

دولة فلسطين
وزارة النقل والمواصلات



دليل السلامة المرورية على الطرق في فلسطين

وزارة النقل والمواصلات
دولة فلسطين

شباط، 2013

دليل السلامة المرورية على الطرق في فلسطين

إعداد النسخة النهائية: د.م. فيصل عوض الله

إعداد المسودة الأولية:

أ.د. سمير أبوعيشة، أستاذ الطرق والمواصلات ورئيس فريق العمل

د. خالد الساحلي، أستاذ الطرق والمواصلات المشارك

رسم وجرافيك:

م. يوسف الشايب

م. الآء مصطفى

ترجمة:

أ. سمير محمود

تدقيق لغوي:

د. حسن أبو الرب

لجنة الإشراف والمتابعة:

وزارة النقل والمواصلات

وزارة الأشغال العامة والإسكان

وزارة الحكم المحلي

المجلس الأعلى للمرور

تمويل:

الوكالة الألمانية للتعاون الفني (GTZ)

المقدمة:

أدركت فلسطين أهمية السلامة المرورية كغيرها من دول العالم فأنشأت المجلس الأعلى للمرور كجهة مسؤولة عن السلامة المرورية بموجب النظام 16/2009 وتوصيات تقرير منظمة الصحة العالمية عن حالة السلامة على الطرق على المستوى العالمي والتي جاء فيها ضرورة أن تؤسس الدول هيئات تُعنى بالسلامة المرورية.

ويأتي هذا الدليل المتخصص في السلامة المرورية والذي ستستفيد منه كافة المؤسسات التي تُشكل في مُجملها المجلس الأعلى للمرور (وزارة النقل والمواصلات - وزارة الأشغال العامة والإسكان - وزارة الحكم المحلي - وزارة الداخلية - وزارة التربية والتعليم - وزارة الصحة - وزارة المالية - وزارة الإعلام - وزارة جودة البيئة - والقطاع الأهلي والخاص ولا سيما جمعية الهلال الأحمر الفلسطيني (ضمن الرؤيا الفلسطينية لتعزيز السلامة المرورية في مجالات التخطيط والتصميم والتنفيذ والمتابعة والتقييم للحد من الحوادث المرورية والتقليل من الخسائر الناتجة عنها.

حيث يأتي الدليل في سبعة فصول، الفصل الأول سوف يشمل على عناصر نظام المرور / السلامة المرورية والفصل الثاني مسار الطريق والفصل الثالث التقاطعات والفصل الرابع مواقف المركبات والفصل الخامس المشاة والمدارس والفصل السادس التوعية والمراقبة والمحاسبة والفصل السابع دراسة حوادث الطرق ومقترحات محددة للحد منها.

يتوفر الدليل بنسخة ورقية (hardcopy) وأخرى إلكترونية (electronic copy) ، وتستخدم النسخة الورقية للدليل كمرجع مكتبي وحقلي. أما النسخة الإلكترونية فتحتوي على روابط (hyperlinks) للبحث والتنقل في الدليل من خلال كلمات رئيسية (key words) وكذلك تحتوي النسخة الإلكترونية على مصطلحات معرفة وظاهرة على شكل روابط (hyperlinks) وعند تفعيل الرابط يتم معرفة معنى المصطلح.

الفهرس		
ت	مقدمة	
1	الفصل الأول: عناصر نظام المرور / السلامة المرورية	
1	عوامل الإنسان	1-1
1	السائق	1-1-1
5	المشاة	2-1-1
6	الراكب	3-1-1
6	عوامل المركبة	2-1
6	الخصائص الثابتة	1-2-1
7	خصائص التشغيل	2-2-1
14	عوامل الطريق	3-1
15	عناصر التحكم المروري	4-1
15	عوامل البيئة المحيطة	5-1
17	الفصل الثاني: مسار الطريق	
17	التخطيط	1-2
17	تصنيف الطريق	1-1-2
20	حرم الطريق	2-1-2
20	تحليل التأثير المروري	3-1-2
21	التصميم	2-2
22	تصميم المقاطع العرضية للطريق	1-2-2
30	تصميم الطريق في المستوى الأفقي	2-2-2
31	تصميم الطريق في المستوى العمودي	3-2-2

