1090-1	
تنفيذ المنشآت الحديدية الصلب ومنشآت الألومنيوم، متطلبات المنشآت الحديدية الفنية.	Execution of Steel Structures and Aluminium Structures, Technical Requirements for Steel Structures.		1090-2	
تنفيذ المنشآت الحديدية الصلب ومنشآت الألومنيوم، متطلبات منشئات الألومنيوم الفنية.	Execution of Steel Structures and Aluminium Structures, Technical Requirements for Aluminium Structures.		1090-3	
أنظمة تقييد الطرق – الجزء ٧: فئات الأداء ومعايير قبول اختبار الاصطدام وطرق الاختبار للنهايات الطرفية لحواجز السلامة.	Road Restraint Systems – Part 7: Performance Classes, Impact Test Acceptance Criteria and Test Methods for Terminals of Safety Barriers.		1317-7	
منتجات حديدية مسطحة مطلية بالغمس الساخن باستمرار للتشكيل البارد – حالات التسليم الفنية.	Continuously Hot-Dip Coated Steel Flat Products		10346	

ترجمة المسمى إلى العربية	المسمى بالإنجليزية	CEN	EN	BS
	for Cold Forming – Technical Delivery Conditions.			
حبال الأسلاك الحديدية – السلامة، الجزء ٤: حبال مجدولة لتطبيقات الرفع العامة.	Steel Wire Ropes – Safety, Part 4: Stranded Ropes for General Lifting Applications.		12385-4	
تنفيذ المنشآت الخرسانية.	Execution of Concrete Structures.		13670	
أنظمة تقييد الطرق – عملية الترسيخ والتحقق لاستخدام الاختبار الافتراضي في اختبار الاصطدام ضد نظام تقييد مركبات.	Road Restraint Systems – Validation and Verification Process for the Use of Virtual Testing in Crash Testing Against Vehicle Restraint System.		16303	
طلاء مجلفن للغطس الساخن على مواد الحديد والفولاذ المصنعة – المواصفات وطرق الاختبار.	Hot Dip Galvanized Coatings on Fabricated Iron and Steel Articles – Specifications and Test Methods.		ISO 1461	
أنظمة تقييد مركبات الدراجات النارية؛ التي تقلل من شدة تأثير اصطدامات سائقي الدراجات النارية بحواجز السلامة.	Motorcycle Vehicle Restraint Systems that Reduce the Impact Severity of Motorcyclist Collisions with Safety Barriers.	TS 1317-8		
نظام تقييد الطرق – نظام تقييد المشاة – حواجز المشاة	Road Restraint System – Pedestrian Restraint System – Pedestrian Parapets.	TR 16949		
أنظمة تقييد الطرق – أنظمة تقييد الطرق للدراجات النارية التي تقلل من شدة تأثير اصطدامات سائقي الدراجات النارية بحواجز بالسلامة.	Road Restraint Systems – Motorcycle Road Restraint Systems which Reduce the Impact Severity of Motorcyclist Collisions with Safety Barriers.	TS 17342		

٢- إطار عمل أنظمة تقييد المركبات:

٢-١ عام:

تشكل أنظمة تقييد المركبات عنصرًا أساسيًا من عناصر البنية التحتية للطرق. وتُعد أنظمة تقييد المركبات إحدى أدوات نظام السلامة الخاملة، التي تهدف إلى توفير بيئة أقل خطرًا، خلال تفاعل المركبة مع البنية التحتية للطريق. وتُحد -في حالات الصدمات التي تكون خارج حرم الطريق – من مخاطر الإصابات الخطرة التي يتعرض لها شاغلو المركبة و/أو غيرهم.

يوجد منهجان متبعان على الصعيد الدولي، وهما دليل تقييم معدات السلامة الأمريكي (MASH) والمواصفة الأوروبية (EN 1317). وتعرض الأجزاء الآتية ملخصًا موجزًا عن كلا المنهجين.

٢-٢ دليل تقييم معدات السلامة الأمريكي (MASH):

إن دليل تقييم معدات السلامة الذي وضعته (AASHTO) هو: تحديث للتقارير المرتبطة بالبرنامج الوطني لبحوث الطرق التعاونية الموضوعة والمحدثة خلال مدة الـ ٥٠ عامًا الماضية. وفيما يلي التطورات التي طرأت على المبادئ التوجيهية في دليل تقييم معدات السلامة:

- تغييرات مركبات الاختبار.
- تغييرات عدد مصفوفات الاختبار وظروف الاصطدام.
- تغييرات مواصفات التقييم.
- إضافة الخصائص الجديدة على المبادئ التوجيهية للاختبار.

يهدف المنظور الأساسي لمنهج دليل تقييم معدات السلامة إلى تغطية أسوأ الظروف أو أكثرها حرجًا.

وتبين المبادئ التوجيهية لدليل تقييم معدات السلامة الحالة الراهنة؛ لاختبار مدى سلامة أنظمة تقييد المركبات على الطرق وتقييمها. ورغم ذلك، فإنها لا تتضمن شيئًا حول زمن تركيب أنظمة تقييد المركبات، ومكانها، وكيفية تركيبها.

٢-٣ المواصفة الأوروبية (EN 1317):

المواصفة الأوروبية (EN 1317) هي: مواصفة أوروبية وُضعت في أواخر التسعينيات من القرن الماضي، على يد مجموعة العمل التي وضعت المواصفة (TC226) التابعة للجنة الأوروبية للمواصفات، وهي: جمعية تضم -حاليًا- الوكالات الوطنية للمواصفات، لحوالي ٣٤ دولة أوروبية. كما تُحدد المواصفة الأوروبية (EN 1317) -من بين مواصفات أخرى- أداء أنظمة تقييم المركبات الموضوعة؛ بناء على بروتوكولات الاختبار الشائعة، فضلًا عن إجراءات اعتمادها (قواعد دخولها إلى السوق).

من الملاحظ، أن المواصفة الأوروبية (EN 1317) لا تتضمن أي إشارة حول تصميم أنظمة تقييد المركبات وتركيبها وصيانتها؛ لذا يمكن للمصمم أن يختار نظام تقييد المركبات المناسب حسب الأداء ومتطلبات الموقع.

في أوروبا، يجب على جميع الدول الأعضاء في اللجنة الأوروبية للمواصفات تطبيق المواصفة الأوروبية (EN 1317) بشأن الأجزاء المتناسقة من أنظمة تقييد المركبات (تُستثنى المواصفات والمتطلبات الفنية على سبيل المثال) وذلك بعد موافقة اللجان الوطنية للمواصفات في بلادهم واعتمادها. وتمثل الهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس والجودة (SASO) اللجنة الوطنية للمواصفات في المملكة العربية السعودية. لذا، فإن هذه الأجزاء المتناسقة بالنسبة لمواصفة (SASO – EN 1317) تتألف من المتطلبات الآتية:

- مواصفات تحديد وجوب تركيب نظام تقييد الحركة بطول الطريق من عدمه.
- تحديد المعوقات الجانبية، والمناطق التي يكثر الاصطدام فيها، ويشكل وجودها مخاطرة على الغير أو على شاغلي المركبة وحدهم، من عدمه، وتصنيفها.
- مواصفات اختيار الحد الأدنى من فئات الأداء المطلوب وفقًا للمواصفة الأوروبية (EN 1317) .
- مواصفات تحديد الحد الأدنى من طول التنفيذ المطلوب.

وبناء على المتطلبات الواردة أعلاه، يمكن اختيار خصائص أنظمة تقييد المركبات؛ وفقًا للظروف الخاصة بأجزاء الطريق.

تُقسم المواصفة الأوروبية (EN 1317) إلى أجزاء مختلفة، يرتبط كل منها بجوانب متعددة أو نوع آخر من المنتجات، وأكثر تحديدًا:

- الجزء الأول من المواصفة الأوروبية؛ (EN 1317): المصطلحات والمواصفات العامة لطرق الاختبار.
- الجزء الثاني من المواصفة الأوروبية؛ (EN 1317): فئات أداء حواجز السلامة، وحواجز المركبات، ومواصفات قبولها، واختبار الاصطدام بها، وطرق اختبارها.
- الجزء الثالث من المواصفة الأوروبية؛ (EN 1317): فئات أداء وسائد تخفيف الصدمات، ومواصفات قبولها، واختبار الاصطدام بها، وطرق اختبارها.
- الجزء الرابع من المواصفة الأوروبية؛ (EN 1317): فئات أداء الوصلات الانتقالية، ومواصفات قبولها، واختبار الاصطدام بها، وطرق اختبارها.
- الجزء الخامس من المواصفة الأوروبية؛ (EN 1317): متطلبات المنتج، وتقييم مطابقة أنظمة تقييد المركبة.
- المواصفة الأوروبية (CEN/TR 16949:2016): نظام تقييد الطرق – نظام تقييد المشاة – حواجز المشاة (التي تحل محل الجزء السادس من المتطلبات الفنية، (EN 1317): حواجز المشاة).
- الجزء السابع من المواصفة الأوروبية؛ (EN 1317): فئات أداء الوصلات الانتقالية، ومواصفات قبولها، واختبار الارتطام بها، وطرق اختبارها.
- المواصفة (TS 17342): أنظمة تقييد المركبات للدراجات النارية، التي تحد من شدة الاصطدام، الناجمة عن اصطدامات راكب الدراجة النارية مع حواجز السلامة (التي تحل محل الجزء الثامن من المتطلبات الفنية، (EN 1317).

٢-٤ جوانب قبول نظام تقييد المركبات:

وفقًا لمواصفة (SASO – EN 1317)؛ يستند اختيار أنظمة السلامة الخاملة وتصميمها على معرفة الخصائص الفعلية لتشغيلها والسلوك المتبع عند الاصطدام. ويجب إثبات هذه الخصائص التي يُشار إليها بلفظ (فئات الأداء) بشهادات ذات صلة بذلك.

يجب إثبات كفاءة نظام تقييد المركبات بموجب شهادة تناسق الأداء (الامتثال) صادرة عن جهة اعتماد، وبموجب ملف أنظمة تقييد المركبات؛ وفقًا لمواصفة (SASO) والمواصفة الأوروبية (EN 1317)، وشهادات إضافية ذات صلة حسبما يكون لازمًا، ووفقًا لما تحدده قرارات الهيئة العامة للطرق. ويجب -دائمًا- على الجهات المختصة طلب الشهادات الواردة أعلاه عند الحصول على أنظمة تقييد المركبات.

لذا، يجب اعتماد أي نظام تقييد مركبات جديد مركب بمشروعات الطرق، ويجب أن يجتاز الاختبارات التي تنص عليها مواصفة (SASO – EN 1317)، أو -عند الاقتضاء- أن يستوفي المتطلبات الممكنة ذات الصلة، أو المتطلبات الفنية الأخرى التي تحددها الهيئة العامة للطرق بوصفها الجهة المسؤولة عن سلامة مستخدمي شبكة الطرق بالمملكة. مواصفات اختيار نظام تقييد المركبات المناسب في هذه الحالة هي مواصفات: سلامة الطريق، والتميز الفني، وتوفير التكلفة.

يصدر اعتماد أداء حاجز سلامة الطريق بتطبيق مواصفة (SASO – EN 1317) في إطار ظروف معملية واضحة ومحددة لاختبارات الاصطدام: (مخطط النظام، والنظام، ومواد التأسيس، ونوع التأسيس، ونمطه، والمنطقة المحيطة... إلخ). ويجب الحصول على علامة المطابقة: (علامة المطابقة الأوروبية) أو أي علامة مكافئة توافق عليها (SASO)بصفة رسمية لحواجز سلامة الطريق المصنفة بأنها منتجات إنشائية.

صُمم المجلد الحالي بناء على المنهج المتبع بالمواصفة الأوروبية (EN 1317) . ورغم ذلك، تُذكر المفاهيم الأساسية للمبادئ التوجيهية لدليل تقييم معدات السلامة الأمريكي (MASH) عند الحاجة إليها؛ فالهدف هو توضيح السبب من تركيب الحواجز، التي تمتثل لدليل تقييم معدات السلامة الأمريكي (MASH) في الحالات التي يتطابق فيها أداؤها مع أداء الحواجز المختارة؛ وفقًا للمواصفة الأوروبية (EN 1317) (انظر الجزء الفرعي ٥-٢-١).

تتخذ الهيئة العامة للطرق قرارها بشأن نظام تقييد المركبات الذي سيتم تنفيذه من المواصفتين أعلاه، (EN 1317)، أو دليل تقييم معدات السلامة الأمريكي (MASH)، في مرحلة الإنشاء، في كل حالة أو مشروع، استنادًا إلى تحليل الفوائد – التكاليف الواجب إجراؤه أو أي مواصفات أخرى ستختار الهيئة المعنية اتباعها.

٣- أنواع أنظمة تقييد المركبات:

٣-١ عام:

تُوضح مختلف أنواع أنظمة تقييد المركبات في الجدول (٣-١).

توفر أنظمة تقييد المركبات الحماية في المناطق الآتية:

- مقاطع الطرق أو مناطقها خلال إنشاء الطرق الجديدة، أو إعادة إنشاء الطرق القائمة، أو تطويرها.
- المناطق أو الأقسام، مواقع الطرق القائمة.
  - حيث توجد معوقات جديدة.
  - حيث يحتاج نظام تقييد المركبات إلى استبداله؛ بسبب قدمه، أو تآكله، أو كليهما.
  - حيث ارتفاع معدل الاصطدامات و/أو الاصطدامات خارج حرم الطرق (بهدف تحسين سلامة الطريق).

الجدول (٣–١) الأنواع المختلفة لأنظمة تقييد المركبات.

أنظمة تقييد المركبات				
حواجز السلامة	النهايات الطرفية	الوصلات الانتقالية	الحواجز القابلة للإزالة	وسائد تخفيف الصدمات

يتطلب دخول أي منتج من منتجات تقييد الطريق إلى السوق إجراء اختبار اصطدام تجريبي بجانب اختبار محاكاة للنموذج الرقمي. ويجب -أيضًا- إثبات الامتثال لمتطلبات محددة سلفًا؛ بعرض نتائج الاختبار ذي الصلة المجرى في المختبرات المعتمدة.

يجب ألا يلزم إجراء اختبارات اصطدام تجريبية لبعض أنواع أنظمة تقييد المركبات. وستُحلل أنظمة تقييد المركبات التي تلتزم بهذه المتطلبات أو لا تلتزم بها تحليلًا أكثر تفصيلًا في هذا المجلد.

تُطبق -عمومًا- تجب صيانة أنظمة تقييد المركبات وفقًا لمواصفات أو تعليمات تركيبها على نحو ما تحدده الشركة المصنعة (شركة الإنتاج) للأنظمة؛ شريطة أن تُعتمد الأنظمة الموجودة بموجب مواصفة (SASO – EN 1317) أو -عند الضرورة- كما هو وارد بالفعل، استيفاء المتطلبات الإضافية الممكنة أو المتطلبات الفنية الأخرى التي تحددها الهيئة العامة للطرق.

عادة ما تخالف الظروف الفعلية لتركيب حاجز سلامة الطرق المثبت بمشروعات البنية التحتية للطرق عن الظروف المعملية لاختبار الاصطدام؛ وفقًا لمواصفة (SASO - EN 1317)؛ (مثلًا: تركيب حاجز سلامة الطرق في أجزاء الطرق المنحنية، والانحدارات الطولية والجانبية (التعلية الجانبية) وحدود السرعة غير المتوافقة مع الاختبارات، ... إلخ).

لذلك لا يتطابق أداء حاجز سلامة الطرق الوارد في الشهادة الخاصة به مع ظروف التشغيل الفعلي للحاجز.

لذا، يمكن -إن لزم الأمر- إجراء حسابات نظرية، ومحاكاة رياضية مناسبة؛ لتوقع سلوك أنظمة تقييد المركبات عند مخالفة الظروف لاختبارات مواصفة (SASO - EN 1317)، وإذا رأت هيئة الطرق المختصة ضرورة ذلك؛ لإنشاء الطريق وصيانته وتشغيله.

يهدف تركيب حاجز سلامة الطرق إلى إرساء مستويات مقبولة من سلامة الطرق لكل من مستخدمي الطرق ولأطراف ثالثة.

٣-٢ تنظيم المنطقة المحيطة:

يجب ألا يتم إعاقة تشغيل أنظمة تقييد المركبات بتنظيمات المناطق المحيطة بها. وتُعرف المنطقة المحيطة لأنظمة تقييد المركبات بأنها: المنطقة التي بين خط الحافة المُعبّدة للطريق والنظام، ويُضاف إليها المسافة حتى العائق.

يجب تطبيق الآتي:

- يجب أن تكون المنطقة التي قبل الأنظمة والمنطقة التي تحتها مستقرة بالقدر الكافي، وممتثلة لظروف الاختبار المادي لتربة الأساس.
- يجب تجنب ترتيب حافات الرصيف المقابلة لأنظمة تقييد المركبات إن كان ارتفاعها أطول من خط الحافة المُعبّدة بـ (٧٥) ملم. ويُطبق الأمر ذاته على مرافق صرف المياه.
- يجب تجنب عدم استمرار الارتفاع في واجهة وسائد تخفيف الصدمات.
- يُحظر إعاقة تشغيل أنظمة تقييد المركبات؛ بالنباتات، والركائز، وأعمدة اللافتات، وغيرها من معدات الطرق. ويُستثنى من ذلك المعدات الخاملة التي تمتثل لمواصفة (EN 12767).

٣-٣ المنشآت الإضافية:

تتضمن المنشآت الإضافية التي يمكن تركيبها مع أنظمة تقييد المركبات؛ حواجز حماية (درابزين)، واللوحات المضادة للتوهج، وغيرها.

يُحظر أن تؤثر هذه التركيبات على تشغيل أنظمة تقييد المركبات. ويُحظر أن تشكل أي مخاطر على شاغلي المركبة أو الغير. وإن تعذر تجنب ذلك؛ فيجب مراجعة النظام كله وفقًا لمواصفة (SASO - EN 1317).

يجب خضوع المنشآت الإضافية؛ مثل: حواجز حماية (درابزين)، التي تشكل من الناحية العملية جزءًا من نظام تقييد المركبات لاختبارات اصطدام دائمة، و -أيضًا- أنظمة تقييد المركبات بوصفها نظامًا موحدًا؛ وفقًا لمواصفة (SASO - EN 1317).

٤- المواصفات الأساسية:

٤-١ عام:

تُعد أنظمة تقييد المركبات عوائق تعترض القطاع العرضي للطريق. يُحتاج إلى تركيبها عند الرغبة في الحد من العواقب التي تنال شاغلي المركبة أو الغير، في أثناء الارتطام المحتمل للمركبات بـ (معوقات اصطناعية، أو طبيعية، أو دخول المركبة إلى مناطق خطرة؛ مثل: المناطق المائية، أو الجروف الصخرية، وغيرها).

يجب مراعاة إمكانية إزالة المعوقات الجانبية، أو تطوير بنية جانب الطريق، بالقرب من المناطق الخطرة؛ باتباع بعض الإجراءات من عدمه قبل تركيب أنظمة تقييد المركبات. من مثل:

- توفير مساحة كافية بين خط حافة الطريق والمنطقة التي تحتاج إلى الحماية.
- إزالة المعوقات الخطرة.
- استخدام وسائد تخفيف الصدمات بالقرب من خط حافة الطريق، أو استخدام معدات قابلة للتشكل والإزالة في أثناء اصطدام المركبة؛ وفقًا لمواصفة (EN 12767)؛ على سبيل المثال: أعمدة اللوحات الإعلامية.
- تشكيل ميول جانبية متوسطة في جسم الطريق، سواء للحفر أو الردم.

في حالات استثنائية ومُبررة، يمكن ان يؤدي التقييم المقارن بين سلامة الطريق والمتطلبات الأخرى لتصميم المشروع إلى عدم الالتزام بمعايير تطبيق أنظمة تقييد المركبات على النحو المبين في هذا المجلد.

إذا لم تسمح الظروف المحلية بتطبيق أنظمة تقييد المركبات النموذجية؛ فيجب البحث عن حلول تستند إلى مبادئ هذه التوجيهات؛ وتكون قادرة على تحقيق أفضل مستويات الحماية في ظل الظروف السائدة والفعلية.

وحيث أن معايير الاختيار لتركيب أنظمة تقييد المركبات -على النحو المبين في هذا المجلد- تتضمن المعايير الاقتصادية والفنية في الأساس، فيمكن أن تُقرر الهيئة المتعاقدة المختصة، أو رئيس الهيئة تركيب أنظمة تقييد المركبات استنادًا إلى معايير اختيار إضافية إن كانت أنسب.

٤-٢ المواقع الخطرة:

أحد الجوانب الأساسية في أثناء اختيار نظام تقييد المركبات هو: تقييم احتمالية انزلاق المركبة عن الطريق (الخروج عن الطريق). وتتسم مقاطع الطرق التي ترتفع احتمالية كبيرة انزلاق المركبات من عليها بالخصائص الآتية:

- منحنيات متتالية بسلسلة أنصاف أقطار غير مقبولة (انظر: الجزء الفرعي ٥-٥-٣ من كود الطرق السعودي٣٠١: التصميم الهندسي للطرق).
- منحنيات متتالية ومتعددة بنصف قطر أقل من قيم التحكم التصميمية بمرة ونصف.
- المنحنيات التي بزاوية انحراف مرتفعة ارتفاعًا غير معتاد.
- تكرار الحوادث المصنفة بأنها انزلاق للمركبة.
- التكرار المرتفع للحوادث عمومًا (انظر: الملحق (و) كود الطرق السعودي ٦٠٣: سلامة الطرق).

في إطار هذا التقييم؛ يجب أن يكون النوع الأساسي للمركبة -فيما يخص حماية الغير- من نوع مركبات النقل الثقيلة. وبرغم ذلك، توضع جميع أنواع المركبات في الحسبان؛ لحماية شاغلي المركبة.

يشير مصطلح (موقع خطر) إلى وجود عائق جانبي متراص (على جانب الطريق)، بمنطقة خطوط حافة الطريق؛ مثل: (جذوع أشجار أو أعمدة جسر)، ويُشير -أيضًا- إلى مقاطع الطرق التي تتعرض عليها المركبة لخطورة الانزلاق؛ مما يعني خطورة على الغير أو على شاغلي المركبة فقط.

٤-٣ تصنيف المخاطر:

تُصنف المواقع الخطرة إلى فئات مخاطر. تعتمد مواصفات هذا التصنيف على ما إذا كان وجودها يتضمن مخاطر سواء أكانت للغير أم فقط لشاغلي المركبة.

يجب تحديد مناطق مقطع الطريق التي يجب تركيب أنظمة تقييد المركبات بها؛ استنادًا إما إلى تكرار وقوع الحوادث على الطريق أو احتمالية حدوثها؛ بسبب انزلاق المركبة خارج الطريق. أو بوصفها إجراءات وقائية وفقًا لما تراه هيئة الطرق المختصة.

يوضح أدناه تصنيف المخاطر لبعض فئات الخطر التي بمناطق مقطع الطريق هذه.

٤-٣-١ فئة المخاطر رقم (١):

تتضمن فئة المخاطر رقم (١) المناطق التي تتطلب حماية، وتنطوي على مخاطر خاصة بالغير؛ فيما يلي أمثلة نموذجية:

- المنشآت الكيماوية؛ حيث توجد مخاطر بالانفجار.
- المناطق ذات الوقوف المتكرر؛ مثل: المحطات الطرفية، ومناطق الراحة، وغيرها.
- سكة قطار حديدية عالية السرعة؛ بسرعة تزيد عن ١٦٠ كم/س مجاورة لطريق.
- المناطق التي تتضمن تركيبات قد تسقط في حال الاصطدام، (تُستثنى أعمدة الجسر بأن لها قدرة على تحمل حوادث اصطدام المركبات، أو تُستبعد من هذه القاعدة بسبب أبعاد القطاع العرضي الكبيرة لها).

٤-٣-٢ فئة المخاطر رقم (٢):

تتضمن فئة المخاطر رقم (٢) المناطق التي تحتاج إلى حماية وتنطوي على مخاطر خاصة بالغير؛ تتضمن الأمثلة النموذجية:

- ممرات جانبية لعبور المشاة أو مسارات الدراجات.
- سكة قطار حديدية تقع بجوار الطريق ويسير عليها أكثر من ٣٠ قطار/يوم.
- طرق جانبية بحجم مروري يزيد على ٥٠٠ مركبة/يوم.

٤-٣-٣ فئة المخاطر رقم (٣):

تتضمن فئة المخاطر رقم (٣) على المعوقات التي تشكل مخاطر خاصة على شاغلي المركبات؛ تتضمن هذه الأمثلة ما يلي:

- المعوقات غير قابلة للتشكل، التي بجانب اتجاه حركة المرور.
- المعوقات الفردية غير قابلة للتشكل؛ مثل الأشجار، وأعمدة الإنارة، وغيرها.
- حواجز الضوضاء.
- حواجز لعبور المشاة.

٤-٣-٤ فئة المخاطر رقم (٤):

تتضمن فئة المخاطر رقم (٤) المعوقات التي تشكل مخاطر على شاغلي المركبة؛ توضح الأمثلة أدناه:

- معوقات فردية قابلة للتشكل، غير مزودة بخاصية امتصاص الطاقة، أو قابلة للفصل من قاعدتها على النحو المبين في المواصفة (EN 12767).
- خنادق.
- منحدرات الحفر (الارتفاع إلى المسافة الأفقية) أكبر من ١:٣.
- منحدرات ردم بارتفاعات تزيد على (٣) م وأكثر انحدرًا من ١:٣ (الارتفاع إلى المسافة الأفقية).
- مجاري الصرف الصحي.
- المناطق المائية بعمق يزيد على (٠,٥) م.
- الأودية.

٤-٣-٥ ملاحظات عامة:

لا تُصنف الأعمدة الإنشائية للوحات الإعلانية الجسرية بأنها منشئات معرضة لمخاطر السقوط عند الاصطدام، لكنها تُصنف بأنها عوائق سطحية غير قابلة للتشكل لذا تنتمي للمخاطر من الفئة رقم (٣).

تُصنف أعمدة اللافتات الصغيرة والمتوسطة الحجم؛ (أعمدة حديدية أسطوانية بقطر خارجي أصغر من ٧٦ ملم، وسمك الحديد أقل من ٢,٩ ملم) بأنها عوائق قابلة للتشكل؛ لكنها لا تُصنف إلى العوائق التي تمتص الطاقة؛ لذا تُصنف ضمن فئة المخاطر رقم (٤).

تُصنف منشئات أعمدة اللوحات بأنها عوائق فردية غير قابلة للتشكل؛ لذا فإنها ضمن المخاطر رقم (٣). ورغم ذلك يجب ألا يتم معاملة الأعمدة التي تمتص الطاقة (أعمدة السلامة الخاملة) أو القابلة للتشكل بسهولة أو القابلة للفصل عن قواعدها على أنها عوائق؛ وفقًا للإرشادات الحالية.

٤-٤ المسافة الحرجة:

تُحدد الحاجة إلى تركيب حواجز السلامة إلى حد كبير؛ من خلال: وجود موقع، أو عقبة خطرة داخل المسافة الحرجة من خط حافة الطريق. يشير خط حافة الطريق إلى الحدود الجانبية للحيز المروري، و تتزامن مع خط الحافة المرصوف، ويشمل الحيز المروري: المسارات المرورية، والكتفين المرصوفين الداخلي والخارجي، إضافة إلى مسار الطوارئ، ولا تمثل المزاريب جزءًا من الحيز المروري.

في ضوء القاعدة الأساسية التي تقضي بأن حماية غير المتورطين بشكل مباشر في حادث سير تتطلب اهتمامًا خاصًا؛ وذلك لأنهم يمكن أن يعانون من عواقب وخيمة نتيجة لحوادث المرور، تُميز المسافات الحرجة على النحو التالي:

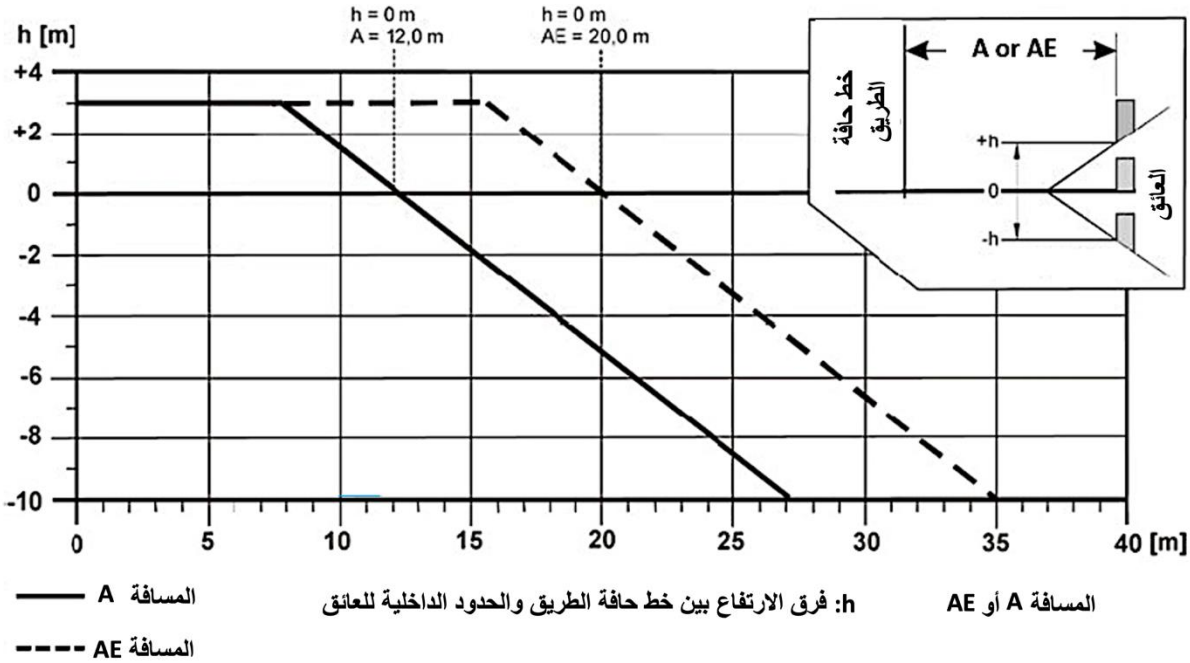
- المسافة AE، حيث يلزم اتخاذ تدابير لحماية أطراف ثالثة؛ بسبب الآثار الضارة -بشكل خاص- لحادث طريق (فئة الخطر ١ و ٢).
- المسافة A، حيث يلزم اتخاذ تدابير لحماية شاغلي المركبة؛ بسبب سقوط المركبة أو اصطدامها بحواجز جانبية (فئة الخطر ٣ و ٤).

المسافات الحرجة A وAE هي دالة رياضية في السرعة المعلنة (V_{posted})، بالإضافة إلى فرق الارتفاع بين خط حافة الطريق والحدود الداخلية للعائق. تُحدد كلتا المسافتين -أيضًا- وفقًا للتصنيف الوظيفي للطريق، بناءً على أرقام معينة؛ تتضح فيما يلي:

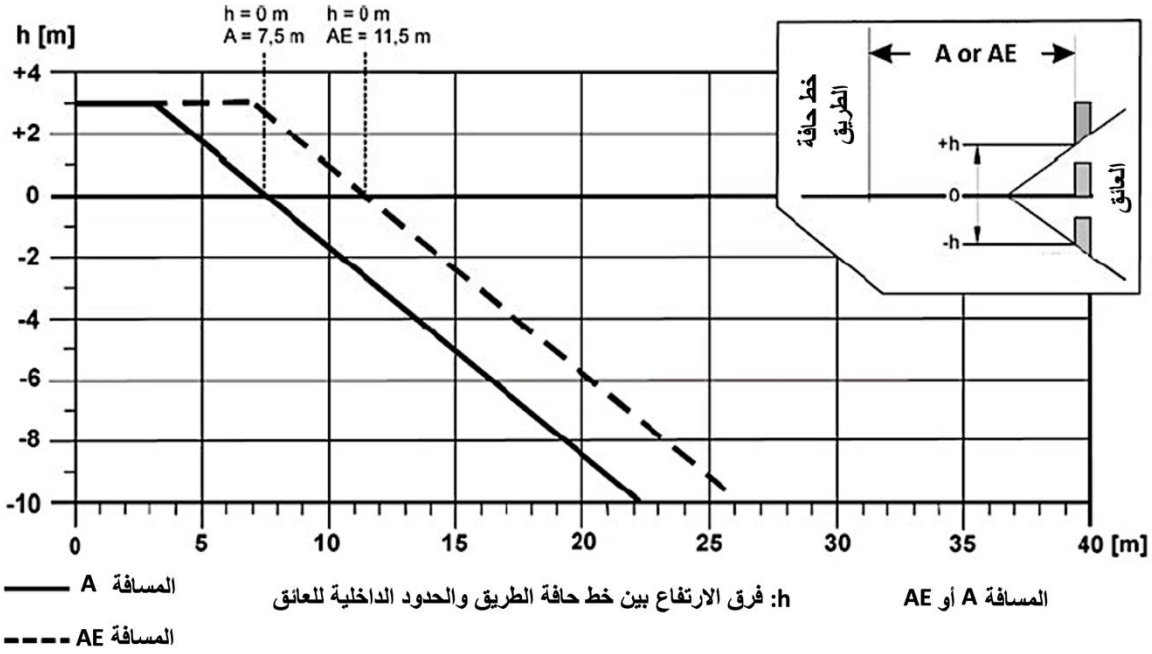
- الطرق بسرعة معلنة: V_{posted} تزيد عن ١٠٠ كم/س، بالإضافة إلى الطرق السريعة النموذجية، أو الطرق السريعة ذات الخصائص التشغيلية المنخفضة، أو الطرق المقسمة مع سرعة معلنة V_{posted} أقل من أو تساوي ١٠٠ كم/س (الشكل ٤-١).
- الطرق بسرعة معلنة: V_{posted} تتراوح بين ٨٠ كم/س و١٠٠ كم/س (الشكل ٤-٢).
- الطرق بسرعة معلنة: V_{posted} تتراوح بين ٦٠ كم/س و٧٠ كم/س (الشكل ٤-٣).

تنطبق قيم السرعة المعلنة المذكورة أعلاه -فقط- عندما تُنفذ هذه السرعات على مناطق واسعة؛ لتحديد سلوك السائقين بشكل أكثر دقة.

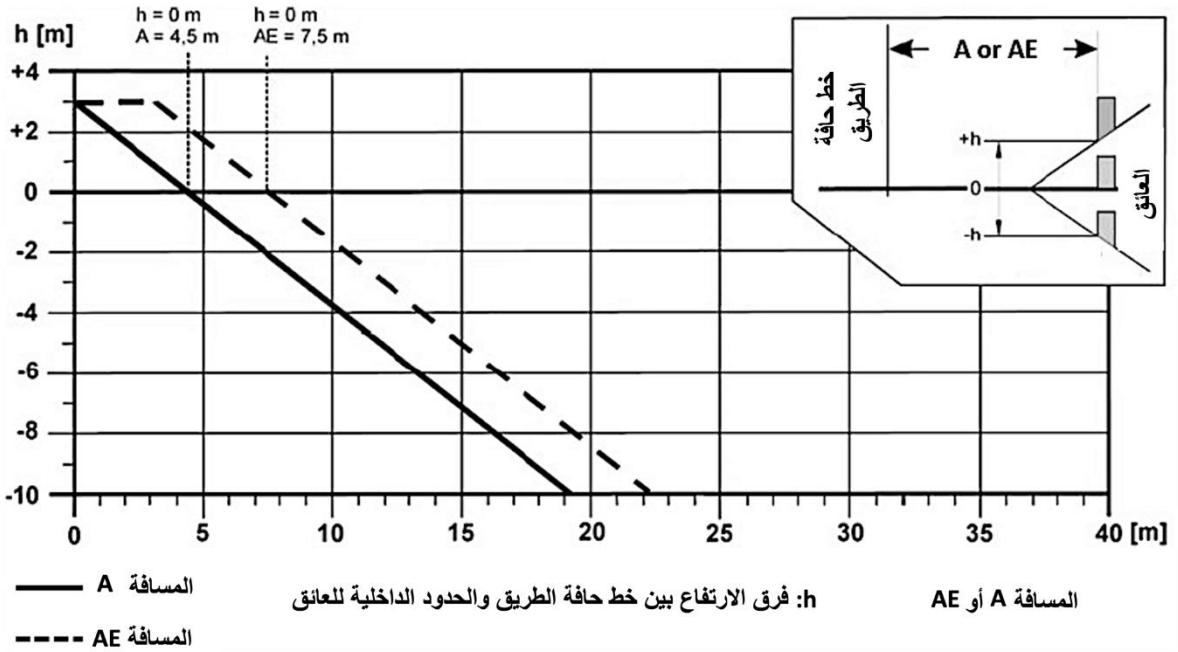
يجب أن المسافتان الحرجتان A و AE الموضحتان أدناه مسافتين دُنيين مُطلقتين.



الشكل (٤–١) المسافات الحرجة للطرق بسرعة معلنة: (Vposted) تزيد عن ١٠٠ كم/س، بالإضافة إلى الطرق السريعة النموذجية، أو الطرق السريعة ذات الخصائص التشغيلية المنخفضة، أو الطرق المقسمة مع سرعة معلنة (Vposted) أقل من أو تساوي ١٠٠ كم/س (FGSV, 2009).



الشكل (٤–٢) المسافات الحرجة للطرق بسرعة معلنة: (Vposted) تتراوح بين ٨٠ كم/س و١٠٠ كم/س (FGSV, 2009).



الشكل (٤–٣) المسافات الحرجة للطرق بسرعة معلنة: (Vposted) تتراوح بين ٦٠ كم/س و٧٠ كم/س (FGSV, 2009).

في مقاطع الطرق؛ حيث تكون سرعات السير الفعلية أقل بوضوح من القيمة المعلنة، يمكن عوضًا عن ذلك أخذ السرعة التشغيلية في الاعتبار؛ لتحديد المسافات الحرجة.

يبين الجدول (٤-١) قيم السرعة الحرجة المستخدمة؛ وفقًا لنصف القطر الحرج لمنحدر التوصيل، في مناطق المحولات التي لم تُحدد فيها سرعة معلنة.

الجدول (٤–١) السرعة الحرجة لمنحدرات محولات الطرق (BASt, 2020a).

نصف قطر المنحدر الحرج (م)	السرعة الحرجة (كم/س)
٣٠	٥٠
٥٠	٦٠
٨٠	٧٠
١٢٥	٨٠
١٨٠	٩٠
٢٥٠	١٠٠

يجب إعتبار حدود الموقع الخطر؛ هي كما يلي:

- المعوقات الصلبة: حدودها الداخلية (أقرب إلى الطريق).
- المناطق التي تحتاج إلى حماية: حدودها الداخلية (أقرب إلى الطريق).
- المناطق المشتملة على أعمال الحفر والردم، أو مياه: منطقة تقاطعها مع مستوى الأرض.
- الجسور/ الجدران الاستنادية: حدودها الإنشائية.
- السكك الحديدية: حد الخلوص الجانبي (عادةً ما يكون ٢,٥٠ م من محور السكة الحديدية).
- الشوارع والطرق المخصصة للدراجات: حد الحيز المروري الداخلي الخاص بها (أقرب إلى الطريق).

وفقًا للمنهج الأمريكي، ثمة مصطلح مكافئ للمسافة الحرجة وهو: ما يُعرف باسم المنطقة الخالية (clear zone)، التي عُرّفت بأنها المنطقة الخالية من المعوقات، ويمكن العبور من خلالها، وتوجد هذه المنطقة خارج حافة طريق حركة السير المستمر لاستعادة المركبات التي تخرج عن الطريق. تشتمل هذه المنطقة على: أكتاف، ومسارات مخصصة للدراجات، ومسارات احتياطية (باستثناء المسارات الاحتياطية التي تُستخدم كمسار إضافي لتسيير حركة المرور عند الازدحام).

يستعرض الجدول (٤-٢) مسافات المنطقة الخالية الموصى بها لقيم السرعة المختلفة، على افتراض أن قيم وقت الإدراك ورد الفعل: هي (١,٢ ثانية و ٢,٥ ثانية على التوالي). تعتمد مسافات المنطقة الخالية الموصى بها على نهج النظام الآمن.

بالنسبة للعوائق التي توجد بجوار مناطق خط حافة الطريق على مسافات تزيد على قيم المنطقة الخالية الموضحة في الجدول (٤-٢) لا يلزم تركيب حواجز السلامة.

بالنسبة للعوائق التي توجد بجوار مناطق خطوط حافة الطريق على مسافات تزيد على المسافات الحرجة A و AE وتقل عن قيم المنطقة الخالية الموضحة في الجدول (٤-٢)، ينبغي تقييم التركيب المحتمل لحواجز السلامة من جوانب مختلفة، مثل: كثرة حدوث الاصطدام، وحوادث الخروج عن الطريق، والظروف المحلية، وما إلى ذلك.

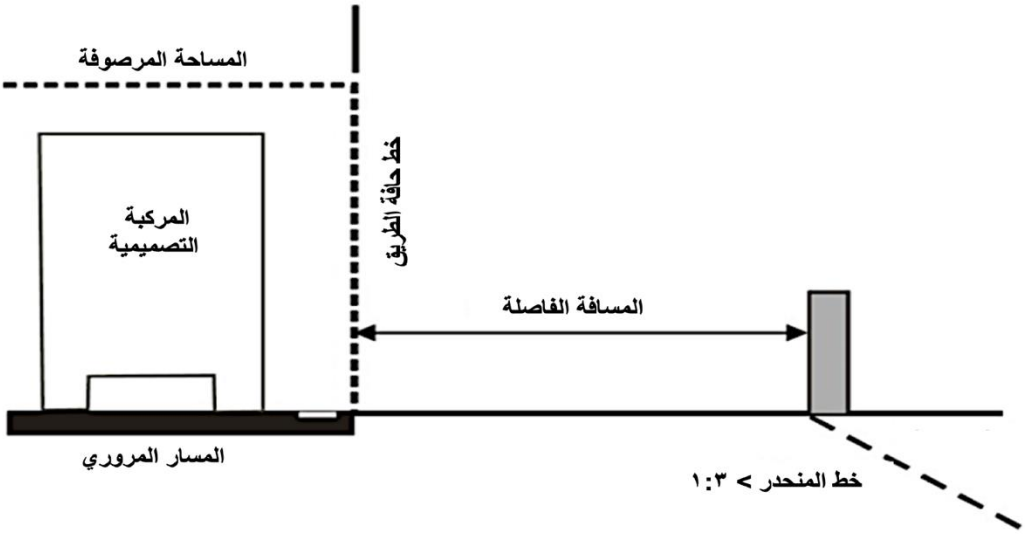
الجدول (٤–٢) مسافات المنطقة الخالية لامتثال نهج النظام الآمن (TRB, 2015، نسخة معدلة).

السرعة (كم/س)	١٤٠	١٣٠	١٢٠	١١٠	١٠٠	٨٠	٦٠	٥٠
المنطقة الخالية (١,٢ ثانية الإدراك - وقت رد الفعل)	٥٨	٥٠	٤٥	٤٠	٣٣	٢٠	١٠	٧
المنطقة الخالية (٢,٥ ثانية الإدراك - وقت رد الفعل)	٧٥	٦٥	٦٠	٥٠	٤٢	٢٧	١٦	١١
ملاحظة: ينطبق وقت الإدراك ورد الفعل: بمقدار ٢,٥ ثانية على سائقي الدراجات النارية لمسافات طويلة على الطرق الريفية والتي يعتبر النعاس والتعب عوامل وأكثر ملاءمة للإرشادات الواجب اعتبارها تصور "الحالة الأفضل" (Moon et al., 2013).								

بالنسبة إلى العوائق الموجودة في الجزيرة الوسطية والجزر الجانبية الفاصلة، انظر: الجزء الفرعي (٦-٤-١).

٤-٥ المسافة الحاسمة:

لتحديد ما إذا كان الموقع الخطر يقع ضمن منطقة المسافة الحرجة؛ فإن المسافة الواقعة بين خط حافة الطريق والحد الداخلي للموقع الخطر تكون ذات أهمية بالغة؛ حيث تظهر هذه المسافة المعروفة باسم (المسافة الحاسمة) في الشكل (٤-٤).



الشكل (٤–٤) تحديد المسافة الحاسمة (FGSV, 2009).

ملاحظة: وفقًا لدليل تقييم معدات السلامة الأمريكي (MASH)، تُقاس المسافة الحاسمة من حافة طريق حركة السير المستمر، الذي يتضمن الأكتاف المعبدة والمسارات الإضافية غير المنتقلة.

٤-٦ ملاحظات إضافية:

يجب إجراء المزيد من عمليات الفحص حول ضرورة تركيب نظم تقييد المركبات في الحالات التي تكون فيها المسافة الحاسمة أقل من أو مساوية للمسافة الحرجة - المنطقة الخالية.

تشير الجوانب الموضحة في الأجزاء أعلاه -بخصوص تصنيف المخاطر (فئات المخاطر) والمسافات الحرجة – الحاسمة- إلى متطلبات تركيب حواجز السلامة في مناطق خط الحافة الخارجية للطرق والجسور - الجدران الاستنادية (حواجز المركبة).

وفيما يتعلق بإنشاء حواجز السلامة في المناطق التي تفصل بين الجزيرة الوسطية والجزر الجانبية الفاصلة، توجد بعض الاختلافات التي نوُقِشت بمزيد من التفاصيل في جزء لاحق (الجزء ٦-٤).