31	مسارب الأغراض الخاصة	4-2-2
33	تنفيذ الطريق	3-2
34	تشغيل الطريق	4-2
35	أجهزة التحكم المروري	1-4-2
38	تهدئة السير	2-4-2
43	أمر تشغيلية متفرقة	3-4-2
45	صيانة الطريق	5-2
45	أهمية الصيانة للسلامة المرورية	1-5-2
46	التحكم المروري المؤقت في مناطق العمل	2-5-2
67	الفصل الثالث: التقاطعات	
67	التخطيط	1-3
68	التصميم	2-3
68	أساسيات تصميم التقاطعات	1-2-3
68	أنواع التقاطعات السطحية	2-2-3
70	مبادئ تصميم التقاطعات السطحية	3-2-3
70	تصميم المسارات في المستوى الرأسي للتقاطعات السطحية	4-2-3
72	الدوارات	5-2-3
81	توجيه الحركة على التقاطعات السطحية	6-2-3
89	مسارب الانعطاف عند التقاطعات	7-2-3
90	التنفيذ	3-3
90	التشغيل	4-3
93	التحكم المروري على التقاطعات	1-4-3
94	تقاطعات الإشارات الضوئية المرورية	2-4-3

96	مجال الرؤية عند التقاطعات	3-4-3
100	الصيانة	5-3
104	الفصل الرابع: مواقف المركبات	
104	التخطيط لمواقف السيارات، الشاحنات، والنقل العام	1-4
104	تخطيط مواقف السيارات	1-1-4
104	تخطيط مواقف الشاحنات	2-1-4
104	تخطيط مواقف النقل العام	3-1-4
105	تصميم مواقف السيارات، الشاحنات، والنقل العام	2-4
105	تصميم مواقف السيارات	1-2-4
116	تصميم مواقف الشاحنات	2-2-4
117	تصميم مواقف النقل العام	3-2-4
117	تنفيذ المواقف	3-4
117	تشغيل المواقف	4-4
118	صيانة المواقف	5-4
119	الفصل الخامس: المشاة والمدارس	
119	مرافق المشاة	1-5
119	أرصفة المشاة	1-1-5
122	معابر المشاة	2-1-5
131	أدوات إضافية لحماية المشاة	2-5
131	جزر الملاذ الآمن	1-2-5
132	سياج حماية المشاة	2-2-5
133	متطلبات ذوي الاحتياجات الخاصة	3-5
133	الإعاقة الحركية - منحدرات الأرصفة	1-3-5

135	الإعاقة البصرية	2-3-5
137	السلامة المرورية عند المدارس	4-5
137	أسس السلامة المرورية عند المدارس	1-4-5
139	تحديد أساليب المعالجة المرورية	2-4-5
139	متطلبات السلامة المرورية الأساسية	3-4-5
140	مسرب التحميل والتنزيل	4-4-5
143	مجال الرؤية	5-4-5
143	ارتداد البوابة الرئيسية للمدرسة	6-4-5
145	مرشد العبور والضبط الشرطي	7-4-5
148	الفصل السادس: التوعية والمراقبة والمحاسبة	
148	التوعية وثقافة السلامة المرورية	1-6
149	قوانين السير	2-6
149	مراقبة قوانين السير (دور شرطة المرور)	3-6
150	المحاسبة والمساءلة	4-6
152	الفصل السابع: دراسة حوادث الطرق ومقترحات محددة للحد منها	
152	تحديد مواقع وتكرار وخطورة حوادث الطرق	1-7
153	أنواع الحوادث	2-7
153	مقترحات هندسية لمعالجة أنواع شائعة لحوادث الطرق	3-7
163	المراجع	
166	الملاحق	
166	ملحق "أ": نماذج لبعض الإشارات المرورية المستخدمة	
171	ملحق "ب": نماذج لبعض وسائل تهدئة السير	

الفصل الأول

عناصر نظام المرور/ السلامة المرورية

إن عناصر نظام المرور هي نفسها عناصر السلامة المرورية على الطرق وتتكون من خمسة مكونات تؤثر على بعضها البعض وتؤثر مباشرة على السلامة المرورية وهي: الإنسان، المركبة، الطريق، عناصر التحكم المروري والبيئة المحيطة. وفي هذا الفصل سيتم التعرف على أهم المواصفات المطلوبة من العناصر الخمسة أعلاه لضمان مستوى جيد من السلامة المرورية.

1-1 عوامل الإنسان (Human Factors)

الإنسان هو أهم عنصر من عناصر السلامة المرورية فهو من يستطيع أن يحدد إن كانت المركبة صالحة للاستخدام أم لا وبأي ظروف، وهو من يستطيع أن يحدد السرعة الممكنة حسب نوعية الطريق وصلاحياتها، وهو من يستطيع أن يدرك بأن شارع فرعي يلتقي بشارع رئيسي يحتم على السائق التوقف لعبور الشارع الرئيسي حتى لو كانت إشارة (قف) غير موجودة، والسائق كذلك باستطاعته تحديد الظروف المحيطة، وتأثيرها على السرعة الممكنة للمركبة (مثلاً تساقط الثلوج)، وأخيراً، الإنسان نفسه هو من يُقدر أن باستطاعته السياقة بسبب مرضه أو نعاسه، لذا هو العنصر الأساسي في السلامة المرورية. وليس غريباً بأن حوالي 90% من أسباب حوادث الطرق تسجل على أنها خطأ السائق وفيما يلي إيجاز لأهم عناصر السلامة المرورية المطلوبة من كل من السائق والمشاة والراكب (خاصة ركاب المركبات العامة).

1-1-1 السائق (Driver)

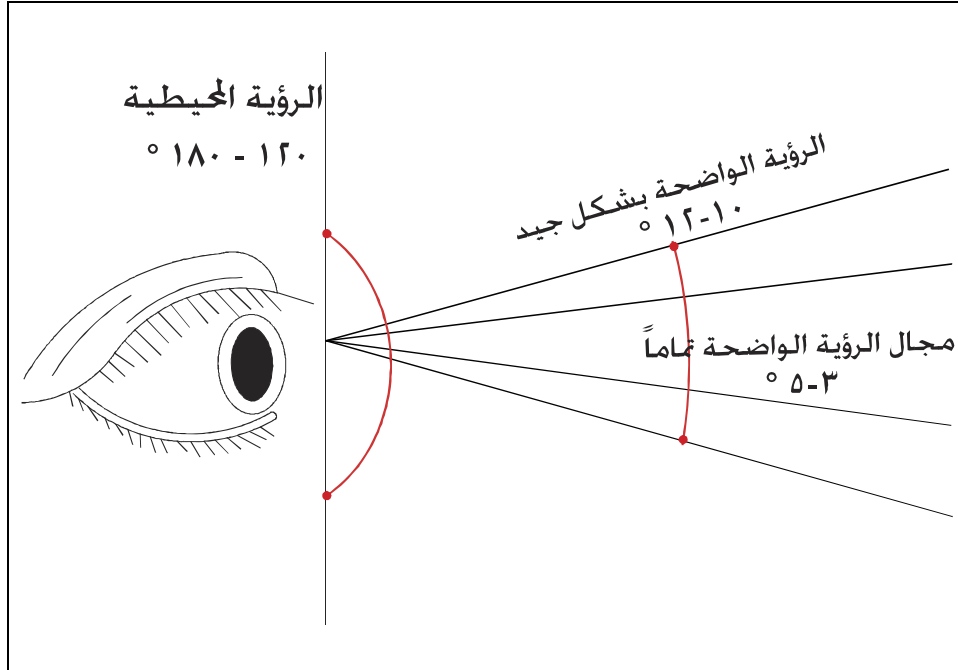
تعد القدرات البشرية العنصر الأساس في تصميم مرافق الطرق وأنظمة المرور، وهناك عوامل بشرية ذات صلة تؤثر في الأمان على الطرق والسلامة المرورية، منها الجوانب الحسية البشرية وبخاصة مجال حاسة البصر، ومن المعروف أنه من الصعب نسبياً التعامل مع هذه القدرات نظراً للمستويات المتباينة للنظر لدى السائقين، وكذلك لزمن الإدراك - ردة فعل السائقين. علاوة على ذلك، تتباين هذه المستويات ليس فقط من سائق إلى آخر، ولكن أيضاً تتباين عند السائق الواحد اعتماداً على عوامل مختلفة، منها الوقت في اليوم، والحالة النفسية، والإعياء، وتأثير المخدرات والكحول.