٥- فئات الأداء:

٥-١ عام:

يجب أن تتوافق أنظمة تقييد المركبات مع متطلبات المواصفة (SASO EN 1317)، سواء أكانت تشير إلى الأجزاء الإلزامية أو الطوعية في الوقت الحالي، ويجب إثبات الامتثال للمتطلبات من خلال نتائج الاختبارات المطابقة من المختبرات المعتمدة، وتوفير شهادة الاعتماد من هيئات الاعتماد المعترف بها. يتطلب الانحراف عن هذه القاعدة -في إطار الأجزاء الطوعية المواصفة (SASO EN 1317)، وقبول المورد لأي دليل آخر يُثبت أداء النظام، مثل: نتائج المحاكاة وما إلى ذلك- الحصول على إذن صريح من هيئة الطرق المسؤولة.

يُقيم أداء أنظمة تقييد المركبات من خلال المواصفة (SASO EN 1317) بناءً على المؤشرات التالية:

- مستوى الاحتواء.
- شدة الاصطدام.
- التشوه.

٥-٢ مستوى الاحتواء:

يشير مستوى الاحتواء إلى قدرة النظام على الاحتواء، وبصورة أكثر تحديدًا، فإنه يكشف عن حالة الاصطدام النمطية غير المرغوبة الأكثر سلبية التي يمكن لنظام تقييد المركبة مناولتها بشكلٍ ناجح، ويتعلق هذا المستوى بنوع المركبة، وكتلتها، وزاوية وسرعة الاصطدام، وتُحدد في اختبارات الاصطدام وفقًا للمواصفة (SASO EN 1317) (الجدول ٥-١).

تُصنف مستويات الاحتواء وفقًا للطاقة المتزايدة في أثناء اصطدام أثقل مركبة أُختبرت. وفيما يلي مستويات الاحتواء الثلاثة المُبلّغ عنها:

- عادي (N1، N2).
- مرتفع (H1، H2، H3).
- مرتفع للغاية (H4a، H4b).

شريطة أن يتكون أسطول سيارات الركاب الحالي بالمملكة العربية السعودية من مركبات يزيد وزنها على ١,٥٠٠ كجم، وينبغي تجنب استخدام مستوى الاحتواء العادي (N1، N2).

أدخلت كذلك مجموعة عمل اللجنة الأوروبية لتوحيد المواصفات (CEN) مؤخرا (الفئة L)، وهي عبارة عن مجموعة مستويات جديدة أصبحت شرطًا للاختبار، وتشمل: في المقدمة؛ اختبارًا ثالثًا -إضافيًا- لمركبة متوسطة الحجم، تسير بسرعة ١١٠ كم/س بالنسبة إلى حواجز الفئة (H) (TB32). تعكس هذه الأنظمة الجديدة التوجهات الحالية لصناعة المركبات، وعلى هذا تضمن مستوى أعلى من السلامة للمستخدمين.

ومن ثم ستتناول الأجزاء التالية الفئة (L) لنظام تقييد المركبات كخيار رئيس موصى به مقابل الفئة (H) المعنية، وسوف تُستخدم هذه الفئة الأخيرة لأغراض الاكتمال متى ذُكرت.

يُحدد كل مستوى من مستويات الاحتواء من خلال اختبارات اصطدام محددة، ويلزم إجراؤها على نظام تقييد المركبات؛ وفقًا للمتطلبات المنصوص عليها في المواصفة: (SASO - EN 1317).

يوضح الجدول (٥-٢) العلاقة المتبادلة بين مستويات احتواء نظام تقييد حركة المركبات، واختبارات الاصطدام حيث توجد أنظمة الفئتين (H و L).

الجدول (٥–١) اختبارات الاصطدام المرتبطة بنوع المركبة، وكتلتها، وزاوية وسرعة الاصطدام (SASO EN 1317).

الاختبار	المركبة	الكتلة (كجم)	السرعة (كم/س)	زاوية الاصطدام (درجة)
TB 11	سيارة	٩٠٠	١٠٠	٢٠

الاختبار	المركبة	الكتلة (كجم)	السرعة (كم/س)	زاوية الاصطدام (درجة)
TB 21	سيارة	١,٣٠٠	٨٠	٨
TB 22	سيارة	١,٣٠٠	٨٠	١٥
TB 32	سيارة	١,٥٠٠	١١٠	٢٠
TB 41	مركبة نقل ثقيل صلبة	١٠,٠٠٠	٧٠	٨
TB 42	مركبة نقل ثقيل صلبة	١٠,٠٠٠	٧٠	١٥
TB 51	حافلة	١٣,٠٠٠	٧٠	٢٠
TB 61	مركبة نقل ثقيل صلبة	١٦,٠٠٠	٨٠	٢٠
TB 71	مركبة نقل ثقيل صلبة	٣٠,٠٠٠	٦٥	٢٠
TB 81	مركبة نقل ثقيل مفصلية	٣٨,٠٠٠	٦٥	٢٠

تُحسب جميع المواصفات التي تعمل على قياس أداء النظام من نتائج اختبارات الاصطدام هذه، ولكي يجتاز نظام التقييد اختبار الاصطدام؛ يجب أن يستوفي مجموعة المتطلبات التالية:

- يجب أن يعمل حاجز السلامة على احتواء المركبة، وإعادة توجيهها دون كسر العناصر الطولية الرئيسة للنظام بالكامل.
- يجب ألا تخترق عناصر حاجز السلامة مقصورة الركاب في المركبة.
- لا يسمح بتشوه مقصورة الركاب أو اقتحامها على نحوٍ قد يتسبب في وقوع أضرار جسيمة.
- يجب ألا يعبر مركز ثقل المركبة خط الوسط للنظام المشوه.
- يجب ألا تنزلق المركبة (ويشمل ذلك انقلاب المركبة على جانبها) في أثناء أو بعد الاصطدام، مع أن التدحرج والانحراف مقبولين.
- بالنسبة لاختبارات مركبات النقل الثقيل، يجب ألا يُفصل أكثر من (٥٪) من كتلة ثقل الموازنة (ballast) أو تقسيمها في أثناء الاختبار حتى تستقر المركبة.
- بعد الاصطدام بحاجز السلامة أو حاجز المركبة، لا يسمح للمركبة عند الارتداد إلى الخلف بعبور خط موازٍ للوجه الأولي للنظام المواجه لحركة المرور.

الجدول (٥–٢) العلاقة المتبادلة بين اختبارات الاصطدام، ومستويات الاحتواء (SASO EN 1317).

مستوى الاحتواء		الاختبار
	T1	TB 21

مستوى الاحتواء		الاختبار
حواجز مؤقتة	T2	TB 22
	T3	TB 41 + TB 21
مرتفع	H1	TB 42 + TB 11
	L1	TB 42 + TB 11 + TB 32
	H2	TB 51 + TB 11
	L2	TB 51 + TB 11 + TB 32
	H3	TB 61 + TB 11
	L3	TB 61 + TB 11 + TB 32
مرتفع للغاية	H4a	TB 71 + TB 11
	L4a	TB 71 + TB 11 + TB 32
	H4b	TB 81 + TB 11
	L4b	TB 81 + TB 11+ TB 32

يُعتمد على الأنظمة المحلية (وليس المواصفة EN 1317)؛ لتحديد الحد الأدنى من مستويات الاحتواء، التي يجب استخدامها في المواقف المختلفة؛ حسب مواصفات محددة: (نوع حركة المرور، والحد الأقصى للسرعة، ووجود أخطار على جانبي الطريق، وما إلى ذلك).

٥-٢-١ الامتثال لدليل تقييم معدات السلامة (MASH) مقارنةً بالمواصفة الأوروبية رقم (EN 1317):

تعتمد إرشادات دليل تقييم معدات السلامة الأمريكي (MASH) على اختبارات الاصطدام المصنفة في مستويات اختبار معينة (TL)، التي تعتمد -أيضًا- على نوع المركبة، وكتلتها، وزاوية وسرعة الاصطدام. يظهر الجدول (٥-٣) امتثال دليل تقييم معدات السلامة الأمريكي (MASH) للمواصفة (EN 1317) من حيث الطاقة المتدفقة في أثناء الاصطدام.

الجدول (٥–٣) العلاقة المتبادلة بين المواصفة الأوروبية (EN 1317) ودليل تقييم معدات السلامة؛ حسب الطاقة في أثناء الاصطدام.

مستوى الاحتواء	(EN 1317)	دليل تقييم معدات السلامة الأمريكي (MASH)	الحد الأقصى لكتلة المركبة (كجم)	السرعة (كم/س)	زاوية الاصطدام (درجة)	طاقة الاصطدام الاسمية (كيلو جول)
مرتفع	L1		١٠,٠٠٠	٧٠	١٥	١٢٦,٦
		TL3	٢,٢٧٠	١٠٠	٢٥	١٥٦,٧
		TL4	١٠,٠٠٠	٩٠	١٥	٢٠٩,٦
	L2		١٣,٠٠٠	٧٠	٢٠	٢٨٧,٥
	L3		١٦,٠٠٠	٨٠	٢٠	٤٦٢,١
مرتفع للغاية	L4a		٣٠,٠٠٠	٦٥	٢٠	٥٧٢,٠
		TL5	٣٦,٠٠٠	٨٠	١٥	٥٩٦,٣
		TL6	٣٦,٠٠٠	٨٠	١٥	٥٩٦,٣
	L4b		٣٨,٠٠٠	٦٥	٢٠	٧٢٤,٦
ملاحظة: تشير القيم إلى حواجز السلامة على جانبي الطريق.						

يجب تعديل قيم طاقة الاصطدام الاسمية الموضحة في الجدول (٥-٣)؛ لمعالجة درجة السماحية العلوية والسفلية، ولضبط الاختلافات في زاوية الاصطدام، وكتلة المركبة، والسرعة بين الأسلوبين. وفيما يتعلق بامتثال دليل تقييم معدات السلامة الأمريكي (MASH) للمواصفة (EN 1317)، يقدم هذا التقييم النتائج الموضحة في الجدول (٥-٤)، و الجدول (٥-٥)، و الجدول (٥-٦)، و الجدول (٥-٧)، و الجدول (٥-٨).

الجدول (٥–٤) امتثال المستوى (TL3) للمستوى (L1)؛ (TRB, 2012).

TL 3 و L1		أُجري الاختبار وفقًا لـ	
		دليل تقييم معدات السلامة الأمريكي (MASH)	المواصفة (EN 1317)
يُقبل وفقًا لـ	دليل تقييم معدات السلامة الأمريكي (MASH).	-	توقع غير معقول للاستخدام (NR).
	المواصفة (EN 1317)	توقع معقول للاستخدام (R).	-

الجدول (٥–٥) امتثال المستوى (TL4) للمستوى (L2)؛ (TRB, 2012).

TL4 و L2		أُجري الاختبار وفقًا لـ	
		دليل تقييم معدات السلامة الأمريكي (MASH)	**المواصفة (EN 1317)**
يُقبل وفقًا لـ	دليل تقييم معدات السلامة الأمريكي (MASH).	-	توقع معقول للاستخدام (R).
	المواصفة (EN 1317).	توقع غير معقول للاستخدام (NR).	-

الجدول (٥–٦) امتثال المستويين (TL5 وTL6) للمستوى (L3)؛ (TRB, 2012).

TL 5 و TL 6 و L3		أُجري الاختبار وفقًا لـ	
		دليل تقييم معدات السلامة الأمريكي (MASH)	**المواصفة (EN 1317)**
يُقبل وفقًا لـ	دليل تقييم معدات السلامة الأمريكي (MASH).	-	توقع غير معقول للاستخدام (NR).
	المواصفة (EN 1317).	توقع معقول للاستخدام (R).	-

الجدول (٥–٧) امتثال المستويين (TL5 وTL6) للمستوى (L4a)؛ (TRB, 2012).

TL 5 و TL 6 و L4a		أُجري الاختبار وفقًا لـ	
		دليل تقييم معدات السلامة الأمريكي (MASH)	**المواصفة (EN 1317)**
يُقبل وفقًا لـ	دليل تقييم معدات السلامة الأمريكي (MASH).	-	كل حالة على حدة (CC).
	المواصفة (EN 1317).	توقع معقول للاستخدام (R).	-

الجدول (٥–٨) امتثال المستويين (TL5 وTL6) للمستوى (L4b)؛ (TRB, 2012).

TL 5 و TL 6 و L4b		أُجري الاختبار وفقًا لـ	
		دليل تقييم معدات السلامة الأمريكي (MASH)	المواصفة (EN 1317)
يُقبل وفقًا لـ	دليل تقييم معدات السلامة الأمريكي (MASH).	-	توقع معقول للاستخدام (R).
	المواصفة (EN 1317).	توقع غير معقول للاستخدام (NR).	-

٥-٣ شدة الاصطدام:

تحدد شدة الاصطدام: الإجهاد البدني ومدى خطورة الإصابات، وخطر الوفاة، وغيرها من مضاعفات قد يتعرض لها شاغلو المركبة، والاختبار الذي يُجر لتحديد شدة الاصطدام من النوع (TB 11) (سيارة ركاب بوزن ٩٠٠ كجم، وزاوية اصطدام قدرها ٢٠ درجة، بسرعة ١٠٠ كم/س). من الواضح أنه كلما كان النظام أكثر صلابة؛ زاد التباطؤ الذي يؤثر على شاغلي المركبة.

يجب قياس شدة الاصطدام من خلال المؤشرات التالية:

- مؤشر شدة التسارع (ASI).
- السرعة النظرية لاصطدام الرأس (THIV).

يعد مؤشر شدة التسارع (ASI) المؤشر الرئيس لتقييم شدة الاصطدام، وهو مؤشر بلا أبعاد، ودائمًا ما يكون أكبر من الصفر؛ حيث تزيد شدة الاصطدام عن (١,٠).

طورت السرعة النظرية لاصطدام الرأس (THIV)؛ لتقييم شدة اصطدام الراكب خلال ارتطام المركبة، بأنظمة تقييد المركبات. يُعد رأس الراكب جسمًا حر الحركة، وبينما تتباطأ سرعة المركبة في أثناء الاصطدام بنظام تقييد المركبات؛ فإنها تستمر في التحرك لحين اصطدامها بسطحٍ ما من الداخل. يعد مقياس السرعة النظرية لاصطدام الرأس تقييمًا كميًا للمركبة بخصوص شدة الاصطدام بنظام تقييد المركبة.

يستعرض الجدول (٥-٩) الفئات المختلفة لشدة الاصطدام.

الجدول (٥–٩) فئات شدة الاصطدام، (طبقًا لمواصفة SASO EN 1317).

فئة شدة الاصطدام	أقصى قيم مسموح بها	
أ	مؤشر شدة التسارع أصغر من أو يساوي ١,٠	السرعة النظرية لاصطدام الرأس أقل من أو يساوي ٣٣ كم/س.
ب	مؤشر شدة التسارع أكبر من ١,٠ و أقل من أو يساوي١,٤	السرعة النظرية لاصطدام الرأس أقل من أو يساوي ٣٣ كم/س.
ج	مؤشر شدة التسارع أكبر من ١,٤ و أقل من أو يساوي١,٩	السرعة النظرية لاصطدام الرأس أقل من أو يساوي ٣٣ كم/س.

توفر أنظمة شدة الاصطدام من الفئة (أ) مستويات سلامة أعلى لشاغلي المركبة التي تنحرف عن مسارها مقارنةً بأنظمة شدة الاصطدام من الفئة (ب) وينبغي تفضيل الأولى؛ لأسباب تتعلق بالسلامة، عندما تكون المواصفات المتبقية متطابقة.

للسبب نفسه؛ ينبغي تفضيل أنظمة شدة الاصطدام من الفئة (ب) على أنظمة شدة الاصطدام من الفئة (ج). يمكن اختيار نظام شدة التصادم من الفئة (ج) فقط في حالة عدم استيفاء مواصفات الأداء المطلوبة بواسطة أنظمة شدة الاصطدام من الفئة (أ) والفئة (ب).

٥-٤ التشوه:

يتصف تشوه أنظمة تقييد حركة المركبات في أثناء اختبارات الاصطدام بما يلي:

- انحراف ديناميكي.
- العرض العامل.
- اختراق المركبة.

يجب أن يُحدد الانحراف الديناميكي، والعرض العامل، ومواصفات اختراق المركبة، شروط تركيب نظام تقييد حركة المركبات، وكذلك الخلوص الجانبي اللازم، الذي يجب توفيره أمام العوائق؛ حتى يعمل النظام كما ينبغي.

يعتمد التشوه على نوع النظام، وخصائص اختبار الاصطدام. تُوحد مقارنة مؤشرات التشوه: (الانحراف الديناميكي، والعرض العامل، واختراق المركبة) مع قيم الاختبار الفعلية من حيث: الكتلة، والسرعة، والزاوية، من أجل تقليل تأثير تباين درجة السماحية في نتائج الاختبار في تصنيف أداء حواجز السلامة.

٥-٤-١ الانحراف الديناميكي:

الانحراف الديناميكي المُعدل للطبيعي (D) هو معلمة تُقيّم تشوه النظام في أثناء الاصطدام ويُحسب بوصفه أقصى إزاحة جانبية للوجه الأمامي للنظام عن حالته الأولية. يُقاس الانحراف الديناميكي بالأمتار في أثناء اصطدام المركبة الأثقل.

يعتمد الأمر على الأنظمة الوطنية لا على المواصفة الأوربية (EN 1317)؛ لتحديد المواصفات التي سيتبعها مصممو نظام تقييد حركة المركبات، وتحديد أقصى انحراف ديناميكي للنظام لاستخدامه على الطريق؛ عند تصميم البيئة الجانبية للطريق.

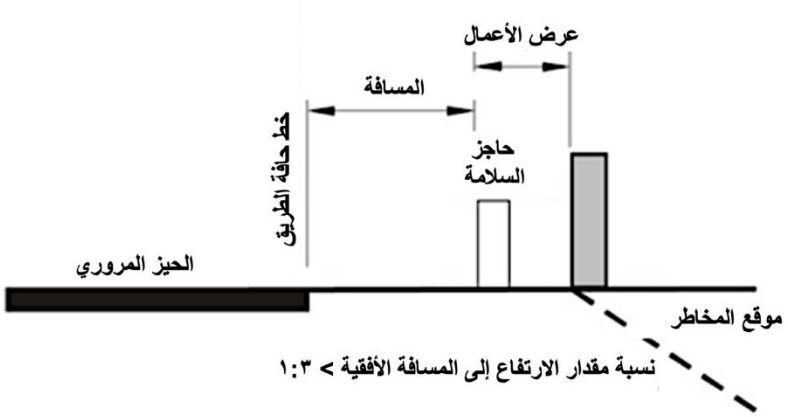
٥-٤-٢ العرض العامل:

يُعرَّف العرض العامل المُعدل للطبيعي (W) لنظام ما؛ على أنه: مجموع الانحراف الديناميكي، والعرض الإنشائي للنظام.

عادةً ما يُعد العرض العامل المعلمةَ الرئيسة لحساب الخلوص الجانبي المطلوب خلف الحاجز حتى يعمل النظام جيدًا. لذا يعتمد اختيار نظام تقييد حركة المركبات المناسب -أيضًا- على المسافة الجانبية المتاحة من العائق.

كلما كان الحيز المتاح أصغر كان النظام أكثر صلابة؛ لهذا السبب، هناك ارتباط مباشر بين شدة الاصطدام والحيز المتاح للتشوه، والتي بدورها تحدد مستوى الاحتواء.

لذلك، يجب اختيار نظام تقييد حركة المركبات بحيث يكون عرضها العامل -عمومًا- أقل أو مساويًا للمسافة بين الوجه الأمامي للنظام والوجه الأمامي للعائق (الشكل ٥-١) ما لم تُصنّف هذه العوائق على أنها قابلة للتشوه؛ طبقًا لمواصفة (SASO EN 1317).



الشكل (٥–١) مخطط نظام تقييد المركبات طبقًا للعرض العامل وخط الحافة المُعبّدة (FGSV, 2009).

ينقسم العرض العامل إلى (٨ فئات)، ابتداءً من عرض عامل من (الفئة ١ حتى الفئة ٨)؛ وفقًا للتشوه المتزايد للنظام (الجدول ٥-١٠).

الجدول (٥–١٠) فئات العرض العامل، وقيمها (SASO EN 1317).

العرض العامل المُعدل للطبيعي	
الفئة	**القيمة (م)**
العرض العامل من الفئة رقم ١ (W1)	W1 ≤ 0.6
العرض العامل من الفئة رقم ٢ (W2)	W2 ≤ 0.8
العرض العامل من الفئة رقم ٣ (W3)	W3 ≤ 1.0
العرض العامل من الفئة رقم ٤ (W4)	W4 ≤ 1.3
العرض العامل من الفئة رقم ٥ (W5)	W5 ≤ 1.7
العرض العامل من الفئة رقم ٦ (W6)	W6 ≤ 2.1
العرض العامل من الفئة رقم ٧ (W7)	W7 ≤ 2.5
العرض العامل من الفئة رقم ٨ (W8)	W8 ≤ 3.5

عند تحديد العرض العامل المطلوب؛ يجب مراعاة ما يلي:

- يجب أن تكون مسافة الواجهة الأمامية للنظام، من حد خط الحافة الخارجية للطريق، مساوية (٠,٥٠) م على الأقل. يجب أن يُسمح بتقليل هذا الحد الأدنى من المسافة (٠,٥٠ م) - فقط - في حالات استثنائية؛ مثل: وجود عائق لا يمكن تجنبه داخل منطقة العرض العامل. يمكن أن يتطلب توفير الرؤية الكافية مسافات أطول من القيمة الدنيا (٠,٥٠) م.
- يمكن زيادة مسافة الجانب الأمامي للنظام، من حد خط الحافة الخارجية للطريق إلى (١,٠٠ م - ١,٥٠ م)؛ اعتمادًا على ظروف الحيز المكاني، وحركة المرور؛ على سبيل المثال: الشوارع التي لا تحتوي على ممرات خاصة للمشاة، أو مسارات ركوب الدراجات. في مثل هذه الحالات، يجب تثبيت الكتف غير المُعبّد بدرجة كافية بين خط حافة الطريق والوجه الأمامي للنظام بكفاءة؛ على سبيل المثال: حصى مُغطى بالعشب وليس مرصوفًا.
- ينبغي النظر في إمكانية اختيار فئة العرض العامل من الفئة التالية، في المناطق الخطرة؛ مثل: منحدرات الحفر، والردم.
- يمكن تركيب أنظمة حواجز ذات عرض عامل من فئة أكبر مقارنةً بالمسافة المُقاسة بين الوجه الأمامي للحاجز والوجه الأمامي للعائق، عندما تشير نتائج الاختبار إلى وجود كفاية في قدرة احتواء النظام وتشغيله؛ طبقًا لمواصفة (SASO EN 1317). يتعلق هذا المرجع بالتحديد النهائي للأكتاف ومسارات المشاة في الجسور؛ تجنبًا للتصاميم المعقدة، ويمكن تطبيقها طالما أنها لا تؤدي إلى الخروج عن هدف توفير الحماية.

٥-٤-٣ اختراق المركبة:

يُعرَّف اختراق المركبة المُعدل للطبيعي (VI) لنظام ما؛ على أنه: أقصى لين عرضي (اقتحام) للمركبة المصطدمة من الوجه الأمامي لنظام تقييد حركة المركبات.

مركبة الاصطدام هي: مركبة نقل ثقيل، تتضمن حمولة افتراضية؛ بعرض وطول منصة المركبة، وارتفاع إجمالي يبلغ (٤,٠) م فوق السطح المرصوف؛ مما يتناول السيناريو -الأسوأ- لمستويات احتواء مركبات النقل الثقيل L1 (H1) و L3 (H3) و L4a (H4a) و L4b (H4b) مع إنشاءات مختلفة للمنصة.

يجب اعتبار قياس اختراق المركبة لمستوى الاحتواء L2 (H2) متطابقًا مع الإزاحة الديناميكية، إذ يجب أن يتم أخذ الارتفاع الفعلي لارتفاع المركبة التصميمية (الحافلة).

يجب أن يحتوي نظام تقييد حركة المركبات ذات مستويات احتواء L1 (H1) و L3 (H3) و L4a (H4a) و L4b (H4b) على معلمات العرض العامل (W) واختراق المركبة (VI) بحيث يمكن للمصممين اختيار أنظمة فعالة وآمنة.

ينقسم اختراق المركبة إلى (٩ فئات)، ابتداءً من اختراق مركبة من (الفئة ١) وحتى (الفئة ٩) (الجدول ٥-١١).

الجدول (٥–١١) فئات اختراق المركبات، وقيمها (SASO EN 1317).

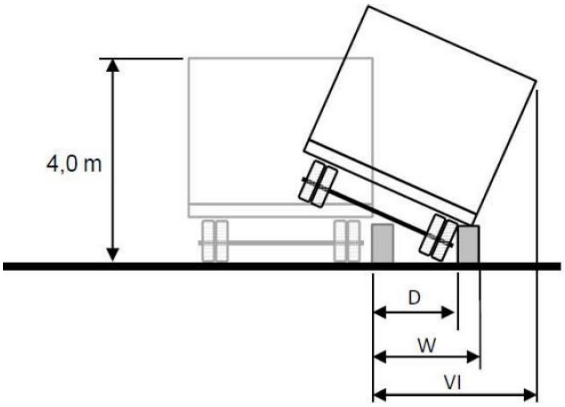
اختراق المركبات العادي	
الفئة	**القيمة (م)**
اختراق مركبة من الفئة رقم ١ (VI1)	VI1 ≤ 0.6
اختراق مركبة من الفئة رقم ٢ (VI2)	VI2 ≤ 0.8
اختراق مركبة من الفئة رقم ٣ (VI3)	VI3 ≤ 1.0
اختراق مركبة من الفئة رقم ٤ (VI4)	VI4 ≤ 1.3
اختراق مركبة من الفئة رقم ٥ (VI5)	VI5 ≤ 1.7
اختراق مركبة من الفئة رقم ٦ (VI6)	VI6 ≤ 2.1

اختراق المركبات العادي	
الفئة	**القيمة (م)**
اختراق مركبة من الفئة رقم ٧ (VI7)	VI7 ≤ 2.5
اختراق مركبة من الفئة رقم ٨ (VI8)	VI8 ≤ 3.5
اختراق مركبة من الفئة رقم ٩ (VI9)	VI9 > 3.5

٥-٤-٤ ملاحظات إضافية:

من الممكن -بسبب الظروف المحلية المحددة وقيود الحيز المكاني- أن تنشأ التزامات معينة، عندما يتعذر استيفاء الشروط المتعلقة بالعرض العامل واختراق المركبات اللازمين على النحو المبين أعلاه، أو الحد الأدنى اللازم لطول نظام تقييد حركة المركبات. في مثل هذه الحالات؛ ينبغي استقصاء جميع البدائل المستندة إلى المبادئ الأساسية للإرشادات الحالية؛ من أجل الوصول إلى حل يوفر أقصى مستوى من الحماية للظروف المعلنة.

يوضح الشكل (٥-٢) معلمات تشوه الانحراف الديناميكي (D)، والعرض العامل (W)، واختراق المركبة (VI).



الشكل (٥–٢) الانحراف الديناميكي (D) والعرض العامل (W) واختراق المركبات (VI) (BASt, 2020a).

ملاحظة: ارتفاع المركبة البالغ (٤،٠) م، يشير إلى اختراق المركبة.

من الضروري مراعاة المواصفة الإضافية لاختراق المركبة في أثناء تصميم نظام تقييد حركة المركبات في مناطق بوابات الأنفاق، أو دعامات الجسر، أو المنشآت المعرضة لخطر الانهيار، أو غيرها من العوائق الكبيرة والصلبة، القريبة من خط حافة الطريق، لأن سعة احتواء النظام المقترح هي L1 (H1) وأكثر صلابة، كما هو محدد في الإرشادات الحالية وطبقًا لمواصفة (SASO EN 1317).

٥-٥ حالات استثنائية:

في حال عدم توفر نظام تقييد حركة المركبات لموقع خطير معين، بمستوى الاحتواء المطلوب؛ والعرض العامل المقبول (واختراق المركبة عند الاقتضاء)، عندئذٍ يجب تطبيق أحد الإجراءات التالية:

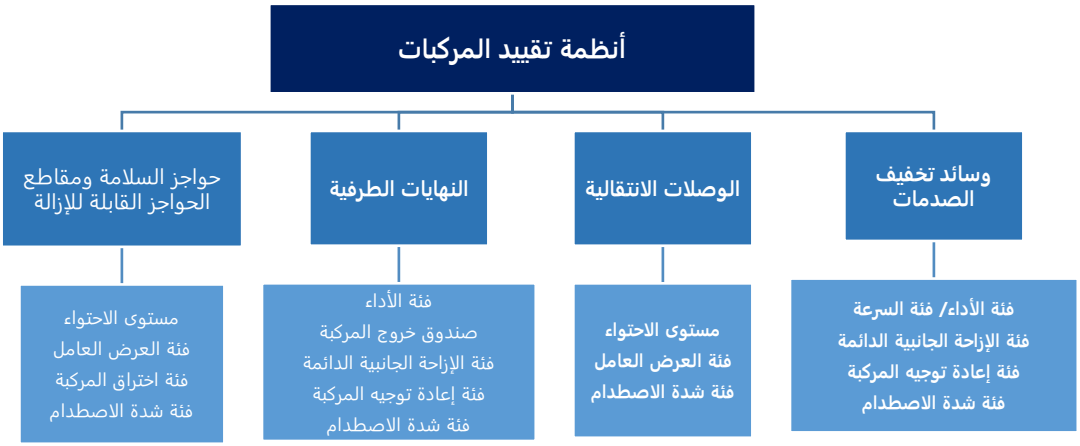
- يجب اختيار نظام تقييد حركة المركبات بسعة احتواء، وعرض عامل أعلى على النحو المبين في الإرشادات الحالية.

- يجب اختيار نظام تقييد حركة المركبات بسعة احتواء أعلى، وفئة العرض العامل الأعلى (التالية).
- يجب اختيار نظام تقييد حركة المركبات بنفس سعة الاحتواء، وفئة العرض العامل الأعلى (التالية) ؛ بشرط ألا يشكل الموقع الخطر عائقًا مع خطر التعرض للانهيار.
- تُطبق السرعة المعلنة المناسبة، التي لا تتطلب تركيب نظام تقييد حركة المركبات، أو تتطلب نظام تقييد حركة المركبات مع سعة احتواء أقل. يتطلب تنفيذ السرعة المعلنة الجديدة الموافقة اللازمة من هيئة الطرق المختصة.
- يُركّب نظام تقييد حركة المركبات بالقرب من خط حافة الطريق المُعبّدة. في هذه الحالة يمكن تقليل المسافة القياسية من (٠,٥٠) م إلى (٠,٢٥) م. يُنتج تقليل الحيز هذا عيوبًا مثل: وجود حيز أصغر؛ لتنظيم مناطق أعمال الطرق، وتنظيم حركة المرور بشكل عام.
- تجب مراعاة استبدال العائق -في حال وجود أعمدة الإنارة أو لافتات إشارات المرور- بأعمدة ولافتات سلامة خامدة مناسبة طبقًا لمواصفة (EN 12767).

٥-٦ متطلبات فئات الأداء لكل نوع من أنواع أنظمة تقييد المركبات:

يجب أن تمتثل أنظمة تقييد حركة المركبات للمتطلبات الخاصة بالمواصفة (SASO EN 1317). يجب الامتثال لمجموعة المتطلبات؛ من خلال نتائج الاختبار التي أُجريت في المختبرات المعتمدة.

يوضح الشكل (٥-٣) متطلبات فئات الأداء لكل نوع من أنواع أنظمة تقييد حركة المركبات المختلفة.



الشكل (٥–٣) متطلبات فئات الأداء لكل نوع من أنواع أنظمة تقييد حركة المركبات المختلفة (FGSV, 2009، نسخة معدلة).

تُوفر تفاصيل إضافية حول أنواع أنظمة تقييد حركة المركبات المذكورة أعلاه في الأجزاء التالية.

٦- عملية اختيار حواجز السلامة ومواصفاتها:

٦-١ عام:

يجب تحديد أداء حواجز السلامة طبقًا للمواصفة (SASO EN 1317)؛ بناءً على المعايير التالية:

- مستوى الاحتواء.
- العرض العامل.
- اختراق المركبة.
- شدة الاصطدام.

وُفرت المعلومات الأساسية المتعلقة بالمواصفات المذكورة أعلاه في الأجزاء السابقة من هذا المجلد.

تعتمد متطلبات حواجز السلامة على موقعها، الذي يمكن أن يكون أحد المواقع الآتية:

- مناطق خط حافة الطريق (الحدود الخارجية المُعبّدة للطريق).
- مناطق الجسور والجدران الاستنادية.
- الجزر الفاصلة الوسطية والجانبية.
- الجدران الاستنادية وبوابات الأنفاق.

تُحلل متطلبات حواجز السلامة المحمولة في الباب (١٢).

٦-٢ مناطق خط حافة الطريق:

٦-٢-١ مستوى الاحتواء:

يُوضح المخطط الانسيابي للشكل (٦-١) عملية تقييم المتطلبات الاقتصادية والتقنية، فيما يتعلق بتركيب حواجز السلامة في منطقة خط حافة الطريق. يُوضح الشكل (٦-١) أيضًا الحد الأدنى من مستوى الاحتواء المطلوب؛ وفقًا لما يلي:

- تصنيف المخاطر من حيث: كان الخطر موجودًا في منطقة معينة، أو يتمثل في عددٍ من العوائق، أو كان يشكل خطرًا على الغير، أو على شاغلي المركبات. يجب أن يقوم المصمم بتصنيف المناطق الخطرة، أو العوائق مع متطلبات الحماية غير المصنفة في فئات المخاطر ذات الصلة؛ في الشكل (٦-١) تبعًا لذلك.
- السرعة المُعلنة (V_{posted}).
- تكرار أو احتمالية انحراف المركبة عن مسارها (الخروج عن الطريق).
- بيانات حركة المرور؛ مثل معدل الحجم المروري اليومي، وحركة مرور مركبات النقل الثقيل.

٦-٢-٢ شدة الاصطدام:

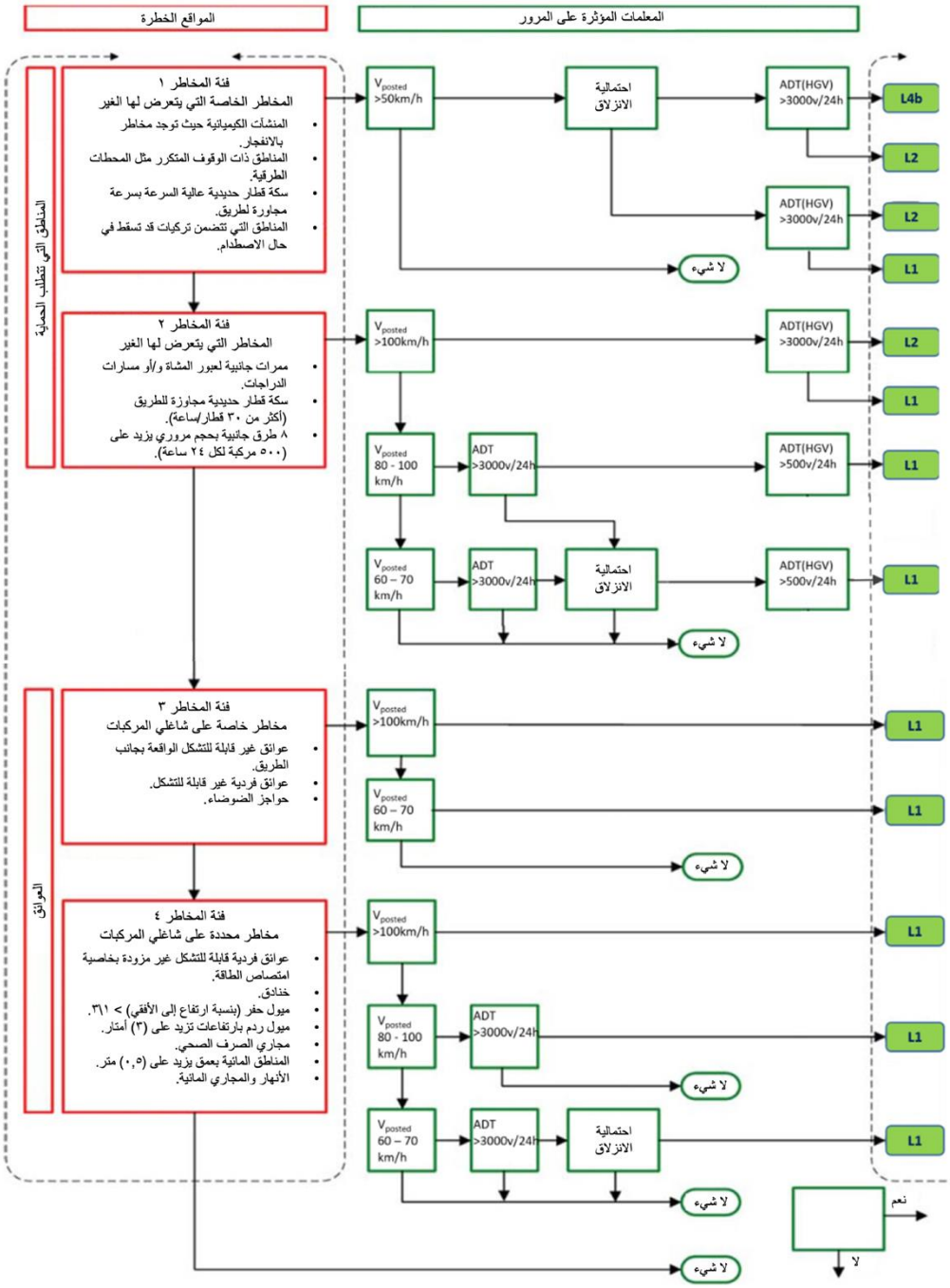
كما ذُكر سالفًا؛ تُحدد شدة الاصطدام: الإجهاد البدني، أو شدة الإصابات، أو خطر تعرض شاغلي المركبة إلى الوفاة.

تُحدد شدة الاصطدام؛ من خلال تقييم عنصرين: مؤشر شدة التسارع، ومؤشرات السرعة النظرية لاصطدام الرأس. يمكن العثور على مزيد من المعلومات التفصيلية في الجزء (٥-٣).

٦-٢-٣ العرض العامل واختراق المركبة:

يُعد العرض العامل واختراق المركبة من العوامل الأساس فيما يتعلق بتقييم تشوه تركيب أنظمة تقييد حركة المركبات.

بقدر ما يتعلق الأمر بحواجز السلامة الموضوعة في مناطق خط حافة الطريق؛ فإن الجزء الفرعي (٥-٤-٢) والجزء الفرعي (٥-٤-٣) يُقدمان نظرة شاملة عن معلمات العرض العامل، واختراق المركبات على التوالي.



الشكل (٦–١) متطلبات اختيار الحد الأدنى لمستوى الاحتواء لحواجز السلامة، في مناطق خط حافة الطريق (FGSV, 2009، نسخة معدلة).

٦-٣ مناطق الجسور والجدران الاستنادية:

٦-٣-١ عام:

تُعرف حواجز السلامة في مناطق الجسور والجدران الاستنادية، أو أيّ منهما؛ باسم (حواجز المركبات). تُركّب حواجز المركبات على المناطق الجانبية للجسور، أو الجدران الاستنادية، أو المنشآت المماثلة؛ عندما تنطوي على مخاطر السقوط الرأسي.

وفيما يلي المتطلبات الدنيا لحاجز السلامة؛ باعتباره حاجز مركبات:

- طول الجسر أكبر من ١٠ م.
- الهبوط الرأسي أكبر من ٢ م.
- طول الجدار الاستنادي أكبر من ٢٥ م.

إذا لم تُستوف المعايير المذكورة أعلاه، تُطبّق المتطلبات العامة لمناطق خط حافة الطريق؛ وفقًا لما هو مذكور في الجزء (٦-٢).

يمكن أن تشمل حواجز المركبات على الوقاية الإضافية، وتقييد حركة المشاة، وغيرهم من مستخدمي الطريق (حواجز المركبات والمشاة المجمعة).

يجب اختيار حواجز المركبات طبقًا لتصنيف المخاطر؛ حيث تُطبّق معايير مُعينة اعتمادًا على ما إذا كانت المخاطر المحتملة تنطوي على أطرافٍ ثالثة، أو شاغلي المركبات فقط.

يجب تحديد تصنيف حمولة حواجز المركبات على الجسور؛ بناءً على الإرشادات المعمول بها، بمراعاة الأحمال المُقاسة في أثناء اختبار الاصطدام الذي يُجرى وفقًا للمواصفة (SASO EN 1317)، وتُنقل إلى الهيكل الإنشائي عبر حاجز المركبة؛ والمركبة على حدٍ سواء. وبالنسبة لحواجز المركبات ذات مستوى احتواء يصل إلى L1 (H1)؛ يمكن تحديد الحمولة بطريقة موثوقة من خلال الحسابات النظرية، ومثل هذا النهج النظري مقبول.

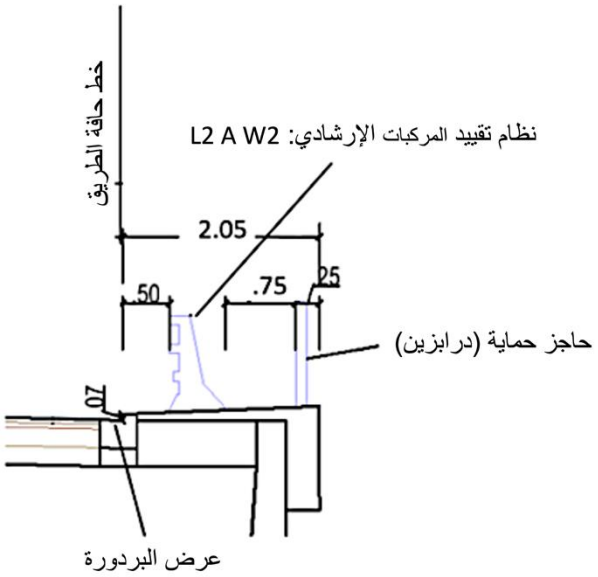
يُعد تحديد حواجز المركبة المناسبة، وتركيبها أمرًا مفروغًا منه؛ بسبب أن القوى المطبقة على الحاجز، والتي تُقاس بإجراء اختبار الاصطدام القياسي المقابل، يمكن تحملها بسلامة -جزئيًا- من خلال مكونات الدعم المباشر للهيكل الإنشائي، و -كليًا- بواسطة جسم الهيكل الإنشائي.

قد تشكل القيم السابقة (القصوى، المسموح بها) معايير إضافيةً؛ لتحديد وقبول أنواع حواجز المركبة، التي تتجاوز مواصفات الأداء المطلوبة.

وتجنبًا لحدوث تدخلات التسليح اللاحقة في أثناء تصميم المنشآت الجديدة؛ يُوصى بتحديد استخدام تصنيف أفقي لقوة الاصطدام بما يعادل (٤٠٠) كيلو نيوتن، الذي يغطي -وفقًا للدراسات الدولية- متطلبات عدد كبير من حواجز المركبة L2 (H2) وL3 (H3). وفي هذه الحالة يمكن استخدام حواجز المركبات التي يكون نقل قوتها الأفقية إلى الهيكل الإنشائي أقل من فئات (٤٠٠) كيلو نيوتن مسموحًا بدون تقييمات تحكم خاصة. ويتطلب استخدام الحواجز ذات نقل القوة الأفقية التي تزيد عن (٤٠٠) كيلو نيوتن تقييمًا إنشائيا للهيكل. ولا يُسمح باستخدامها إلا إذا أثبت الهيكل بتصميمه وإنشائه أنه يتحمل الحمل المقابل، وبه عتبات تحميل كافية. ويجري المقاول هذا التقييم الإنشائي، ويُقدم التقرير الناتج إلى هيئة الطرق المختصة لمراجعته والموافقة عليه.

تُتناول الجوانب المتعلقة بقدرة تحمل الجسور والمنشآت ذات الصلة، التي تؤثر على عملية تحديد حواجز المركبات في: (الجزء الفرعي (٣-٦-٥) من كود الطرق السعودي ٣١٠: تصميم الجسور والأنفاق). يجب تركيب حواجز المركبة في مناطق وصلات الجسر بطريقة لا تخلف ورائها دليلًا على وجود خسارة كبيرة في الأداء؛ بسبب تحركات الهيكل انشائي.

تكون تشكيلات العرض الجانبي النموذجية على الجسور (التشكيلات الجانبية بين خط حافة الطريق وخط الحافة الخارجية للهيكل الإنشائي) ٢,٠٥ م (الشكل ٦-٢). يعمل الخلوص الجانبي -بين الوجه الخلفي لحاجز المركبة والحاجز- كممر في حالات الطوارئ، وأعمال الصيانة، وينبغي ألا يقل عرضه عن (٠,٧٥) م، في حين يمكن تقليل هذه المسافة إلى (٠,٥٠) م في الجسور القائمة.



الشكل (٦–٢) العروض النموذجية للتشكيلات الجانبية على الجسور.

٦-٣-٢ مستوى الاحتواء:

مستويات احتواء حواجز المركبات لمختلف مستويات تصنيف المخاطر موضحة في الجدول (٦-١).

عادةً ما تتطلب الجسور والجدران الاستنادية ذات السرعة المعلنة V_{posted} التي لا تتجاوز ٥٠ كم/س، المصنفة على أنها خطرة من الفئة رقم (١)، حاجزًا للمركبة بمستوى احتواء L1 (H1). بالنسبة لفئات المخاطر المنخفضة (من الفئات ٢ - ٤)، حيث لا يزال تطبيق السرعة المعلنة التي لا تتجاوز ٥٠ كم/س عليها؛ يُختار رصيف مشاة حافته غير قابلة للتسلق (على سبيل المثال: بارتفاع ٢٠ سم) بالإضافة إلى حاجز حماية (درابزين) مقوى بكابل فولاذي. أما في الحالات التي لا يوجد فيها رصيف مشاة، تُختار حواجز سلامة احتواؤها من المستوى L1.

٦-٣-٣ شدة الاصطدام:

فيما يتعلق بشدة الاصطدام؛ من المستحسن اختيار حواجز المركبة من الفئة (أ) حيثما كان ذلك متاحًا. لا يمكن اختيار حاجز المركبة مع شدة تصادم من الفئة (ج) باستثناء ما لم يستوفِ مواصفات الأداء المطلوبة بواسطة الأنظمة ذات الفئة (أ) أو الفئة (ب).

الجدول (٦–١) مستويات الاحتواء المطلوبة لحواجز المركبات (FGSV, 2009).

موقع خطر أسفل جسر أو جدار استنادي.	طرق بسرعة معلنة V_{posted} > ١٠٠ كم/س أو طرق سريعة نموذجية أو طرق سريعة ذات خصائص تشغيلية منخفضة أو طرق مقسمة بسرعة معلنة V_{posted} ≤ ١٠٠ كم/س.	طرق بسرعة معلنة V_{posted} ≤ ١٠٠ كم/س و معدل الحجم المروري اليومي (مركبات النقل الثقيل) > ٥٠٠ مركبة كل ٢٤ ساعة.	طرق بسرعة معلنة V_{posted} ≤ ١٠٠ كم/س و معدل الحجم المروري اليومي (مركبات النقل الثقيل) ≤ ٥٠٠ مركبة كل ٢٤ ساعة.	سرعة معلنة V_{posted} ≤ ٥٠ كم/س.
فئة المخاطر رقم (١) مناطق ذات مخاطر خاصة على الغير.	L4b	L2	L2	L1
فئة المخاطر رقم (٢ حتى ٤) المناطق ذات: • مخاطر على الغير. • مخاطر خاصة على شاغلي المركبات. • مخاطر على شاغلي المركبات.	L2	L2	L1	يتراوح ارتفاع حافة الرصيف بين (٠,١٥ م – ٠,٢٠ م).
ملاحظة: يصل ارتفاع حافة الرصيف التي يُثبت حاجز المركبة عليها إلى (٠,٠٧) م للسرعة المعلنة V_{posted} > ٥٠ كم/س. الحالة (١): مع رصيف مشاة (على سبيل المثال: بارتفاع ٢٠ سم) - حافة رصيف غير قابلة للتسلق (مجمعة مع حاجز حماية (درابزين))، الحالة (٢): بدون رصيف مشاة - تُختار حواجز سلامة احتواؤها من المستوى L1.				

٦-٣-٤ العرض العامل واختراق المركبة:

لتحديد أقصى فئة للعرض العامل؛ يجب اعتبار خط الحافة الخارجية للجسر أو الجدار الاستنادي (خط حافة الهيكل الإنشائي) الواجهة الأمامية للعوائق الجانبية، شريطة عدم تركيب حاجز ضوضاء أو أي عائق آخر.

يُسمح بتركيب حواجز المركبات تحت فئة عرض عامل أعلى، إذا أظهرت الاختبارات ذات الصلة أن قدرة احتوائها كافية لحماية شاغلي المركبة أو الغير؛ طبقًا لمواصفة (SASO EN 1317).

كما يجب الأخذ في الاعتبار اختراق المركبة؛ إذ يُعد اختراق المركبات أمرًا بالغ الأهمية للحالات ذات العوائق الكبيرة؛ على سبيل المثال: (الجسور المعلقة بالكابلات، وجسور اللافتات، وما إلى ذلك).

٦-٣-٥ حالات عدم التوافق:

إذا تعذر تلبية متطلبات الأبعاد المتعلقة بتشكيلات العرض الجانبي النموذجية على الجسور (الشكل ٦-٢)، أو لم يكن هناك حاجز مركبة معتمد للتركيب؛ ينبغي تقييم الموقف وفقًا للظروف المحلية الراهنة، من حيث اختيار الانحرافات المناسبة من المبادئ التوجيهية الحالية.

يجب ذكر هذه الانحرافات المحتملة صراحةً في عملية تصميم نظام تقييد حركة المركبات، وفي إخطار العقد ذي الصلة؛ من أجل تزويد حاجز المركبة.

في الحالات التي يتعذر فيها العثور على حواجز مركبات مناسبة، ذات قدرة احتواء أو عرض عامل مطلوبة؛ يُمكن تطبيق العملية التالية:

- تحديد مستوى الاحتواء (انظر: الشكل ٦-١).
- تحديد فئة العرض العامل وفئة اختراق المركبة.
  - اختيار حاجز مركبة معتمد يلبي الظروف المحلية؛ مثل:
    - حاجز مركبة لخطوط الحافة الخارجية للهيكل انشائي.
    - حواجز المركبات والمشاة المجمعة.
- إعادة النظر في فئة العرض العامل وفئة اختراق المركبة.
  - الاستبدال المحتمل لفئة العرض العامل، بالقيمة المقابلة الخاصة بفئة الانحراف الديناميكي.
- تقييم التنفيذ المحتمل، من حيث الانحراف، لما يلي:
  - قدرة الاحتواء.
  - التحميل الفعلي مقابل التحميل المحسوب.
  - تقييم اصطدام العوامل الأخرى.
- تنفيذ حلول خاصة.

فيما يتعلق بالمنشآت الحالية؛ يجب إجراء تقييم الكفاءة مقابل تصنيف قوة الاصطدام الأفقي، الذي يعادل (٤٠٠) كيلو نيوتن خلال عملية التركيب الجديدة لحواجز المركبات، أو تجديدها، أو استبدالها. ويجب إجراء تدخلات التسليح المناسبة إذا لزم الأمر.

لا يُسمح بالانحرافات عن هذا المطلب، عند تقييم كفاءة تصنيف قوة الاصطدام الأفقي الأقل إلا بعد الحصول على موافقة هيئة الطرق المختصة؛ في الحالات الآتية:

- حُددت بالفعل حواجز المركبات التي تتوافق مع قوة اصطدام أقل من (٤٠٠) كيلو نيوتن والتي يمكن للجسر تحملها.
- التدخلات الواجبة؛ صعبة، أو مكلفة، أو يمكن أن تؤدي إلى ضرورة توسيع التدخلات؛ لتشمل: أجزاء أخرى من الهيكل الإنشائي، بالإضافة إلى القسم المتأثر مباشرة.

وفي هذه الحالات ينبغي تنفيذ إجراءات بديلة لسلامة مستخدمي الطرق (مثل تدابير تقليل السرعة، والتهدئة، وما إلى ذلك).

٦-٤ الجزر الفاصلة الوسطية والجانبية:

٦-٤-١ عام:

يجوز تركيب حواجز السلامة في مناطق الطرق المقسومة على المناطق الفاصلة الوسطية والجانبية حيث تتجاوز السرعة المعلنة ٥٠ كم/س.

فيما يتعلق بتركيب الحواجز الوسطية؛ يوجد عامل محدد آخر هو: عرض الجزيرة الوسطية. يوصى باستخدام حواجز وسطية لحالات الطرق المقسومة، حيث يصل متوسط العرض إلى (٩,٠) م، ومعدل الحجم المروري اليومي أكبر من (٢٠,٠٠٠) مركبة كل يوم. بالنسبة للطرق المقسومة التي يبلغ متوسط عرضها أقل من (١٥,٠) م ومعدل الحجم المروري اليومي أقل من (٢٠,٠٠٠) مركبة كل يوم، يجب أن تقرر هيئة الطرق المختصة تركيب حواجز وسطية، مع الأخذ في الاعتبار الزيادة المستقبلية لمعدل الحجم المروري اليومي، وكذلك الحوادث الناتجة عن نقاط العبور الوسطية. وبالنسبة لحالات الطرق المقسومة التي يتراوح متوسط عرضها بين (٩,٠ م إلى ١٥,٠ م)، ومعدل الحجم المروري اليومي أعلى من (٢٠,٠٠٠) مركبة كل يوم، يجب تحديد مدى ضرورة تركيب الحاجز الوسطي؛ من خلال إجراء تحليل الفوائد-التكاليف بناءً على مواصفات، مثل: حجم حركة المرور، ومزيج المركبات، وتاريخ الحوادث في الجزيرة الوسطية، فضلًا عن معلمات هندسة الطرق الجيومترية والتضاريس الأخرى.

يجب أن تكون معايير توفير حاجز وسطي، في حال وجود أخطار داخل الجزيرة الوسطية، مطابقة للرسوم البيانية للمسافة الحرجة والمنطقة الخالية وجداولها (الجزء ٤-٤).

بالنسبة للعرض الوسطي الذي يزيد عن قيمة المنطقة الخالية الموضحة في الجدول (٤-٢)، لا يتطلب الأمر تركيب حواجز وسطية.

بالنسبة للعوائق الواقعة على مسافات تزيد عن قيمة المنطقة الخالية الموضحة في الجزء (٤-٤)، وتقل عن قيم المنطقة الخالية الآمنة للنظام الموضحة في الجدول (٤-٢)، ينبغي تقييم التركيب المحتمل لحواجز السلامة؛ بناءً على جوانب مختلفة، مثل: تزايد تكرار الحوادث، وحوادث الخروج عن الطريق، والظروف المحلية، وما إلى ذلك.

تُصمم حواجز سلامة المركبة في المنطقة الوسطية على الطرق المقسومة؛ لحماية الغير، التي تتحرك في الاتجاه المعاكس لحركة المرور؛ ويجب ألا يقل مستوى احتوائها عن L2 (H2).

تتوفر الخيارات التالية لوضع حواجز السلامة في الجزر الفاصلة والوسطية:

- تركيب حواجز سلامة مزدوجة الجوانب، في منتصف الجزر الوسطية.
- تركيب حواجز سلامة مزدوجة الجوانب، عند إزاحة معينة في الجزر الوسطية.
- تركيب حواجز سلامة أحادية الجانب، مجاورة لمنطقة خط حافة الجزيرة، على أن تعمل بشكل منفصل (مستقلة).
- تركيب حواجز سلامة أحادية الجانب، مجاورة لمنطقة خط حافة الجزر، على أن تعمل بشكل متصل.

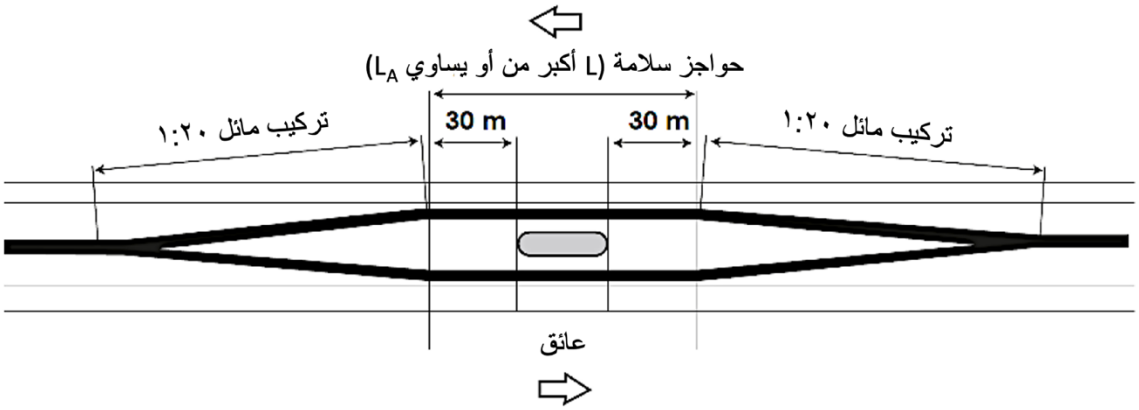
ينبغي -بشكلٍ عامٍ- تجنب إحداث تغييرات متكررة بشأن أنواع حواجز السلامة في مناطق الجزر، ويُفضل استخدام أنواع حواجز سلامة موحدة دون وصلات انتقالية، وتعتمد معايير اختيار نوع حاجز السلامة على طول جزيرة؛ بناءً على مستوى السلامة على الطرق.

تُوضع الأنظمة ذات الوجهين -عمومًا- في وسط الجزيرة. بالنسبة للأماكن التي يوجد بها عائق؛ (مثل: المعدات الكهروميكانيكية، أو خطوط الصرف الصحي)، أو في حال عدم وضوح الرؤية المطلوبة؛ يمكن إزاحة حواجز السلامة مزدوجة الجوانب، ووضعها بشكل جانبي.

بالنسبة للحالات التي يُوضع فيها عائق خطير في منتصف الجزيرة الفاصلة الجانبية أو الوسطية؛ يجب تركيب حواجز سلامة أحادية الجانب، على أن تعمل بشكل منفصل (الشكل ٦-٣).

يمكن ربط حواجز السلامة مزدوجة الجوانب، بواسطة حواجز سلامة أحادية الجانب، قبل أي عائق بمعدل ميل ≤ ١:٢٠ (الارتفاع إلى المسافة الأفقية).

ينبغي تجنب إحداث التغييرات المتكررة من حواجز السلامة مزدوجة الجوانب إلى حواجز السلامة أحادية الجانب، الموضوعة في الوسط، والمجاورة لمناطق خط حافة الجزر على التوالي. في مناطق انقطاع الحواجز، أو فتحات الجزيرة الفاصلة الوسطية؛ يجب وضع حاجز السلامة بنفس فئة الأداء، كما هو الحال في الأجزاء المجاورة للجزيرة.



الشكل (٦–٣) تركيب حواجز السلامة أحادية الجانب؛ للحماية من العوائق في مناطق الجزيرة الفاصلة الوسطية، أو الجانبية (FGSV, 2009).

ملاحظة: يشير L_A إلى الحد الأدنى للطول المشار إليه في تقرير الاختبار؛ (طبقًا لمواصفة SASO - EN 1317) حتى يكون حاجز السلامة فعالًا.

تُعد حواجز السلامة (مزدوجة الجوانب) أنظمة متماثلة، يمكن الوصول إليها من كلا جانبي الجزيرة، على عكس الأنظمة (أحادية الجانب). لا يمكن تحقيق مستوى احتواء الأنظمة (أحادية الجانب) المتصلة إلا من خلال تعاون كلا النظامين، اللذين يجب التوثق منهما في أثناء إنشاء الطرق.

عندما تكون الجزيرة واسعة بما فيه الكفاية، ويكون الميل العرضي للجزيرة الفاصلة الوسطية أو الجانبية أقل من أو يساوي (١:١٠) (الارتفاع إلى المسافة الأفقية)؛ يجب تركيب أنظمة (أحادية الجانب) فقط، على طول حدود الجزيرة،على أن تعمل بشكل منفصل. يجب تشغيل النظام الثاني في هذه الحالة كنظام فرعي عند اصطدامه بمركبات ثقيلة؛ تجنبًا لدخول المركبات في الاتجاه المعاكس لحركة المرور (نظام احتياطي).

في مناطق الجزر التي يوجد بها عوائق متعددة أو ميول عرضية كبيرة؛ يجب اختيار أنظمة متطابقة قدر الإمكان مع قدرة الاحتواء المطلوبة؛ على سبيل المثال: مستوى L2 (H2))، ويُطبق بشكل موحد في أنحاء الجزيرة كافة؛ على سبيل المثال: حاجز سلامة واحد، مع عرض عامل صغير، واختراق المركبة المطلوبين)؛ وإلا تُختار أنظمة معتمدة تتوافق مع الخصائص التصنيعية للجزيرة.

وفيما يلي معايير التنفيذ الإضافية لتركيبات حواجز السلامة على طول الجزر الوسطية والجزر الفاصلة:

- سعة الصرف الصحي.
- موقع مصارف المياه.
- إمكانية التركيب قبل العوائق.
- إمكانية التركيب في مناطق انقطاع الحاجز.
- إمكانية التركيب في مناطق الجسور.
- وصلات انتقالية مقبولة طبقًا للمواصفة (SASO - EN 1317) في الأنظمة القائمة.
- جوانب الرؤية.
- سهولة الإصلاح والاستبدال.
- تكرار التنظيف (لا سيما في الأنظمة المغلقة).
- سهولة الصيانة.
- القدرة على إزالة الرمال (أو الثلج من المناطق الجبلية ذات الأحوال الجوية القاسية).

في مشاريع تصميم الطرق؛ يجب أن يُجرى استقصاء -في الوقت المناسب- فيما يتعلق بالتوافق بين جوانب الصرف وقيود تركيب نظام تقييد حركة المركبات.

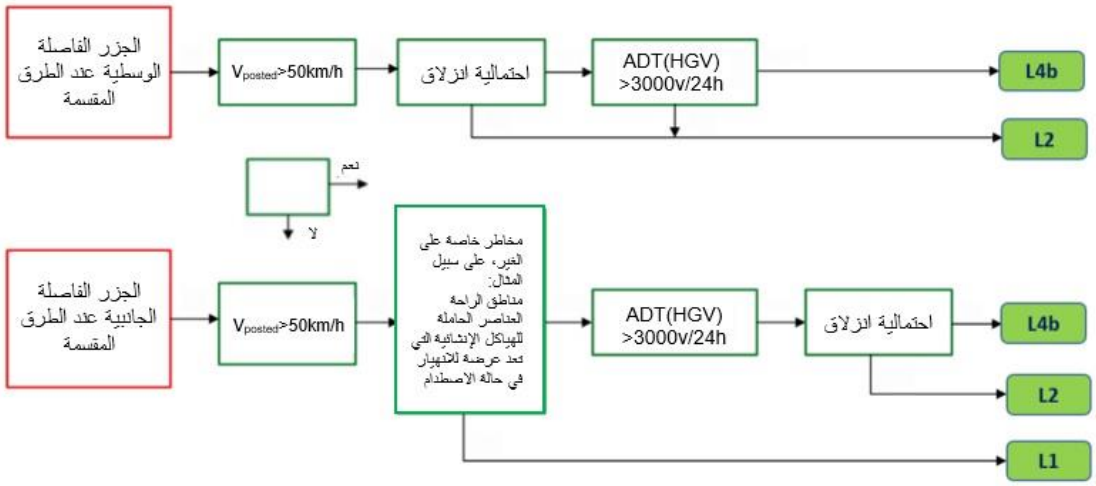
وفي حال عدم توفر حواجز السلامة بمستوى الاحتواء المطلوب، والعرض العامل، وعرض اختراق المركبة الكافيين؛ يجب طبيق الحالات الاستثنائية الواردة في الجزء (٥-٥).

٦-٤-٢ مستويات الاحتواء:

يُعرَّف عرض جزيرة فاصلة: وسطية أو جانبية على أنه: المسافة بين حدود منطقة حركة المرور على سطحي الطريق.

يُوضح المخطط الانسيابي في الشكل (٦-٤) المعايير الاقتصادية والتقنية؛ لاختيار الحد الأدنى من مستوى الاحتواء المطلوب لحواجز السلامة، في مناطق الجزر الفاصلة: الوسطية أو الجانبية؛ فيما يتعلق بما يلي:

- تصنيف المخاطر.
- العوامل المؤثرة على حركة المرور؛ مثل:
  - السرعة المُعلنة (V_{posted}).
  - تكرار واحتمالية انحراف المركبة عن مسارها (الخروج عن الطريق).
  - معدل الحجم المروري اليومي لمركبات النقل الثقيل.



الشكل (٦–٤) متطلبات اختيار الحد الأدنى من مستوى احتواء حواجز السلامة في الجزر الفاصلة الوسطية أو الجانبية (FGSV, 2009 نسخة مُعدلة).

لا يتمثل العامل الحاسم -بشأن مستوى احتواء حاجز السلامة في الجزر الفاصلة: الوسطية أو الجانبية- فيما إذا كانت دعامة الجسر قد حُددت على أساس اصطدام المركبة أم لا؛ لأنه في مثل هذه الحالات تُوفر حواجز سلامة بمستويات احتواء L2 (H2) أو L4b (H4b)، على التوالي. لا تُصنف دعامة الجسر -إما بسبب أبعاد المقطع العرضي أو حساب الاصطدام- على أنها هياكل إنشائية تُعرض الغير لخطرٍ خاصٍ (فئة المخاطر رقم ١).

يجب معالجة التحركات في منطقة فواصل الجسور المتنقلة بواسطة كتل خاصة؛ للانكماش والتمدد لحواجز السلامة.

٦-٤-٣ شدة الاصطدام:

في مناطق الجزر الفاصلة: الوسطية والجانبية، يجب أن تُعطى الأفضلية لتركيب أنظمة (أحادية الجانب) تعمل بشكل منفصل، وشدة تصادم من الفئة (أ) إذا أمكن.

تتمثل ميزة هذه الأنظمة؛ في أنها تعمل بشكل مستقل عن بعضها البعض، ومن ثمّ تتمتع بهوامش سلامة؛ لأن كل نظام لديه بالفعل أدنى حدٍ من سعة الاحتواء المطلوبة.

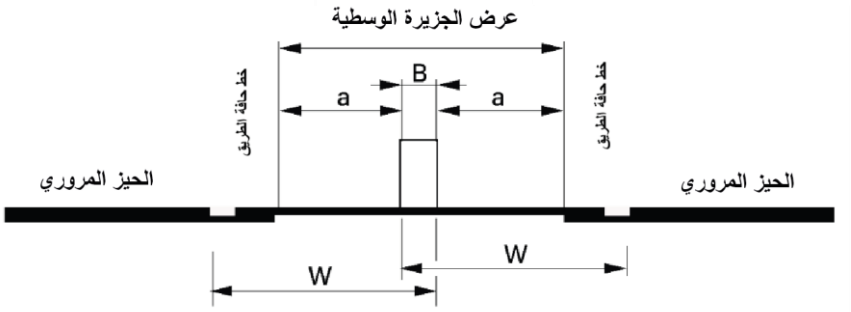
٦-٤-٤ العرض العامل واختراق المركبة:

في الجزر الفاصلة: الوسطية والجانبية -بدون عوائق-؛ يجب أن يُحدّد أقصى عرض عامل واختراق المركبة فيما يتعلق بعرض الجزيرة المركزية أو الفاصلة، وعرض حاجز السلامة، مع مراعاة عرض الكتف الداخلي. في إطار عملية تحديد العرض العامل، واختراق المركبة المطلوبين؛ يجب -أيضًا- مراعاة نوع حاجز السلامة: (مزدوجة الجوانب، أو أحادية الجانب، وما إذا كانت تعمل بشكل منفصل أو متصل)، وكذلك موضعه: (في منتصف الجزيرة الوسطية، أو بإزاحة داخلها).

خلال تركيب حاجزين من حواجز السلامة (أحادية الجانب)، في منطقة خط الحافة لجزيرة فاصلة: وسطية أو جانبية، تعمل بشكل منفصل؛ يجب عدم وضع حواجز السلامة الموضوعة بالتوازي مع خط الحافة الأول، وضمن العرض العامل لحواجز السلامة الموازية لخط الحافة الثاني للجزيرة.

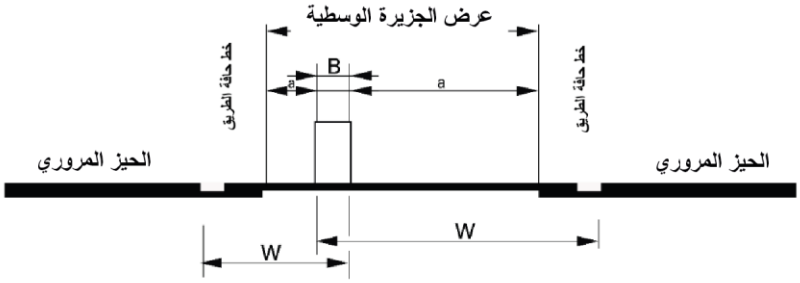
في حال اختلاف العرض العامل، يكون العرض الأكبر هو الحاسم، ولا ينطبق هذا القيد على الأنظمة (أحادية الجانب) التي أُختبرت معًا ضد الصدمات طبقًا للمواصفة (SASO EN 1317).

يُوضح الشكل رقم (٦-٥) حالات حواجز السلامة (مزدوجة الجوانب) المثبتة في منتصف الجزيرة الوسطية، بينما يُوضح الشكل رقم (٦-٦) حواجز السلامة (مزدوجة الجوانب) المثبتة مقابل الجزيرة الوسطية.



a: المسافة بين الجزء الأمامي لحاجز السلامة من خط حافة الطريق
W: الحد الأقصى للعرض العامل B: عرض تنفيذ حاجز السلامة

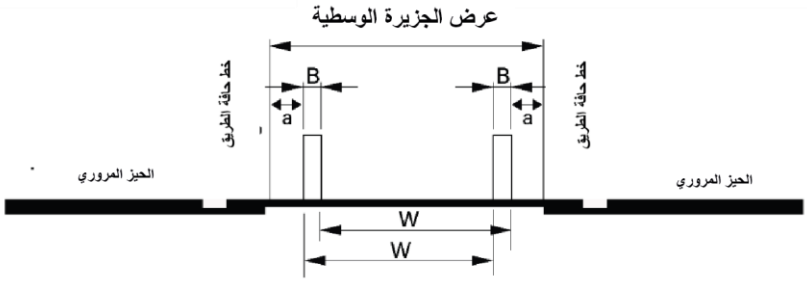
الشكل (٦–٥) حواجز السلامة مزدوجة الجوانب المثبتة في منتصف الجزيرة الوسطية (FGSV, 2009).



a: المسافة بين الجزء الأمامي لحاجز السلامة من خط حافة الطريق
W: الحد الأقصى للعرض العامل B: عرض تنفيذ حاجز السلامة

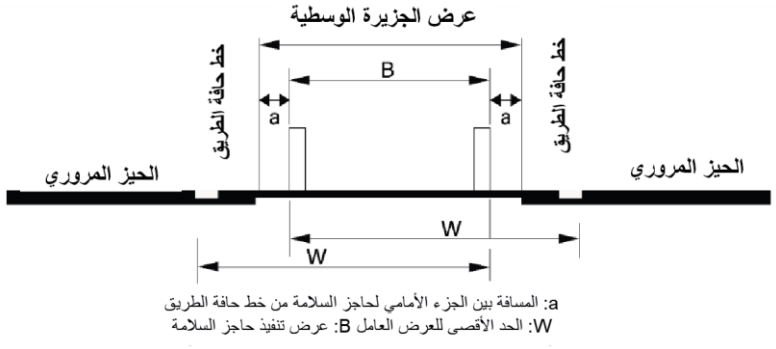
الشكل (٦–٦) حواجز السلامة مزدوجة الجوانب المثبتة مقابل الجزيرة الوسطية (FGSV, 2009).

يوضح الشكل (٦-٧) والشكل (٦-٨) حالات حواجز السلامة أحادية الجانب التي تعمل بشكل منفصل ومتصل على التوالي.



a: المسافة بين الجزء الأمامي لحاجز السلامة من خط حافة الطريق
W: الحد الأقصى للعرض العامل B: عرض تنفيذ حاجز السلامة

الشكل (٦–٧) حواجز السلامة أحادية الجانب المثبتة على خطوط حافة الطريق التي تعمل بشكل منفصل (FGSV, 2009).



الشكل (٦–٨) حواجز السلامة أحادية الجانب المثبتة على خطوط حافة الطريق التي تعمل بشكل متصل (FGSV, 2009).

يجب ألا تقل المسافة (الجانبية) بين الواجهة الأمامية لحاجز السلامة وخط حافة الطريق عن (٠,٥٠) م. لا يجوز تقليل هذه المسافة الدنيا إلا في حالات استثنائية. إن توفير مسافات رؤية كافية يمكن أن يتطلب مسافات أطول. ولضمان مسافات رؤية كافية من أجل التوقف؛ من المقبول إما اختيار حاجز سلامة أقل من حيث الارتفاع، أو تقليل السرعة المُعلنة محليًا. يجب تجاهل عدم استيفاء مواصفة مسافة رؤية التوقف على امتداد طولٍ يتوافق مع مركبة تسير لمدة (٠,٥) ثانية وفقًا للسرعة المعلنة (التحرك الأعمى).

يجب أن تُعامل الجسور ذات المنشآت المنفصلة حسب اتجاه السير، مع اختلاف ارتفاعها على طول الفاصل الطولي والمسافة الأفقية التي تزيد على (٠,١) م، على أنها منشئات منفصلة.

في مثل هذه الحالات مع المنشآت المنفصلة؛ ينبغي إعطاء اهتمام خاص لحقيقة أن الهيكل الإنشائي الأعلى يمكن أن يفرض قيودًا على الهيكل الإنشائي الأسفل، في نطاق اختيار العرض العامل، واختراق المركبة.

في مناطق الجزر ذات الطرق السريعة النموذجية، والطرق السريعة ذات المواصفات المنخفضة (سرعة التصميم أقل من أو تساوي ١١٠ كم/س)، وبهدف زيادة السلامة على الطرق، وتقليل اضطرابات تدفق حركة المرور من خلال أعمال صيانة أقل؛ ينبغي مراعاة تقليل أعمال الصيانة والتخلص -قدر الإمكان- من الإصلاحات ذات الصلة في أثناء عملية اختيار حواجز السلامة. هذه المشكلة مهمة لأحجام حركة المرور التي تتجاوز قيمة (١,٥٠٠) مركبة/ساعة لكل مسار متبقي، وعند فرض غلق مسار نتيجة إجراء أعمال صيانة الطرق؛ قد يلزم الاستخدام المحتمل لمسار الطوارئ.

يلزم -أيضًا- توفير أعمال الصيانة وزيادة الرعاية للحالات التي تتكون فيها جزر بها حواجز سلامة؛ من خلال غرس النباتات وزراعتها. بصفةٍ عامةٍ تعد زراعة الجزر غير مطلوبة من وجهة نظر السلامة على الطرق. قد تقلل زراعة جميع أنواع الزروع من أطوال الرؤية المتاحة، وإضافةً إلى ذلك يمكن أن تؤدي متطلبات رعاية الزراعة إلى انخفاض مستويات السلامة على الطرق.

يمكن أن تحتفظ أنظمة تقييد حركة المركبات المُحكَمة (المغلقة) في الجزر التي لا تحتوي على تربة زراعية، بأجزاء قابلة للفصل عن الأنظمة في حال اصطدام المركبة؛ مما يؤدي إلى زيادة مستوى السلامة على الطرق، على عكس الجزر المليئة بتربة زراعية.

لكن عندما يكون من المطلوب زراعة جزر مُثبّت بها حواجز سلامة مُحكمة لأسباب جمالية؛ يجب اختيار زرع مناسب للجزيرة، بحيث لا يكون طويلًا، ولا كثيفًا، ولا يتطلب رعاية عالية. لا ينبغي أن يؤدي ملء الجزر بمواد التربة إلى تنمية غير مستهدفة للزراعة. إن زراعة الجزر التي بها حواجز سلامة مُحكمة يزيد -عمومًا- من متطلبات أعمال صيانة الجزر، ويقلل من مستوى السلامة على الطرق.

ينبغي -أيضًا- تجنب زراعة الجزر المُركّب بها حواجز سلامة معدنية. إذا كان من المطلوب زراعة الجزر على سبيل المثال: (لعدم إبهار أعين السائقين)؛ ينبغي اختيار نباتات ذات نمو بطيء قدر الإمكان، ولا تتطلب قدرًا كبيرًا من الرعاية.

في مناطق الجزر التي تحتوي على فتحات لحالات الطوارئ؛ ينبغي اختيار نفس الأنظمة تجنبًا للتنقلات، كما هو الحال في الأقسام ذات الصلة. ويمكن اختيار حواجز سلامة محمولة ذات مستويات احتواء مكافئة، مما يسمح بتفكيكها سريعًا. وينبغي ربط هذه الحواجز عند الفواصل الانتقالية على كلا الجانبين.

ينبغي إعادة تصميم الجزر الحالية المُركّب بها حواجز سلامة بمستوى احتواء L1 (H1) والمُركّب بها عوائق جديدة بحواجز سلامة ذات مستويات احتواء L2 (H2) أو L4b (H4b). نظرًا لاستبعاد الإزاحة أو الدخول خلف حواجز السلامة بسبب تشكيلها

كبناء مستمر؛ يجب أن تبدأ حواجز السلامة الجديدة قبل مسافة (٤٠) م من العائق، وتنتهي بعده بـ (٣٠) م. إضافةً إلى ذلك، يجب أن يكون لحواجز السلامة -أيضًا- أدنى حدٍ لطول الاختبار المطلوب على الأقل (انظر: الباب ٧).

٦-٥ مناطق النفق:

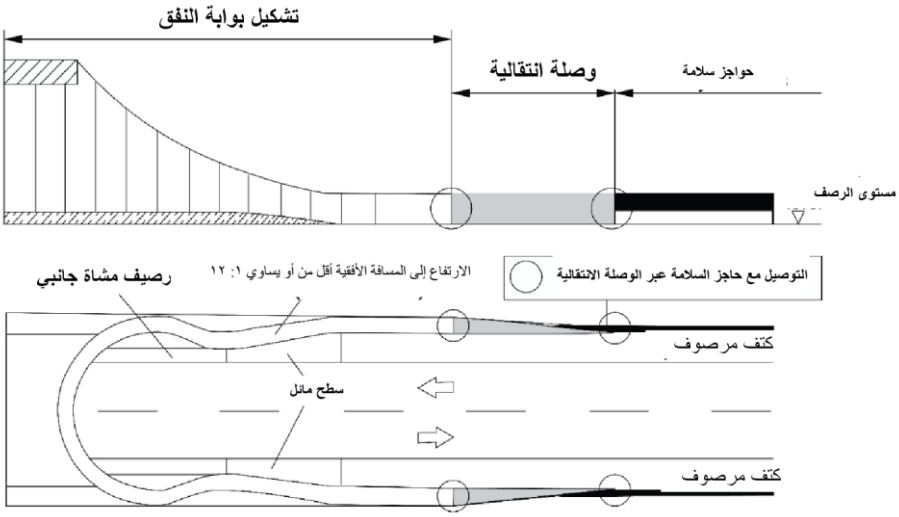
يجب أن لا تُعد الجدران الصلبة الطولية عوائق عندما لا تكون النتوءات أو التجاويف أكبر من (٠,١) م، ويجب أن ينطبق الشيء نفسه على شبكات سلامة الأنفاق التي يقل طولها عن (٤,٠) أمتار.

تُعد بوابات الأنفاق، وبداية ونهاية الجدران الثاقبة، والنتوءات أو التجاويف التي يزيد طولها على(٠,١) م، والمنطقة النهائية لشبكات سلامة الأنفاق التي يزيد طولها على (٤,٠) م عوائق غير مشوهة، متعامدة على اتجاه حركة المرور (فئة المخاطر رقم ٣)، شريطة ألا يكون تشكيلها -في حال احتمال اصطدامها بالمركبة- مناسبًا؛ من أجل عدم تعرض شاغلي المركبة للخطر.

تُستبعد مخارج الطوارئ، والمداخل، والتركيبات الأخرى لنظام سلامة الأنفاق، التي يجب ألا يعوقها تركيب حاجز سلامة، من قاعدة طول (٤,٠) م.

فيما يتعلق بتحديد العرض العامل لحواجز السلامة واختراق المركبة؛ ينطبق الجزء الفرعي (٥-٤-٢) والجزء الفرعي (٥-٤-٣) على التوالي.

يُوضح الشكل (٦-٩) تشكيل حواجز السلامة في مخطط بوابة النفق.



الشكل (٦–٩) تشكيل حواجز السلامة في مخطط بوابة النفق (FGSV, 2009).

في بداية مناطق الجدار، وبوابات الأنفاق، ونهاية مناطق سلامة الأنفاق؛ على سبيل المثال: (مواقف المركبات الجانبية)؛ يمكن تركيب وسائد لتخفيف الصدمات في الأنفاق. (انظر الباب ١٠).

في مناطق بوابة النفق، ومناطق سلامة النفق داخل الأنفاق؛ على سبيل المثال: (مواقف المركبات الجانبية)؛ حيث يلزم الانتقال بين عرضي الرصف والنفق المختلفين، باستثناء ما يتعلق بميل جدار النفق من ميل ١٢:١ إلى ميل لا يزيد عن ٣:١ (الارتفاع إلى المسافة الأفقية)؛ تجنبًا لاعتبار الجدار عائقًا، و -أيضًا- لتجنب الحاجة إلى تركيب حاجز سلامة. وإذا لم يكن ذلك ممكنًا فمن الضروري حماية الجدار (العائق) بواسطة حاجز سلامة مناسب، أو وسادة لتخفيف الصدمات.

يجب تصميم بوابات الأنفاق وفقًا للشكل (٦-٩)؛ لضمان إمكانية تركيب حواجز السلامة بشكل صحيح، وفقًا للأحكام المذكورة أعلاه. لذا يجب إدراج تصميم حواجز السلامة في الوقت المناسب، في تصميم النفق، وطريقة تشغيل خدمات الطوارئ. في مناطق التنقلات الإنشائية في بوابات الأنفاق، يجب مراعاة عرض ممرات دخول المشاة في حالات الطوارئ الضرورية.

في بوابات الأنفاق، يجب إعطاء اهتمام خاص لتفكيك حواجز السلامة من أجل توفير فتحات طارئة أو لاختيار الأنظمة المناسبة لهذا الغرض؛ على سبيل المثال: (حواجز السلامة المحمولة أو غيرها من الأجهزة الخاصة).

٦-٦ المخطط الانسيابي لعملية الاختيار:

يُستخدم الشكل (٦-١٠) كأساس لتحديد أدنى مستوى احتواء يتطلبه حاجز السلامة، وفيما يلي الخطوات الواجب اتباعها:

الخطوة الأولى: تحديد الموقع الخطر، وتصنيف المخاطر ذات الصلة؛ على سبيل المثال: فئة المخاطر رقم ٢: (خطر على الغير)، أو فئة المخاطر رقم ٣: (خطر خاص على شاغلي المركبة).

الخطوة الثانية: تحديد مسافة الموقع الخطر، من خط حافة الطريق (المسافة الحاسمة).

الخطوة الثالثة: تحديد المسافة الحرجة اعتمادًا على فئة خطر العائق (المسافة AE للخطر من الفئة ١ و ٢ أو المسافة A للخطر من الفئة ٣ و ٤) والسرعة المُعلنة، وفرق الارتفاع بين خط حافة الطريق والحد الداخلي للعائق.

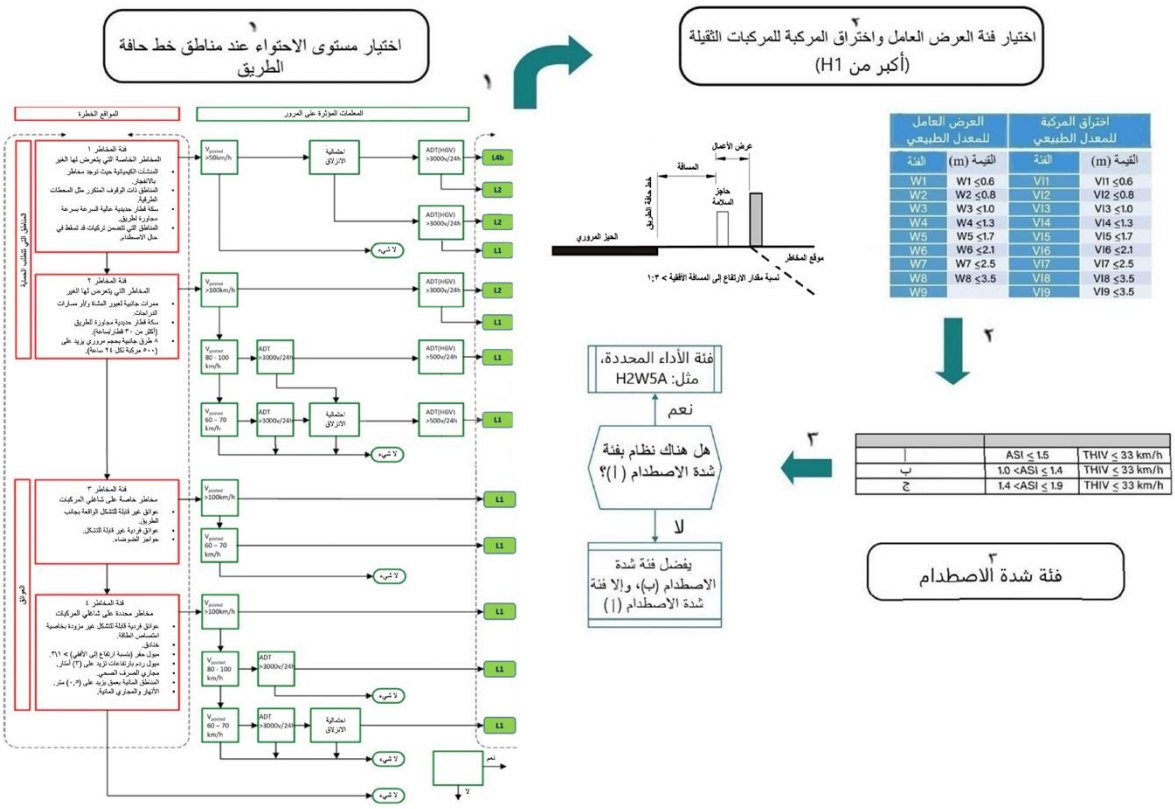
الخطوة الرابعة: تحديد العوامل التي تؤثر على حركة المرور: السرعة المعلنة، ومعدل الحجم المروري اليومي لجميع المركبات ومعدل الحجم المروري اليومي لمركبات النقل الثقيل، وزيادة تكرار واحتمال انحراف المركبات (الخروج عن الطريق). يشير معدل الحجم المروري اليومي لمركبات النقل الثقيل إلى إسهام الشاحنات التي يزيد وزنها الإجمالي على (٣,٥) طن، والحافلات في حركة المرور.

الخطوة الخامسة: تحديد الحد الأدنى المطلوب من مستوى الاحتواء لحاجز السلامة فيما يتعلق بالخطوات المذكورة أعلاه.

الخطوة السادسة: تحديد فئة العرض العامل، وفئة اختراق المركبة (حالة مركبة النقل الثقيل لمستوى احتواء أكبر من (L1 (H1) على حاجز السلامة، مع الإشارة إلى المسافة الجانبية للوجه الأمامي لحاجز السلامة من العائق. يمكن اختيار نظام بمستوى احتواء أعلى من المطلوب؛ إذا كانت المسافة بين الوجه الأمامي لحاجز السلامة والعائق قصيرة.

الخطوة السابعة: تحديد فئة شدة اصطدام حاجز السلامة. تُفضل -بشكلٍ عامٍ- أنظمة شدة الاصطدام من الفئة (أ)؛ لأسباب تتعلق بالسلامة وذلك عندما تكون القيود الأخرى متطابقة. إذا لم تكن هناك أنظمة شديدة الاصطدام من الفئة (أ)؛ فيجب اختيار أنظمة شدة اصطدام من الفئة (ب). لا تُختار أنظمة شدة اصطدام من الفئة (ج) إلا في حالات استثنائية جدًا، وإذا لم يُؤدِّ المطلوب بواسطة أنظمة شدة الاصطدام من الفئة (أ) أو على الأقل من الفئة (ب).

لُخص ما ذُكر أعلاه في مخطط الشكل (٦-١٠)، حيث يُجرى في البداية تقييم بشأن الحاجة إلى تركيب حواجز سلامة لمنطقة معينة، متبوعًا بتحديد مستوى الاحتواء، وفئات: العرض العامل، واختراق المركبة، وشدة الاصطدام.



الشكل (٦–١٠) طريقة اختيار فئات الأداء لحواجز السلامة (FGSV, 2009، نسخة معدلة).

٧- أطوال التنفيذ:

٧-١ مناطق خط حافة الطريق:

لضمان فاعلية حاجز السلامة؛ يجب أن يلزم توافر حد أدنى محدد للطول الإجمالي (L_A)، على أن يحدد الحد الأدنى للطول (L_A) في تقرير الاختبار الخاص بكل نظام طبقًا للمواصفة (SASO EN 1317).

إضافةً إلى ما سبق يجب أن يكون طول حاجز السلامة قبل الموقع الخطر مساويًا على الأقل للطول L_B (الجدول ٧-١ والشكل ٧-١ والشكل ٧-٢) لتجنب انحراف المركبات (الخروج عن الطريق) عن مسارها.

- والانزلاق على طول حاجز السلامة وأطرافه؛ حتى لا يصطدم بالعائق عندما تكون المسافة الجانبية له أقل من (١,٥) م.
- وعدم القيادة خلف حاجز السلامة؛ والارتطام بالعوائق (الموجودة في الخلف)، أو دخول منطقة محمية. تنطبق هذه الحالة عندما يتعذر على المركبة الانزلاق عكس حاجز السلامة.

ينطبق الانزلاق عكس حاجز السلامة -بوجه عام- في حالات انخفاض النهاية الطرفية.