أ. الرؤية (vision)

تعد الرؤية الجزء الرئيس في العملية الحسية البشرية لغايات السياقة. ومن أجل النقل الفعال للمعلومات، فإنه ينبغي فهم عدد من صفات العين البشرية التي تشمل الحدة البصرية، الرؤية المحيطية، ورؤية الألوان، والرؤية الوهجية والاسترجاع، وعمق الإدراك.

- الحدة البصرية (visual acuity): تصف قدرة السائقين أو المشاة على رؤية التفاصيل الدقيقة للجسم، وفي العادة يؤخذ بالحسبان نوعين من الحدة البصرية: الثابتة والمتحركة. وتتأثر الحدة الثابتة بخلفية اللعان (brightness) والتباين (contrast)، في حين أن الحدة المتحركة تتأثر بالقدرة على الكشف بصورة واضحة نسبية عن الأجسام المتحركة التي لا تقع بالضرورة ضمن الخط المباشر للرؤية، وهناك ترابط وثيق (high correlation) بين الحدة الثابتة والحدة المتحركة، ويوضح الشكل 1-2 المجالات الأساسية للرؤية التي تؤثر في مهمات السياقة الآمنة.

الحدة البصرية المقبولة للحصول على رخصة سياقة في فلسطين 6/12، في حين يجب الاسترشاد بأن أسوأ عين يجب أن لا تقل حدة البصر لها عن 6/22، علماً أن حدة النظر العادي هو 6/6.



شكل 1-1: المجالات الأساسية للرؤية

- الرؤية المحيطية (peripheral vision): هذا المجال من الرؤية يمتد إلى أبعد من 120 درجة ويصل إلى 180 درجة حول الخط المركزي للعين، ولكن لا يمكن هنا وصف التفاصيل

والألوان، إلا أن السائق يمكنه أن يكتشف وجود الأجسام المتحركة. ومن الجدير ذكره أن العديد من الولايات الأمريكية تشترط مجال رؤية محيطية لا يقل عن 110 درجة (انظر الرابط: <http://www.mdsupport.org/library/drivingrequirements.html>)

- رؤية الألوان (colour vision): ويقصد بذلك القدرة على التمييز بين لون وآخر، ويمكن التعويض عنها بوسائل أخرى للتحقق من وسائل التحكم المروري. إن نسبة الذين لديهم عمى ألوان كامل في العالم هامشية، ولكن نسبة الذين لديهم مشاكل في تمييز اللونين الأحمر والأخضر لدى الذكور فهي بحدود 5% ونسبتهم لدى الإناث هامشية جداً، ولغاية السلامة المرورية يجب الحذر من استخدام الإشارات الضوئية المرورية بشكل أفقي كما هو متبع في بعض الأماكن خارج فلسطين.

- عمق الرؤية (depth vision): تتصل هذه الصفة بقدرة الشخص على تقدير السرعة والمسافة وتعد الرؤية بـكلتا العينين عنصراً أساسياً في تقدير المسافة نتيجة لقدرات الرؤية المجسمة للعينين، ولهذه القدرة أيضاً أهمية بالغة من أجل مناورات المرور الآمن، خاصة التجاوز. لذا تجدر الإشارة إلى خطورة السيادة للشخص الأعور حتى لو كانت حدة النظر بعين واحدة أفضل من العادي.

- الرؤية الوهجية (glare of the vision): تصف هذه الرؤية الضوء اللامع نسبياً والذي يظهر في مجال رؤية الفرد أو الصورة التي تنعكس بفعل الضوء اللامع نسبياً في مجال الرؤية. وينتج عن ذلك انخفاض في وضوح الرؤية أو العمى الكلي لثوان. ويتطلب استرداد الرؤية في حالة التغيير من ضوء ساطع عال (2-3) ثوان، مثل التواجه مع مركبة بضوء عال، ويترتب على هذه الحالة تحديد استخدام الضوء العالي واستغلال زراعة الأشجار في الجزر الوسطية لتكسير وهج الضوء العالي. ويتطلب استرداد الرؤية في حالة التغيير من ضوء ساطع إلى خافت من (4-6) ثوان، مثل دخول نفق مظلم في النهار، وهذا ما يتطلب إنارة الأنفاق في النهار، خاصة التي يزيد طولها عن 50م.