يجب ألا يوضع الطول (L_B) الذي يشير إلى المركبة، التي تمر خلف حاجز السلامة في الحسبان، إلا إذا تمكنت المركبة بالفعل من المرور خلف حاجز السلامة، والوصول إلى الموقع الخطر.

في حال الميول الجانبية لجسم الطريق؛ لا يكون معيار الانزلاق حاسمًا من أجل تصميم حاجز السلامة؛ نظرًا لانزلاق المركبة عكس حاجز السلامة، وعندما تصل إلى الموقع الخطر (الارتفاع أكبر من ٣ م)، لا تصطدم بأي عائق، ولكنها ببساطة تواصل بحيث يزداد فرق الارتفاع عن الأرض. ومع ذلك لا تنطبق هذه الحالة إلا على المواقع الخطرة على (الميول الجانبية لجسم الطريق) وليس على المواقع الخاصة بالجسور وخطوط حافات الجدران الاستنادية المرتبطة بالسقوط الرأسي للمركبة. وعندما يقع خط حافة الجسر أو الجدار الاستنادي على مسافة (١,٥) م من الواجهة الأمامية لحاجز السلامة، يُطبق معيار انزلاق المركبة عكس الحاجز.

عندما يُركب -موضعيًا- حاجز سلامة بسعة احتواء أعلى، على طول أحد مقاطع الطريق المجهز بحاجز سلامة مستمر على سبيل المثال: (موقع ينطوي على فئة خطر أعلى)؛ يلزم التحقق من إمكانية مرور المركبة خلف الحاجز؛ ويكمن السبب في أنه عندما تصطدم مركبة ثقيلة بحاجز السلامة المنطوي على مستوى احتواء أقل، لا يمكن استبعاد إخفاقه من حيث الأداء؛ مما يؤدي إلى الارتطام بجسم من فئة الخطر الأعلى. لذا تسري -أيضًا- في هذه الحالة قواعد منع المركبة من المرور خلف حاجز السلامة، ما لم يمكن استبعاد ذلك.

توجد ثلاثة احتمالات لتركيب حواجز السلامة:

- **وضع حاجز السلامة موازيًا لخط حافة الطريق مع تقليل اختياري لسعة الاحتواء.**

يجب أن يكون حاجز السلامة، قبل الموقع الخطر وبعده، بطول محدد، وحتى يكون الحاجز فعالًا؛ فيجب أن يكون طول حاجز السلامة، على الطرق الريفية ثنائية المسار (طريق مفرد)، قبل العائق وبعده مساويًا للطول (L_B) على الأقل (الشكل ٧-١ والشكل ٧-٣). ويكون طول حاجز السلامة بعد العائق، على الطرق المفردة أحادية الاتجاه، بطول (٢٠) م على الأقل، ويكون طول حاجز السلامة على الطرق المقسمة قبل العائق مساويًا للطول (L_B)، ويكون بعد العائق بطول (٣٠) م على الأقل (الشكل ٧-٢، والشكل ٧-٤).

يمكن تخفيض مستوى احتواء حاجز السلامة بفئة واحدة في منطقة طول التنفيذ (L_B) بطول يبلغ (٠,٥L_B) قبل الموقع الخطر (الأشكال ٧-١ و٧-٢ و٧-٣ و٧-٤)؛ فعلى سبيل المثال: يمكن تخفيض مستوى الاحتواء بعد طول يبلغ نصف طول (L_B) من L4b إلى L2. لذا إذا كانت ستُربط حواجز السلامة بمنشئات مختلفة، أو في حال قابلية التشغيل الديناميكي؛ فيجب إجراء عمليات انتقال، ويجب أن توضع تكلفتها في الحسبان، قبل تخفيض قدرة نظام التقييد وفقًا لذلك.

يكون طول حاجز السلامة المنطوي على مستوى احتواء منخفض بفئة واحدة مساويًا على الأقل للحد الأدنى لطول اختبار النظام (L_A). وعليه يمكن أن يكون الطول الإجمالي لحواجز السلامة ذات سعة الاحتواء المنخفضة أكبر من الطول ذي الصلة دون تخفيض سعة الاحتواء. وتكون عملية تخفيض سعة الاحتواء منطقية -مبدئيًا- عندما يبلغ طول (L_B) اللازم (١٠٠) م على الأقل.

يمكن على الطرق المقسمة، تخفيض مستوى الاحتواء للحاجز المُركب بعد العائق بمقدار (١٥) م (الشكل ٧-٢، والشكل ٧-٤).

فيما يتعلق بالحالات التي يتعذر فيها الامتثال للأطوال الواردة أعلاه، ينبغي البحث عن حلول مماثلة للمعايير الواردة في المبادئ التوجيهية الحالية. وفي هذا السياق؛ هناك خياران:

أ- تقليل أطوال الحواجز إلى الحد الأدنى المقبول للطول، والأطوال المذكورة أعلاه والموجودة على بعد (٢٠) م أو (٣٠) م بعد العوائق على الطرق الريفية المفردة أو الطرق المقسمة -على التوالي- يجب ألا تعتمد على أداء حاجز السلامة. يجب استنتاج هذه الأطوال من اختبارات الاصطدام؛ طبقًا للمواصفة (SASO EN 1317)، التي وفقًا لها تكون نقطة اصطدام المركبة في موضع يقابل ثُلث الطول (L_A)، ونتيجة لذلك؛ تكون الأطوال البالغة (٢٠) م و (٣٠) م أطوال قياسية. وفي ضوء هذه الأطوال؛ يتضح أن اختيار أطوال أقصر يؤدي إلى عدم التحقق من قابلية تشغيل الحاجز.

ب- اختيار نظام تقييد حركة المركبات أو وسيلة حماية من عائق واحد، شريطة أن يضمن هذا الإجراء عدم اصطدام المركبة بالعائق.

- **وضع حاجز السلامة بزاوية (مائل)**

في حال وضع حاجز السلامة بزاوية (١:٢٠) على خط حافة الطريق، وفي حالات استثنائية، بزاوية تصل إلى (١:١٢) (الارتفاع إلى المسافة الأفقية) (الجدول ٧-١)؛ يمكن تقليل الطول (L_B). ويجب وضع حاجز السلامة موازيًا لخط حافة الطريق قبل موقع العائق بطول لا يقل عن (١٠) م على الطرق الريفية المفردة، وبطول لا يقل عن (١٥) م على الطرق المقسمة (الشكل ٧-٣، والشكل ٧-٤).

في حال ربط بداية حاجز السلامة بميول حفر جانبية؛ لا يلزم أن يكون طول الحاجز قبل الموقع الخطر مساويًا للطول (L_B)، حيث يمكن في هذه الحالة تركيب حاجز السلامة بزاوية (١:٢٠)، وفي حالات استثنائية بزاوية إلى (١:١٢)، وربطه بالميل الجانبي للحفر.

- **غلق الحيز المكاني خلف حاجز السلامة**

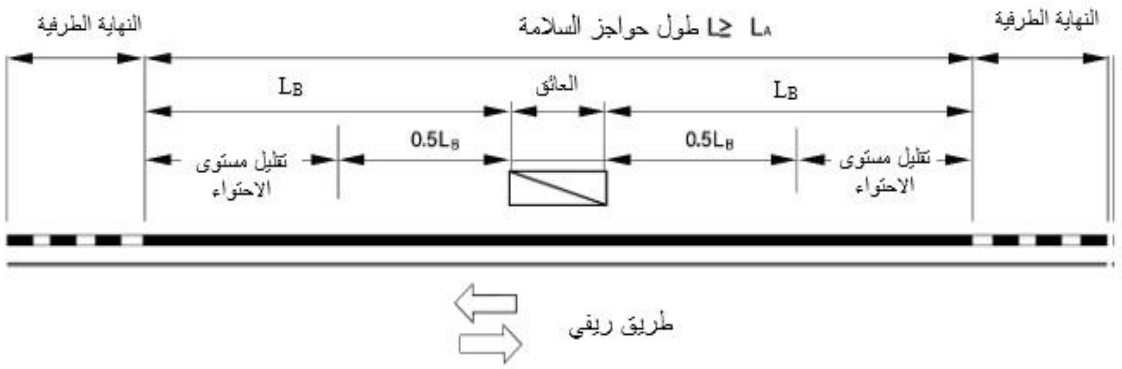
عندما تتعذر القيادة خلف حاجز السلامة؛ على سبيل المثال: لوجود ميول جانبية لجسم الطريق شديدة الانحدار، مع استبعاد احتمالية انزلاق المركبة على طول حاجز السلامة؛ يجب تقليل الطول (L_B) إلى ٤٠ م؛ طبقًا للجدول (٧-١).

وفيما يلي بعض هذه الأمثلة:

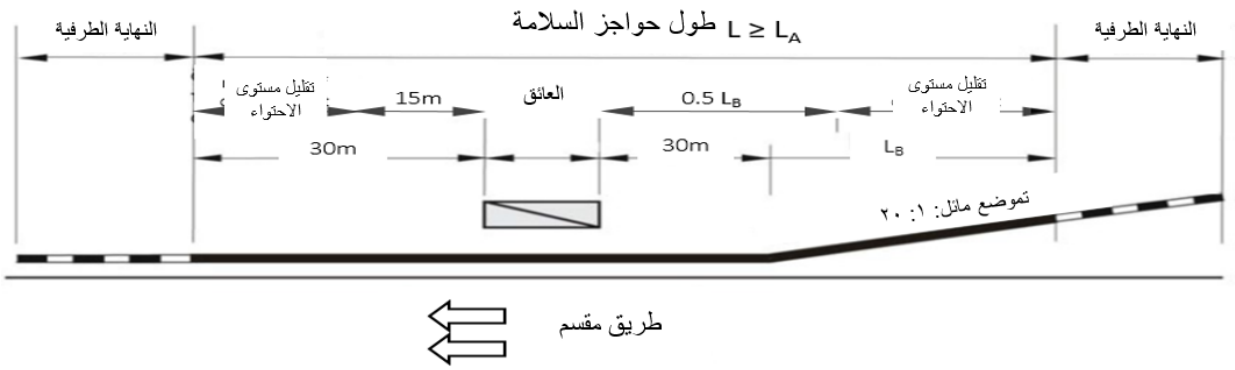
- ميل المنحدر الأرضي عن الطريق المستوي؛ على سبيل المثال: ارتفاع الميل الجانبي لجسم الطريق بمقدار أكبر من ٣ م مع ميل أكبر من ١: ٣ (الارتفاع إلى المسافة الأفقية). لا ينطبق ذلك على خطوط حافات الجسور والجدران الاستنادية.
- وجود عائق في نهاية منحنى حاد. إذا رُكب حاجز سلامة قبل الموقع الخطر بمقدار (٤٠) م، فيجب ألا يمكن الاصطدام بالعائق.

الجدول (٧–١) الطول (LB) اللازم للحماية من الانزلاق والقيادة خلف حاجز السلامة (FGSV, 2009).

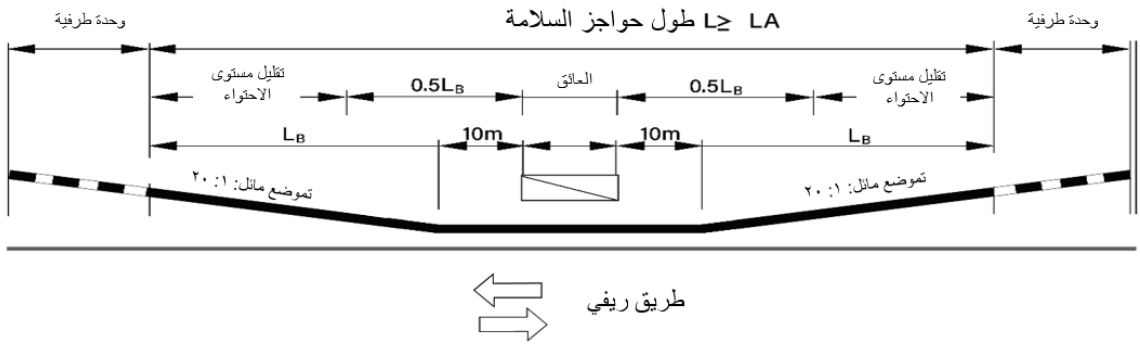
معيار	نوع الطريق	موضع حاجز السلامة		
		مواز للطريق	مائل جانبيًا بمقدار ٢٠/١	تعذر القيادة خلف حاجز السلامة
انزلاق على طول حاجز السلامة مع وجود العائق على بُعد لا يزيد عن (١,٥) م من الواجهة الأمامية لحاجز السلامة	طريق ريفي مفرد	١٠٠ م	-	-
	طريق مقسم	١٤٠ م	-	-
القيادة خلف حاجز السلامة	طريق ريفي مفرد	٨٠ م	٦٠ م	٤٠ م
	طريق مقسم	١٠٠ م	٦٠ م	٤٠ م



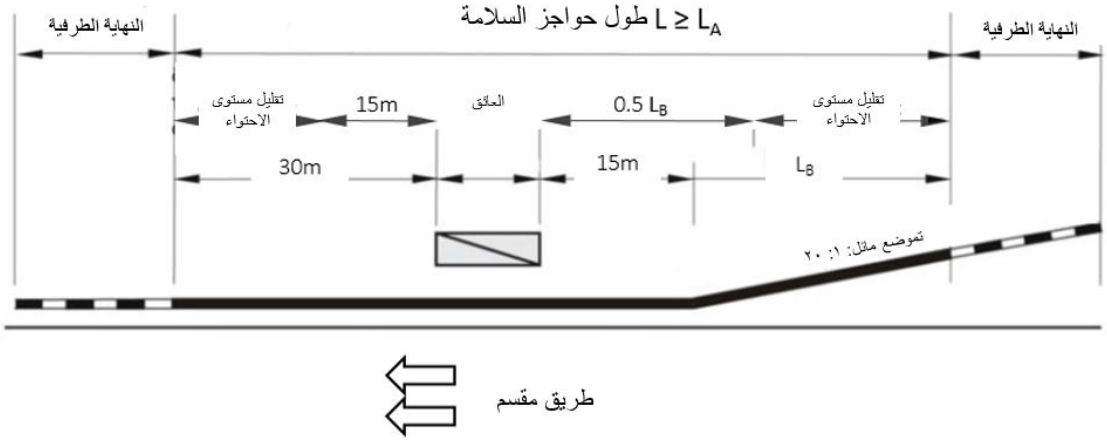
الشكل (٧–١) الحد الأدنى لأطوال حواجز السلامة على الطرق الريفية المفردة (FGSV, 2009).



الشكل (٧–٢) الحد الأدنى لأطوال حواجز السلامة على الطرق المقسمة (FGSV, 2009).



الشكل (٧–٣) وضع حواجز السلامة بزاوية مائلة قبل العائق على الطرق الريفية المفردة (FGSV, 2009).



الشكل (٧–٤) وضع حواجز السلامة بزاوية مائلة قبل العائق على الطرق المقسمة (FGSV, 2009).

في حال وجود تقاطعات مع الطرق الريفية المفردة أو الطرق الزراعية أو مسارات الدراجات، التي يتعذر فيها الالتزام بالحد الأدنى لأطوال حواجز السلامة الواردة أعلاه؛ يجب حينئذٍ -إلى جانب مراعاة الظروف المحلية السائدة- دراسة الوسائل البديلة التالية:

- عند عدم الالتزام بالطول (L_B)؛ يجب تركيب نظام تقييد المركبات بالتكيف مع الظروف المحلية، عن طريق اختيار أطوال أقصر، ولكن بطريقة تجعل خطر الانزلاق عكس الحاجز أو القيادة خلفه منخفضةً للغاية.
- عند عدم الالتزام بالطول (L_A) المطلوب؛ يجب اختيار نظام تقييد المركبات بأقصر طول تشغيلي مع مراعاة الحد الأدنى.

- عند عدم الالتزام بالطول (L_A) المطلوب؛ يجب اختيار نظام تقييد المركبات بسعة الاحتواء الأعلى التالية، وبحد أدنى للأطوال المنخفضة المعدلة؛ وفقًا للظروف المحلية.
- عندما يتعذر استيفاء الأطوال (L_A) أو (L_B)؛ يجب دراسة جدوى تركيب وسائد تخفيف الصدمات، بناءً على الظروف المحلية.

في الحالات الواردة أعلاه؛ ينبغي الانتباه إلى حقيقة أن هذه التشكيلات الإنشائية قد أُختيرت بطريقة تجعل النهايات الطرفية المتصلة قادرة على تحمل قوى الشد والضغط الناشئة.

النهايات الطرفية غير مشمولة في أطوال تركيب حواجز السلامة.

في الحالات التي تُركب فيها حواجز السلامة في خنادق، ولضمان قابلية تشغيل الحاجز؛ يجب الالتزام بالحدين: الأدنى والأقصى اللازمين لما يتعلق بارتفاع عملية التركيب فوق سطح الدعم (راجع -أيضًا- قسم "تفاصيل التركيب"). يجب تثبيت النهاية الطرفية لحاجز السلامة بالقدر الكافي في المنطقة المنحدرة.

عندما تنشأ فجوات صغيرة بين الأجزاء المتتالية من حواجز السلامة، تلك التي لا يتعين فيها إجراء ترتيب حواجز السلامة، يجب النظر فيما إذا كان ترتيب حواجز السلامة ملائمًا في ضوء طول هذه الفجوات.

عند توصيل أنواع مختلفة من حواجز السلامة، التي لا يوجد بينها اختلاف كبير، تُستخدم حينئذٍ عناصر انتقال. وفي الحالات التي لا يوجد فيها نوعان مختلفان من حواجز السلامة غير المنطوية على وصلات انتقالية ملائمة؛ يمكن تركيب نوع واحد أو أكثر من حواجز السلامة المختلفة، ويمكن توصيلها ببعضها البعض عن طريق وصلات ملائمة ومقبولة؛ لذا يمكن إنشاء نظام انتقالي لحواجز السلامة المتتالية بين الحاجزين الأصليين.

يجب في كل حالة مراعاة القواعد المنصوص عليها في الباب (١١) (الوصلات الانتقالية).

يمكن أن يكون طول الحاجز (الحواجز) الفردية، المضمنة بين حواجز السلامة الأصلية؛ من أجل تشكيل نظام حواجز انتقالية ملائم، أقصر من الحد الأدنى للطول (L_A) التشغيلي اللازم. يرد الطول (L_{Ared}) التشغيلي المنخفض هذا في الجدول (٧-٢) (راجع -أيضًا- قسم "تفاصيل التركيب")، كدالة رياضية في مستوى احتواء حاجز السلامة، ويضاف طول كل عملية انتقال إلى الأطوال الواردة في الجدول (٧-٢).

الجدول (٧–٢) الحد الأدنى للأطوال (LAred) لحواجز السلامة المضمنة من أجل إنشاء نظام حواجز انتقالية (BASt, 2020a).

مستوى احتواء حاجز السلامة	الطول L_{Ared} (م)
N2	١٢
L1	١٦
L2	٢٠
(L3)	(٢٤)
L4b	٢٨

٧-٢ مناطق الجسور والجدران الاستنادية:

يجب أن تُجهز مناطق الجسر بأطوال حواجز سلامة على النحو المشار إليه في الجزء السابق (الجزء ٧-١)، ولا سيما فيما يتعلق بالطول (L_B)؛ لذلك يجب وضع المنطقة التي يعمل فيها حاجز السلامة بالكامل بشكل كافٍ من بداية ونهاية الجسر أو الجدار الاستنادي لمنع السقوط الرأسي (الشكل ٧-٥، الحالة أ).

في هذه الحالة لا يوجد مرجع محدد لتقييم طول الحاجز بسبب السقوط الرأسي؛ لأن هذا يعتمد على الظروف المحلية؛ مثل: ارتفاع الميل الجانبي لجسم الطريق، وموقع طول الانتقال من الهيكل الإنشائي، وما إلى ذلك. عندما تكون مسافة الجسر، أو خط حافة الجدار الاستنادي أقل من (١,٥) م من الواجهة الأمامية لحاجز السلامة؛ يُطبق معيار انزلاق المركبة مقابل الحاجز (انظر: الجزء ٧-١).

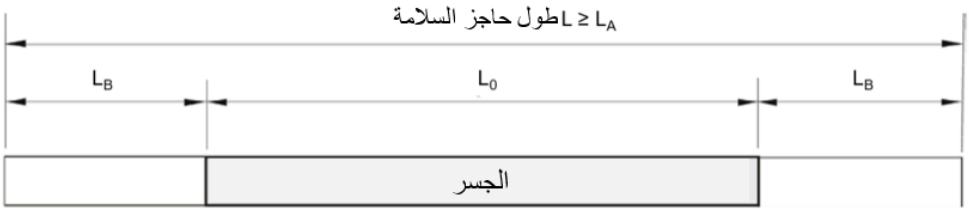
يعني هذا أنه يجب أن تمتد حواجز السلامة على طول الجسر -بشكل عام- إلى مسافة أطول من طول الجسر. إذا لم يكن ذلك ممكنًا؛ فيمكن أن يكون طول حاجز السلامة مساويًا لطول الجسر أو الجدار الاستنادي؛ إذا كان متصلاً بحاجز سلامة بنفس مستوى الاحتواء (الشكل ٧-٥، الحالة ب) للاطلاع على الوصلات الانتقالية، انظر: الباب (١١). ينطبق الجزء (٧-١) الخاص بأطوال توصيل المنشآت.

يجب التعامل مع التحركات في منطقة الوصلات المتنقلة بأجزاء الانكماش والتمدد لحاجز السلامة؛ من أجل تجنب الأضرار التي تلحق بالحاجز.

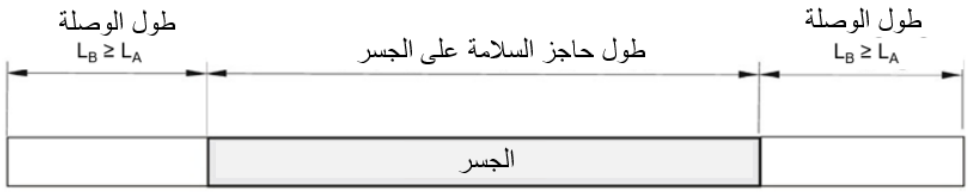
قبل بداية وبعد نهاية الجسور؛ يجب أن تكون حواف أرصفتها (البردورات) مجهزة، من حيث الارتفاع إلى البُعد العرضي النموذجي للطريق من خلال تدرج انتقالي قدره (١:١٠) (الارتفاع إلى المسافة الأفقية).

تُعرّف فئات الأداء المتعلقة بالنهايات الطرفية في الباب (٩).

الحالة (أ): حواجز السلامة على الجسر



الحالة (ب): حاجز السلامة مع منشأه متصلة بالجسر



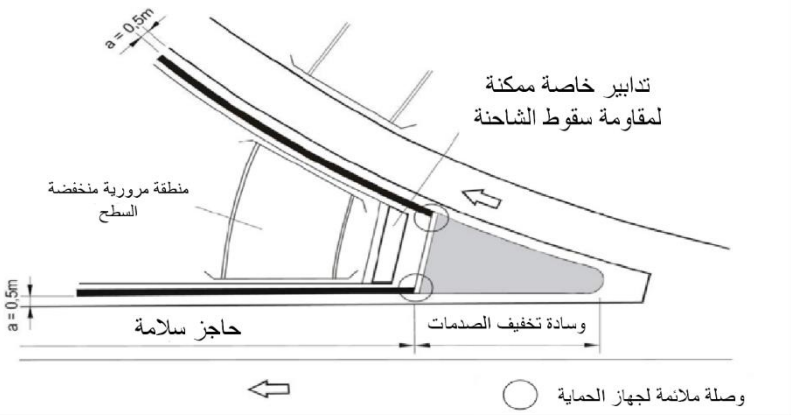
الشكل (٧–٥) حواجز السلامة على مناطق الجسور (FGSV, 2009).

في مناطق مثلث افتراق المخرج عن الطريق الفاصلة بين الجزر المرورية على الجسور، يجب النظر في تركيب وسادات تخفيف الصدمات (الشكل ٧-٦)؛ من أجل منع خطر السقوط الرأسي. تُعرّف فئات الأداء المطلوبة في الباب (١٠).

في مناطق محولات الطرق السريعة؛ يعتمد مستوى احتواء حاجز السلامة على تصنيف المخاطر الخاص بالموقع الخطر. يتطلب خط حافة الهيكل الإنشائي الخاص بالممر الرئيس (الاتجاه الرئيس للسير) مستوى احتواء (L4b)؛ شريطة عدم وجود طريق موزع

موازٍ مفصول عن الطريق الرئيس بواسطة حاجز سلامة. قد يكون مستوى الاحتواء (L4b) مطلوبًا عند خطوط حافة المنشآت العلوية على منحدرات فوق طريق المركبات الرئيس بمسارين أو أكثر أو منشئات على منحدرات ذات مسارين أو أكثر.

في منطقة تشكيلات جانبي طريق الجسور العرضية المجهزة بجدران (الحماية من الشبكات الكهربائية العلوية وحواجز الضوضاء وما إلى ذلك)، تصنف هذه الجدران على أنها عوائق. ويجب ألا يكون العرض العامل، وربما اختراق المركبة لحاجز السلامة أكبر من مسافة حاجز السلامة من هذه العقبات. يجب أن يأخذ التشكيل الجانبي من حيث الأبعاد مثل هذه الحالات في الاعتبار العرض المطلوب لحاجز السلامة.



الشكل (٧–٦) الاستخدام النموذجي لوسائد تخفيف الصدمات على جزر المرور الفاصلة على الجسور (FGSV, 2009).

عند فصل سطح مرصوف عن مسار مشاة خاص أو مسار ركوب دراجات على المنشآت، يجب توخي الحذر؛ لضمان عدم احتواء حواجز السلامة على حافات أو إسقاطات حادة؛ مما قد يشكل خطرًا على راكبي الدراجات أو المشاة (يفضل استخدام حواجز سلامة خرسانية أو حواجز حديدية مصممة خصيصًا لذلك). يمكن استخدام إضافات محددة إلى الحواجز، من أجل حماية مستخدمي الطريق المعرضين للخطر، إذا أُعتمد الأنظمة العامة من حيث الأداء كنظام متكامل للمواصفة (SASO - EN 1317).

ولأنه يجب تمديد حواجز السلامة في مناطق الهيكل الإنشائي إلى مسافة أبعد من طولها؛ لضمان قابليتها للتشغيل على سبيل المثال: (عن طريق التغيير من أنظمة الاصطدام إلى أنظمة مثبتة، أو بدلاً من ذلك عن طريق توسيع الهيكل الإنشائي بلوح الأساس)، فيلزم التعاون الوثيق، والتنسيق بين المهندس الإنشائي ومصمم الطريق.

إذ كان ضروريًا تثبيت حاجز سلامة على عارضة (كمرة) تثبيت، في حين أن ترتيبه غير معتمد لشدة الاصطدام؛ طبقًا للمواصفة (SASO - EN 1317)، ولكن أُعتمد حاجز السلامة لاستخدام حاجز المركبة، فإن الشركة المصنعة ملزمة بتقديم بيان كفاءة إنشائية أعده مهندس إنشائي معتمد؛ بناءً على نتائج الاختبار المادي مثل: (قياسات القوة).

لا ينطبق الجدول (٦-١) على الجسور التي يقل امتدادها (بحرها) الحُر عن (١٠) م، وعلى الجدران الاستنادية التي يقل طولها عن (٢٥) م وعلى مجاري الصرف الصحي، وكذلك على ارتفاعات السقوط الرأسي التي تقل عن (٢) م، ويُصنف حاجز الحماية (الدرابزين) بصفة عامة على أنه في فئة الخطر (٣).

يجب حماية حواجز السلامة وحواجز الحماية (درابزين)-على المنشآت القائمة، فوق أو بجوار السكك الحديدية المكهربة- من الكهرباء الموصلة إليها. اعتمادًا على موقع السكك الحديدية، وأجهزة الإمداد الكهربائي المتعلقة بالجسر؛ يلزم وجود وصلات عزل كهربائية لحواجز السلامة بعد نهاية الجسور ومجالات العزل الكهربائي، المكونة من وصلتين: عزل كهربائي على مسافة (٢,٥٠) م على الأقل لحاجز الحماية (الدرابزين). يجب توفير أجهزة العزل الكهربائي ذات الصلة لحواجز السلامة وحاجز حماية (درابزين) الجسر على مسؤولية الهيئة المعنية بتشغيل السكك الحديدية، التي يجب دمجها في نظام تأريض الهيكل الإنشائي.

إذا جُهز حاجز السلامة خلال اختبار الاصطدام بحاجز حماية (درابزين)، كان جزءًا من قدرة التقييد؛ فإن حاجز الحماية (الدرابزين) يكون جزءًا لا يتجزأ من حاجز السلامة، الذي يجب عدم تجاهله في أثناء تصميم أنظمة تقييد حركة المركبات. في مثل هذه الحالات يجب أن يشمل تركيب حاجز السلامة هذا على الجزر الفاصلة الوسطية أو الجانبية لحاجز الحماية (الدرابزين).

يخضع الدرابزين للمواصفات (SASO - EN 1317) والمواصفات الإنشائية، كما هو موضح في الجزء الفرعي (١١-٧-٢) من كود الطرق السعودي ٣١٠ (تصميم الجسور والأنفاق) والباب (٢١) من كود الطرق السعودي ٤٠٢ (إنشاء الجسور والأنفاق).

إذا كان طول المنشآت أكثر من (٢٠) م بين حافات جدار الجناح؛ فيجب تزويد حاجز الحماية (الدرابزين) بكابل يبلغ قطره (٢٠) مم؛ طبقًا للمواصفة (EN 12385-4 6x19) - أو (6x37-SFC 1770 A Sz). يجب أن تزود المنشآت التي لا تحتوي على حواجز سلامة بحاجز حماية (درابزين)، تنخفض نهاياته، أو تنحني؛ لعدم دخولها في المركبات، في حال حدوث اصطدام.

الارتفاعات النموذجية لحاجز الحماية (الدرابزين)؛ كالآتي:

- ١,٠٠٠ مم لارتفاع السقوط الرأسي أقل من ١٢,٠٠م.
- ١,١٠٠ مم لارتفاع السقوط الرأسي أكبر من أو يساوي ١٢,٠٠م.
- ١,٣٠٠ مم إذا كان يمر على طول الهيكل الإنشائي مسار دراجات أو مسار مشاة مشترك.

يجب أن يكون عرض حاجز الحماية (الدرابزين) (١٢٠) مم -على الأقل- على جسور الطرق؛ حيث يمكن تخفيض هذا العرض على جسور المشاة إلى (٨٠) مم على الأقل.

يجب أن تكون أحمال حاجز الحماية (الدرابزين) كما هو محدد في الجزء الفرعي (١١-٨-٢) من كود الطرق السعودي ٣١٠ (تصميم الجسور والأنفاق).

يجب على مصنعي حاجز الحماية (الدرابزين) تقديم شهادات الأداء ذات الصلة طبقًا للمواصفة (EN 1090-1) لحاجز الحماية (الدرابزين) الحديدي والمواصفة (EN 1090-2) للحامات حاجز الحماية (الدرابزين) الحديدي والمواصفة (EN 1090-3) لحاجز الحماية (الدرابزين) الألومنيوم على التوالي.

على خطوط حافة الجسر، ينبغي أن يتوافق ارتفاع حاجز الحماية (الدرابزين) مع القاعدة التالية:

المعادلة (٧-١)

$$\mathbf{h_{railing+protection} = h_{safety\ barrier} + h - b - 0.05 \geq h_{min}}$$

حيث:

$h_{railing+protection}$: الحد الأدنى المطلوب لارتفاع حاجز الحماية (الدرابزين) بما في ذلك الارتفاع الإضافي للحماية من السقوط بالمتر ≥ ٢,٠٠ م.

$h_{safety\ barrier}$: ارتفاع حاجز السلامة فوق سطح ممر الطوارئ (م).

h: الحد الأدنى لارتفاع حاجز الحماية (الدرابزين) اعتمادًا على ارتفاع السقوط بالمتر، ١,٠٠ م أو ١,١٠ م.

b: المسافة الأفقية بين الجانب الخلفي من حاجز السلامة عند ارتفاع حافته العلوية والحافة الأمامية لحاجز الحماية (الدرابزين)، بالمتر.

h_{min}: الحد الأدنى لارتفاع حاجز الحماية (الدرابزين) كما هو مذكور أعلاه، بالمتر.

من أجل تحديد ارتفاع حاجز الحماية (الدرابزين) بين حواجز السلامة بنفس الخصائص؛ يجب اختيار الحواجز ذات ارتفاع أقل. يجب ألا يتجاوز إجمالي ارتفاع حاجز الحماية (الدرابزين) والحماية من السقوط (٢) م فوق سطح تشكيلات الجسر الجانبي على جانب الطريق.

يقتصر ارتفاع حاجز الحماية (الدرابزين) على (١,٢٠) م على خطوط حافة الجسر، بمستوى احتواء (L2). فيما يتعلق بارتفاع حاجز السلامة؛ ينطبق ما يلي:

المعادلة (٧-٢)

$$\mathbf{h_{safety\ barrier} \leq h_{railing} - h + b + 0.05}$$

حيث:

$h_{railing}$: ارتفاع حاجز الحماية (الدرابزين) المحدد ≤ h_{min} و ≥ ١,٢٠ م.

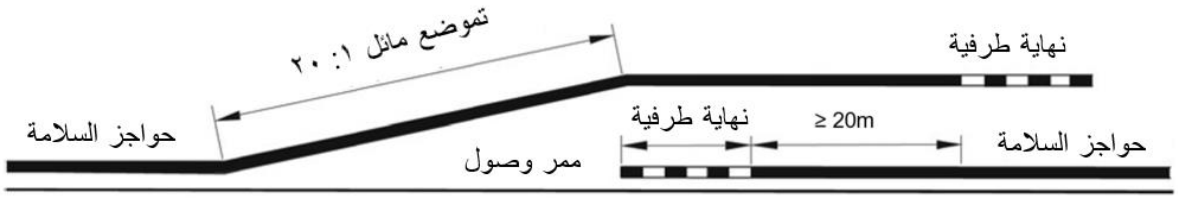
في بعض الحالات التي يمكن تبريرها بشكل صحيح، يمكن اختيار الحلول؛ على سبيل الاستثناء مما ورد أعلاه، بعد تقييم بيانات السلامة على الطرق والقيود المحلية.

٨- مناطق انقطاع الحواجز:

يجب السماح بانقطاع (عدم انتظام) حواجز السلامة إلا في حالات مبررة. وفي مثل هذه الحالات ينبغي أن تكون قصيرة قدر الإمكان. وينبغي أيضًا مراعاة متطلبات السلامة المرورية الأخرى؛ مثل: الرؤية، والخلوص، وما إلى ذلك.

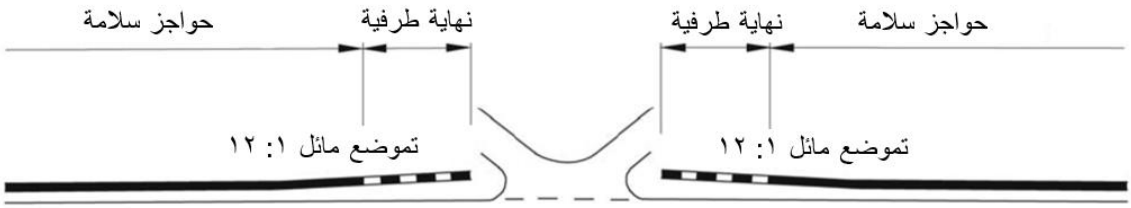
ينبغي تجنب مناطق انقطاع حواجز السلامة، خاصة في مقاطع الطرق ذات أنصاف الأقطار الأفقية الصغيرة. في مناطق تقاطع الطرق؛ ينبغي دائمًا مراعاة ما إذا كان تركيب حواجز السلامة غير ضروري.

في المناطق التي بها انقطاعات بحواجز السلامة؛ يجب أن تتصل وفقًا للشكل (٨-١).

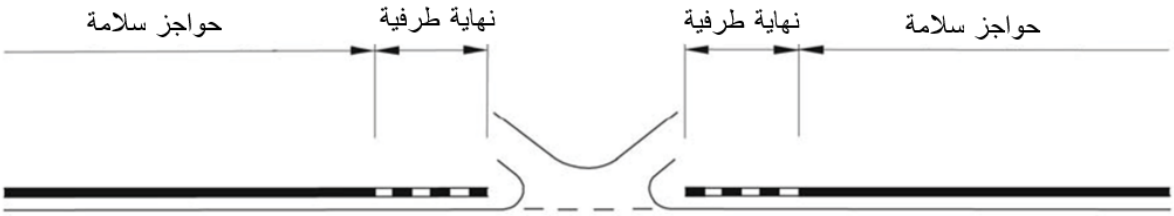


الشكل (٨–١) انقطاع حواجز سلامة عند ممرات الاقتراب (FGSV, 2009).

في حال عدم وجود احتمال لوقوع حادث؛ حيث تنحرف المركبة عن الطريق في منطقة انقطاع حاجز السلامة، يمكن وضع حاجز السلامة بزاوية (منحرفًا)، وتوصيله بمراكز الحواجز الأمامية والخلفية (الشكل ٨-٢ والشكل ٨-٣). في مثل هذه الحالات يجب وضع حاجز السلامة، ومراكز الحواجز الأمامية والخلفية بزاوية (١:١٢) (الارتفاع إلى المسافة الأفقية).

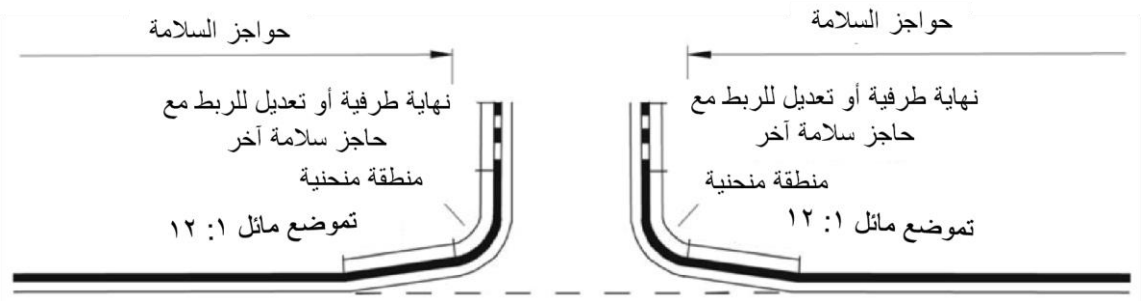


الشكل (٨–٢) انقطاع حواجز السلامة مع الوضع المائل للنهايات الطرفية (FGSV, 2009).

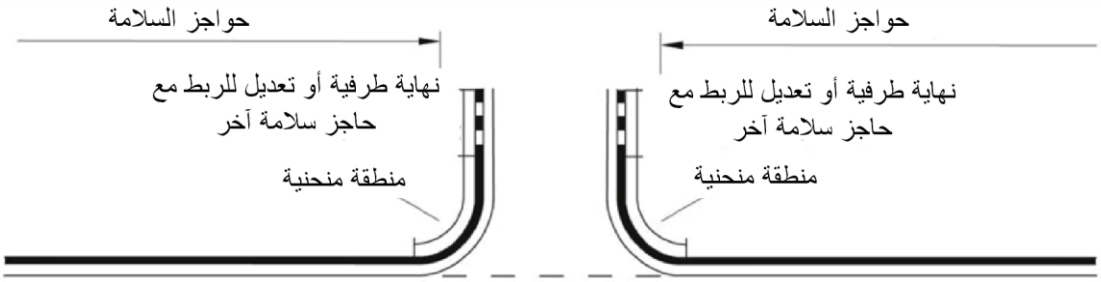


الشكل (٨–٣) انقطاع حواجز السلامة مع النهايات الطرفية الأمامية – الخلفية (FGSV, 2009).

يمكن أن يمنع التشكيل المنحني (الدائري) لحاجز السلامة اختراق المركبة في المواقع الخطرة. ينبغي أن تكون حواجز السلامة منحنية بأكبر نصف قطر ممكن (الشكل ٨-٤ والشكل ٨-٥)؛ لهذا السبب يمكن تركيب حواجز السلامة بزاوية مائلة (١٢:١) (الارتفاع إلى المسافة الأفقية). يجب تثبيت حاجز سلامة منحني على نهايتي الحواجز الأمامية والخلفية أو بحاجز سلامة. يجب أن يضمن انحناء حاجز السلامة قابلية تشغيله. ويستعرض الباب (١٩) مزيد من التفاصيل حول تلك المقاطع المنحنية.



الشكل (٨–٤) انقطاع حواجز السلامة مع الوضع المائل للحواجز والمنطقة المُنحنية (FGSV, 2009).



الشكل (٨–٥) انقطاع حواجز السلامة مع الوضع المائل للحواجز والمنطقة المُنحنية (FGSV, 2009).

٩- النهايات الطرفية للحواجز:

يجب توصيل النهايات الطرفية للحواجز الأمامية والخلفية بحاجز السلامة الرئيس؛ بحيث لا تؤثر الخصائص التشغيلية لأحد النظامين سلبًا على الخصائص الخاصة بالآخر. يجب على الشركة المصنعة للنهايات الطرفية لحاجز السلامة تقديم دليل إثبات على خصائصها الأساسية.

يجب تحديد أداء نهايات الحواجز الطرفية، طبقًا للمواصفة (SASO - EN 1317) ووفقًا للمعايير التالية (المتطلبات الاختيارية حاليًا):

- فئة الأداء.
- فئة صندوق خروج المركبة.
- فئة الإزاحة الجانبية الدائمة.
- فئة شدة الاصطدام.

ترد متطلبات فئات أداء نهايات الحواجز الطرفية في الجدول (٩-١).

الجدول (٩–١) متطلبات النهايات الطرفية الأمامية والخلفية لحواجز السلامة (FGSV, 2009).

فئة الطريق	فئة الأداء
طريق ريفي مفرد	على الأقل T80 A (قبل P2 A)
طريق مقسم	على الأقل T80 U (قبل P2 U)
ملاحظة: **A**: نهايات طرفية في كلا اتجاهي السير، **U**: نهايات طرفية في اتجاه سير واحد.	

تُحدد فئات مربع خروج المركبة والإزاحة الجانبية الدائمة، وفقًا للظروف المحلية. يجب اختيار فئة الإزاحة الجانبية الدائمة؛ بحيث لا تمتد النهاية الأمامية والخلفية المشوهة خارج حدد خط دهان الحافة الداخلية لسطح الطريق.

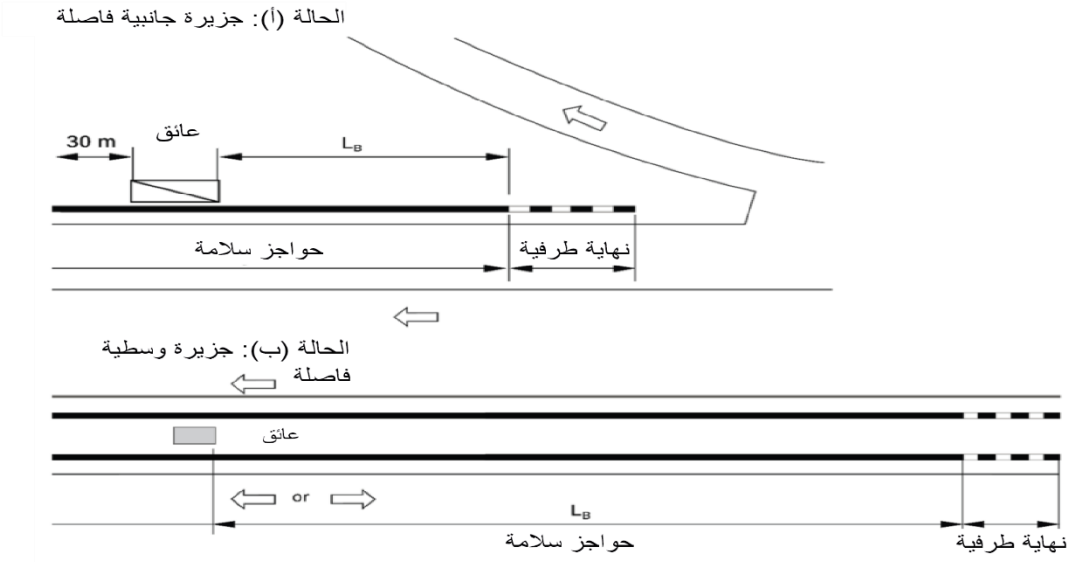
توفر فئة شدة الاصطدام (A) سلامة أكثر لشاغلي المركبة، من شدة الاصطدام للفئة (B)، ويجب تفضيل أن تظل الظروف الأخرى كما هي.

يجب التعامل مع الحالات التي لا تتوفر فيها نهايات طرفية، وخضعت لاختبار اصطدام مادي -طبقًا لمواصفة (SASO - EN 1317)- لحواجز السلامة المحددة؛ على النحو التالي: يجب أن يجرى استقصاء بشأن ما إذا كان هناك حل متاح باستخدام نهايات طرفية متوافقة مع نوع آخر من حواجز السلامة، التي خضعت لاختبار الاصطدام طبقًا للمواصفة (SASO - EN 1317)، وفضلًا عن ذلك ما إذا كان اتصال بحاجز سلامة مناسب ممكنًا من الناحية التقنية وأكثر اقتصادًا في الوقت نفسه.

يتضمن التصميم التفصيلي لنظام تقييد حركة المركبات ومناقصة المشروع، معايير اختيار نهايات الحواجز الطرفية، كجزء لا يتجزأ من تصميم نظام تقييد حركة المركبات.

يمكن تشكيل نهايات الحواجز الطرفية مع أو بدون انخفاضات. اعتمادًا على طريقة إنشاء النهاية الطرفية؛ ينبغي النظر في إمكانية تجنب الانزلاق مقابل حاجز السلامة ونظام النهاية الطرفية بشكل فعال. هذا الجانب بالغ الأهمية عند تحديد الطول المطلوب لحاجز السلامة الذي يسبق أو يتبع النهاية الطرفية.

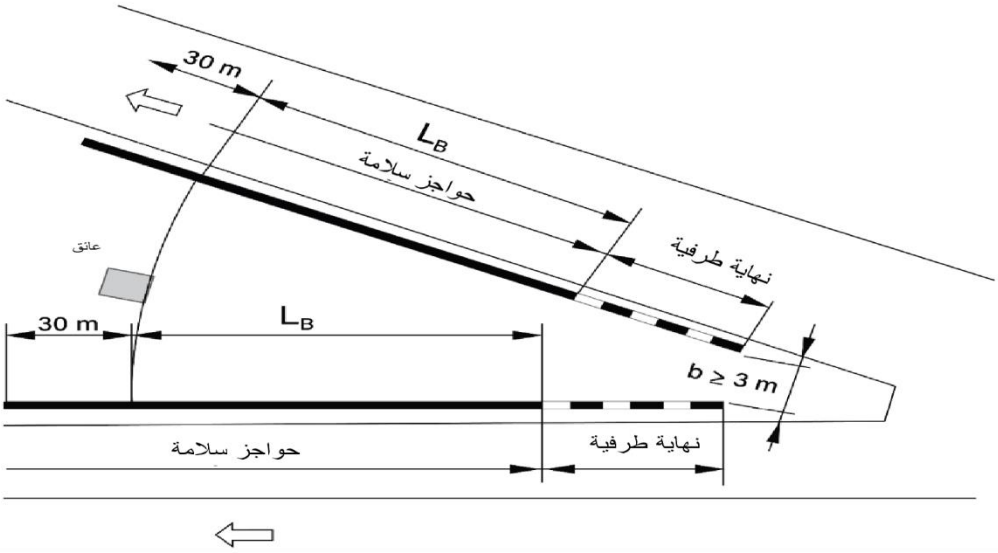
يجب أن تكون حواجز السلامة مصحوبة - دائمًا- بنهايات طرفية أمامية وخلفية. هذا المطلب بالغ الأهمية -بشكل خاص- في مناطق الجزر الفاصلة؛ الجانبية، والوسطية (الشكل (٩-١): الحالة (أ) والحالة (ب) على التوالي). يكون طول حاجز السلامة بين النهاية الأمامية والعائق على الأقل (L_B)، وإذا لم يكن كذلك؛ يجب تركيب وسادة لتخفيف الاصطدام (انظر: الباب ١٠).



الشكل (٩–١) الجزر الفاصلة ذات حواجز السلامة والنهايات الطرفية الأمامية (FGSV, 2009).

في مناطق الجزر الفاصلة الجانبية، حيث من الضروري وضع حواجز السلامة على كل من مناطق خط حافة الرصيف؛ يجب أن تكون النهايات الطرفية الأمامية على بعد (٣) م على الأقل (الشكل ٩-٢). في هذه الحالة -أيضًا-يجب أن يكون طول حاجز السلامة بين النهاية الأمامية والعائق على الأقل (L_B)، وإذا لم يكن كذلك؛ يجب تركيب وسادة لتخفيف الاصطدام (انظر: الباب ١٠).

في مناطق الجزر الفاصلة الوسطية، التي بها مناطق انقطاع حواجز السلامة، يجب اتخاذ الترتيبات اللازمة؛ لتركيب النهايات الطرفية الأمامية والخلفية.



الشكل (٩–٢) الجزر الفاصلة الجانبية ذات حواجز السلامة والنهايات الطرفية الأمامية على منطقتي خط حافة الرصف (FGSV, 2009).

١٠- وسائد تخفيف الصدمات:

يجب توصيل وسائد تخفيف الصدمات بحواجز السلامة، التي تلي توفير الخصائص التشغيلية لنظام واحد؛ حتى لا تؤثر سلبًا على الخصائص الخاصة بالنظام الآخر. تُقدم الشركات المصنعة لوسائد تخفيف الصدمات أدلة إثبات بشأن الخصائص التشغيلية لكلا الجهازين الواقيين، مع الإشارة إلى وسادة تخفيف الصدمات الخاصة.

يجب أن تفي وسائد تخفيف الصدمات بمتطلبات المواصفة (SASO - EN 1317). يجب تحديد أداء وسائد تخفيف الصدمات طبقًا للمواصفة (SASO - EN 1317)؛ بناءً على المعايير التالية:

- فئة الأداء مقابل السرعة المُعلنة.
- فئة الإزاحة الجانبية الدائمة.
- فئة إعادة توجيه المركبة.
- فئة شدة الاصطدام.

ترد متطلبات فئات أداء وسائد تخفيف الصدمات في الجدول (١٠-١).

الجدول (١٠–١) فئات أداء وسائد تخفيف الصدمات حسب السرعة المعلنة (FGSV, 2009).

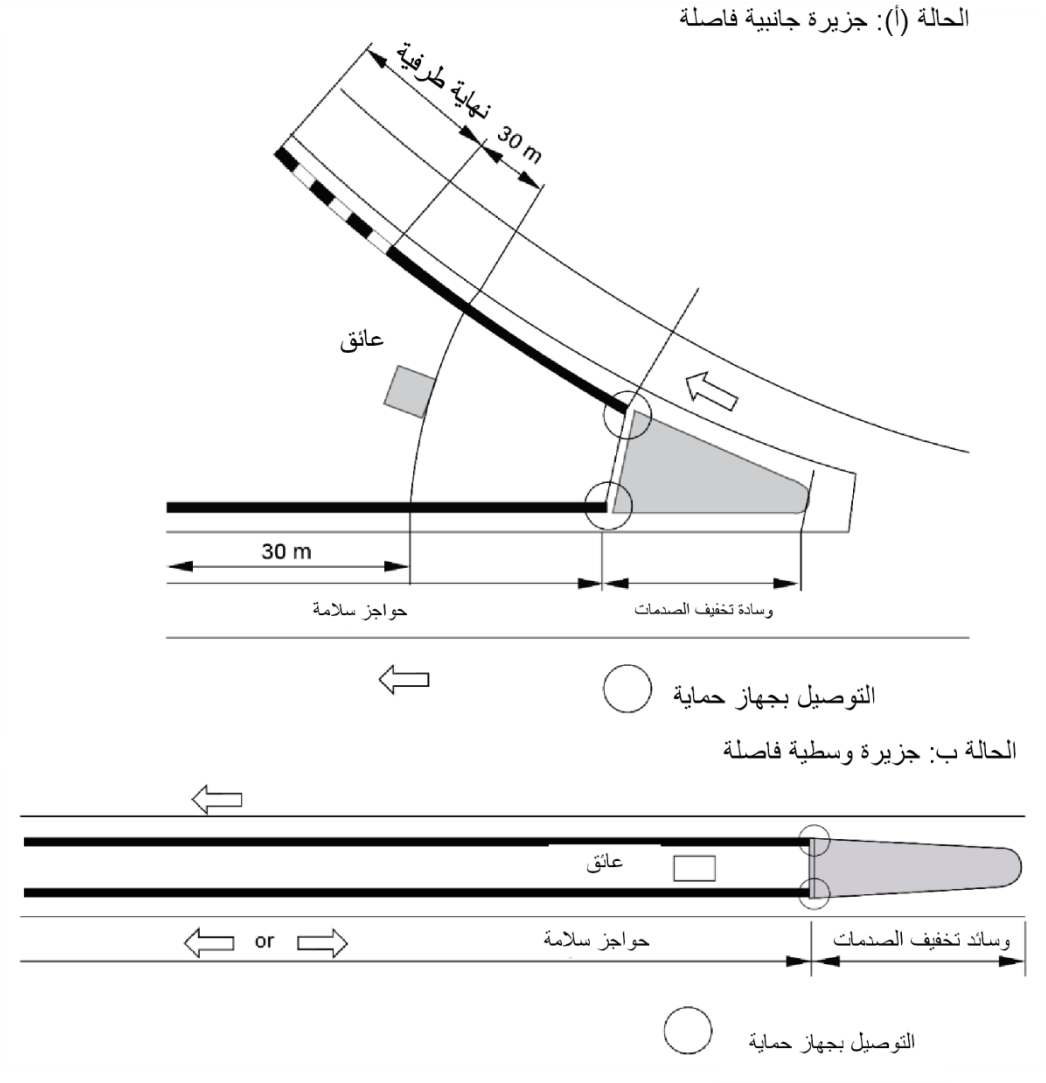
السرعة المعلنة V_{posted} (كم/س)	فئة الأداء			
	50 (R)	80 (R)	100 (R)	110 (R)
٥٠	x	-	-	-
٦٠	-	x	-	-
٧٠	-	x	-	-
٨٠	-	X	-	-
٩٠	-	-	x	-
١٠٠	-	-	X	-
١٠٠ <	-	-	-	x
ملاحظة: **(R)**: ارتداد.				

يجب أن يُشار إلى فئات الإزاحة الجانبية الدائمة، وإعادة توجيه المركبة في تقرير اختبار الاصطدام، وتُحدد المتطلبات وفقًا للظروف المحلية والحيز الجانبي المتاح. يجب اختيار فئة الإزاحة الجانبية الدائمة؛ بحيث لا تمتد وسادة تخفيف الصدمات المشوهة خارج حدود خط الحافة الداخلية المطلية لسطح الطريق.

يجب ضبط التشكيل الهندسي (الجيومتري) لوسادة تخفيف الصدمات (المتوازية، وشبه المنحرفة) على التنظيم الهندسي (الجيومتري) لمنطقة التركيب.

توفر فئة شدة الاصطدام من (أ) سلامة أكثر لشاغلي المركبة من شدة الاصطدام للفئة (ب) ويجب تفضيل أن تظل الظروف الأخرى كما هي.

بالنسبة لحالات الجزر الفاصلة الجانبية أو الوسطية التي لا يتوفر فيها الطول (L_B) في منطقة بدء حاجز السلامة؛ يجب تركيب وسادة لتخفيف الصدمات (الشكل ١٠-١).



الشكل (١٠–١) الجزر الفاصلة ذات حواجز السلامة ووسائد تخفيف الصدمات (FGSV, 2009).

في المناطق ذات العوائق المعزولة؛ ينبغي النظر فيما إذا كان تركيب وسادات تخفيف الصدمات يوفر مزايا أكثر من تركيب حواجز السلامة. عند مقارنة كلا الجهازين الواقيين؛ تتمتع وسائد تخفيف الصدمات بالمزايا التالية:

- حوادث تصادم ذات عواقب أقل في المتوسط.
- توافر حيز جانبي لمركبات الطوارئ أو مناورات تجنب الاصطدام.
- تسهيل أكثر كفاءة لخدمات تشغيل الطرق وصيانتها.

في المناطق الوسطية التي بها انقطاع في حواجز السلامة، عندما يُوجد عائق على مسافة تصل إلى (٥٠) م للأمام ولا يمكن تقليل السرعة المعلنة إلى (٦٠) كم/س؛ ينبغي تركيب وسائد تخفيف الصدمات.

١١- الوصلات الانتقالية:

تقع وصلات حواجز السلامة الانتقالية في المناطق التي يتعين فيها توصيل أنواع مختلفة من الحواجز؛ من حيث الإنشاء، وقابلية التشغيل الديناميكي لكليهما أو أي منهما بطريقة مقبولة من الناحية التشغيلية، تُنفذ حواجز السلامة وفقًا للمواصفة (SASO - EN 1317) (الجزء الطوعي حاليًا)؛ بناء على المعايير التالية:

- مستوى الاحتواء.
- فئة العرض العامل.
- فئة شدة الاصطدام.

سعة احتواء وصلات حواجز السلامة الانتقالية هي دالة رياضية في: سعة الاحتواء، الخاصة بحواجز السلامة الموصولة، وتُحَدّد وفقًا للجدول (١١-١).

يجب أن تكون أي اختبارات تأثير وفقًا للمواصفة (SASO - EN 1317) مرتبطة بحواجز السلامة الموصولة، وتُعد الوصلات الانتقالية التي أُجري عليها اختبار التأثير- وفقًا للمواصفة (SASO - EN 1317)- معيارًا للاختيار والتفضيل على الوصلات الانتقالية المعنية، التي لم تخضع لاختبار مادي.

يجب مراعاة معايير اختيار الوصلات الانتقالية بالاقتران مع معايير اختيار حواجز السلامة المتصلة في أثناء تصميم نظام التقييد بالمركبة.

الجدول (١١–١) مستويات احتواء عمليات انتقال حواجز السلامة (FGSV, 2009).

الوصلة الانتقالية المتصلة بحاجز حماية بمستوى احتواء. / من حاجز حماية بمستوى احتواء.	L1	L2	L4b
L1	L1	L1	L2
L2	L1	L2	L2
L4b	L2	L2	L4b

يعتمد الحد الأقصى للعرض العامل للوصلة الانتقالية على الظروف المحلية، ويجب ألا تتجاوز فئة شدة الاصطدام للوصلة أيًا من فئتي الاصطدام الخاصة بحاجزي السلامة المتصل بهما، يُعد مستوى شدة الاصطدام (A) أقل تأثيرًا في شاغلي المركبة التي تنحرف عن الطريق من مستوى شدة الاصطدام (B)، وينبغي أن يُعد هو الأفضل في الحالات المماثلة.

تُعد توصيلات حواجز السلامة بالمنشآت الخاصة؛ مثل: الجدران الاستنادية والفخاخ الصخرية وما إلى ذلك، وصلات انتقالية، وهي مُصممة لذلك؛ بناء على مستوى احتوائها للتفاعل مع السطح الصلب، بافتراض عدم وجود انحراف ديناميكي، وعرض عامل أقل من (٠,٦) م (D = 0، W1، انظر الشكل ٥-٢).

١٢- حواجز السلامة المحمولة:

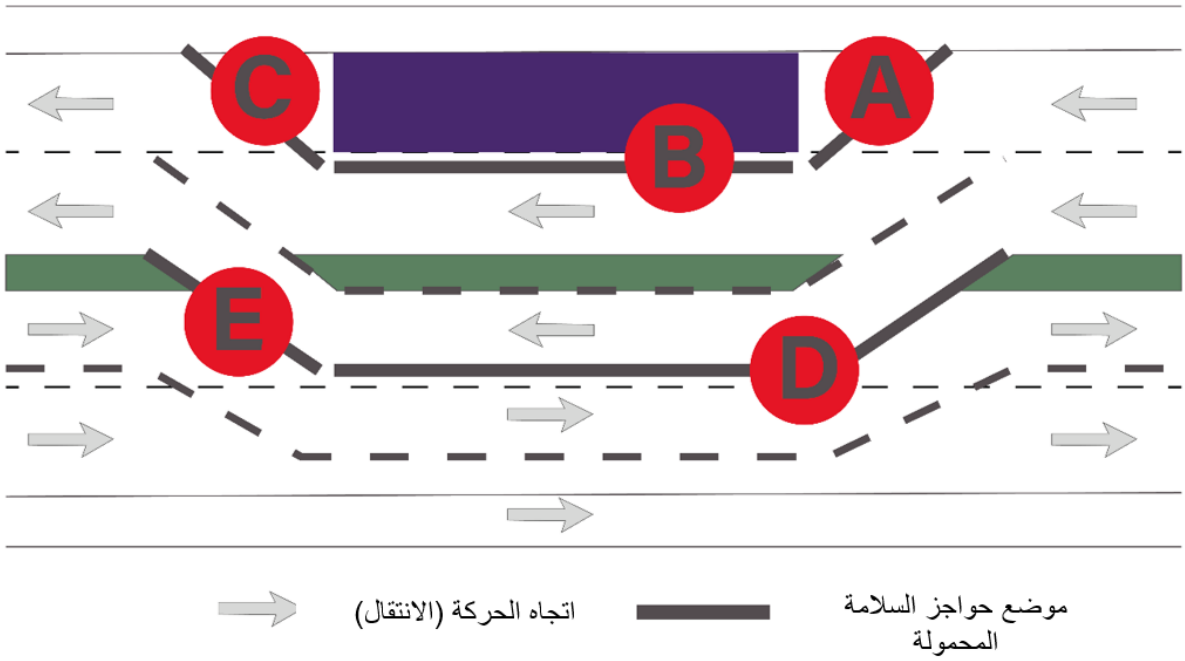
١٢-١ عام:

يلزم تركيب حواجز السلامة المؤقتة (المحمولة) في مناطق العمل التي تستغرق وقتًا طويلًا؛ لضمان فصل حركة المرور، والتوجيه، وحركة المركبات الآمنة بشكل عام، وترد معلومات إضافية عن استخدام حواجز السلامة المؤقتة في الجزء (٤-٢٢) من كود الطرق السعودي ٣٠٥ (تصميم مرافق الطرق ومنافعها – تصميم منطقة أعمال الطرق).

ينبغي توصيل أجزاء حواجز السلامة المؤقتة ببعضها البعض، ووضعها وفقًا لتعليمات الشركة المصنِّعة؛ من أجل توفير الحماية لكل من حركة المرور المجاورة وأنشطة الإنشاء/الصيانة التي تجري خلفها، إذا لم تكن حواجز السلامة المؤقتة متصلة ببعضها البعض -في حال اصطدام المركبة بها- يجب توقع إزاحة وانقلاب كل أو أي منهما؛ وفقًا لسرعة المركبة، وكتلتها، وزاوية اصطدامها.

١٢-٢ مستوى الاحتواء:

تظهر مناطق تركيب حواجز السلامة المؤقتة في الشكل (١٢-١)، بينما تظهر المتطلبات التي يجب الالتزام بها في الجدول (١٢-١).



الشكل (١٢–١) منطقة تركيب حواجز السلامة المؤقتة (FGSV, ZTV, SA, 1997).

في المنطقتين (A) و(B)، يجب ألا تزيد الإزاحة الجانبية لحواجز السلامة المؤقتة، عن المسافة التي تفصلها، عن المنطقة التي يشغلها العاملون في منطقة العمل أو المواد أو المعدات.

لم تُوضع أي متطلبات خاصة للمنطقة التي تحمل علامة (C).

الجدول (١٢–١) مستوى الاحتواء والعرض العامل لحواجز السلامة المؤقتة (FGSV, ZTV, SA, 1997).

منطقة وضع حواجز السلامة المؤقتة (بناءً على الشكل ١٢-١)		الحد الأدنى لمستوى الاحتواء (المواصفة EN 1317)	العرض العامل (المواصفة EN 1317)	الإزاحة الجانبية الديناميكية (م)
أ	بين موقع الإنشاء وحركة المرور القادمة	T2(1)	W4 ≥	
ب	بين موقع الإنشاء وحركة المرور القادمة الموازية	T1(1)	W4 ≥	
ج	بين موقع الإنشاء وحركة المرور المغادرة	لا يلزم وجود نظام وقائي		
د	بين اتجاهات السير المتعاكسة	T1(2)	W4 ≥	0.50 ≥
هـ	بين اتجاهات السير المتعاكسة في منطقة التحول	T2(2)	W4 ≥	0.50 ≥

ملاحظات:

١- عند الحاجة إلى مستوى احتواء أعلى، يجب تزويد المنطقتين (أ) و (ب) بحواجز سعة احتوائها (L1) و (T3) على التوالي؛ ويُحَدَّد العرض العامل وفقًا للظروف المحلية بناءً على المواصفة (EN 1317).

٢- كما يمكن اختيار نظام بسعة احتواء (T3) في الحالات التي تكون فيها حركة مرور شاحنات عالية، ويكون هناك خطر وقوع حوادث من الشاحنات -على سبيل المثال: في أماكن المنحدرات- يجوز اختيار نظام بقدرة احتواء (T3) بشرط أن يكون العرض المتاح لسطح الطريق كافيًا. يجب-بوجه عام- تطبيق مستويات احتواء أعلى حين تقتضي الظروف ذلك، على سبيل المثال: (وضع حد سرعة مؤقت قدره ١٠٠ كم/س وإشراك الشاحنات).

يجب فحص حواجز السلامة المؤقتة بإجراء اختبارات التصادم، فيما يتعلق بالإزاحات المحتملة، والسلامة ضد الكسر، وتوفير تدابير الحماية لكل من المشاركين في حركة المرور والآخرين.

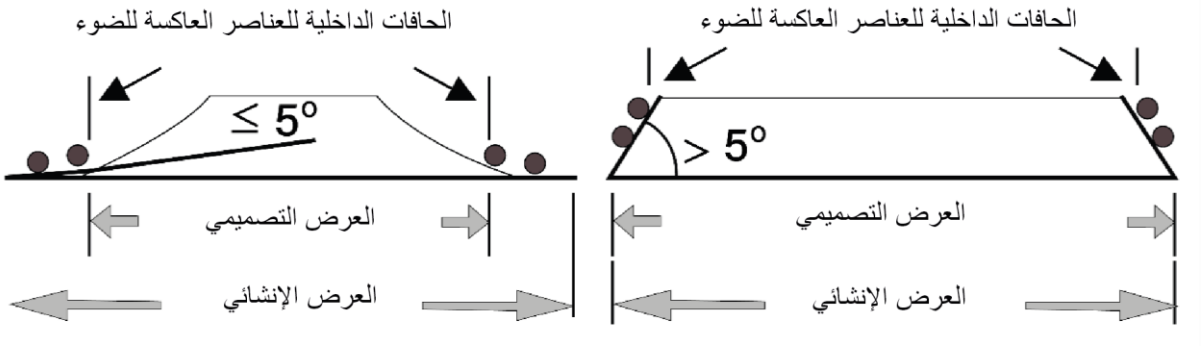
١٢-٣ العرض العامل:

إن للعرض العامل دورًا مهمًّا للغاية؛ لأن عملية اختيار حاجز سلامة مؤقت مناسب، تعتمد على المسافة المتاحة من موقع الإنشاء، والعرض المتاح للجزيرة الفاصلة.

يعتمد عرض الجزيرة الفاصلة بين اتجاهات حركة المرور المتعاكسة على العرض التصميمي لحاجز السلامة المؤقت، وعرض الهيكل الإنشائي لكليهما أو أي منهما؛ حيث:

- العرض الإنشائي؛ هو: أقصى عرض للقطاع العرضي لحاجز السلامة المؤقت.
- العرض التصميمي؛ هو المسافة الأفقية بين الحافات الداخلية للعناصر العاكسة للضوء، في منطقة المستوى السفلي للحاجز المؤقت، التي تشكل زاوية لا تزيد على (٥) درجات مع قاعدتها. إذا كانت الزاوية بين منطقة المستوى السفلي والحافات الداخلية للعناصر العاكسة للضوء أكبر من (٥) درجات، فإن العرض الإنشائي يتوافق مع العرض التصميمي (الشكل ١٢-١).

يجب أن يتوافق العرض التصميمي مع العرض المطلوب للجزيرة الفاصلة.



الشكل (١٢–٢) التصميم والعرض الإنشائي لحواجز السلامة المؤقتة (FGSV, TL, 1997).

١٢-٤ الحماية الخاملة:

بالنظر إلى الظروف الخاصة السائدة في مناطق العمل، وإلى العرض العامل لحواجز الحماية المؤقتة المقترحة، يجب الإشارة إلى الإزاحة الجانبية الديناميكية -أيضًا-، إذ تبلغ القيمة القصوى المسموح بها للإزاحة الجانبية الديناميكية -بين التدفقات المرورية المعاكسة (٠,٥٠) م، بغض النظر عن العرض العامل.

ولذلك فمن غير المسموح أن يتسبب اصطدام المركبة بحاجز سلامة مؤقت في أضرار للمركبة، تكون شديدة للدرجة التي تؤدي إلى فقدان السائق للسيطرة على المركبة.

١٣- حماية راكبي الدراجات النارية:

يمكن تقليل الأضرار البدنية التي يتعرض لها راكبو الدراجات النارية؛ بسبب انحرافهم عن مسار حركتهم عند الاصطدام بأجهزة الحماية بشكل جوهري؛ من خلال:

- حواجز السلامة مع وقاية إضافية معلنة لراكبي الدراجات النارية.
- المنشآت الإضافية المناسبة على حاجز السلامة.

يجب تحديد أداء أنظمة حماية راكبي الدراجات النارية طبقًا للمواصفات الأوروبية: (SASO - EN 1317) و (TS 17342) و (2019 -10) من المعايير التالية:

- فئة السرعة.
- فئة شدة الاصطدام.

يجب تصميم أجهزة الحماية المعنية لتوفير حماية إضافية لراكبي الدراجات النارية بطريقة:

- لا تكون لمكونات النظام حافات حادة، بحيث تقلل -بشكل ملحوظ- من أثر تصادم الدراجة النارية فيهم.
- عن طريق الإنشاءات الإضافية؛ لتغطي الأجزاء الحرجة من أجهزة الحماية، أو لمنع الانزلاق المتقاطع أسفل النظام بأسطح/ طلاءات طولية موحدة بدون حافات ونتوءات.

قد تكون المنشآت الإضافية على أنظمة التقييد الحديدية في شكل:

- بطانة على عمود دعم جهاز الحماية المصنوع من البلاستيك الرغوي؛ مما يقلل -بشكل ملحوظ- من العواقب في أثناء اصطدام جسم بشري بحاجز السلامة (يكون فعالًا على السرعات المنخفضة فقط).
- شفرة (نصل) حماية إضافية من الانزلاق بمستوى أقل انخفاضًا عن تجويف حاجز السلامة الرئيس.
- المنشآت الأخرى التي ستُعتمد ملاءمتها لحواجز السلامة المحددة؛ استنادًا إلى اختبارات الاصطدام، طبقًا للمواصفة (SASO - EN 1317).

تنقسم هذه الأنظمة ذات الصلة إلى فئتين:

- الفئة (١): حواجز سلامة ذات حماية ضد الانزلاق أسفل حاجز السلامة، والتي خضعت لاختبار اصطدام طبقًا للمواصفة (SASO - EN 1317)، أو عُدلت وخضعت لاختبار اصطدام محدد؛ طبقًا للمواصفات الفنية (TS 17342:2019-10).
- الفئة (٢): حواجز سلامة ذات حماية ضد الانزلاق أسفل حاجز السلامة، التي خضعت لاختبار اصطدام، أو عُدلت طبقًا للمواصفة (SASO - EN 1317).

١٤- تفاصيل التركيب:

١٤-١ عام:

تيجب أن ُحدد المتطلبات الإضافية أو التفاصيل المحددة بشأن تركيب أنظمة تقييد المركبات في المواصفات الفنية للمشروع أو في وثائق المناقصة.

يجب أن يضمن المقاول أن تُنفذ عمليات التجميع المرتبطة بمختلف أجزاء أجهزة الحماية، على يد عاملين، يتمتعون بالمعرفة الفنية اللازمة.

قبل البدء في أعمال تركيب أجهزة الحماية؛ يجب إبلاغ المقاول بموقع ومسار جميع أنواع المرافق العامة: (القنوات، والكابلات، وما إلى ذلك)، ويكون المقاول مُلزمًا بالتأكد من عدم تسبب تركيب أجهزة الحماية في وقوع أضرار.

بالنسبة للحالات التي تقع فيها التضاريس على جانب الطريق في مناطق صحراوية، يُسمح فقط بالحواجز الحديدية، أو حواجز الكابلات؛ لتجنب تراكم الرمال في الحيز المروري.

يجب أن يكون السطح الداعم لجهاز الحماية متينًا ومستقرًا بدرجة كافية، ويجب أن تضمن تهيئته قابلية تشغيل جهاز الحماية طبقًا لتعليمات التركيب ذات الصلة.

يجب تقوية المنطقة أمام جهاز الحماية وأسفله -على الأقل- مع سطح الكتف غير المُعبّد (بما يكفي لدعم سيارة ركاب).

في المنطقة التي تقع خلف جهاز الحماية (المنطقة التشغيلية)؛ يجب أن يكون سطح الأساسات مستقرًا أو مقوى بطريقة تجعل جهاز الحماية يعمل كما في اختبار الاصطدام.

وفي المواصفات الفنية لأعمال أنظمة التقييد؛ يجب ذكر وصف تفصيلي لأسطح أساسات أجهزة الحماية القائمة أو التي من المحتمل أن تكون قيد التطوير.

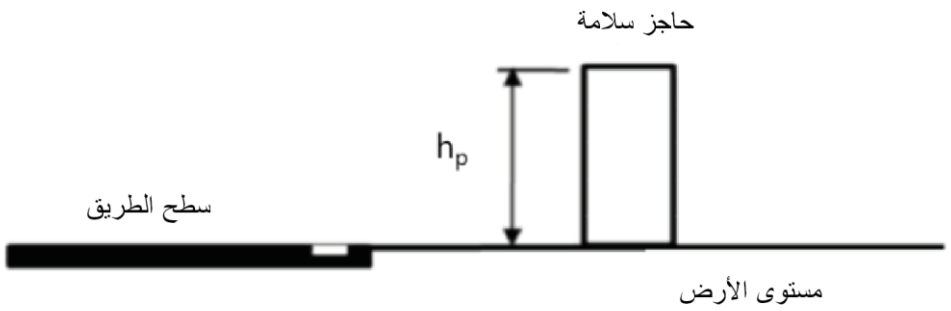
إذا لم تُلَبِّ الأسطح الداعمة -القائمة أو قيد التطوير- متطلبات تعليمات التركيب؛ يجب أن يلتزم المقاول بإنشاء وتهيئة الدعامات وسطح الأساسات بشكل صحيح.

تتناول الأجزاء الفرعية التالية المسائل المرتبطة بارتفاع تركيب جهاز الحماية تحت مختلف الظروف.

١٤-٢ الكتف المستوي غير المُعبّد:

تخضع أجهزة الحماية المركبة على مقاطع الطريق النموذجية (باستثناء مناطق التقاطعات والمحولات) لاختبارات الاصطدام على أرض مستوية من حيث المبدأ، وتجب الإشارة إلى ارتفاع جهاز الحماية على سطح الطريق (h_P) في أثناء اختبار الاصطدام في تقارير الاختبار ذات الصلة (الشكل ١٤-١)، وعند تركيب جهاز الحماية في ظل ظروف حقيقية، حيث يكون سطح الدعم مائلًا، قد يلزم إجراء تعديل (رأسي) فيما يتعلق بسطح الدعم أو ارتفاع جهاز الحماية.

يشير الارتفاع (h_E) إلى ارتفاع الوجه الأمامي أعلى سطح تركيب جهاز الحماية، وفي حال الأرض المستوية بين سطح الطريق وجهاز الحماية، يجب أن يكون ارتفاع التركيب المُقاس (h_E) لجهاز الحماية مساويًا لارتفاع الاختبار ذي الصلة (h_P).



الشكل (١٤–١) ارتفاع جهاز الحماية في أثناء اختبار الاصطدام (FGSV, 2017).

١٤-٣ الكتف المائل غير المُعبّد:

في مناطق الكتف المائل غير المُعبّد، تُركب أجهزة الحماية؛ طبقًا للدرجة (s) من الكتف غير المُعبّد، أو الجزيرة الوسطية والمسافة (a)، بين الوجه الأمامي لجهاز الحماية وخط الحافة المُعبّدة ونوع جهاز الحماية.

ويجب أن تنطبق الأحكام التالية على أي جهاز حماية خضع لاختبارات اصطدام المستوى (الارتفاع الزائد أقل من أو يساوي ± ٢,٥٪).

بالنسبة للحالات الخاصة التي يكون فيها جهاز الحماية قد خضع لاختبارات الاصطدام على نسب ارتفاع إضافية أكبر؛ يجب تقييم حالات الانحراف المسموح بها على أساس كل حالة على حدة، وفيما يتعلق بسلوك جهاز الحماية.

تشير القيم المذكورة لنسب الارتفاع الإضافي الواردة في الأجزاء التالية، إلى القيم النسبية بين سطح الطريق والكتف غير المُعبّد.

١٤-٣-١ أجهزة الحماية الحديدية المُثبّتة:

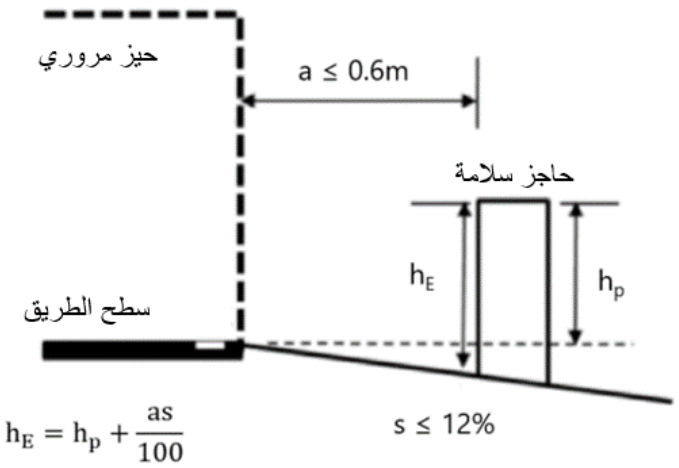
يجب تركيب أجهزة الحماية الحديدية ذات الأعمدة المثبتة بشكل رأسي.

ويعتمد ارتفاع تركيب جهاز الحماية ذي الأعمدة المثبتة على نسبة الارتفاع الإضافي للكتف غير المُعبّد (s) حيث (s أكبر من أو يساوي ١٢٪)، والمسافة (a) بين الوجه الأمامي لجهاز الحماية وخط الحافة غير المُعبّدة.

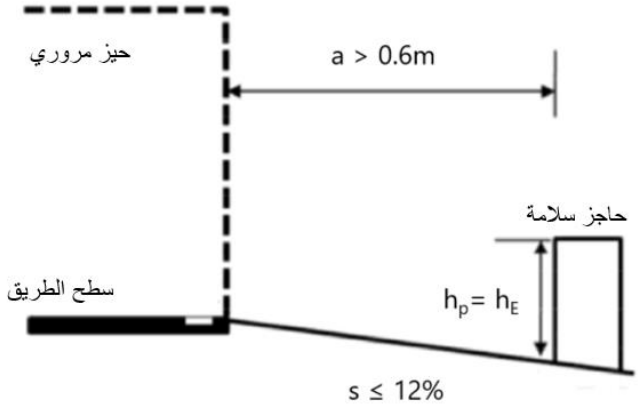
الجدول (١٤-١)، والشكل (١٤-٣)، والشكل (١٤-٣)، توضح ارتفاعات تركيب أجهزة الحماية، التي تشير إلى قيم (a) حتى مسافة تساوي أو تزيد عن (٠,٦) م على الترتيب للكتف غير المُعبّد المنحدر نزولًا.

الجدول (١٤–١) ارتفاع تركيب جهاز الحماية الحديدية المثبت للكتف غير المُعبّد المنحدر نزولًا (FGSV, 2017).

معدل التعلية الجانبية للكتف غير المُعبّد (القيمة النسبية بين سطح الطريق والكتف غير المُعبّد) (٪)	المسافة بين الوجه الأمامي لجهاز الحماية وخط الحافة المُعبّدة.	ارتفاع تركيب جهاز الحماية
معدل التعلية الجانبية السلبي (منحدر نزولًا) ٪١٢ ≥ s	٠,٦ م ≤ a	$h_E = h_p + \frac{as}{100}$
	٠,٦ م > a	$h_P = h_E$

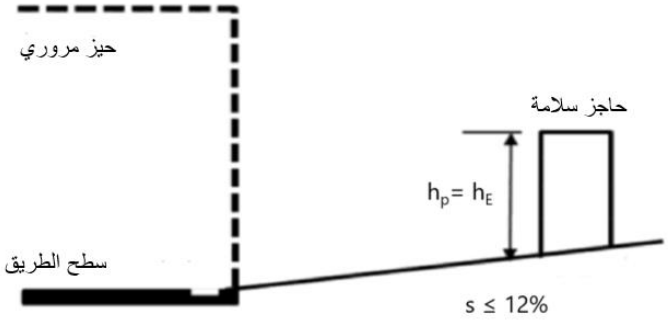


الشكل (١٤–٢) ارتفاع جهاز الحماية الفولاذي المثبت، للكتف غير المُعبّد المنحدر نزولًا (FGSV, 2017) (a ≤ 0.6m).



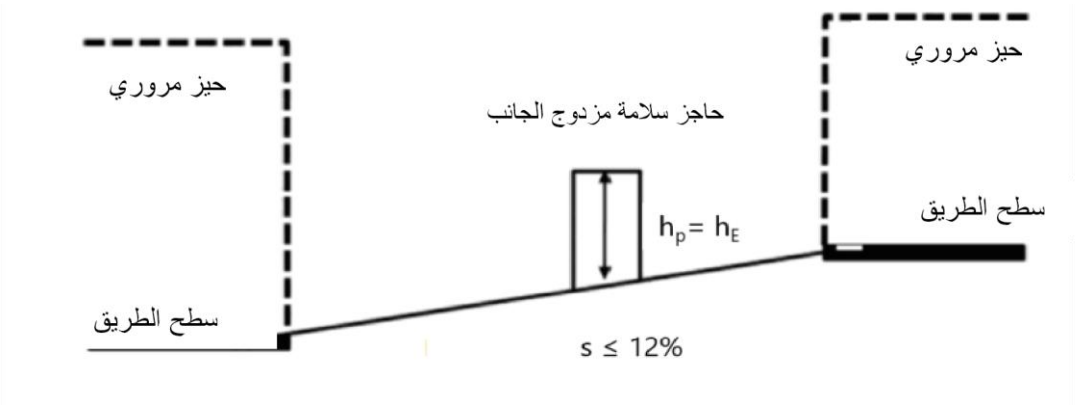
الشكل (١٤–٣) ارتفاع جهاز الحماية الفولاذي المثبت، للكتف غير المُعبّد المنحدر نزولًا (FGSV, 2017) (a > 0.6m).

بالنسبة لأجهزة الحماية ذات الميل الموجب (صعودًا) الذي يصل إلى ١٢٪، يجب أن يتبع ارتفاع تركيبها (h_E) ارتفاع التركيب في أثناء اختبار الاصطدام (h_P) (الشكل ١٤-٤ والشكل ١٤-٥).



الشكل (١٤–٤) ارتفاع جهاز الحماية الفولاذي المثبت، كتف مرتفع غير مُعبّد (FGSV, 2017).

على الجزيرة الوسطية المائلة وجهاز الحماية ثنائي الجوانب، يجب أن ُحدد ارتفاع تركيب جهاز الحماية طبقًا للشكل (١٤-٥).



الشكل (١٤–٥) ارتفاع جهاز الحماية الفولاذي ثنائي الجوانب المثبت، كتف مرتفع غير مُعبّد (FGSV, 2017).

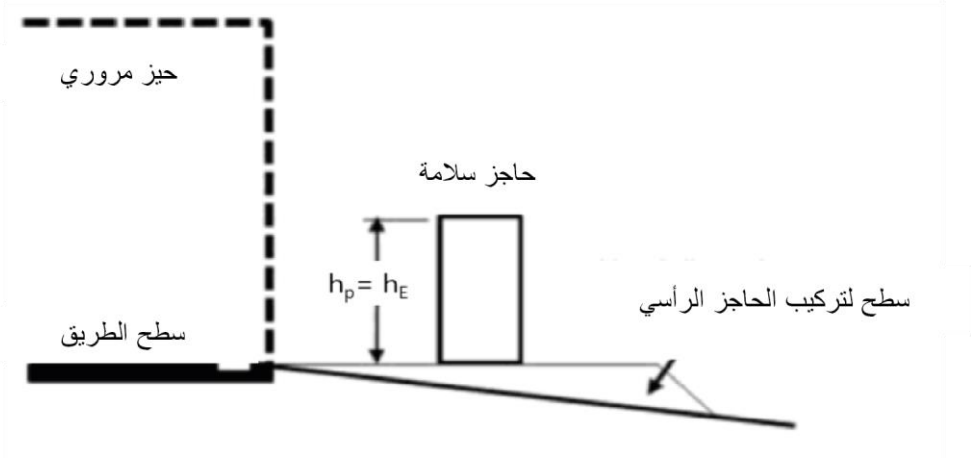
ملاحظة: تُقاس قيمة (h_E) في محور جهاز الحماية.

١٤-٣-٢ أجهزة الحماية الحديدية المؤقتة، وأجهزة الحماية المصنوعة من الخرسانة مُسبقة الصب:

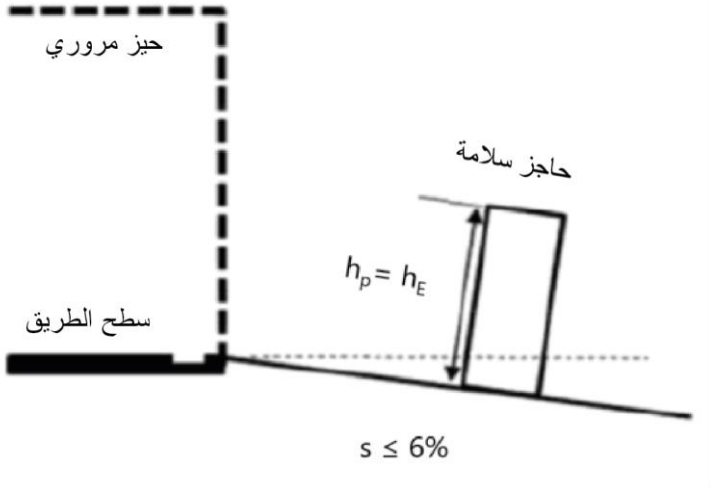
إذا أُنشئت قاعدة الأساسات في نفس الوقت مع جهاز الحماية المؤقت، وجهاز الحماية الخرساني مُسبق الصب، حينها يجب أنشاء قاعدة الأساسات بطريقة يمكن فيها توجيه جهاز الحماية رأسيًا (الشكل ١٤-٦).

في حال الأسطح الحالية، يجوز تركيب أجهزة الحماية المؤقتة، وأجهزة الحماية المصنوعة من الخرسانة مسبقة الصب، بنسبة تعلية جانبية تصل إلى s ≤ ٦٪ (موجب أو سالب)، متعامدًا على سطح الأساسات، و يجب أن يُحدد ارتفاع تركيب أجهزة الحماية في هذه الحالة ($h_p=h_E$)؛ بالرجوع إلى مستوى الأرض أمامها (الشكل ١٤-٧).

في حال نسب الارتفاع الإضافي التي تزيد على ٦٪ (موجب أو سالب) على الأكتاف والجزر غير المُعبّدة، يجب أن يُعدل سطح الدعم بالتشاور مع الهيئة الإدارية، وبخلاف ذلك، يتعين اتخاذ التدابير الأخرى المناسبة.



الشكل (١٤–٦) إنشاء قاعدة الأساسات؛ لتركيب أجهزة الحماية الفولاذية المؤقتة وأجهزة الحماية المصنوعة من الخرسانة مُسبقة الصب (FGSV, 2017).



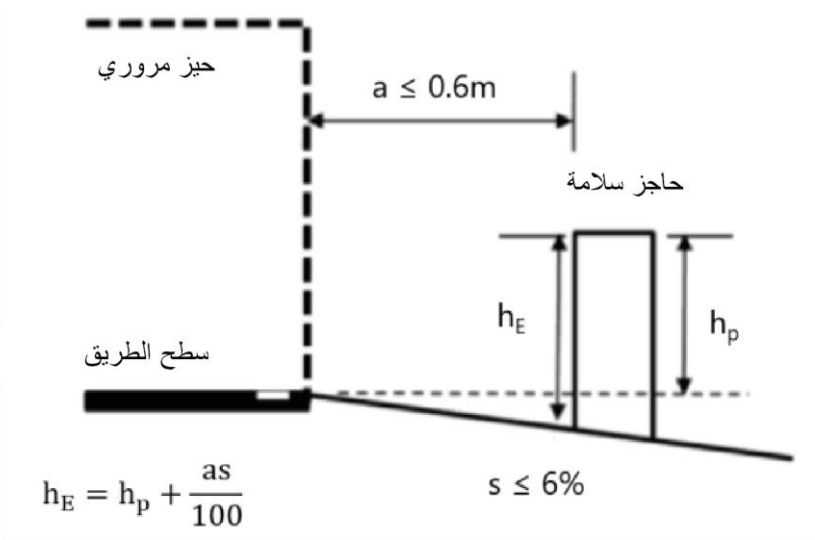
الشكل (١٤–٧) ارتفاع تركيب أجهزة الحماية الفولاذية المؤقتة وأجهزة الحماية المصنوعة من الخرسانة مُسبقة الصب على الأسطح القائمة مع نسبة ارتفاع إضافي ≤ ٦٪ (المؤضح هو معدل التعلية الجانبية السالب للسطح) (FGSV, 2017).

ملاحظة: ينطبق كذلك على الجزر الوسطية المائلة ذات حواجز السلامة أحادية الجانب التي تعمل بشكل منفصل.