ب. عملية الإدراك - رد الفعل (perception-reaction process)

عادة ما ينقضي الوقت ريثما يقيم السائق المثيرات ويقوم بردة الفعل، ويعتمد هذا الوقت على عدة أمور، منها مدى كون القرار المطلوب معقداً، وكمية المعلومات التي ينبغي معالجتها. وكلما كان وقت الإدراك - ردة الفعل أطول، كانت إمكانية حدوث الخطأ أكبر، وعليه فإن احتمال تورط السائق في حادث ما ستزداد. وينقسم هذا الوقت إلى:

- مرحلة الإدراك (perception): هذه المرحلة تتطلب استخدام الاستقبال البشري لرؤية أداة تحكم مروري كإشارة تحذيرية مثلاً، أو جسم على الطريق.
- مرحلة التعرف (identification): في هذه المرحلة يقوم السائق بالتعرف على الجسم أو جهاز التحكم ومن ثم يفهم المثير.
- مرحلة الانفعال (emotion): في هذه المرحلة يقرر السائق ما هو الإجراء الذي عليه أن يقوم به كاستجابة للمثير، فعلى سبيل المثال، يقوم السائق بالضغط على المكابح أو يتجاوز أو يقوم بتغيير المسرب.
- مرحلة ردة الفعل (volition): في هذه المرحلة، وتسمى أيضاً الإرادة (الاختيار)، يقوم السائق بتنفيذ الإجراء الذي اتخذه في أثناء مرحلة الانفعال.

إن وقت الإدراك-ردة الفعل (perception-reaction time) هو الزمن الذي يمر أو ينقضي من بداية الإدراك إلى نهاية ردة الفعل، وهو مجموع الوقت المطلوب للإدراك والتعرف والانفعال والإرادة أو الاختيار، والذي أحياناً يشار إليه بمختصر (PIEV). ويعد وقت الإدراك-ردة الفعل أحد أهم العوامل البشرية المهمة في كثير من الأمثلة ذات العلاقة بتصميم الطرق وتشغيلها، مثل تحديد مسافة التوقف.

وتأخذ الإرشادات العامة الواردة في هذا الدليل ما ورد في توصية American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) بخصوص اعتماد 2.5 ثانية لتمثل وقت ردة الفعل للتصميم الهندسي للطرق خاصة لحساب الحد الأدنى المطلوب لمسافة التوقف وهي ردة فعل لحدث غير متوقع. أما ردة فعل لحدث متوقع، مثل تحول الإشارة الضوئية من أخضر إلى أصفر فيكون بحدود ثانية واحدة عند تصميم الإشارات الضوئية المرورية.

ت. خصائص فردية ومجتمعية للسائق تؤثر على السلامة المرورية

- العمر: الحد الأدنى للحصول على رخصة سياقة في فلسطين هو 17.5 سنة، وتشير المعلومات إلى ارتفاع حوادث الطرق للسائقين بين عمر 17.5 إلى 24 سنة، لذلك يمكن استخدام محددات لتقليل عدد وخطورة حوادث السير لدى هذه الفئة ومنها:
- منع استئجار سيارات إذا كان عمر السائق أقل من عمر محدد (مثلاً 21 سنة).

- منع السياقة لسائق دون عمر محدد (مثلا 20 سنة) بدون شخص مرافق للسائق عمره أكبر من سن محدد (مثلا 24 سنة).
- منع السياقة مع أكثر من عدد محدد من الركاب (مثلا اثنين) حتى عمر محدد (مثلا 20 سنة).
- يتوجب أن يطلب من السائقين كبار السن (مثلا أكبر من 65 سنة للسيارة الخصوصي) تقارير صحية دورية لإثبات تأهلهم الصحي للسياسة.