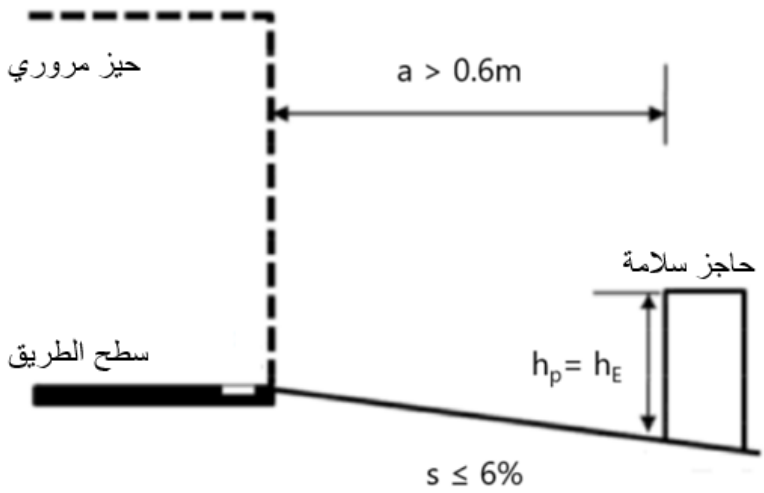
١٤-٣-٣ أجهزة الحماية الخرسانية المُصنّعة في الموقع:

يجب تركيب أجهزة الحماية الخرسانية المُصنّعة في الموقع بشكل رأسي.

يجب الرجوع إلى مسافة تصل (٠,٦) م، من خط حافة سطح الطريق إلى خط حافة رصف الطريق في ارتفاع تركيب أجهزة الحماية الخرسانية المُصنّعة في الموقع، في حال معدل التعلية الجانبية السالب للكتف غير المُعبّد (s ≤ ٦٪)، وفي هذه الحال، يُعدل ارتفاع أجهزة الحماية (الشكل ١٤-٨)، وفي مسافات أكبر من الخط المرجعي، يجب ألا يكون لارتفاع حاجز السلامة سطح مرجعي سوى الأرض الموجودة أمام الجهاز مباشرةً (الشكل ١٤-٩).



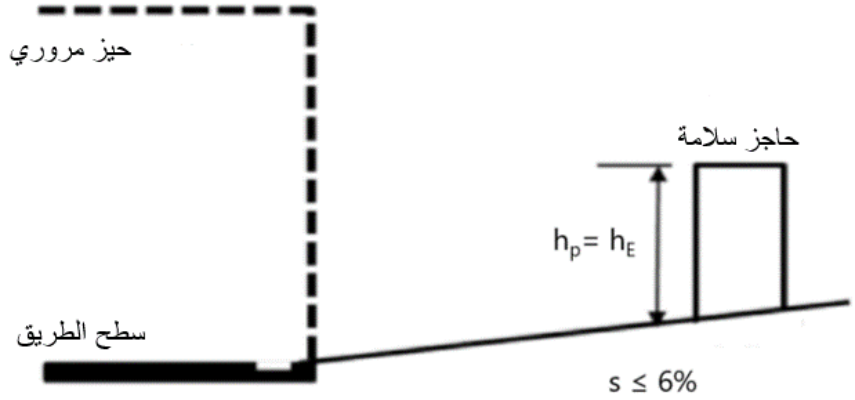
الشكل (١٤–٨) ارتفاع أجهزة الحماية الخرسانية المُصنّعة في الموقع، الكتف غير المُعبّد المنحدر نزولًا (a ≤ 0.6 م) (FGSV, 2017).



الشكل (١٤–٩) ارتفاع أجهزة الحماية الخرسانية المُصنّعة في الموقع، الكتف غير المُعبّد المنحدر نزولًا (a > 0.6m) (FGSV, 2017).

في حالات معدلات التعلية الجانبية الموجبة للكتف غير المُعبّد (s ≤ ٦٪)، يؤخذ في الاعتبار ارتفاع جهاز الحماية الموجود أمامه مباشرة (h_p=h_E) (الشكل ١٤-١٠).

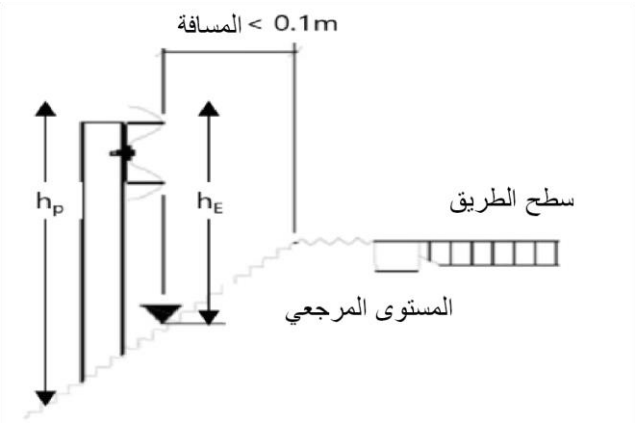
يمكن تركيب أجهزة الحماية الخرسانية المُصنّعة في الموقع على أسطح ذات ميول موجبة أو سالبة، تتراوح من ٦ ٪ إلى ١٢ ٪، وفي هذه الحالات -وبعد التشاور مع الهيئة الإدارية- يكون التعديل في سطح الدعم، في مساحة العرض العامل لأجهزة الحماية، يجب أن يكون مطلوبًا لإنشاء منطقة ذات قيمة ميل أقصاها ٦ ٪.



الشكل (١٤–١٠) ارتفاع أجهزة الحماية الخرسانية المُصنّعة في الموقع، كتف مرتفع غير مُعبّد (FGSV, 2017).

١٤-٤ الكتف غير المُعبّد وغير الملائم:

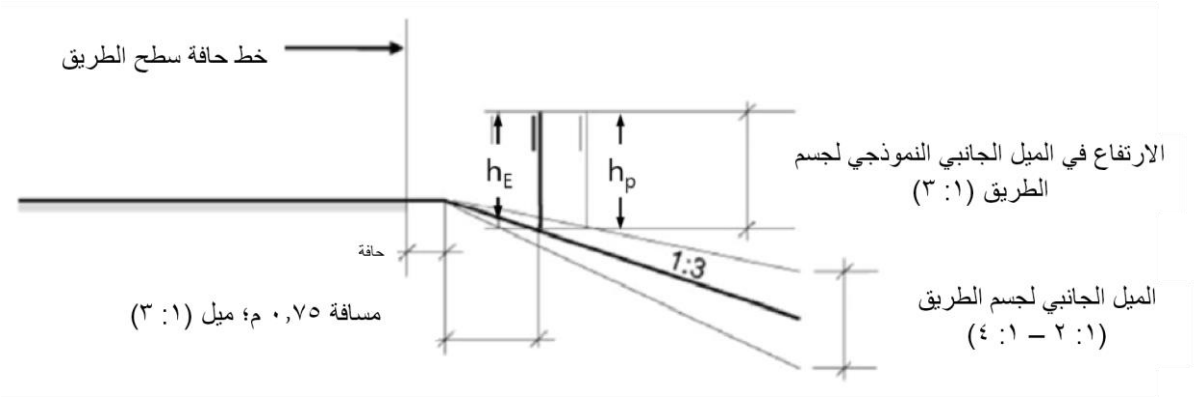
في الطرق الريفية ذات عرض دعم الكتف غير المُعبّد وغير الملائم، يمكن تركيب جهاز الحماية على الميول الجانبية لجسم الطريق، وتُعرض الحالة النموذجية لتركيب أجهزة الحماية وقياس ارتفاع تركيبها في الشكل (١٤-١١).



الشكل (١٤–١١) ارتفاع جهاز الحماية على الميل الجانبي لجسم الطريق ذات عرض كتف غير مُعبّد وغير ملائم (ASTRA, 2013).

في حين تكون المسافة من جهاز الحماية إلى خط حافة سطح الطريق أقل من (٠,١٠) م، يجب قياس ارتفاع تركيب جهاز الحماية من سطح الميل (المستوى المرجعي) الموجود أمام جهاز الحماية مباشرةً، وفي حال مختلف يُقاس من سطح خط الحافة غير المُعبّدة (تمديد الأعمدة).

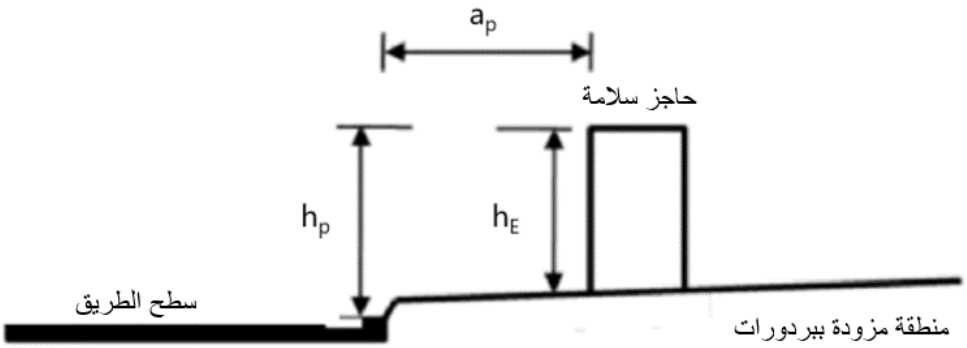
في حال مماثلة، حين تكون الميول الجانبية لجسم الطريق: (١: ٢ – ١: ٤) (الارتفاع إلى المسافة الأفقية)، يمكن أن يُركب جهاز الحماية ويُقاس ارتفاع تركيبه على أساس الشكل (١٤-١٢)، ويُقاس ارتفاع جهاز الحماية في هذه الحال بالرجوع إلى نسبة ميل (١: ٣).



الشكل (١٤–١٢) تركيب جهاز الحماية على الميل الجانبي ذي الميل: (١:٢٠ –١:٤٠) لجسم الطريق ذات عرض كتف غير مُعبّد وغير ملائم، (Traffikverket, 2015).

١٤-٥ المنشآت ذات ارتفاعات حافات (بردورات) رصيف لا تزيد عن (٠,١٠ م):

يمكن تركيب أجهزة الحماية، التي خضعت لاختبار اصطدام مثبت على منشئات ذات مناطق مزودة ببردورات بنسبة ميل ٤٪ وارتفاع حافة رصيف (بردورة) نموذجية قدره (٠,٠٧٥) م، على منشئات ذات مناطق مزودة ببردورات تصل إلى نسبة ميل ٦٪ وارتفاع البردورة يصل إلى (٠,١٠) م دون ضبط ارتفاع حاجز السلامة (الشكل ١٤-١٣).



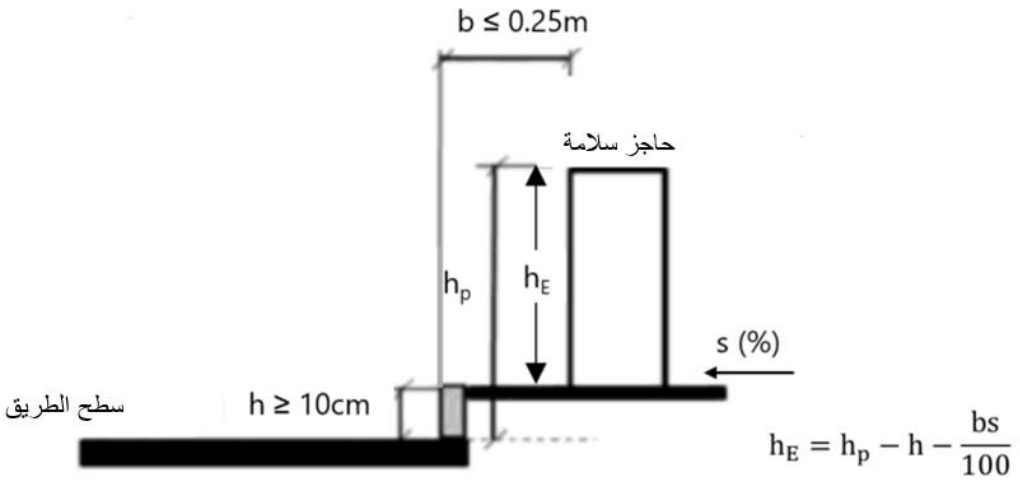
الشكل (١٤–١٣) ارتفاع جهاز الحماية (hE) على المنشآت (FGSV, 2017).

١٤-٦ المنشآت ذات ارتفاعات حافة (بردورة) رصيف أكبر من (٠,١٠ م):

بالنسبة لحالات حافات الأرصفة (البردورات) القائمة، والتي لا يمكن تفاديها في مقاطع الطريق النموذجية، باستثناء مناطق التقاطعات والمحولات أو مناطق المنشآت الخاصة المزودة ببردورات مثل: (أرصفة المشاة في الجسور)، ذات ارتفاع ≤ ٠,١٠ م أعلى خط حافة الرصف، ينطبق ما يلي:

- الحالة الأولى: مسافة جهاز الحماية تصل إلى ٠,٢٥ م من البردورة.

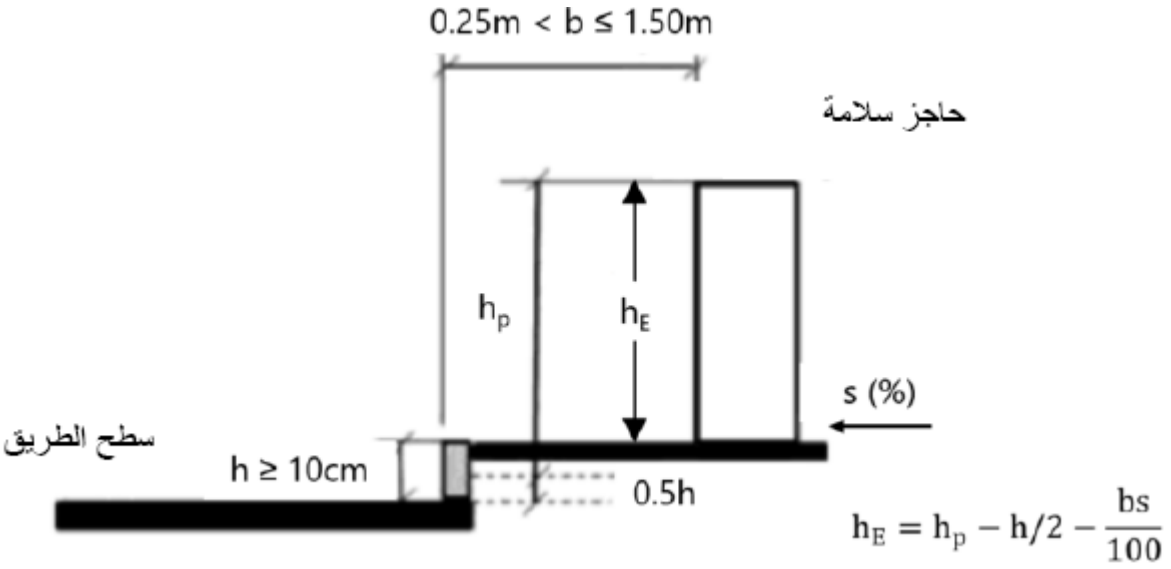
يجب أن يُنشأ ارتفاع جهاز الحماية بالرجوع إلى خط حافة الرصف (الشكل ١٤-١٤).



الشكل (١٤–١٤) ارتفاع أجهزة الحماية (hE) على ارتفاعات البردورة < ٠,١٠ م والمسافة العرضية ≤ ٠,٢٥ م (FGSV, 2017).

- الحالة الثانية: مسافة جهاز الحماية تزيد على ٠,٢٥ م، وتصل إلى ١,٥٠ م من البردورة.

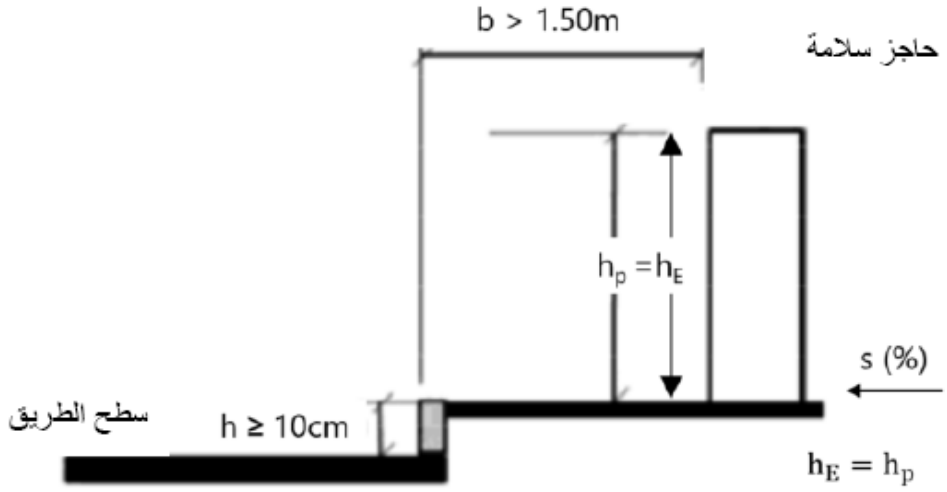
يجب أن يُنشأ ارتفاع جهاز الحماية، بالرجوع إلى خط حافة الرصف؛ من خلال زيادة ارتفاعه بمقدار نصف ارتفاع البردورة (الشكل ١٤-١٥). يحظر -عادة- التعديل في جهاز الحماية من النوع الجداري (الخرساني)، إذ أنه وفقًا لبنيته الصلبة، لا توجد إمكانية لانزلاق مركبة تحته.



الشكل (١٤–١٥) ارتفاع جهاز الحماية (hE) على ارتفاع البردورة الذي يزيد عن ٠,١٠ م والمسافة العرضية من ٠,٢٥ م إلى ١,٥٠ م (FGSV, 2017).

- الحالة الثالثة: مسافة جهاز الحماية تزيد على ١,٥٠ م من البردورة.

يجب أن يُنشأ ارتفاع جهاز الحماية بالرجوع إلى السطح الداعم، الذي يسبق جهاز الحماية مباشرةً (الشكل ١٤-١٦).



الشكل (١٤–١٦) ارتفاع جهاز الحماية (hE) على ارتفاع البردورة الذي يزيد عن ٠,١٠ م والمسافة العرضية أكبر من ١,٥٠ م (FGSV, 2017).

يجب مراعاة تعليمات الجهة المُصنعة بشأن تركيب جهاز الحماية.

في بداية أو نهايات مناطق البردورات أو أرصفة المشاة للمنشئات، قد يصبح من الضروري تعديل ارتفاع جهاز الحماية، ينبغي تنفيذ هذا التعديل الرأسي في الارتفاع بميل ١:٢٠ (الارتفاع إلى المسافة الأفقية) أو أقل.

١٤-٧ درجات السماحية:

يجب ألا يحيد جهاز الحماية عن وضعه الأفقي المعني بمقدار يزيد على ± ٠,٠٥ م (المسافة من الخط المرجعي)، ويجب ألا يحيد الحد الأدنى للمسافة العرضية بقيمة ٠,٢٥ م من الخط المرجعي بنفس قيمة السماحية الأفقية.

يجب ألا يحيد جهاز الحماية بمقدار يزيد على ٠,٠٢ م، بطول ٤ م من محاذاة ظله، ويجب ألا يختلف ارتفاع التركيب بمقدار يزيد على ٠,٠٢ م بالنسبة لجهاز حماية بطول ٤ م.

وحتى فيما يخص سماحية تركيب جهاز الحماية، قد لا تحدث انقطاعات وفجوات أكبر من ٠,٠٢ م؛ مما قد يؤدي إلى تثبيت محتمل للمركبة خلال الانزلاق.

يجب ألا يحيد ارتفاع تركيب جهاز الحماية بأكثر من ± ٠,٠٣ م من ارتفاعه النظري.

وفي جميع الحالات التي يرجع فيها ارتفاع جهاز الحماية إلى سطح الكتف غير المُعبّد؛ يجب ألا يتجاوز انحراف ارتفاع جهاز الحماية ± ٠,٠٥ م من ارتفاعه النظري.

وفي الحالات التي يكون فيها جهاز الحماية قد خضع لاختبار اصطدام منسق مع حاجز حماية (درابزين)، يجب ألا تنحرف المسافة بين جهاز الحماية وحاجز الدرابزين بأكثر من ± ٠,١٠ م، من المسافة المقابلة في أثناء اختبار الاصطدام. أما إذا قُبلت قيمة انحراف أكبر بوصفها جزءًا من تغيير إنشاء جهاز الحماية، وتعديله مع إقرار من جهة المصادقة، يُقبل تركيب جهاز الحماية بشكله المُعدل كذلك.

يُوضع جهاز الحماية على المنشآت -عادةً- بمسافة ٠,٥ م بين الوجه الأمامي للجهاز والبردورة. وقد تَقِل هذه المسافة أو تزيد مع مراعاة قواعد تعديل الارتفاع ذات الصلة المذكورة أعلاه.

١٥- الحواجز الخرسانية المُصنّعة في الموقع:

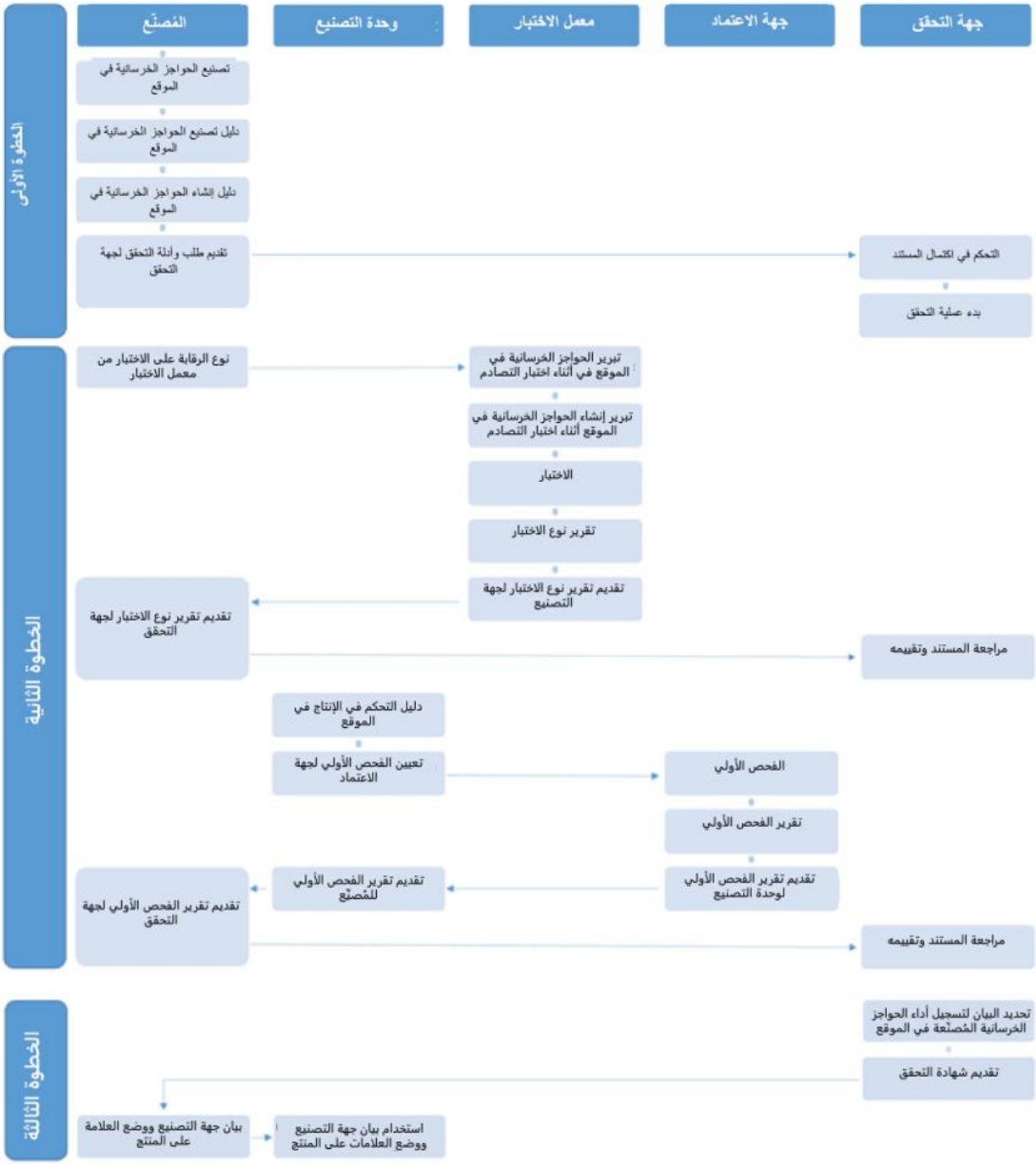
١٥-١ المتطلبات الخاصة:

يجب أن تُصنَّع الحواجز الخرسانية في الموقع وفقًا لشهادة الاعتماد، أو التصريح بتركيب الحواجز الخرسانية في الموقع، والتي تشمل (بالإضافة إلى شهادة الأداء وفقا للمواصفة رقم (EN 1317) شهادة المتانة (العمر الافتراضي) وفقا لشهادة ثبات أداء الحواجز الخرسانية في الموقع على النحو الوارد في الشكل (١٥-١).

ينبغي أن يُعدّ تسلسل الخطوات الموضح في الشكل (١٥-١) عرضًا عامًا للهيكل التنظيمي للعملية بأكملها. ويمكن السماح بانحراف تسلسل الخطوات المذكورة آنفًا ليكون التنفيذ متزامنًا مع خطوات محددة، إذا كان ذلك مناسبًا. ويجب دراسة هذه الإمكانية لكل حالة على حدة. وفي الممارسة العملية، يمكن للجهة ذاتها تنفيذ إجراءات الشركة المصنعة، ووحدة التصنيع، على أن تستوفي الشروط ذات الصلة.

لا يجوز تركيب الحواجز الخرسانية المُصنّعة في الموقع إلا على يد مجموعة عمل إنشاءات متخصصة، على النحو المحدد في شهادة الاعتماد ذات الصلة.

يجب تقديم شهادة الموافقة على تركيب حواجز خرسانية مُصنّعة في الموقع عند تقديم عرض الشركة المصنعة، وذلك قبل إسناد مشروع التقييد للمقاول -على الأقل-.



الشكل (١٥–١) مخطط متطلبات إعلان أداء حواجز الخرسانة المُصنّعة في الموقع (Bast, 2013).

١٥-٢ إجراءات التنفيذ:

١٥-٢-١ المواد:

لتنفيذ الحواجز الخرسانية المُصنّعة في الموقع، يجب استخدام الخرسانة من الفئة C30/ 37 XC4 وXD3 وXF4 وWA على الأقل وفقًا لمواصفة (EN 206) وأنظمة الخرسانة في المملكة العربية السعودية، ما لم تتطلب تعليمات تركيب الشركة المصنعة فئة خرسانية أعلى. في أثناء إجراء اختبار الاصطدام، يجب أن تلبي الخرسانة متطلبات مقاومة الانضغاط على الأقل على النحو المحدد في المواصفة (SASO - EN 1317).

بالنسبة لتركيب، وبناء ومعالجة الخرسانة المُصنّعة في الموقع، تطبق مواصفات (EN 206) و (EN 13670) وأنظمة الخرسانة في المملكة العربية السعودية، طالما لم تصدر الجهة المختصة أي تعليمات ومواصفات أخرى منفصلة أو تكميلية.

١٥-٢-٢ التركيب:

١٥-٢-٢-١ العاملين:

يجب أن يكون لدى المقاول فني أو مهني مؤهل واحد -على الأقل- حاصل على شهادة فني خرسانة معترف بها.

كما يتعين أن يكون سائق آلة صب الخرسانة قد تلقى تدريبًا خاصًا.

ولا يسمح بإجراء التسليح باللحام إلا على يد عاملين مؤهلين حاصلين على شهادة لحام ذات صلة.

١٥-٢-٢-٢ القواعد التنفيذية العامة:

يجب وضع الخرسانة المُصنّعة في الموقع عموديًا على السطح المائل للطريق (يكون الميل الطولي لسطح الجلوس هو ميل الطريق ذاته). يسمح بالانحرافات التي تصل إلى ±٥٪.

يجب إعداد قاعدة التحمل بشكل صحيح، وبطريقة تجعل سطح التحمل يلبي التفاوتات ذات الصلة المحددة في تعليمات التثبيت. كما يجب تنظيف السطح (وإزالة الشظايا والأجزاء المنفصلة).

إذا وُضع حاجز السلامة على قمة قاعدة الرصف أو على طبقة تحمل غير مدموكة بشكل كافٍ من الرصف، يتعين أن تكون تلك الطبقة أعرض بمقدار ٠,٢٠ م من سطح دعم حاجز السلامة؛ لتسهيل نقل الأحمال. وحيث إن دعم الطبقة مدموك بدرجة كافية، فإن هذا العرض يصل إلى ٠,١٠ م.

يجب أن يظهر موضع التسليح في رسومات تعليمات التركيب. ولا يجوز أن يتجاوز ارتفاع الانحرافات أثناء التنفيذ ±٦ مم. ويجب ألا تنحرف المسافات بين مواضع التسليح أكثر من ±٤ مم. كما يجب ألا يزيد الانحراف الأفقي عن ±٤ مم من الموضع المقصود. بالإضافة إلى ذلك، يجب مراعاة السماكة المطلوبة للغطاء الخرساني.

ولا يجوز أن تختلف أبعاد عرض حاجز السلامة الخرساني بأكثر من -١ سم و +٥ سم عن متطلبات العرض النظرية.

كما أنه لا يجوز استخدام الخرسانة المخلوطة حديثًا في درجات حرارة أقل من +٥ درجة مئوية أو أعلى من +٣٥ درجة مئوية.

١٥-٢-٢-٣ إنشاء فتحات تصريف المياه:

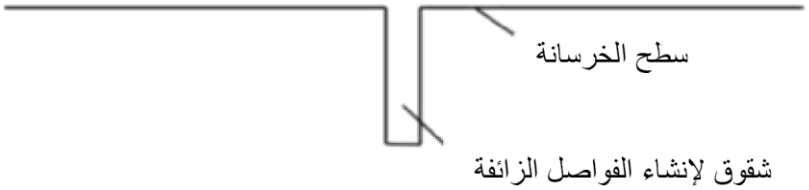
عندما يتطلب الأمر تصريف مياه السطح، يجب تشكيل فتحات (ثقوب) على القاعدة المستطيلة للحاجز وفقًا لشكل المقطع العرضي بأبعاد تتراوح بين ٥٠ مم و ١٠٠ مم من حيث الارتفاع و ١٠٠ مم إلى ٤٠٠ مم من حيث الطول (الحد الأدنى لمتطلبات المقطع العرضي للفتحات: ١٠٠ سم^{٢} لكل ٤ م).

يجب إنشاء فتحات التصريف بانحراف عن اختبارات التصادم، على ألا تتسبب الفتحات في تقليل سطح التحمل، ومساحة المقطع العرضي للحاجز بنسبة تزيد عن ١٥٪ وعدم انقطاع التسليح الطولي (الشد). كما يجب ضمان تغطية التسليح الخرساني.

١٥-٢-٢-٤ إنشاء الفواصل في حالات التسليح المستمر المحمي من الصدأ:

ينبغي تطبيق عناية خاصة وتغيير الطريقة لتلبية درجات الحرارة في المملكة العربية السعودية.

لتجنب حدوث تشققات غير متوقعة، ومنع التغيرات في الطول أثناء تصلب الخرسانة، وانكماش حجمها، يُقسّم الطول الإجمالي لحاجز السلامة إلى أقسام فردية عن طريق إنشاء فواصل تمدد وانكماش (فواصل زائفة) مرتبة بصورة عمودية على المحور الطولي لحاجز السلامة. تُنشأ الفواصل الزائفة (الشكل ١٥-٢) من خلال شقوق محددة في الخرسانة.



الشكل (١٥–٢) نموذج إرشادي لفاصل تمدد وانكماش (فاصل زائف) (BASt, 2013).

تُنشأ الشقوق ميكانيكيا. في حالات استثنائية، عندما تكون الأطوال صغيرة، ويمكن -أيضا- إنشاء الشقوق يدويًا.

يجب أن يكون التباعد بين الفواصل الزائفة من ٣م إلى ٦م. وينصح بوضع الفواصل الزائفة في مناطق الانخفاض القائمة، أو المخطط لها للمقطع العرضي لحاجز السلامة (مثل: مواقع فتحات التصريف).

تُنشأ الفواصل الزائفة للحواجز الخرسانية في الموقع على الرصفيات الصلبة في المواضع التي توجد فيها الفواصل المستعرضة للرصف الصلب.

وتُنشأ الشقوق في الفواصل الزائفة لكل ٢ مم إلى ٣ مم على عمق ٤٠ مم إلى ٥٠ مم. وتُستخدم لهذا الغرض الأجهزة التي تتمتع بالقدرة على القطع الخطي، وعدم إحداث حواف قطع حادة.

تتشكل الفواصل التي أُنشئت في نهاية يوم العمل (توقف العمل) كفواصل انكماش عمودية على السطح، والمحور الطولي لحاجز السلامة الخرساني، ويُشكّل طرفها عموديا. وفي هذه المناطق يكون التسليح مستمرًا.

ويجب ترميم حالات الشقوق الطويلة، التي تصل إلى ٥٠٠ مم من فاصل التمدد أو بين الفواصل، على أن يكون مداها أكبر من ٠,٤ مم. كما يجب ترميم الحالات التي تكون فيها المسافة بين الشق والفاصل الزائف أكبر من ٥٠٠ مم بشرط أن يكون مداها أكبر من ٠,٩ مم. ويمكن إجراء الترميم عن طريق حقن راتنجات الإيبوكسي.

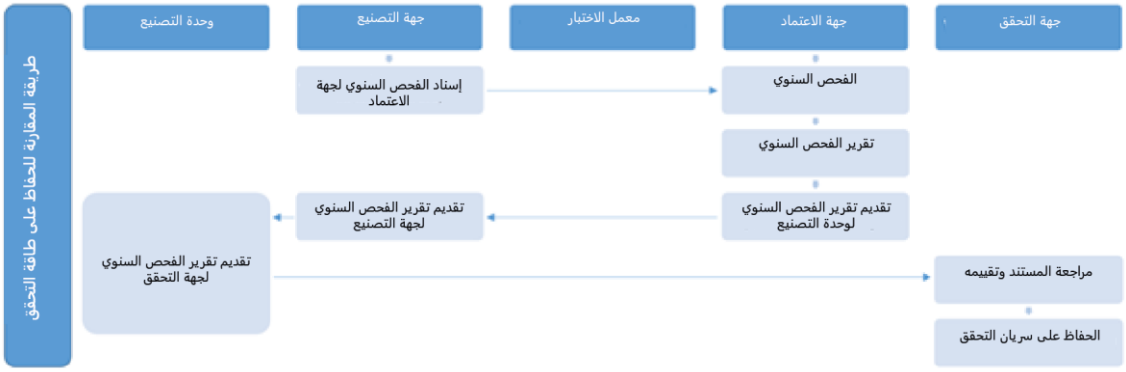
في حالات وجود أكثر من ٣ شقوق عريضة غير قياسية لكل مقطع، يجب استبدال ذلك المقطع.

١٥-٢-٣ التحكم:

يجب توثيق موقع الحديد الموضوع في كل يوم عمل بواسطة صورة بمقياس وتاريخ مقروئين، ويجب أن يشكل جزءًا من بروتوكول المراقبة الداخلية.

١٥-٣ متطلبات الاعتماد ومراقبة الجودة:

إلى جانب المتطلبات المتعلقة بشهادة ثبات الأداء الموضحة في الشكل (١٥-١)، يستعرض الشكل ١٥-٣ الخطوات الإضافية اللازمة للحفاظ على سريان التحقق.



الشكل (١٥–٣) مخطط متطلبات الحفاظ على صلاحية التحقق (BASt, 2013).

يجري التقييم الفني، والتحقق من شهادة ثبات أداء الحاجز الخرساني في الموقع عن طريق إحدى الجهات، أو المنظمات التي تعتمدها الجهة المختصة. ويمكن إسناد الإجراءات اللازمة لإعداد عملية التقييم التي ستجريها تلك الجهة إلى جهة معتمدة أخرى.

١٦- التركيب والتجميع والتحكم الداخلي:

١٦-١ التحكم في التركيب الداخلي:

يتحمل مقاول المشروع مسؤولية الإشراف الداخلي على تركيب أنظمة تقييد المركبات.

تشكل تلك الأنظمة عمليات تدقيق مناسبة؛ لتحديد ما إذا كانت خصائص جودة مكونات أنظمة تقييد المركبات، أو الأجزاء، أو الملحقات والمواد، وخلطات المواد، ووسائل التوصيل، وكذلك التجميع والأداء النهائي للنظام تفي بالالتزامات التعاقدية للمشروع.

عند تسليم النظام في موقع المشروع، يتعين إجراء فحص بصري للأضرار المحتملة بالمواد، وأجزاء النظام.

في حال تحديد الانحرافات عن الالتزامات التعاقدية أثناء التحكم الداخلي، يلتزم المقاول بمعالجة أوجه القصور على الفور. إذا لم يتوافر ذلك، ينبغي إبلاغ هيئة الطرق المختصة على الفور.

يجب وضع بروتوكول لكل يوم عمل ومكون أنظمة تقييد المركبات فيما يتعلق بالإشراف الداخلي على الأعمال المنفذة، سواء كانت تتعلق بالإصلاحات، أو الاستبدال أو التركيبات الجديدة وفقا للملحق (أ)، والنماذج من (أ١) إلى (أ٦). تُراقب أماكن التثبيت وفقًا للفقرة التالية، ويتعين تسجيلها دائمًا في سجل (الملحق (أ)، النموذج (أ٧)). بالنسبة لحالات الحواجز الخرسانية المُصنّعة في الموقع، يجب دائما ملء النموذج الموضح في (الملحق (أ)، النموذج (أ٨)).

يجب تدقيق أعمال التثبيت على طبقات الاساس والجسور والمنشآت الأخرى وفقا لأحكام تعليمات التثبيت عن طريق التحكم في أقصى عزم دوران أثناء تجميع أنظمة تقييد المركبات، باستخدام جهاز معايرة. إذا لم يتم الوصول إلى القيمة المستهدفة لعزم التجميع، تُعدّ المهمة معيبة، ويجب إعادتها على الفور.

ويجب دائما تدقيق امتثال أنظمة تقييد المركبات التي تُركّب لبيان أداء الشركة المصنعة، وشهادة أدائها وفقًا للمواصفة (SASO - EN 1317) أو شهادة الأداء وفقًا للطريقة المقارنة لترخيص الخرسانة المُصنّعة.

لا تُحتسب تكاليف الإشراف الداخلي على تركيب أنظمة تقييد المركبات بشكل منفصل.

١٦-٢ التحكم بالفحص:

يجب أن تُجري هيئة الطرق المختصة فحصًا لأعمال التركيب، ويجب أن تجري عمليات التدقيق ذات الصلة؛ للتحقق مما إذا كانت خصائص الجودة للمكونات والمواد، والخلطات وطريقة التركيب، والأداء النسبي لمعدات أنظمة تقييد المركبات تفي بالالتزامات التعاقدية للمقاول. ويجب أن تكون نتائج عمليات التدقيق ذات الصلة هي المعيار والأساس للموافقة على أعمال تركيب أنظمة تقييد المركبات.

وينبغي أن تغطي هيئة الطرق المختصة تكلفة مراقبة الفحص.

على المقاول تقديم دليلٍ، وضمان أن جودة التركيب مطابقة للجودة التي تطلبها الشركة المصنعة.

١٦-٣ ضوابط إضافية:

إذا كانت نتيجة مراجعة الحسابات لا تمثل جميع نوعية الأعمال، أو جزءٍ منها، يحق للمتعاقد أن يطلب إجراء عمليات تدقيق إضافية على عمليات فردية محددة. ويجب أن يحدد كل من المقاول وهيئة الطرق المختصة المواقع التي ستُجرى فيها عمليات التدقيق ذات الصلة.

يجب أن يظل حق هيئة الطرق المختصة في إجراء عمليات تدقيق إضافية وفقًا لتقديرها غير قابل للتغيير.

وتكون نتائج عمليات التدقيق الأولية والإضافية حاسمة للموافقة على مسودة العمليات الفردية، وتجميعها، وتقديمها.

ويجب أن يدفع المقاول تكاليف عمليات المراجعة الإضافية التي يطلبها.

١٦-٤ التحكم بالتحكيم:

التحكم بالتحكيم هو استئناف التدقيق الذي يجريه المقاول، أو هيئة الطرق المختصة التي تخضع صحتها الفنية لشكوك موثقة.

يجب أن يتم التحكم التحكيمي بناءً على طلب أي من الطرفين من هيئة يتفق عليها الطرفان، بخلاف الهيئة التي أجرت التدقيق الأولي. تحل نتيجة التحكم التحكيمي محل نتائج عمليات التدقيق الأولية.

ويجب أن يتحمل الطرف الذي اتُخذت ضده إجراءات التحكيم تكاليف التحكم بالتحكيم، بما في ذلك التكاليف الإضافية ذات الصلة.

١٧- المعايير الفنية وضمان الجودة:

يجب تركيب أنظمة تقييد المركبات بنفس التشكيل الكائن أثناء اختبار الاصطدام؛ مثل: (الحواجز الخرسانية الوسطية (أحادية الجانب)، التي لم تمتلئ منطقة الجزيرة فيها بالتربة أثناء اختبار الاصطدام وينبغي أيضًا أن تكون بلا بمواد تعبئة).

حيث جرى تنفيذ اختبارات الاصطدام وفق المواصفة (SASO - EN 1317)، في ظروف محددة سلفًا (الأساسات، ونوع التربة وما إلى ذلك)، والتي لا يمكن أن تغطي جميع الحالات الممكنة في أثناء تنفيذها في الموقع، لذا فمن المحتمل ألا يتوفر نظام تقييد مركبات معتمد للحالة المحددة؛ وفي هذه الحالات يمكن اختيار نظام معتمد يعرض طريقة تركيب مماثلة للظروف الفعلية.

يجب إبلاغ هيئة التعاقد المختصة، أو رئيس الهيئة عن حالات الانحراف عن الإرشادات الحالية -رسميًا- فيما يتعلق بتقديم بروتوكولات القبول، وأوراق الفحص، وما إلى ذلك.

يجب تخزين أنظمة تقييد المركبات ونقلها؛ طبقًا لتعليمات الجهة المصنعة، وطبقًا للمواصفة ذات الصلة للهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس والجودة (EN ISO 1461) والمواصفة (EN 10346)، وتُصلح أضرار الجلفنة الطفيفة التي تلحق بأجهزة الحماية طبقًا للمواصفة (EN ISO 1461).

لضمان الخصائص عالية الجودة لأجهزة الحماية، لا يكفي الامتثال للمواصفة (SASO - EN 1317) فحسب، بل يجب تقديم متطلبات إضافية معتمدة لجوانب معينة من عملية إنشاء الطريق كذلك؛ مثل: (التشكيلات الجانبية الضيقة وما إلى ذلك)، ومن وجهة النظر هذه، يُركز -بشكل خاص- على توفير جهاز حماية يلبي مستويات السلامة المرغوبة على الطريق، بينما يجب في الوقت نفسه أن تُتناول جوانب؛ مثل: توافر المواد، وجودتها، والأداء، ودعم المصنع، وقدرات الإصلاح، والاستبدال بشكل متزامن.

ولهذا الغرض، صيغت معايير فنية معينة يمكن للخدمات الفنية المختصة استخدامها في أثناء إخطارات المناقصات ذات الصلة، ويمكن إثبات تحقيق مقاولي أجهزة الحماية لمعايير معينة من خلال تقديم الشهادات، أو التصديقات المحددة ذات الصلة، وبدلًا من ذلك فقد تقوم الجهة المصنعة لجهاز الحماية بإدراج الشهادات المحددة في مواصفات نظام جهاز الحماية التي توفرها من أجل تسهيل العملية على الهيئة الإدارية.

من السمات الرئيسة للمعايير الفنية محاولة إنشاء جهاز حماية مستمر وموحد -قدر الإمكان- بدلًا من تجزئة جهاز الحماية إلى أنظمة فردية، ورغم هذا الجهد؛ فمن المحتمل أن تتطلب بعض أعمال الإنشاء المحددة والمحدودة على طريق معين توفير أجهزة حماية تلبي متطلبات إضافية، وبالإضافة إلى ذلك يجب مراعاة جوانب التوافق فيما يتعلق بالوصلات الانتقالية مع الأنظمة القائمة والمستقبلية؛ وذلك يعني أنه يجب أن تلبي المشاريع المستقبلية المرتبطة بعمليات تركيب أجهزة الحماية -بشكل متزامن- المعايير الفنية للأنظمة الرئيسة، وعمليات انتقالها ومحطاتها، ويُهتم اهتمامًا خاصًا في هذا الصدد بخدمات الإدارة التي توفر أجهزة الحماية بأجزاء قابلة للاستبدال (أجهزة حماية نموذجية) من مختلف الجهات المنتجة، حيث سيحقق ذلك إصلاح أو استبدال سريع واقتصادي لأجهزة الحماية التالفة.

توفر الأجزاء التالية المعايير الفنية، وجوانب ضمان الجودة للأنواع التالية من أنظمة تقييد المركبات:

- حواجز السلامة.
- النهايات الطرفية.
- الوصلات الانتقالية.
- وسائد تخفيف الصدمات.

١٧-١ حواجز السلامة:

وُصفت المعايير الفنية لحواجز السلامة في الجدول (٧-١) والجدول (١٧-٢)، يجب تلبية المعايير (SB1) إلى (SB5) بشكل إلزامي، بينما تعتمد تلبية المعايير (SB6) إلى (SB9) على خصائص عملية تصميم أنظمة تقييد المركبات.