- خبرة السياقة: ربما يتم إلزام السائق الجديد بجزء من تحديدات العمر أعلاه على أن يتم إعادة صياغتها بمدة خبرة السياقة وكذلك إلزام السائق الجديد بوضع إشارة "سائق جديد" لمدة سنة.
- الالتزام العام بالسلامة المرورية: هناك مجتمعات في العالم واعية وملتزمة - إلى حد كبير - بأسس السلامة المرورية وهذا نابع من التوعية والأنظمة وتطبيقاتها الصارمة في هذه المجتمعات، لذا ربما تخطط جزيرة مرورية لتعني ممنوع الوقوف فيها، أما في مجتمعات أخرى فارتفاع حجر الرصيف يجب أن يكون عاليا بشكل كاف لمنع السيارات من الوقوف على الجزر المرورية وذلك لعدم الالتزام العام بقوانين السير وعدم المراقبة والمحاسبة الكافيتين.
- المرض، التعب، أو النعاس: السياقة أثناء المرض، التعب أو النعاس يؤثر سلبا على السلامة المرورية. يحدد الحد الأقصى للسياسة اليومية بعدد ساعات معينة (مثلا 12 ساعة) وهذا مهم لسائقي الشاحنات تحديدا.
- شرب الكحول: ضرورة توفر أجهزة لفحص نسبة الكحول في الدم، والقوانين في هذا الخصوص تتراوح بين نسبة كحول في الدم تساوي صفر (zero tolerance) (هذا يعني نسبة كحول أقل من 0.1%) وبين نسبة كحول في الدم 1%.
- تعاطي المخدرات: هذا آفة مرفوضة وخارجة عن القانون في كل الأماكن والأوقات وليس فقط أثناء السياقة، وطبعاً تؤثر سلباً على السلامة المرورية ويجب مواجهتها.

2-1-1 المشاة (Pedestrians)

كل شخص يستطيع السير على الطريق حتى لو كان ضريرا، وحتى إن كانت لديه إعاقة حركية، كالمشي على عكازات أو من خلال كرسي متحرك، لهذه الأسباب يكون هناك حق الأولوية بشكل عام للمشاة. ربما العنصر التصميمي الوحيد للمشاة هو سرعة المشي لتصميم الإشارات الضوئية المرورية لإعطاء وقت كاف لعبور المشاة الطريق. سرعة المشي مبنية على المئين 15 (15th percentile) أي لأدنى 15% سرعة مشي وهي بحدود 1.2 متر/ثانية، ويجب التصميم لسرعة مشي أقل من ذلك في أماكن

تواجد عدد كبير نسبيا من كبار السن أو أصحاب الإعاقات الحركية ويقترح في هذه المناطق سرعة المشي التصميمية ب 1.0 متر/ثانية، وسوف يتم بحث أعمق لهذا الموضوع في الفصل الخامس - المشاة والمدارس.

3-1-1 الراكب (Passenger)

إن خصائص الراكب يتم اعتبارها بشكل واضح في مركبات المواصلات العامة فالتسارع والتباطؤ المسموح في الحافلات يكون أقل بكثير مما هو مسموح للسيارات الخاصة ويفضل أن يكون قريبا من 1.0 متر/ثانية² وذلك لتفادي سقوط الراكب الواقفين في الحافلات أثناء التسارع أو التباطؤ. أما في الحافلات بين المدن وسيارات الأجرة حسب الطلب (taxi) وسيارات الأجرة مشترك-السرفيس (shared taxi) فيجب أن يستخدم الراكب حزام الأمان.

2-1 عوامل المركبة (Vehicle Factors)

تلعب خصائص المركبات في حالتها السكون والتشغيل دورا مركزيا في مهمات هندسة الطرق والمرور المختلفة، كما إن معرفة هذه الخصائص أو الصفات تساعد في تطوير التصاميم الهندسية لأنظمة التحكم المروري، مما يسمح بعمليات آمنة وسلسة.

الخصائص الثابتة (Static Characteristics)

تستخدم مثل هذه الخصائص لتحديد أمور عدة، من بينها معايير التصميم الهندسي للطرق والتقاطعات ومتطلبات مسافة النظر والتحكم المروري. إن الأبعاد الفيزيائية لتصميم المركبة هي عناصر محورية في وضع معايير التصميم لأجزاء الطريق، مثل عرض المسرب، عرض كتف الطريق، طول المنحنيات الرأسية، وهوامش الأنفاق والجسور.