الجدول (١٧–١) المعايير الفنية لحواجز السلامة (BASt , 2019).

تقديم الشهادات			
	المتطلبات	**الوثائق الداعمة / الشهادات**	
SB1	بالنسبة لأجهزة الحماية المعتمدة، تُقدّم جميع الأدلة ذات الصلة بشهادة الإجراءات؛ مثل: (جدول التعديلات، واختبار التقارير، ووثائق شهادة أداء المنتج من قبل هيئة معتمدة، والتقارير، والوثائق وما إلى ذلك).	شهادة ثبات الأداء من قبل الجهة المعتمدة مع الملاحق، وبيان أداء المنتج	حسب النظام
بدلًا من ذلك	بالنسبة لأجهزة الحماية الخرسانية المُصنّعة في الموقع، تُقدّم شهادة أداء طبقًا للمواصفة (SASO EN 1317) وشهادة إضافية لقوة التحمل، وتُصدر الشهادات بخصوص المنتج، وعمليات الإنشاء في الموقع.	شهادات الأداء طبقًا للمواصفة (SASO EN 1317) وقوة التحمل (على مدار ٢٥ عامًا) مع الملاحق ذات الصلة.	حسب النظام
اختبارات الاصطدام الإيجابية طبقًا للمواصفة (SASO EN 1317)			
	المتطلبات	**الوثائق الداعمة/ الشهادات**	
SB2	تقديم تقارير الاختبار من مختبر معتمد، وإصدار شهادة أداء (الاستقرار) من جهة معتمدة؛ طبقًا للمواصفة (SASO EN 1317).	تقرير الاختبار	حسب الاختبار
SB3	تقديم فيديو اصطدام (بصيغة avi أو mpeg) طبقًا للمواصفة (SASO EN 1317).	الفيديو	حسب الاختبار
وثائق النظام والتركيب			
	المتطلبات	**الوثائق الداعمة/ الشهادات**	
SB4	تقديم بيانات جهاز الحماية.	صحيفة البيانات	حسب النظام
SB5	تقديم تعليمات تركيب الجهة المنتجة، مع التاريخ، ورقم النسخة، والجوانب المرتبطة بالإنشاء.	تعليمات التركيب	حسب النظام

الجدول (١٧–٢) المعايير الفنية لحواجز السلامة المرتبطة بسلامة الطرق (BASt , 2019).

معايير سلامة الطرق			
	المتطلبات	**الوثائق الداعمة/ الشهادات**	
SB6	تقدم التقارير بشأن: ما إذا كانت قد فُصلت الأجزاء التي يزيد وزنها عن ٢ كجم في أثناء اختبار الاصطدام طبقًا للمواصفة (SASO EN 1317).	الرجوع إلى تقرير اختبار الاصطدام.	حسب النظام
SB7	تقديم التقارير بشأن: ما إذا كان جهاز الحماية يحتوي على أجزاء شكلية خطيرة (أعمدة حادة، أو نتوءات أو ما إلى ذلك).	الرسومات الفنية لجهاز الحماية.	حسب النظام
SB8	تقديم التقارير بشأن: ما إذا كان جهاز الحماية يتضمن هياكل إنشائية إضافية لحماية لراكبي الدراجات النارية، مدمجة في اختبار الاصطدام، وشهادة الأداء	أدلة على اختبارات المنشآت الإضافية، والنظام جميعه.	حسب النظام
SB9	تقديم التقارير بشأن: ما إذا كان قد أجري اختبار الاصطدام في ظروف الحيز المحدود، وبالقرب من المنحدرات، والعوائق المختلفة: (الأشجار، واللافتات وغرف التفتيش وما إلى ذلك)، وفي المواقع الخطرة بشكل عام.	الرجوع إلى تقارير الاختبار، وفي صحيفة العناصر.	حسب النظام

يجب أن تمتثل أجهزة الحماية المركبة على هياكل إنشائية، لأسباب السلامة، لمتطلبات إضافية، والتي ترتبط بالتثبيت، والقوى المنقولة ووُضحت في الجدول (١٧-٣).

الجدول (١٧–٣) المعايير الفنية الإضافية لحواجز السلامة فيما يخص المنشآت (BASt , 2019).

المتطلبات الإضافية لأجهزة الحماية المركبة على هياكل			
	المتطلبات	**الوثائق الداعمة/ الشهادات**	
SBStr1	اختبار الاصطدام الإيجابي على ما يشبه تشكيل جانب الهيكل الإنشائي.	وصف في التقرير لمراقبة الاختبار.	حسب النظام
SBStr2	قياسات القوة في أثناء اختبار الاصطدام، والتصنيف طبقًا لمستويات الاحتواء L2 وL4b. بالنسبة لمستوى الاحتواء L1، تكون القياسات النظرية كافية.	تسجيل القوى المقاسة وتقرير التقييم والتصنيف ذي الصلة.	حسب النظام
SBStr3	دعم جهاز الوقاية في الخرسانة.	الإدراج في تقرير مراقبة الاختبار.	حسب النظام

المتطلبات الإضافية لأجهزة الحماية المركبة على هياكل			
	المتطلبات	الوثائق الداعمة/ الشهادات	
SBStr4	شهادة الكفاية التشغيلية المتوافقة مع تشغيل الوصلات المتحركة ذات الصلة (انكماش - تمدد) في الجسر.	حساب دقيق للقوى المنتقلة، والإدراج في تقرير تدقيق الاختبار حسب الإمكان.	حسب النظام
SBStr5	التخلص من حواجز المركبات المناسبة خارج الهيكل الإنشائي مع التوصيل من خلال الانتقال.	شهادة تلبية المعايير لحواجز المركبات خارج الهيكل الإنشائي، والوصلات الانتقالية المناسبة.	حسب النظام
SBStr6x	عدم وجود أجزاء قابلة للفصل أثقل من 2 كجم، التي ستسقط من خطوط حافة الهيكل الإنشائي مع وجود مخاطر على الغير (لمستويات الاحتواء L2 وL4b).	الإدراج، تقرير مراقبة الاختبار، وفيديو الاصطدام.	حسب النظام
SBStr7	تعليمات التركيب مع اقتراحات إضافية للتركيب على المنشآت.	تعليمات التركيب.	حسب النظام

١٧-٢ النهايات الطرفية:

يجب أن تتوافق محطات أجهزة الحماية مع متطلبات المواصفة (SASO EN 1317). لأن تنفيذ المواصفة (EN 1317-4) لم يصبح بعد أساسًا لاعتماد النظام (مواصفة غير منسقة)؛ تُنظّم متطلبات وضوابط الجودة لهذه الأنظمة على المستوى الوطني. وإلى حين حصول الاعتماد الكامل للجزء الرابع من المواصفة (EN 1317) يتعين على الجهة المصنعة (المنتجة) لأجهزة الحماية تقديم شهادات الأداء التشغيلي للنهايات الطرفية. تُحدد المتطلبات ذات الصلة للنهايات الطرفية في الجدول (١٧-٤).

الجدول (١٧–٤) المعايير الفنية للنهايات الطرفية (BASt , 2019).

تقديم شهادة النهايات الطرفية			
	المتطلبات	الوثائق الداعمة/ الشهادات	
TER1	تقديم شهادة بشأن متطلبات الرضا التشغيلي (الخصائص الأساسية) للنهايات الطرفية فيما يتعلق بأجهزة الحماية المتصلة.	شهادة حسن التشغيل.	حسب النظام
TER2	تقديم صحيفة البيانات.	صحيفة البيانات.	حسب النظام
TER3	تقديم دليل التركيب بما في ذلك وثائق الوصف للمنتج، والرسومات.	دليل التركيب.	حسب النظام

١٧-٣ الوصلات الانتقالية:

يجب أن تلبي عناصر الانتقال متطلبات المواصفة (SASO EN 1317). لأن تنفيذ المواصفة (EN 1317-4) لم يُنسق بعد، وتُنظّم متطلبات وضوابط الجودة لهذه الأنظمة على المستوى الوطني. وإلى حين اعتماد الجزء الرابع من المواصفة (EN 1317)،

يجب على الجهة المصنعة (المنتجة) للوصلات الانتقالية تقديم بيانات الأداء التشغيلي. وترد المتطلبات ذات الصلة بالوصلات الانتقالية في الجدول (١٧-٥).

الجدول (١٧–٥) المعايير الفنية للوصلات الانتقالية (BASt , 2019).

تقديم شهادة الوصلات الانتقالية			
	المتطلبات	الوثائق الداعمة/ الشهادات	
TR1	تقديم شهادة الرضا عن المتطلبات التشغيلية للوصلات الانتقالية.	شهادة حسن التشغيل.	حسب النظام
TR2	تقديم صحيفة البيانات.	صحيفة البيانات.	حسب النظام
TR3	تقديم دليل التركيب بما في ذلك وثائق الوصف للمنتج، والرسومات.	دليل التركيب.	حسب النظام

١٧-٤ وسائد تخفيف الصدمات:

يجب أن تحمل وسادات الاصطدام علامة الاتحاد الأوروبي (CE) أو علامة مكافئة لها رسميًا تقبلها الهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس والجودة (SASO). حُددت المتطلبات في الجدول (١٧-٦).

الجدول (١٧–٦) المعايير الفنية لوسائد تخفيف الصدمات (BASt , 2019).

تقديم الشهادة			
	المتطلبات	الوثائق الداعمة/ الشهادات	
CC1	يجب تقديم جميع الوثائق الداعمة لعملية الاعتماد (تقارير الاعتماد والتعديلات وما إلى ذلك). في هذه الوثائق، يجب ذكر نوع وسادة تخفيف الصدمات بشكل صريح "الرجوعية" (النوع R).	• شهادة الأداء مع الملاحق. • نوع وسادة تخفيف الصدمات: "الرجوعية" إذا لم يذكر في شهادة الأداء.	حسب النظام
فحص اختبار الاصطدام الإيجابي وفقًا للمواصفة (SASO EN 1317)			
	المتطلبات	**الوثائق الداعمة/ الشهادات**	
CC2	تقديم تقارير اختبار التحكم الخاصة بطرف متلقٍ للإخطار طبقًا للمواصفة (SASO EN 1317).	تقرير الاختبار	حسب النظام
CC3	إرسال فيديو اصطدام (بصيغة avi أو .mpeg) وفقًا للمواصفة (SASO EN 1317).	الفيديو	حسب النظام
وثائق النظام والتركيب			
	المتطلبات	**الوثائق الداعمة/ الشهادات**	
CC4	تقديم صحيفة البيانات	صحيفة البيانات	حسب النظام

CC5	تقديم دليل التركيب بما في ذلك جوانب الاتصال بجهاز حماية الإجراء.	دليل التركيب.	حسب النظام

١٨- ركائز وأعمدة السلامة الخاملة:

١٨-١ المواصفات:

توفر ركائز وأعمدة السلامة الخاملة مخاطر أقل لوقوع الإصابات الشخصية عند الاصطدام بمركبة. وتوضع الركائز والأعمدة بشكل افتراضي بجانب الطرق؛ لخدمة وظائفها المستهدفة.

أصبح استخدام تلك الأنظمة أساسيًا في مفهوم جانب الطرق المتسامح (الذي يستوعب أخطاء السائقين) على مدار الخمسين (٥٠) عامًا الماضية.

ويوجد منهجان متبعان على الصعيد الدولي، وهما: دليل تقييم معدات السلامة الأمريكي (MASH)، والمواصفة الأوروبية (EN 12767). وتعرض الأجزاء الآتية ملخصًا موجزًا عن كلا المنهجين.

١٨-١-١ دليل تقييم معدات السلامة الأمريكي (MASH):

يصف دليل تقييم معدات السلامة الأمريكي (MASH) مفهوم ركائز وأعمدة السلامة الخاملة بأنها "أجهزة قابلة للانفصال" تشير إلى الأجهزة التي خضعت لاختبار التصادم، والتي تنفصل، أو تنكسر، أو تبتعد نتيجة للاصطدام. وتتطلب معايير دليل تقييم معدات السلامة الأمريكي (MASH) مواصفات الهياكل الإنشائية القابلة للانفصال التي تلبي اختبارات التصادم الصارمة؛ للتخفيف من الخطورة المحتملة للحوادث، مما يعطي نتائج أكثر سلامة في حال حدوث تصادم.

قد تكون آلية الانفصال عبارة عن مستوى انزلاقي، أو مفصل بلاستيكي، أو عنصر كسر، أو مزيج منها.

١٨-١-٢ المواصفة (EN 12767):

(EN 12767) هي مواصفة أوروبية توفر حلول السلامة الخاملة من خلال اعتماد بروتوكول يُجرى بموجبه اختبار التصادم للمركبات بالأجسام، أو هياكل الدعم لمعدات الطرق بطريقة متسقة.

تحدد المواصفة متطلبات الأداء، كما تحدد المستويات من حيث السلامة الخاملة؛ لتقليل شدة إصابة الراكب/ الركاب، أو غيرهم من مستخدمي المرور والطرق في حال وقوع حادث اصطدام بجسم، أو هيكل دعم معدات الطرق. ينتج عن تبني المواصفة الأوروبية المواصفة الوطنية (EN 12767).

وقد تم تنظيم الباب الحالي بناءً على المنهج المتبع بالمواصفة الأوروبية (EN 12767).

١٨-٢ شروط الاختبار وفئات الأداء:

١٨-٢-١ اختبار ركائز وأعمدة السلامة الخاملة وأنواعها:

ورد وصف طريقة إجراء اختبارات التصادم في المواصفة (EN 12767) من حيث:

- زاوية الاصطدام.
- نقطة الاصطدام.
- سرعة الاصطدام.

بشكل عام، تتبع الركائز والأعمدة مواصفات أوروبية معينة. وتكون أنواعها الأساسية على النحو التالي:

- أعمدة الإنارة، التي يجب اختبارها باستخدام أطول وأثقل قوس ذراع منفرد، ووحدة الإنارة ذات الكتلة الأكبر المتعلقة بطول القوس، والتي صُمم العمود لها.
- دعامات اللافتة، التي يجب اختبارها بأكبر مساحة من لوحة اللافتة المثبتة بشكل متماثل، والتي صُمم ارتفاع الدعم لها.
- دعامات الإشارة، التي يجب اختبارها بأثقل رأس/ رؤوس إشارة.
- ركائز المنافع، التي يجب اختبارها بأثقل حمولة مستهدفة.

- هياكل الدعم الإنشائي متعددة الأغراض، التي تشمل المنشآت المصممة للاستخدام لأكثر من تشكيل، مثل: أعمدة الإنارة، ودعامات اللافتات، ودعامات إشارات المرور، ونحو ذلك.
- هياكل الدعم الأخرى (مثل: لوحات الإعلانات، واللافتات الجسرية، ودعامات الكاميرات ونحو ذلك)، التي يجب اختبارها بأثقل حمولة مستهدفة.

تتكون اختبارات الحوادث من سيارة ركاب قياسية خفيفة الوزن تزن ٩٠٠ كجم.

لضمان موثوقية نتائج الاختبارات، يجب أن يتولى معمل اختبارات معتمد عملية إجراء الاختبارات.

١٨-٢-٢ فئات الأداء:

يجب أن يكون التعبير عن فئة الأداء لكل هيكل دعم أُختبر كمزيج من المعلمات التالية:

- سرعة الاصطدام.
- فئة امتصاص الطاقة.
- مستوى سلامة شاغل المركبة.
- نوع الردم.
- وضع الانهيار.
- فئة الاتجاه.
- خطر احتكاك السقف.

١٨-٢-٢-١ سرعة الاصطدام:

تُجرى اختبار سرعات الاصطدام بسرعة ١٠٠ كم/س و٧٠ كم/ س و٥٠ كم/ س، والتي تتوافق مع اختبارات الاصطدام عالية السرعة، وبيئات الطرق، مثل: الطرق السريعة، والمناطق الريفية، والمناطق الحضرية على التوالي. كما يجب إجراء اختبار منخفض السرعة بسرعة ٣٥ كم/س لكل اختبار عالي السرعة.

١٨-٢-٢-٢ فئة امتصاص الطاقة:

هناك ثلاث فئات من حيث درجة امتصاص الطاقة وهي: الطاقة المرتفعة، والطاقة المنخفضة، وانعدام الطاقة، وتحمل الخصائص التالية:

- تعمل هياكل دعم الطاقة المرتفعة على إبطاء المركبة أكثر، ولكنها في الوقت نفسه تسبب أكبر قدر من الضرر للمركبة، حيث إن طاقة الاصطدام شديدة الامتصاص، وهو ما قد يؤدي بدوره إلى وقوع خطر ثانوي على شاغلي المركبة.
- عادةً ما تنحني هياكل دعم الطاقة المنخفضة قليلا، ثم تنفصل أو تُلقى أرضًا، مع وقوع قدر معين من امتصاص الطاقة (تقليل سرعة المركبة).
- تمكن هياكل دعم انعدام الطاقة المركبة من الاستمرار بالسرعة نفسها، أو بسرعات منخفضة قليلا بعد الاصطدام عن طريق كسر أو استئصال هيكل الدعم، مما يقلل من فرص إصابة شاغل/ شاغلي المركبة من ناحية، إلا أنه يزيد من خطر وقوع حادث ثانوي من ناحية أخرى.

يستعرض الجدول (١٨-١) تصنيف امتصاص الطاقة كدالة في سرعة اصطدام المركبة.

الجدول (١٨–١) تصنيف امتصاص الطاقة كدالة في سرعة اصطدام المركبة (EN 12767).

سرعة الاصطدام (كم/س)	٥٠	٧٠	١٠٠
فئة امتصاص الطاقة	سرعة الخروج (كم/س): V_{exit}		
الطاقة المرتفعة	Vexit = 0	0 ≤ Vexit ≤ 5	0 ≤ Vexit ≤ 50
الطاقة المنخفضة	0 < Vexit ≤ 5	5 < Vexit ≤ 30	50 < Vexit ≤ 70
انعدام الطاقة	5 < Vexit ≤ 50	30 < Vexit ≤ 70	70 < Vexit ≤ 100

١٨-٢-٢-٣ مستوى سلامة شاغلي المركبة:

يُعبر عن سلامة شاغلي المركبة كدالة في قيم مؤشر شدة التسارع، والسرعة النظرية لاصطدام الرأس لاختبارات السرعة العالية والسرعة المنخفضة الإلزامية. تشير المستويات (A)، (B)، (C)، (D) و(E) إلى مستويات سلامة شاغلي المركبة (الجدول ١٨-٢).

يحقق المستوى (A) الوصول إلى أفضل مستويات سلامة الركاب. وتكون متطلبات المستوى (A) ومؤشر شدة التسارع والسرعة النظرية لاصطدام الرأس على النحو التالي:

- بقاء المركبة في وضع مستقيم بعد الاصطدام.
- يجب ألا يزيد الفرق بين سرعة الاصطدام المقاسة وسرعة الخروج عن ٣ كم/س.

الجدول (١٨–٢) مستويات سلامة شاغل المركبة كدالة في قيم مؤشر شدة التسارع (ASI) والسرعة النظرية لاصطدام الرأس (THIV) (EN 12767).

فئة امتصاص الطاقة	مستوى سلامة الراكب	السرعات			
		اختبار السرعة المنخفضة ٣٥ كم/s		اختبار السرعة العالية ٥٠ كم/س، ٧٠ كم/س، ١٠٠ كم/س	
		القيم القصوى		القيم القصوى	
		مؤشر شدة التسارع	السرعة النظرية لاصطدام الرأس (كم/س)	مؤشر شدة التسارع	السرعة النظرية لاصطدام الرأس (كم/س)
طاقة عالية/ طاقة منخفضة/ بدون طاقة	E	١,٠	٢٧	١,٤	٤٤
طاقة عالية/ طاقة منخفضة/ بدون طاقة	D	١,٠	٢٧	١,٢	٣٣
طاقة عالية/ طاقة منخفضة/ بدون طاقة	C	١,٠	٢٧	١,٠	٢٧
طاقة عالية/ طاقة منخفضة/ بدون طاقة	B	٠,٦	١١	٠,٦	١١
طاقة عالية/ طاقة منخفضة/ بدون طاقة	A	لا توجد متطلبات	لا توجد متطلبات	لا توجد قياسات لمؤشر شدة التسارع والسرعة النظرية لاصطدام الرأس	

١٨-٢-٢-٤ نوع الردم

يجب على الجهة المصنعة اختيار نوع (أنواع) الردم المقرر استخدامه في اختبارات النوع من بين تلك الموضحة في الجدول (١٨-٣).

الجدول (١٨–٣) أنواع الردم (EN 12767).

نوع الردم	الاسم
S	الركام القياسي
X	خاص
R	صلب

يحدد نوع الردم (S) استخدام مواد الردم، وهي تربة موحدة ذات تركيبة وكثافة معينة على النحو المحدد في المواصفة (EN 12767)، وتختلف مواد الردم من النوع S حسب المستوى الحالي للمياه الجوفية.

يحدد نوع الردم (R) استخدام سطح صلب مسطح ومستمر (مثل الأسفلت / أو الخرسانة) بسماكة كافية؛ لتثبيت العنصر الذي أُختبر دون إزاحته، وذلك على النحو المحدد في المواصفة (EN 12767).

تُصنف جميع أنواع الأساسات التي لا تندرج تحت نوعي الردم (S) و (R) على أنها من النوع (X) مثل: التربة المشبعة، أو الطين، أو الحصى، ونظرًا لأن نوع الردم (X) يختلف حسب الشركة المصنعة، فلا يمكن مقارنته بالنوعين (S) و (R).

بشكل عام، يكون لنوع الردم تأثيرٌ كبيرٌ على أداء هيكل الدعم، ويلزم استعماله في ظل الوضع الفعلي الذي وُضع فيه، ولأجل التعامل مع اختلاف نوع التربة بين الممارسة، وظروف الاختبار، يمكن تقليل تأثير فروق التربة من خلال تركيب هيكل الدعم في أنبوب بلاستيكي بقطر أكبر، ومع ذلك، يجب اختبار هذا الأساس في مختبر معتمد؛ للتحقق من عدم وجود انحرافات في أداء هيكل الدعم.

١٨-٢-٢-٥ وضع الانهيار:

يجب تصنيف هياكل الدعم وفقًا لوضع الانهيار الخاص بها، والذي يشير إلى الطريقة التي يتم انتهاجها في حالة التصادم. تنطبق أوضاع الانهيار التالية: SE (الانفصال، حيث ينفصل هيكل الدعم عن الأرض أو أساسها) وNS (عدم انفصال هياكل الدعم، حيث لا ينفصل هيكل الدعم عن الأرض أو أساسها).

١٨-٢-٢-٦ فئة الاتجاه:

يجب تصنيف هياكل الدعم أيضًا وفقًا لفئة الاتجاه الخاصة بها حيث تنطبق فئات الاتجاهات الثلاثة التالية:

- المنشآت أحادية الاتجاه (SD) والتي تتصادم بسلامة من اتجاه واحد فقط بافتراض زاوية تصادم بواقع ٢٠ درجة.
- المنشآت ثنائية الاتجاه (BD) التي تتعامل أيضًا مع حركة المرور القادمة من الاتجاه المعاكس (٢٠ درجة و ١٦٠ درجة).
- المنشآت متعددة الاتجاهات (MD) وهي غير حساسة لزاوية التصادم، ويمكن صدمها من اتجاهات القيادة المختلفة.

١٨-٢-٢-٧ خطر ثلم السقف:

يمكن أن يؤدي التصادم مع الهيكل الإنشائي إلى تشكيل انبعاجات في سقف المركبة مما يشكل خطرًا على شاغل/شاغلي المركبة. تشير المواصفة (12767) إلى خطر ثلم سقف المركبة على أنه حساس للانبعاجات (من الفئة ١) وغير حساس للانبعاجات (من الفئة ٠).

يجب تصنيف الدعم بالنسبة لخطر ثلم السقف وفقًا لقياسات الاختبار الفردية المحددة في المواصفة (EN 12767)، وبشكل عام، ضُبطت نقطة انكسار ثلم سقف المركبة على ١٠٢ مم وذلك على النحو التالي:

- الفئة ٠: تشوه السقف أقل من ١٠٢ مم.
- الفئة ١: تشوه السقف أكبر من أو يساوي ١٠٢ مم.

١٨-٢-٣ شروط اختبار المواصفات والأداء:

يُستخدم مثال الإخطار الموضح في الشكل (١٨-١) للإشارة إلى فئات الأداء.

١٠٠	طاقة عالية	C	S	عدم انفصال	هياكل ثنائية الاتجاه	٠
سرعة الاصطدام ١٠٠/٧٠/٥٠	امتصاص الطاقة الفئة: طاقة عالية/ طاقة منخفضة/ بدون طاقة	مستوى سلامة شاغل المركبة A/B/C/D/E	نوع الردم S/R/X	وضع الانهيار انفصال/ عدم الانفصال	فئة الاتجاه هياكل أحادية/ ثنائية/ متعددة الاتجاه	ثلم السقف ١/٠

ملاحظة: قد لا تكون بعض خصائص الأداء ذات أهمية أو تأثير أو يُسمح بخيارات متعددة. وفي هذه الحالة، يمكن أن تكون الخاصية المحددة لأداء هيكل الدعم "بدون متطلبات"

الشكل (١٨–١) فئات أداء هياكل السلامة الخاملة (EN 12767).

١٨-٣ معايير الاختيار النوع:

قد يتطلب وضع هياكل الدعم داخل المسافة الحرجة/المنطقة الخالية للطريق حماية، وذلك عن طريق تركيب أنظمة تقييد المركبات، ويعتمد ذلك على:

- ما إذا كان هيكل الدعم يعتبر عائقًا.
- ما الذي يقع وراء هيكل الدعم.

ومع ذلك، قد لا يتطلب تركيب ركائز وأعمدة السلامة الخاملة تواجد أنظمة تقييد المركبات، فعلى سبيل المثال، يجب حماية هياكل الدعم الموضوعة على المناطق الوسطية بالطرق من التصادم المحتمل للمركبة (خطر على اتجاه حركة المرور المقابل)، وعليه يصبح من الضروري تركيب نظام تقييد المركبات، وعلى الجانب الآخر على خط حافة الطريق يكون الخطر الكامن وراء هيكل الدعم أقل، وعليه يكون من الممكن تركيب هيكل دعم السلامة الخاملة.

في الحالات التي يكون فيها تركيب هياكل دعم السلامة الخاملة خيارًا، يجب مراعاة المخاطر التي يتعرض لها شاغلو المركبة، ولكن مع مراعاة الأطراف الأخرى أيضًا، وفي مثل هذه الحالات واعتمادًا على السرعة المعلنة، أو وجود عوائق خلفها أو مستخدمي الطرق الآخرين، فيكون هناك خيارات معينة.

١٨-٣-١ هياكل دعم بدون امتصاص للطاقة:

تتمتع هياكل الدعم بدون امتصاص للطاقة (الشكل ١٨-٢) بأداء جيد للغاية في الحالات التي تكون فيها الخلفية خالية من المعوقات (مثل: المشاة وراكبي الدراجات، والأشجار، وما إلى ذلك). ويمكن تحقيق فئة هياكل الدعم بدون طاقة الأكثر ملاءمة بخصوص مستوى سلامة الركاب من خلال تركيب هيكل دعم مزود بنظام قص إضافي، وبالإضافة إلى ذلك، يجب توقع ردم مكافئ للاختبار المعني لهيكل الدعم.

الشكل (١٨–٢) هياكل الدعم غير الماصّة للطاقة (Willems, 2015).

١٨-٣-٢ هياكل دعم منخفضة الطاقة:

هياكل الدعم منخفضة الطاقة (الشكل ١٨-٣) فعالة بشكل عام من حيث التكلفة، ولا تتطلب ميزات هندسية إضافية، وتُعد هياكل الدعم منخفضة الطاقة حلًا محتملًا لسلامة شاغلي المركبة.

الشكل (١٨–٣) هياكل الدعم الماصّة منخفضة الطاقة (Willems, 2015).

١٨-٣-٣ ركائز عالية الامتصاص للطاقة :

هياكل الدعم عالية الامتصاص للطاقة (الشكل ١٨-٤) قد تتطلب أو لا تتطلب سرعة معينة لخروج المركبة، وتستخدم هياكل الدعم هذه في الحالات التي توجد فيها عوائق وراءها دون الحاجة إلى تركيب نظام تقييد المركبات، ويجب أن يكون مستوى سلامة شاغلي المركبة مرتفعًا قدر الإمكان.

الشكل (١٨–٤) هياكل الدعم الماصّة عالية الطاقة (Willems, 2015).

١٨-٣-٤ توصيات فئة الأداء:

ينبغي أن يتبع تركيب هياكل دعم السلامة الخاملة، بدلًا من أنظمة تقييد المركبات، تحليل الفوائد والتكاليف الواجب إجراؤه، وذلك على كل مقطع من جانب الطريق يجب توفير الحماية فيه من الأخطار الجانبية القريبة.

يوضح الجدول (١٨-٤)، من حيث الأولوية، توصيات فئة الأداء لهياكل دعم السلامة الخاملة.

الجدول (١٨–٤) توصيات فئة الأداء لهياكل دعم السلامة الخاملة (المواصفة BS EN 12767).

الحالة	الموقع	نوع هيكل الدعم		
		أعمدة الإنارة	دعم اللافتات أو الإشارات	وحدات أخرى
الطرق والشوارع بسرعة معلنة أكبر من ٦٠ كم/س	الأكتاف غير المعبدة للطرق السريعة والطرق المقسمة وغير المقسمة	100-NE-NR-NR-NR-MD-0	100-NE-NR-NR-NR-MD-0	100-NE-A
	حيث يوجد حجم كبير من غير مستخدمي المركبات الآلية في الأوقات التي تقع فيها الحوادث	100-NE-NR-NR-NR-MD-0	[A] 100-HE-NR-NR-NR-MD-0 [B] 100-LE-NR-NR-NR-MD-0 [C] 100-NE-NR-NR-NR-MD-0	100-NE-A
	حيث يوجد خطر كبير يتمثل في سقوط العناصر على الطرق الأخرى تحتها	HE-NR-NR-NR-MD-0-١٠٠	[A] 100-HE-NR-NR-NR-MD-0 [B] 100-LE-NR-NR-NR-MD-0 [C] 100-NE-NR-NR-NR-MD-0	100-NE-A أو 70-NE-A
الطرق والشوارع بسرعة معلنة أقل من أو يساوي ٦٠ كم/س	جميع المواقع	[A] 70-HE-NR-NR-NR-MD-0 [B] 100-HE-NR-NR-NR-MD-0 [C] 70-LE-NR-NR-NR-MD-0 [D] 100-LE-NR-NR-NR-MD-0 [E] 70-NE-NR-NR-NR-MD-0 [F] 100-NE-NR-NR-NR-MD-0	[A] 70-HE-NR-NR-NR-MD-0 [B] 100-HE-NR-NR-NR-MD-0 [C] 70-LE-NR-NR-NR-MD-0 [D] 100-LE-NR-NR-NR-MD-0	100-NE-A أو 70-NE-A
ملاحظة: التصنيفات ([A]-[F]) مرتبة حسب ترتيب الأولوية، والفئة متعددة الاتجاه هي الأكثر تفضيلا لجميع الحالات ثم تليها الفئة ثنائية الاتجاه ثم الفئة أحادية الاتجاه.				

١٩- حلول خاصة عند تقاطعات الطرق:

١٩-١ أحكام عامة:

عند تقاطعات الطرق (بما في ذلك مسارات الوصول /أو وصلات المرور)، تشكل حواجز السلامة المنحنية (المستديرة) حالة خاصة. وحتى الآن، لم تُوضع أي متطلبات خاصة لحواجز السلامة المنحنية؛ نظرًا لأن اختبارات التصادم التي أجريت على مقاطع مستقيمة بناءً على المواصفة (SASO - EN 1317) كانت كافية لضمان أدائها، وقابليتها للتشغيل على المقاطع المنحنية أيضًا، ومع ذلك، يُعد هذا المفهوم غير كاف.

يجب التعامل مع هذا النوع من مقاطع حواجز السلامة المنحنية كحلول خاصة عند تقاطعات الطرق. توضح الأجزاء التالية الشروط والمتطلبات الفنية اللازمة لتحسين أداء حواجز السلامة، ومن ثم السلامة على الطرق بشكل عام في هذه المقاطع المنحنية.

تتخذ الهيئة العامة للطرق قرارها بالنظر في استخدام الأنظمة المعتمدة لتقييد المركبات، أو عدم استخدامه في تلك الحالات، مع مراعاة تحليل الفوائد والتكاليف الواجب إجراؤه، ينبغي أن يكون قبول الأنظمة غير المعتمدة لتقييد المركبات مصحوبًا على الأقل باختبار محاكاة للنموذج الرقمي، أو ما شابه ذلك.

١٩-٢ اختبارات التصادم:

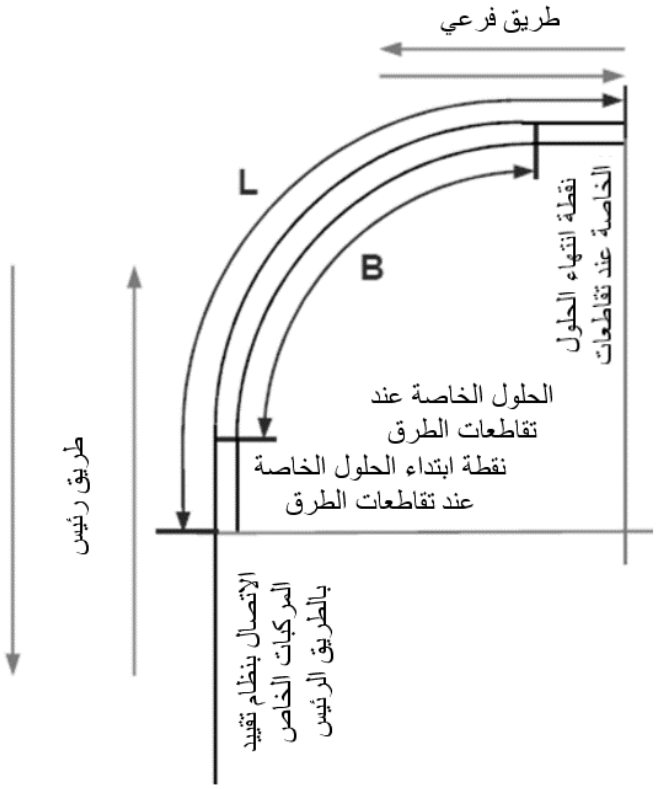
١٩-٢-١ أحكام عامة:

يجب ألا تشكل حواجز السلامة المنحنية ذات الأقطار الصغيرة المشابهة لتلك التي توضع بين خطوط حافة الرصف في مناطق التقاطعات عوائق من ناحية (المواقع الخطرة)، ومن ناحية أخرى يجب أن تكون قادرة على استيفاء القوى الطولية المطورة عند توصيلها بالمقاطع المستقيمة.

نظرًا لتشكيلها الخاص، لا يمكن تصنيف الحلول الخاصة عند تقاطعات الطرق بصورة حصرية في نوع محدد من حواجز السلامة، وتضم هذه الحلول مجموعة من العناصر من أنواع حواجز السلامة المختلفة بطريقة لا يمكن معها، بعد تحديد إدراج الحلول بدقة في نوع اختبار تصادم محدد، كما هو محدد في المواصفة (SASO – EN 1317)، ولذلك، ليس من الممكن بعد التحقق من أداء الخصائص الأساسية للحلول الخاصة عند تقاطعات الطرق فيما يتعلق بـالمواصفة (SASO – EN 1317)، وتوضح الفقرات التالية شروط وأحكام إجراء اختبارات التصادم المناسبة على الحلول الخاصة عند تقاطعات الطرق، بالإضافة إلى المعايير المتعلقة بتركيبها، وتعتمد شروط وأحكام ومعايير القبول الخاصة بالحلول الخاصة عند تقاطعات الطرق على المواصفة (SASO – EN 1317).

يهدف هذا النهج إلى وصف أكثر الظروف غير المواتية لتنفيذ الحلول الخاصة عند تقاطعات الطرق؛ لضمان تنفيذها بشكل مقبول في حالات مماثلة، ولكنها أقل خطورة.

تُحدد بداية ونهاية الحلول الخاصة عند تقاطعات الطرق في منطقة البداية والنهاية الفعلية (الشكل ١٩-١) أو عندما يتوافق حاجز السلامة المركب تمامًا مع متطلبات المواصفة (SASO – EN 1317). ويتضمن طول الحلول الخاصة عند تقاطعات الطرق الطول الإجمالي للتشكيل المحدد، حيث يجب أن يتوافق الطول (B) مع الجزء المنحني الخالص من الهيكل الإنشائي المستدير (الشكل ١٩-١).



الشكل (١٩–١) نظرة عامة على متطلبات الحلول الخاصة عند تقاطعات الطرق (BASt, 2020b).

يجب ألا يقل طول حاجز السلامة المتصل بالحلول الخاصة عند تقاطعات الطرق عن ثُلث الحد الأدنى للطول المطلوب (طول الاختبار).

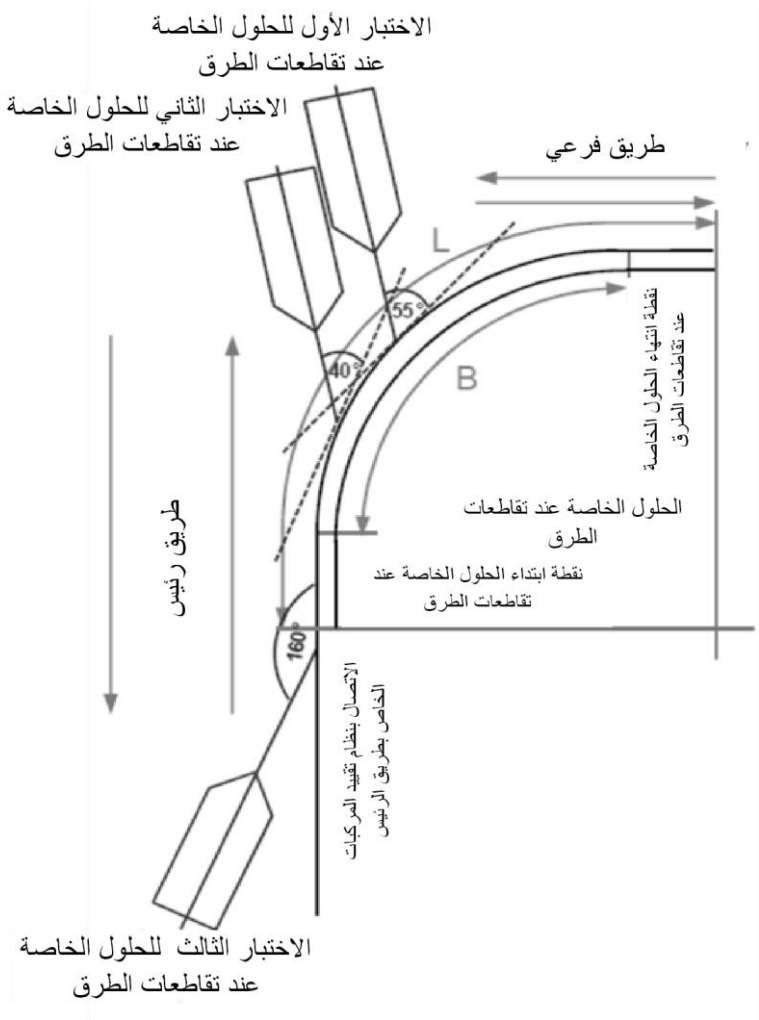
يجب استيفاء شروط اختبار التصادم لجميع الاختبارات التي تتمتع بنفس نصف قطر الانحناء وزاوية التقاطع ٩٠ درجة، وتشكيل ميل قياسي (الارتفاع إلى المسافة الأفقية) بواقع ١: ١,٥. تتراوح القيم النموذجية لأنصاف أقطار الانحناء لتقريب نطاق الحلول الخاصة عند تقاطعات الطرق بين ٢,٠ م و٧,٥ م.

لضمان قابلية تشغيل الحلول الخاصة عند تقاطعات الطرق أثناء التصادم، يجب أن تخضع هذه الحلول لاختبارات التصادم بناءً على المواصفة (SASO – EN 1317) والمعايير الإضافية الموضحة في الجزء الفرعي (١٩-٢-٢)، وعلاوة على ذلك، يجب أخذ المتطلبات التالية في عين الاعتبار:

- يجب إجراء اختبارات التصادم المادي طبقًا للمواصفة (SASO – EN 1317) على يد معمل اختبار معتمد وفقًا للمواصفة ذاتها.
- يجب إجراء اختبار التصادم للحلول الخاصة عند تقاطعات الطرق فقط على حاجز السلامة المتصل بهذه الحلول، ويجب أن يُقيم التغيير المرتبط بالمسافة بين الأعمدة الداعمة لجهاز حماية مماثل من قبل هيئة معتمدة عن طريق إصدار شهادة الأداء.
- توضع اختبارات التصادم ونتائجها في وثيقة الاختبار ذات الصلة (تقرير فني).

١٩-٢-٢ معايير اختبار التصادم:

من أجل عكس ظروف التصادم الفعلية إلى أقصى حد ممكن على الحلول الخاصة عند تقاطعات الطرق، تُحدد اختبارات التصادم بمسارات المركبات المختلفة كما هو موضح في (الشكل ١٩-٢)، وتسمح هذه الاختبارات بإصدار إقرار المنتج ذي الصلة وفقًا للمواصفة (SASO - EN 1317).



الشكل (١٩–٢) مسارات المركبات خلال اختبارات التصادم على الحلول الخاصة عند تقاطعات الطرق، (BASt, 2020b).

تعتمد نقطة التصادم الحرجة لجميع حالات الاختبار الثلاثة على إنشاء الحلول الخاصة عند تقاطعات الطرق، وتُحدد من قبل الهيئة المعتمدة التي تصدر شهادة أداء الحاجز من أجل الامتثال مع حدود منطقة معينة، وتشير زوايا التصادم إلى للمقطع المستقيم المؤدي للحلول الخاصة عند تقاطعات الطرق عند النقطة الحرجة.

١٩-٢-٢-١ الاختبار الأول للحلول الخاصة عند تقاطعات الطرق:

تنتج المعلمات التالية من الاعتماد على شروط الاختبار TT 4.2.80 أو TC 4.2.80 وTC 1.2.80 من المواصفة (SASO EN 1317) والمواصفة غير المتناسقة (SASO – EN 1317-4).

- زاوية الاصطدام: ٥٥ درجة (مطابقة لزاوية تحويل تبلغ حوالي ١٥ درجة).
- كتلة مركبة الاصطدام (الاختبار): ١,٣٠٠ كجم.
- سرعة الاصطدام: ٨٠ كم/ س.
- نقطة الاصطدام الحرجة بين ثُلث (B) وبين ثُلث إلى ثُلثي (L) للحلول الخاصة عند تقاطعات الطرق.
- المحور المرجعي لنقطة الاصطدام الحرجة: محور التناظر الطولي للمركبة.

١٩-٢-٢-٢ الاختبار الثاني للحلول الخاصة عند تقاطعات الطرق:

يتجه هذا الاختبار نحو اختبارات التصادم القياسية لأنظمة تقييد المركبات على أجهزة حواجز السلامة النموذجية (المستقيمة) على الطرق. تُستخلص المعلمات التالية عند اعتماد اختبارات التصادم من النوع TB11 وفقًا للمواصفة (SASO EN 1317).

- زاوية الاصطدام: ٤٠ درجة (مطابقة لزاوية تحويل تبلغ حوالي ٢٠ درجة).
- كتلة مركبة الاصطدام (الاختبار): ٩٠٠ كجم.
- سرعة الاصطدام: ١٠٠كم/ س.
- نقطة الاصطدام الحرجة بين ثُلث (B) وثُلث (L) للحلول الخاصة عند تقاطعات الطرق.
- المحور المرجعي لنقطة الاصطدام الحرجة: محور التناظر الطولي للمركبة.

١٩-٢-٢-٣ الاختبار الثاني للحلول الخاصة عند تقاطعات الطرق:

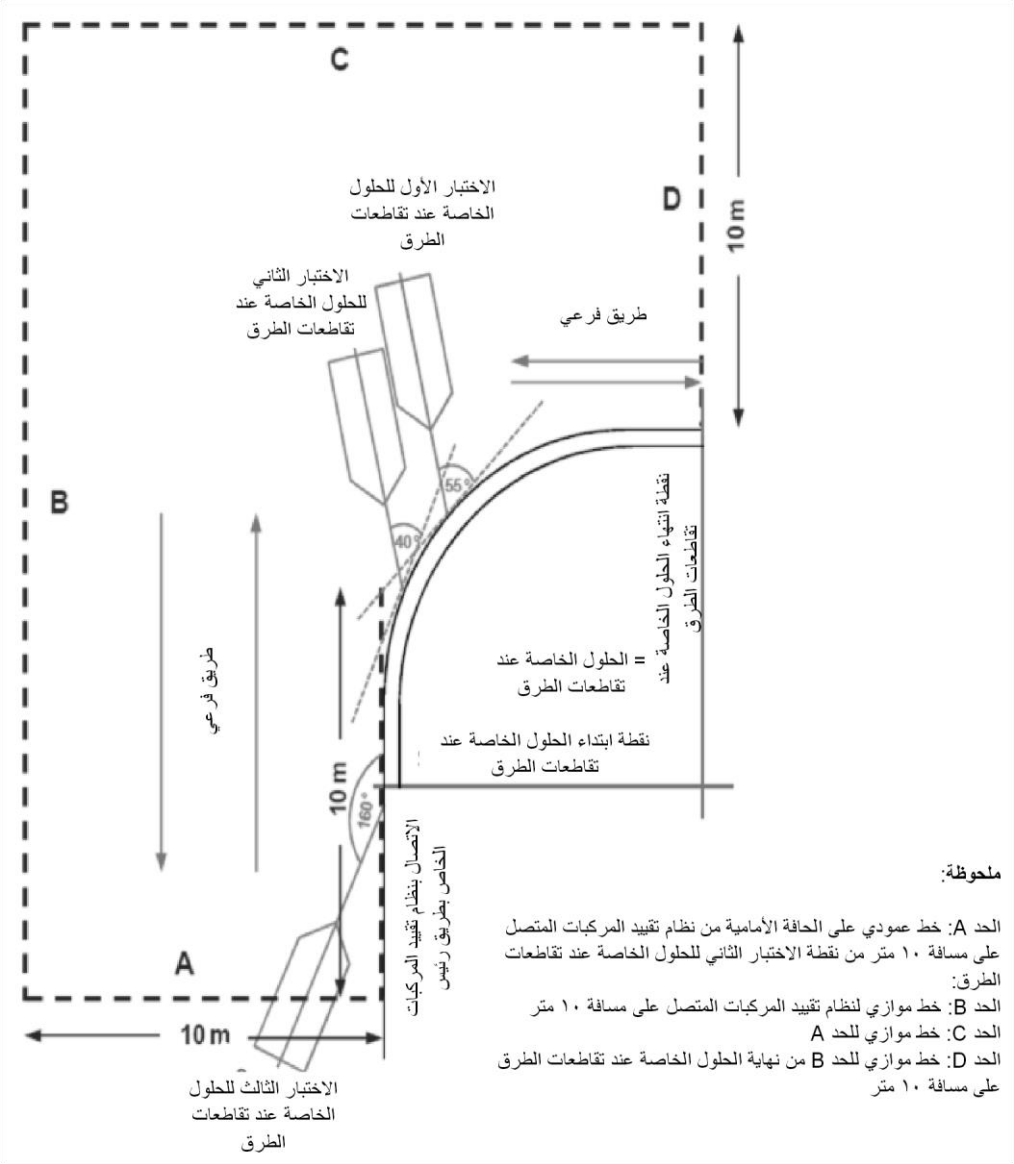
يتجه هذا الاختبار نحو اختبارات التصادم القياسية لأنظمة تقييد المركبات على أجهزة حواجز السلامة النموذجية (المستقيمة) على الطرق. تنتج المعلمات التالية من اعتماد اختبارات TB 32 الفردية وفقًا للمواصفة (SASO – EN 1317-2) يجب أن تتوافق سرعة التصادم مع سرعة وسائد تخفيف التصادم، والوصلات الانتقالية وفقًا للمواصفة (SASO – EN 1317-3) والمواصفة غير المتسقة (SASO – EN 1317-4):

- زاوية الاصطدام: ١٦٠ درجة.
- كتلة مركبة الاصطدام (الاختبار): ١,٥٠٠ كجم.
- سرعة الاصطدام: ٨٠ كم/ س.
- منطقة بداية نقطة الاصطدام الحرجة للحلول الخاصة عند تقاطعات الطرق.
- المحور المرجعي لنقطة الاصطدام الحرجة: محور التناظر الطولي للمركبة.

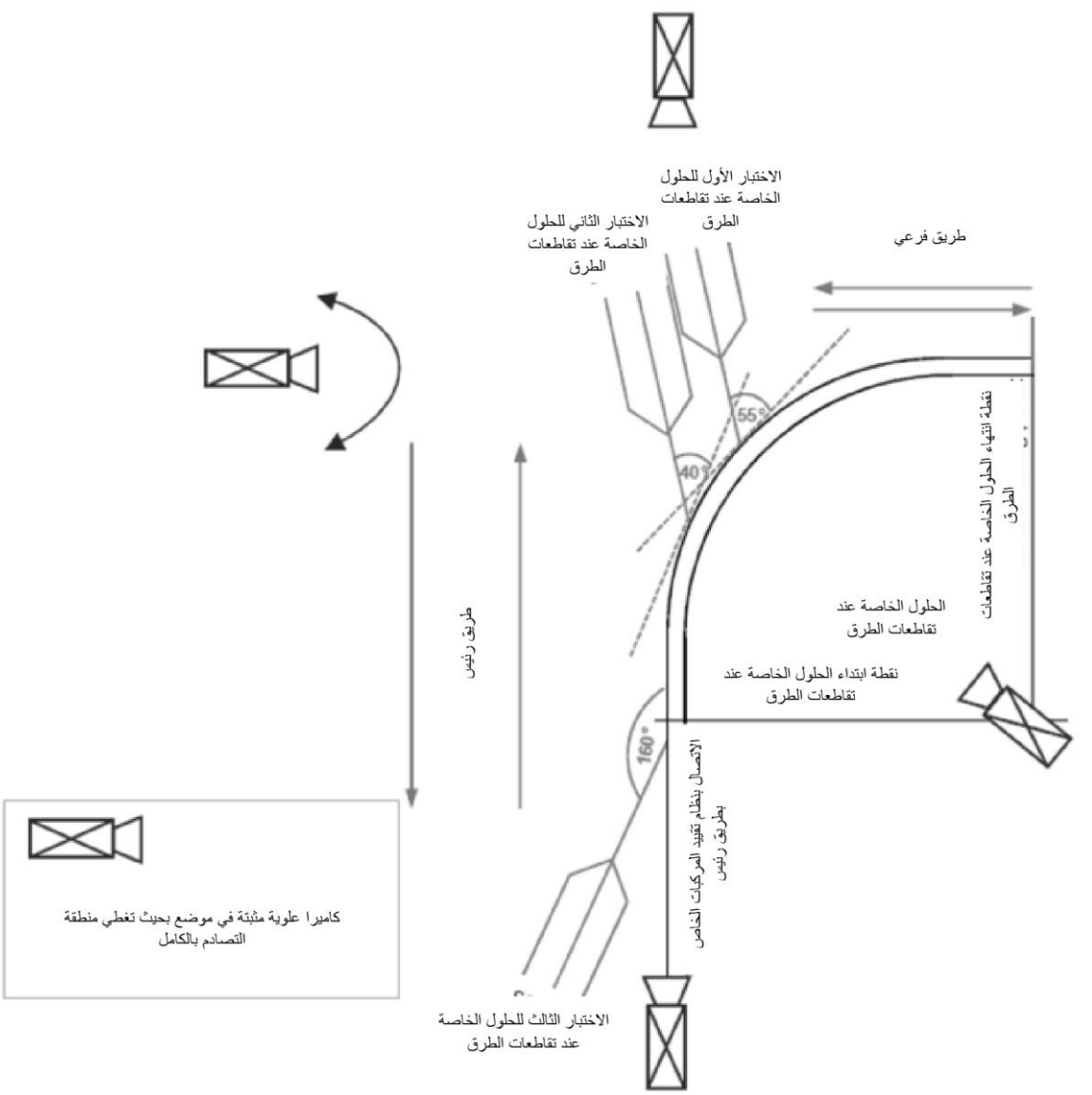
١٩-٢-٣ مجموعة من نتائج اختبار الاصطدام:

لتقييم أداء وسلوك الحاجز أثناء اصطدام المركبة، يجب جمع وتسجيل المعلومات، والخصائص التالية المتعلقة بالحلول الخاصة عند تقاطعات الطرق:

- مؤشر شدة التسارع، والسرعة النظرية لاصطدام الرأس.
- التشوه (الانحراف الديناميكي، والعرض العامل) مع الإشارة إلى الجزء المستقيم للوجه الأمامي الأصلي للحاجز.
- كتلة وموضع الأجزاء المنفصلة للحاجز، بكتلة تزيد عن ٢,٠ كجم.
- مسار المركبة داخل منطقة الاستعادة، وسرعتها بعد الاصطدام، وكذلك سرعتها عند خروجها من منطقة الاستعادة (منطقة الاستعادة موضحة في الشكل ١٩-٣).
- الصور وتسجيلات الفيديو (الشكل ١٩-٤).



الشكل (١٩–٣) منطقة الاسترجاع لوصف مسار المركبة (BASt, 2020b).



الشكل (١٩–٤) مواقع الكاميرات وأجهزة تسجيل مقاطع الفيديو أثناء اختبارات الاصطدام (BASt, 2020b).

١٩-٢-٤ محتويات التقرير الفني للاصطدام:

يجب أن يشمل التقرير ما يلي:

- وصف الاختبارات، والمواد الفوتوغرافية، وتسجيلات الفيديو لاختبارات الاصطدام على النحو المشار إليه في المواصفة (SASO - EN 1317).
- شهادة صادرة عن معمل الاختبار تفيد بمطابقة حاجز السلامة الخاضع للاختبار، والحواجز المتصلة للرسومات الفنية المقدمة وتركيبه في موقع الاختبار وفقًا لتعليمات دليل التركيب الخاص بالشركة المصنعة.

- شهادة صادرة عن معمل الاختبار تفيد بتطابق جميع مكونات وقطع الحاجز الخاضع للاختبار لدليل التركيب، والرسومات ذات الصلة فيما يتعلق بمتطلبات المواد، والفواصل وأبعادها.

١٩-٢-٥ معايير تقييم اختبار التصادم:

يجب استيفاء المعايير التالية لاعتبار اختبار التصادم إيجابيًا:

- يجب عدم تجاوز قيم التحكم في مؤشر شدة التسارع، والسرعة النظرية، لاصطدام الرأس الموضحة في الجدول (١٩-١).
- يجب ألا تنزلق مركبة الاختبار تحت حاجز السلامة.
- يجب ألا تدخل أي شظايا من الحلول خاصة عند تقاطعات الطرق داخل المركبة.
- يجب ألا تخترق مركبة الاختبار حلول خاصة عند تقاطعات الطرق وتجتاز حاجز السلامة وفقًا لمتطلبات المواصفة (SASO – EN 1317).
- يجب ألا يُسمح أثناء إجراء اختبار التصادم بفصل المكونات الطولية الرئيسة للحلول الخاصة عند تقاطعات الطرق.

الجدول (١٩–١) القيم المميزة لشدة التصادم لاختبارات الحلول الخاصة عند تقاطعات الطرق – الاختبار ١ إلى ٣ (BASt, 2020b).

شدة الاصطدام	قيم مؤشر شدة التسارع والسرعة النظرية لاصطدام الرأس	
A	مؤشر شدة التسارع ≤ ١,٠	السرعة النظرية لاصطدام الرأس ≤ ٤٤ كم/س (الاختباران الأول والثاني للحلول الخاصة عند تقاطعات الطرق) السرعة النظرية لاصطدام الرأس ≤ ٣٣ كم/س (الاختبار الثالث للحلول الخاصة عند تقاطعات الطرق)
B	مؤشر شدة التسارع ≤ ١,٤	السرعة النظرية لاصطدام الرأس ≤ ٤٤ كم/س (الاختباران الأول والثاني للحلول الخاصة عند تقاطعات الطرق) السرعة النظرية لاصطدام الرأس ≤ ٣٣ كم/س (الاختبار الثالث للحلول الخاصة عند تقاطعات الطرق)

١٩-٢-٦ مستند متطلبات المنتجات:

من أجل ضمان الاستخدام والتركيب الصحيح للحلول الخاصة عند تقاطعات الطرق، يلزم توافر المستندات التالية:

- وثائق اختبارات التصادم.
- تعليمات التركيب في شكل تعليمات التجميع، أو كملحق لتعليمات التركيب الخاصة بحاجز السلامة المرفق، كما يجب أن توضح تعليمات التركيب كيفية التعامل مع الانحرافات عن شروط اختبار الصدم (على سبيل المثال، في حال وجود زاوية تقاطع ليست مقاس ٩٠ درجة)، ويمكن قبول أداء الحلول الخاصة عند تقاطعات الطرق في ظروف أخرى بخلاف تلك الخاصة باختبارات التصادم إما عن طريق اختبارات التصادم المادي الإضافية، أو عن طريق محاكاة التصادم الموثوقة وفقًا للمواصفة (EN 16303).
- ورقة بيانات تحتوي على خصائص الإنشاء الأساسية، وأداء الحلول الخاصة عند تقاطعات الطرق ورسم عام.
- إقرار المنتج بأن قابلية تشغيل حواجز السلامة المجاورة للحلول الخاصة عند تقاطعات الطرق يجب ألا تتأثر سلبًا.

١٩-٢-٧ مراقبة الإنتاج:

تُصنع الحلول الخاصة عند تقاطعات الطرق، ومكوناتها في مرافق الإنتاج الخاصة بالجهة المنتجة التي يصدر بشأنها شهادات سارية لمراقبة الجودة المستمرة، والتفتيش السنوي عليها من قبل جهة معتمدة.

المراجع:

AASHTO (2011) *Roadside Design Guide*. 4th Edition, American Association of State Highway and Transportation Officials, USA.

AASHTO (2016) *Manual for Assessing Safety Hardware*. American Association of State Highway and Transportation Officials, USA.

ASTRA 11005 (2013) *Richtlinie, Fahrzeugrückhaltesysteme, Teil B: Detailprojektierung und Bauausführung*. (Guideline Passive Safety Systems, Part B: Final Design and Construction). Bern, Switzerland.

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

BASt (2013) *Anforderungen an den Nachweis der Leistungsfähigkeit von Betonschutzwänden in Ortbetonbauweise-Vergleichsverfahren BSW Ortbeton (VGVS BSW O)*. (Federal Highway Research Institute. Requirements for the Verification of the Performance of In-Situ Concrete Barriers, Comparison Method). Bundesanstalt für Straßenwesen, Köln, Germany.

BaSt (2019) *Technische Kriterien für den Einsatz von Fahrzeugrückhaltesystemen in Deutschland, Bergisch Gladbach*. (Federal Highway Research Institute. Technical Criteria for the Use of Vehicle Restraint Systems in Germany). Bundesanstalt für Straßenwesen, Köln, Germany.

BASt (2020a) *Einsatzempfehlungen für Fahrzeug-Rückhaltesysteme*. Version 06 (Federal Highway Research Institute. Recommendations for Use Vehicle Restraint Systems, Version 06), Köln, Bundesanstalt für Straßenwesen, Köln, Germany.

BASt (2020b) *Sonderlösungen von Schutzeinrichtungen in Einmündungsbereichen*. Version 04, (Federal Highway Research Institute. Special Solutions of Protective Devices at Intersection Areas, Version 04). Bundesanstalt für Straßenwesen, Köln, Germany.

BS EN 12767 (2019). *British National Annex. Passive Safety of Support Structures for Road Equipment. Requirements and Test Methods*. United Kingdom.

ERF (2018) *Improving Infrastructure Safety for Powered Two-Wheelers*. European Road Federation.

ERF (2019) *An Overview of EN 1317*. European Road Federation https://erf.be/en-1317/#1553103269134-fa341700-a4a5 (accessed June 2022).

FGSV (1997) *Technische Lieferbedingungen für Transportable Schutzeinrichtungen, Transportable Schutzeinrichtungen. Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen, Köln, Germany*. (Research Society for Roads and Transport, Portable Protective Devices. Technical Delivery Conditions for Transportable Protective Devices).

FGSV (1997) *Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Sicherungsarbeiten an Arbeitsstellen an Straßen. Forschungsgesellschaft für Straßen und*

Verkehrswesen ZTV FRS, Köln, Germany. (Research Society for Roads and Transport, Additional Technical Contractual Conditions and Guidelines for Securing Work at Road Work Sites).

FGSV (2009) *Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeugrückhaltsysteme (RPS). Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln, Germany*. (Research Society for Roads and Transport, Guidelines for Passive Protection on Roads by Vehicle Restraint Systems).

FGSV (2017) *Zusatzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien Fur Fahrzeug Ruckhaltesysteme. Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen ZTV FRS, Köln, Germany*. (Research Society for Roads and Transport, Additional Technical Contract Terms and Guidelines for Vehicle Restraint Systems).

Hydro – Pole Products (2019) *Passive Safe Light Poles and Support Structures*.

Trafikverket 2015:086 (2015) *Krav för Vägars och Gators Utformning, Borlänge*. (Traffic Works, Requirements for the Design of Highways and Streets). Swedish Transport Administration, Borlänge, Sweden.

TRB (2012) *Roadside Safety Design and Devices*. Transportation Research Circular E-C172. Transportation Research Board, USA.

TRB (2015) *Roadside Safety Design and Devices*. Transportation Research Circular E-C215, Transportation Research Board, USA.

VicRoads, Moon, W., P. Mihailidis (2013) *Outcome Based Management of Roadside Hazards*. Australasian College of Road Safety Conference – "A Safe System: The Road Safety Discussion" Adelaide, Australia.

Willems C. (2015) *Creating Forgiving Roadsides by Using Passive Safe Equipment*. Zippole Safety Product, CE Marked for EN 12767.

الملحق أ - التركيب والتجميع والتحكم الداخلي:

أ-١ حواجز السلامة:

الجدول (أ–١) نموذج التركيب والتجميع والتحكم الداخلي لحواجز السلامة (BASt, 2019; BASt, 2020a; FGSV, 2017، تُبنيت جميعًا).

١	**الجهة المانحة**	
٢	**المقاول**	
٣	**العقد /عقد الإصلاح/ التاريخ**	
٤	**الموقع (سلسلة منطقة التحكم)**	
٥	**فني التجميع**	
٦	**الأعضاء / الشركاء**	
٧	**نوع حاجز السلامة المُركّب**	
	نوع الأعمال	الشحن □ الشحن والتجميع □ التجميع / الإصلاح □
٨	**الأحوال الجوية**	□ جافة، □ ممطرة، درجة الحرارة ____ درجة مئوية

٩	**ملاءمة حواجز السلامة واختيارها وتركيبها**	نعم/ لا
أ	شهادة سارية لحاجز السلامة والأداء	
ب	دليل التركيب	
ج	التركيب وفقا للدليل	
د	وجود شهادة المطابقة الأوروبية	
١٠	**تركيب حاجز السلامة**	نعم/ لا
أ	تداخل الفواصل باتجاه حركة المرور	
ب	أعمدة دعم مغلقة باتجاه حركة المرور	

ج	المسافة المناسبة بين أعمدة الدعم	
د	ارتفاع التركيب المناسب	
١١	**البراغي**	نعم/ لا
أ	قاعدة قائمة ومسامير مثبتة	
ب	براغي وفقا لدليل التعليمات	
ج	عزم الربط المناسب	
١٢	**أعمدة الدعم / التركيب على المنشآت**	نعم/ لا
أ	أعمدة الدعم المتجزأة (إذا كانت الإجابة بنعم، يلزم الحصول على موافقة من السلطة المختصة)	
ب	فتحات قديمة لدعم الأعمدة المضغوطة	
ج	تحول أداة التثبيت بشكل صحيح وأُجري اختبار الشد	
د	فواصل التمدد والانكماش وفقا لدليل التركيب	
١٣	**المعالجة اللاحقة في الموقع (مثل قطع التعديل)**	نعم/ لا
	احترام الحد الأدنى للطول بواقع ٧٥٠ مم لقطع التعديل	
	طلاء الفواصل بارتفاع لا يقل عن ٣٠٠ مم	
	مسافة الفتحات الخارجية ٤٠ مم من نهاية مستوى السلامة	
	احترام قطر الفتحات	
١٤	**المحاذاة (جوانب مختلفة)**	نعم/ لا
أ	حاجز سلامة محاذي من حيث الارتفاع	
ب	محاذاة حاجز السلامة في المسقط الأفقي	
ج	احترام المسافة من خط حافة الطريق	
د	العرض العامل، واختراق المركبة خالٍ من العوائق	
ملاحظات		
١٥	**اسم المقاول وتوقيعه:** **اسم فني التجميع المسؤول وتوقيعه:** **اسم المُصنِع أو الممثل القانوني وتوقيعه**	
المكان/التاريخ:		

أ-٢ حواجز سلامة خرسانية مسبقة الصب:

الجدول (أ–٢) نموذج التركيب والتجميع والتحكم الداخلي لحواجز السلامة الخرسانية مسبقة الصب (BASt, 2019; BASt, 2020a; FGSV, 2017، تُبنيت جميعًا).

١	**الجهة المانحة**	
٢	**المقاول**	
٣	**العقد /عقد الإصلاح/ التاريخ**	
٤	**الموقع (سلسلة منطقة التحكم)**	
٥	**فني التجميع**	
٦	**الأعضاء / الشركاء**	
٧	**نوع حاجز السلامة المُركب**	
	نوع الأعمال	الشحن □ الشحن والتجميع □ التجميع / الإصلاح □
٨	**الأحوال الجوية**	□ جافة، □ ممطرة، درجة الحرارة ____ درجة مئوية

٩	**ملاءمة حواجز السلامة واختيارها وتركيبها**	نعم/ لا
أ	شهادة سارية لحاجز السلامة والأداء	
ب	دليل التركيب	
ج	التركيب وفقا للدليل	
د	وجود شهادة المطابقة الأوروبية	
هـ	العرض العامل، واختراق المركبة خالٍ من العوائق	
١٠	**تجميع حاجز السلامة**	نعم/ لا
أ	قاعدة قائمة وفقا لدليل التركيب	
ب	معدل التعلية الجانبية ≤ ٦٪	
ج	إمكانية الوصول إلى عناصر الاتصال	

د	حاجز سلامة محاذى من حيث الارتفاع	
هـ	محاذاة حاجز السلامة في المسقط الأفقي	
١١	**تجميع حاجز السلامة (متطلبات الهيكل الإنشائي الإضافية)**	نعم/ لا
أ	تعديل حاجز السلامة حسب ميل البردورات / الكتف غير المعبد	
ب	أدوات تثبيت وفقا لدليل التعليمات	
ج	فواصل التمدد والانكماش وفقا لدليل التركيب	
ملاحظات		
١٢	**اسم المقاول وتوقيعه:** **اسم فني التجميع المسؤول وتوقيعه:** **اسم المُصنِع أو الممثل القانوني وتوقيعه**	
المكان/التاريخ:		

أ-٣ حواجز السلامة الخرسانية في الموقع:

الجدول (أ–٣) نموذج التركيب والتجميع والتحكم الداخلي لحواجز السلامة الخرسانية المُصنّعة في الموقع (BASt, 2019; BASt, 2020a; FGSV, 2017، تُبنيت جميعًا).

١	**الجهة المانحة**	
٢	**المقاول**	
٣	**العقد /عقد الإصلاح/ التاريخ**	
٤	**الموقع (سلسلة منطقة التحكم)**	
٥	**فني التجميع**	
٦	**الأعضاء / الشركاء**	
٧	**نوع حاجز السلامة المُركب**	
	نوع الأعمال	الشحن □ الشحن والتجميع □ التجميع / الإصلاح □
٨	**الأحوال الجوية**	□ جافة، □ ممطرة، درجة الحرارة ____ درجة مئوية
٩	**ملاءمة حواجز السلامة واختيارها وتركيبها**	نعم/ لا
أ	شهادة سارية لحاجز السلامة والأداء	
ب	تعليمات التركيب	
ج	التركيب وفقا للدليل	
د	وجود شهادة مطابقة أوروبية وشهادة المتانة (العمر الافتراضي)	
هـ	العرض العامل واختراق المركبة خالٍ من العوائق	
١٠	**مراقبة الخرسانة**	نعم/ لا
أ	نوع الخرسانة حسب مواصفات الملاءمة للسلطة المختصة	
ب	تنفيذ أعمال المراجعة الداخلية والبروتوكول ذي الصلة	
ج	اختبار المكعبات الخرسانية	

د	المراجعة التي يجريها الغير	
١١	**مؤهلات العاملين**	نعم/ لا
أ	اسم اللّحام المعتمد	
ب	اسم مشغل الماكينة	
١٢	**مراقبة عملية التركيب**	نعم/ لا
أ	مساحة السطح مطابقة لدليل التركيب	
ب	التشغيل الصحيح لطبقة التقوية بما في ذلك اللحامات	
ج	التشغيل الصحيح لماكينة تشكيل المعادن (العزل المائي / الأتمتة)	
د	التوثيق الفوتوغرافي لترتيب أعمال التسليح	
هـ	التحكم المستمر في درجات السماحية/ موضع أعمال التسليح، وملء نموذج "تخطيط درجات السماحية"	
و	تعبئة المذكرات المتعلقة بأعمال الخرسانة	
١٣	**المعالجة والتدابير الخاصة**	نعم/ لا
	نعومة السطح	
	هل المواد المطلوبة مستخدمة؟	
	هل أُتخذت تدابير محددة نتيجة لارتفاع/انخفاض درجات الحرارة؟	
١٤	**الفواصل**	نعم/ لا
أ	قطع الفواصل في الوقت المناسب	
ب	الفواصل تتزامن مع الشقوق الموجودة على الأساس	
ج	الفواصل في نهاية يوم العمل عمودية وذات سطح خشن	
ملاحظات		
١٥	**اسم المقاول وتوقيعه:** **اسم فني التجميع المسؤول وتوقيعه:** **اسم المُصنِع أو الممثل القانوني وتوقيعه**	
المكان/التاريخ:		

أ-٤ وسائد تخفيف الصدمات:

الجدول (أ–٤) نموذج التركيب والتجميع والتحكم الداخلي لوسائد تخفيف الصدمات (BASt, 2019; BASt, 2020a; FGSV, 2017، تُبنيت جميعًا).

١	**الجهة المانحة**	
٢	**المقاول**	
٣	**العقد /عقد الإصلاح/ التاريخ**	
٤	**الموقع (سلسلة منطقة التحكم)**	
٥	**فني التجميع**	
٦	**الأعضاء / الشركاء**	
٧	**نوع النظام المركب**	
	نوع الأعمال	الشحن □ الشحن والتجميع □ التجميع / الإصلاح □
٨	**الأحوال الجوية**	□ جافة، □ ممطرة، درجة الحرارة ____ درجة مئوية

٩	**شراء / اختبار الأجهزة**	نعم/ لا
أ	الاكتمال	
ب	أضرار خلال النقل	
ج	الامتثال للتصميم والرسومات	
د	مساحة السطح مطابقة لدليل التركيب	
١٠	**ملائمة النظام واختياره ومراقبة موضعه**	نعم/ لا
أ	شهادة سارية للنظام والأداء	
ب	تعليمات التركيب	
ج	التركيب وفقا للدليل	
د	رسومات التركيب	

هـ	اتباع تعليمات التجميع	
و	وجود شهادة المطابقة الأوروبية	
١١	**تجميع/التحكم في النظام**	نعم/ لا
أ	اكتمال القطع والملحقات	
ب	موضع الأساس	
ج	تجميع أداة التثبيت بشكل صحيح، وإجراء اختبار الشد	
د	وضع النظام، وتجميعه بشكل صحيح	
هـ	فُحص موضع الحبل السلكي	
و	النظام محاذى من حيث الارتفاع	
ز	احترام المسافة من خط حافة الطريق	
١٢	**الروابط**	نعم/ لا
أ	حواجز سلامة خرسانية	
ب	حاجز سلامة (من الحديد)	
١٣	**عناصر متنوعة**	نعم/ لا
أ	احترام الحد الأدنى للطول بواقع ٧٥٠ مم لقطع التعديل	
ب	الامتثال لتدابير السلامة المرورية	
ج	إزالة الأجزاء المتبقية على الأساس وحول النظام	
ملاحظات		
١٤	**اسم المقاول وتوقيعه:** **اسم فني التجميع المسؤول وتوقيعه:** **اسم المُصنع أو الممثل القانوني وتوقيعه**	
المكان/التاريخ:		

أ-٥ الوصلات الانتقالية:

الجدول (أ–٥) نموذج التركيب والتجميع والتحكم الداخلي لمناطق الانتقال (BASt, 2019; BASt, 2020a; FGSV, 2017، تُبنيت جميعًا).

١	**الجهة المانحة**	
٢	**المقاول**	
٣	**العقد /عقد الإصلاح/ التاريخ**	
٤	**الموقع (سلسلة منطقة التحكم)**	
٥	**فني التجميع**	
٦	**الأعضاء / الشركاء**	
٧	**نوع النظام المركب**	
	حاجز السلامة المتصل ١	
	حاجز السلامة المتصل ٢	
	نوع الأعمال	الشحن □ الشحن والتجميع □ التجميع / الإصلاح □
٨	**الأحوال الجوية**	□ جافة، □ ممطرة، درجة الحرارة ____ درجة مئوية
٩	**ملاءمة حواجز السلامة واختيارها وتركيبها**	نعم/ لا
أ	دليل التركيب	
ب	التركيب وفقا للدليل	
ج	وجود شهادة المطابقة الأوروبية	
د	العرض العامل، واختراق المركبة خالٍ من العوائق	
١٠	**تركيب النظام**	نعم/ لا
أ	قاعدة قائمة وفقا لدليل التركيب	
ب	التركيب الصحيح للتسليح بما في ذلك اللحامات	

ج	براغي وفقا لدليل التعليمات	
د	حاجز سلامة محاذى من حيث الارتفاع	
هـ	محاذاة النظام في المسقط الأفقي	
و	احترام المسافة من خط حافة الطريق	
١١	**الروابط**	نعم/ لا
أ	الاتصال بحاجز إلى السلامة ١	
ب	الاتصال بحاجز إلى السلامة ٢	
ملاحظات		
١٢	**اسم المقاول وتوقيعه:** **اسم فني التجميع المسؤول وتوقيعه:** **اسم المُصنِع أو الممثل القانوني وتوقيعه**	
المكان/التاريخ:		

أ-٦ النهايات الطرفية:

الجدول (أ–٦) نموذج التركيب والتجميع والتحكم الداخلي للنهايات الطرفية (BASt, 2019; BASt, 2020a; FGSV, 2017، تُبنيت جميعًا).

١	**الجهة المانحة**	
٢	**المقاول**	
٣	**العقد /عقد الإصلاح/ التاريخ**	
٤	**الموقع (سلسلة منطقة التحكم)**	
٥	**فني التجميع**	
٦	**الأعضاء / الشركاء**	
٧	**نوع النظام المركب**	
	نوع الأعمال	الشحن □ الشحن والتجميع □ التجميع / الإصلاح □
٨	**الأحوال الجوية**	□ جافة، □ ممطرة، درجة الحرارة ____ درجة مئوية
٩	**ملاءمة حواجز السلامة واختيارها وتركيبها**	نعم/ لا
أ	دليل التركيب	
ب	التركيب وفقا للدليل	
ج	وجود شهادة المطابقة الأوروبية	
د	العرض العامل واختراق المركبة خالٍ من العوائق	
١٠	**تركيب النظام**	نعم/ لا
أ	قاعدة قائمة وفقا لدليل التركيب	
ب	براغي وفقا لدليل التعليمات	
ج	حاجز سلامة محاذى من حيث الارتفاع	
د	محاذاة النظام في المسقط الأفقي	

هـ	احترام المسافة من خط حافة الطريق	
١١	**الروابط**	نعم/ لا
أ	الاتصال بحاجز السلامة	
ب	عملية التثبيت	
ملاحظات		
١٢	**اسم المقاول وتوقيعه:** **اسم فني التجميع المسؤول وتوقيعه:** **اسم المُصنِع أو الممثل القانوني وتوقيعه**	
المكان/التاريخ:		

أ-٧ التحكم في خطافات التوصيل:

الجدول (أ–٧) نموذج التركيب والتجميع والتحكم الداخلي لمراقبة خطافات التوصيل (BASt, 2019; BASt, 2020a; FGSV, 2017، تُبنيت جميعًا).

١	**الجهة المانحة**	
٢	**المقاول**	
٣	**العقد /عقد الإصلاح/ التاريخ**	
٤	**الموقع (سلسلة منطقة التحكم)**	
٥	**فني التجميع**	
٦	**الأعضاء / الشركاء**	
٧	**نوع النظام المركب**	
	نوع الأعمال	الشحن □ الشحن والتجميع □ التجميع / الإصلاح □
٨	**الأحوال الجوية**	□ جافة، □ ممطرة، درجة الحرارة ____ درجة مئوية

٩	**مكونات شبك الخطاف ومجموعة الأدوات**	نعم/ لا
أ	النوع والأبعاد	
ب	مواصفات أداة/ جهاز الشبك	
ج	عدد الخطافات/ أدوات الشبك المركبة	
د	الحد الأقصى لعزم التجميع	
هـ	عدد الخطافات التي يُتحكم فيها	

١٠	**مراقبة عزم الربط وتسجيل الخطافات المعيبة**		
الرقم	**وصف موقع التركيب**	**العزم المقاس**	**الملاحظات/التدابير**

تعليمات التنفيذ

يطبق عزم التجميع المختار والخاضع للمراقبة وفقًا للشهادة ذات الصلة من خلال أداة/جهاز شبك منظم، وفي حال عدم تحقق عزم التجميع فيلزم عندئذٍ اتخاذ تدابير تصحيحية، ثم بعد ذلك يُفحص العزم المحقق من خلال ما لا يقل عن ٣ ٪ من الخطافات عن طريق أداة شبك ثابتة (dynamometer). إذا تبين أن أكثر من ٥٠ ٪ من الخطافات التي اختُبرت لا تفي بالمتطلبات، فيلزم فحص جميع أدوات تثبيت الهيكل الإنشائي في هذه الحالة، وإذا كانت نسبة الخطافات المعيبة تقل عن ٥٠ ٪، فيجب عندئذٍ فحص خطافين إضافيين على الأقل في العمود الداعم المعيب ذي الصلة (حواجز السلامة الحديدية)، أو نقطة التثبيت (حواجز السلامة الخرسانية) وكذلك العمود الداعم المجاور الأيسر والأيمن (حواجز السلامة الحديدية) أو نقاط التثبيت المقابلة (حواجز السلامة الخرسانية). وفي حال عدم استيفاء الخطاف لشروط التثبيت المناسب في هذه الحال أيضًا، فيجب فحص جميع خطافات الأعمدة الداعمة، أو نقاط التثبيت الإشكالية، وجميع خطافات الأعمدة الداعمة المجاورة، أو نقاط التثبيت، واستبدال الخطافات المعيبة.

ملاحظات

١١	**اسم المقاول وتوقيعه:** **اسم فني التجميع المسؤول وتوقيعه:** **اسم المُصنِع أو الممثل القانوني وتوقيعه**

المكان/التاريخ:

أ-٨ نموذج درجات السماحية في تركيب الحاجز الخرساني المُصنع في الموقع:

الجدول (أ–٨) نموذج التركيب والتجميع والمراقبة الداخلية لخلوص الحواجز الخرسانية المُصنّعة في الموقع (BASt, 2019; BASt, 2020a; FGSV, 2017، تُبنيت جميعًا).

موقع المشروع:										
التاريخ:										
المعيار		**الارتفاع فوق السطح المرصوف**	**انحراف التسطيح في الجانب العلوي**	**موقع المسقط الأفقي**	**انحراف التسطيح بطول المسقط الأفقي**	**موقع التسليح**			**ملاحظات**
القيمة النظرية		± ٣ سم	± ٢ سم/ ٤ م	± ٥ سم	± ٢ سم/ ٤ م	± ٦ سم طوليًا	± ٤ سم عرضيًا	± ٤ سم من الموقع النظري	
التسلسل	الوقت	التحكم على الأقل لكل ١٠٠ م / ٦٠ دقيقة				التحكم على الأقل لكل ٢٠٠ م / ١٨٠ دقيقة			
									البداية
									النهاية
إجمالي استهلاك الخرسانة (متر مكعب)									
ملاحظات									
اسم المقاول وتوقيعه: اسم فني التجميع المسؤول وتوقيعه: اسم المُصنِع أو الممثل القانوني وتوقيعه									
المكان/التاريخ:									

الملحق ب- مسرد المصطلحات:

اختراق المركبة - أقصى استناد عرضي (اختراق) للمركبة المعنية من الواجهة الأمامية لنظام تقييد المركبات، ويقاس على ارتفاع يصل إلى ٤ أمتار من السطح المُعبّد في أثناء اختبارات التصادم.

إزاحة جانبية دائمة – التشوه الجانبي المتبقي للنهايتين الأمامية والخلفية للحاجز، بالإضافة إلى وسائد الاصطدام في أثناء اختبارات التصادم.

إعادة توجيه - قدرة نظام تقييد على إعادة مركبة إلى الطريق بطريقة خاضعة للتحكم بعد الاصطدام بنظام التقييد هذا.

الانتقال (Transition) - التوصيل بين أنظمة تقييد المركبات من مختلف الأنواع والتصاميم أو العروض أو بين أنظمة تقييد المركبة والهياكل الإنشائية الراسخة

الانحراف الديناميكي – أقصى إزاحة جانبية للوجه الأمامي لنظام تقييد حركة المركبات من حالته الأولية.

التعلية الجانبية - ميل في الاتجاه العرضي لرصف الطريق.

جانب الطريق - منطقة خارج طريق السير (على سبيل المثال: المسارات التي تسير عليها المركبات) والأكتاف المُعبّدة (إن وُجد) للطريق نفسه.

الجزيرة الوسطية - حاجز أو جزيرة تتمركز عادةً في خط الوسط، وتهدف للفصل بين اتجاهات الطريق المتعاكسة.

جزيرة فاصلة جانبية – جزيرة تقع عند خط حافة الطريق، وتهدف إلى فصل نفس الاتجاهات أو الاتجاهات المعاكسة لحركة المرور.

جهاز حماية - نوع نظام من أنظمة تقييد المركبات. قد يكون هذا النوع واحدًا مما يلي: حاجز سلامة، أو مركز مراقبة، أو منطقة انتقال، أو حاجز سلامة قابل للإزالة، أو وسادة اصطدام.

حاجز سلامة - نظام تقييد مركبات مستمر مركب على طول أو بجانب منطقة الجزيرة الوسطية لطريق.

حاجز مركبات - حواجز سلامة عند الجسر و/أو مناطق الجدران الاستنادية؛ حيث يوجد خطر حدوث هبوط رأسي والتي يمكن أن تشمل حماية وتقييد إضافيين للمشاة ومستخدمي الطريق الآخرين (حاجز المركبات/المشاة المشترك).

حد السرعة المُعلن - حد للسرعة يحدده القانون أو اللوائح، ويُعرض على لافتات حدود السرعة.

حواجز الحماية (الدرابزين) - نظام عدم تقييد المركبات، يمكن تركيبه بمفرده أو مع أنظمة تقييد المركبات في الجسور أو الجدران الاستنادية أو المنشآت المشابهة؛ لسلامة المشاة أو المستخدمين الآخرين.

حواجز سلامة متنقلة - حواجز سلامة مؤقتة.

الحيز المكاني المروري - منطقة مرصوفة في الطريق تشمل مسارات المرور، والأكتاف الداخلية والخارجية المُعبّدة، ومسار الطوارئ.

سرعة الخروج - سرعة مركبة الاختبار بعد الاصطدام بعنصر الاختبار، وتُقاس بشكل عمودي على مسار الاقتراب الممتد عند نقطة ١٢ م بعد نقطة التأثير.

السرعة النظرية للرأس عند الاصطدام - المعلمات التي تقيم شدة تأثر الراكب في أثناء اصطدام المركبات بأنظمة تقييد المركبات.

شدة التصادم - معلمة نظرية تحدد الإجهاد البدني أو مدى خطورة الإصابات، أو خطر الوفاة الذي يتعرض له شاغلو مركبة.

شركة مُصنعة (مرادف لكلمة المُنتج) - منظمة ذات مسؤولية قانونية لوضع شهادة على منتج مستشعر التردد المُتغير VRS.

طريق ريفي - نوع من الطرق يتميز -عادةً- بأحجام أقل، وسرعات أعلى، وعدد أقل من تعارضات الانعطافات، وتعارضات أقل مع المشاة.

طريق مقسم - طريق به جزيرة وسطية يفصل بين المرور في اتجاهين معاكسين.

عائق - عنصر أو خطر يُحمى من اصطدام المركبات.

العرض العامل - مجموع الانحراف الديناميكي والعرض الإنشائي لنظام تقييد المركبات.

فئة الأداء - خصائص تشغيل أنظمة تقييد المركبات وسلوكها عند التصادم.

فئة الخطر - تصنيف المخاطر في المواقع الخطرة.

مادة خطرة - أي مادة أو مكون يمكن أن يؤثر سلبًا -عند إطلاقه بكميات كافية- على سلامة الناس أو المسؤولين أو الناقلين في عملية أثناء النقل و/أو الحيازة.

متانة – قدرة المنتج على الحفاظ على أدائه المطلوب بمرور الوقت، تحت تأثير الإجراءات المتوقعة.

محطة - ١. محطة النهاية أو محطة التوقف على مسار أو خط نقل عام، بغض النظر عما إذا كانت هناك مرافق خاصة لعكس اتجاه المركبة أو التعامل مع الركاب أم لا. تُعرف أيضًا باسم محطة نهاية الخط. ٢. مجموعة من المرافق التي توفرها خدمة السكك الحديدية أو خدمات ما بين المدن في محطة نهاية الخط، أو في موقع وسيط للتعامل مع الركاب واستقبال وتصنيف وتجميع وإرسال القطارات أو إرسال الحافلات. تُعرف أيضًا باسم المستودع. ٣. المعالجة الأولية أو اللاحقة لحاجز السلامة.

مربع الخروج - منطقة حركة المركبة بعد الاصطدام عند النهاية الأمامية أو الخلفية لحاجز، وتحدَّد في أثناء اختبار التصادم وفقًا لمواصفة الهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس والجودة EN 1317.

المسافة الحاسمة - المسافة بين خط حافة الطريق والحد الداخلي للموقع الخطر.

المسافة الحرجة - المسافة من خط حافة الطريق؛ حيث قد تكون هناك حاجة إلى حماية أنظمة تقييد المركبات، بشرط أن توجد ضمن هذه المسافة مناطق تتطلب الحماية أو عوائق جانبية.

مستوى الاحتواء - أكثر حالات التأثير النموذجية غير المواتية التي يمكن لأنظمة تقييد المركبات التعامل معها بنجاح.

المنطقة الخالية - المنطقة الحدودية الإجمالية على جانب الطريق، بدءًا من حافة طريق السير، والمتاحة للسائق الشارد لإيقاف مركبته أو استعادة السيطرة عليها. قد تتكون هذه المنطقة من كتف وميل قابل لإعادة السيطرة على المركبة عبره، و/أو ميل غير قابل لإعادة السيطرة على المركبة عبره ولكن يمكن اجتيازه مع وجود منطقة هروب خالية عند أسفله.

المواقع الخطِرة - أقسام الطريق ذات العوائق الجانبية (على جانب الطريق) المدمجة في منطقة خطوط حافة الطريق، أو تحمل مخاطر انزلاق المركبة بعيدًا عن الطريق.

مؤشر شدة التسارع - مقياس عديم الأبعاد يقيّم الاصطدام مقارنة بأنظمة تقييد المركبات.

نظام تقييد المركبات (بعد الحادث) - أنظمة السلامة الخاملة الموضوعة على مناطق الطرق؛ بهدف احتواء المركبات المتورطة في في حوادث مغادرة الطريق و/أو إعادة توجيهها بسلاسة إلى الطريق.

نظام تقييد المشاة - نظام مُركب؛ لتقديم تقييد للمشاة.

هيكل إنشائي داعم - نظام مستخدم لدعم عناصر معدات الطريق.

وسادة اصطدام – جهاز لامتصاص طاقة المركبات على الطرق مثبت أمام واحد أو أكثر من المواقع الخطرة؛ لتقليل شدة الاصطدام.

الملحق ج- الاختصارات والرموز:

ASI	مؤشر شدة التسارع
BD	ثنائية الاتجاه
CC	وسائد تخفيف الصدمات
CEN	اللجنة الأوروبية لتوحيد المواصفات (انظر EN)
D	الانحراف الديناميكي
EN	المواصفة الأوروبية (انظر CEN)
HE	هياكل الدعم عالية الامتصاص للطاقة
LE	هياكل الدعم منخفضة الامتصاص للطاقة
MASH	دليل تقييم معدات السلامة الأمريكي
MD	متعددة الاتجاهات
NE	هياكل الدعم بدون امتصاص للطاقة
NS	وضع الانهيار(عدم انفصال هياكل الدعم)
R	نوع الردم (R) لهيكل الدعم، صلب
S	نوع الردم (S) لهيكل الدعم، الركام القياسي
SASO	الهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس والجودة
SB	حاجز سلامة
SBStr	حواجز السلامة المركبة على هياكل إنشائية
SD	أحادية الاتجاه
SE	وضع الانهيار(الانفصال)
TER	النهايات الطرفية
THIV	السرعة النظرية لاصطدام الرأس
TL	مستوى الاختبار
TR	الوصلات الانتقالية
TS	المواصفات الفنية
VI	اختراق المركبة
W	العرض العامل
X	نوع الردم (X) لهيكل الدعم، الركام الخاص

الملحق د – الوحدات:

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)	in2in^2	بوصة مربعة
cm^2	سنتيمتر مربع	ft2ft^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		
$kN\text{-}m/m^3$	كيلو نيوتن متر لكل متر مكعب	$ft\text{-}lbf/ft^3$	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		
		$in/in/^0F$	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 السعـودي

SAUDI HIGHWAY CODE

كـــود الطـرق السعودي

تصميم الطرق والجسور والأنفاق
كود الطرق السعودي ٣٠٤ - تصميم مرافق الطرق ومنافعها
تصميم أنظمة السلامة الخاملة

٢٠٢٤
الإصدار الأول