ولأن جميع المركبات ليس لها نفس الخصائص الثابتة أو التشغيلية أيضا، فإنه يجري تصنيف المركبات إلى فئات ولكل منها خصائص ممثلة لجميع المركبات في ذلك الصنف، ويحتسب هذا الصنف لأغراض التصميم، ولذلك فإن الجهات المسؤولة عن تصميم الطرق قد حددت عدداً من أصناف مركبات التصميم.

مركبة التصميم هي صنف المركبة المختارة مسبقا مع خاصية أنها تشمل جميع المركبات التي يتوقع أن تستخدم الطريق. إن اختيار مركبة التصميم يعتبر أحد أسس إعداد التصميم الهندسي وأنظمة التحكم المروري، ولقد قامت (AASHTO 2011) باختيار عشرين صنفا لمركبات التصميم اشتملت على أكثر

الأصناف شيوخا، منها سيارة الركاب (Passenger Car-P)، والحافلة القياسية (BUS)، وشاحنة ذات وحدة منفردة (Single Unit Truck-SU)، وبالإضافة إلى ذلك، فإن هناك عددا من الأصناف التي تشمل القاطرات/المقطورات (WB-X) إذ أن (X) تشير إلى مجموع الطول الكلي للمسافة بين المحاور لصنف المركبة المحدد. ويوضح الجدول 1-1 الأبعاد الفيزيائية لعدد من مركبات التصميم الرئيسية المختارة والأكثر شيوعا.

1-2-1 خصائص التشغيل (Operational Characteristics)

تشمل خصائص التشغيل حركة المركبة، والقوى التي تسبب الحركة. وتتخذ خصائص التشغيل الرئيسية بالحسبان في جوانب التصميم الهندسي والمروري المختلفة، وما يتصل بذلك من الأمان على الطرق والسلامة المرورية، ومن ضمن خصائص تشغيل المركبات التي تؤثر في التصميم: نطاقات الدوران، والسرعة، والتسارع، والفرملة. ويجب عمل فحص سنوي رسمي لفحص خصائص تشغيل المركبات.

• نطاقات الدوران (minimum turning paths)

تعتمد أدنى نطاقات الدوران عند سرعات التشغيل المنخفضة (حتى 15-20 كم/ساعة) بشكل أساس على أبعاد المركبة. وهذا يحدد أدنى مسار أو نصف قطر لدوران المركبة، وكذلك عرض الحيز المعبد اللازم للتقاطعات أو لمنحدرات التقاطعات التي تقع في مستويات منفصلة، ويبين الجدول 1-2 أنصاف أقطار الدوران لعدد من مركبات التصميم، بينما يوضح الشكل 1-2 (أ، ب، ج، د) مسار الحركة في أثناء عملية الدوران لعدد من مركبات التصميم وهي سيارة الركاب، والحافلة الخارجية الكبيرة، والشاحنة الأحادية، والقاطرة/المقطورة من طراز WB-15.

• التسارع (acceleration)

هذه الخاصية مهمة فيما يتصل بعمليات المرور الآمنة، مثل: مناورات التجاوز، وقبول الفجوة بين المركبات لإمكانية عبور مركبة لتقاطع. كما يؤثر في التصميم الهندسي لمسارب التسارع ومسارب التجاوز والتسلق. ونعرف التسارع على أنه معدل تغير السرعة مع الوقت، ويتفاعل التسارع مع عناصر أخرى للحركة مثل السرعة والمسافة. ومن الجدير بالذكر أن خاصية التسارع تتأثر بعوامل مثل وزن المركبة، وقدرتها، والسرعة، وقيمة الميل وطوله. والقيمة الشائعة للتسارع التي تؤخذ عادة بالحسبان لأغراض احتساب مسافة الرؤية للتجاوز هي 0.67 متر/ثانية²، وهي قيمة تسارع من سرعة عالية. أما القيمة الشائعة للتسارع من حالة وقوف المركبة فهو 1.0-1.5 متر/ثانية² (لحسابات الإشارات الضوئية وطول مسارب التسارع على الطرق السريعة) وهو تسارع المركبات الأقل تسارعا كالشاحنات.

جدول 1-1: الأبعاد الرئيسية لمركبات التصميم الأكثر شيوعاً

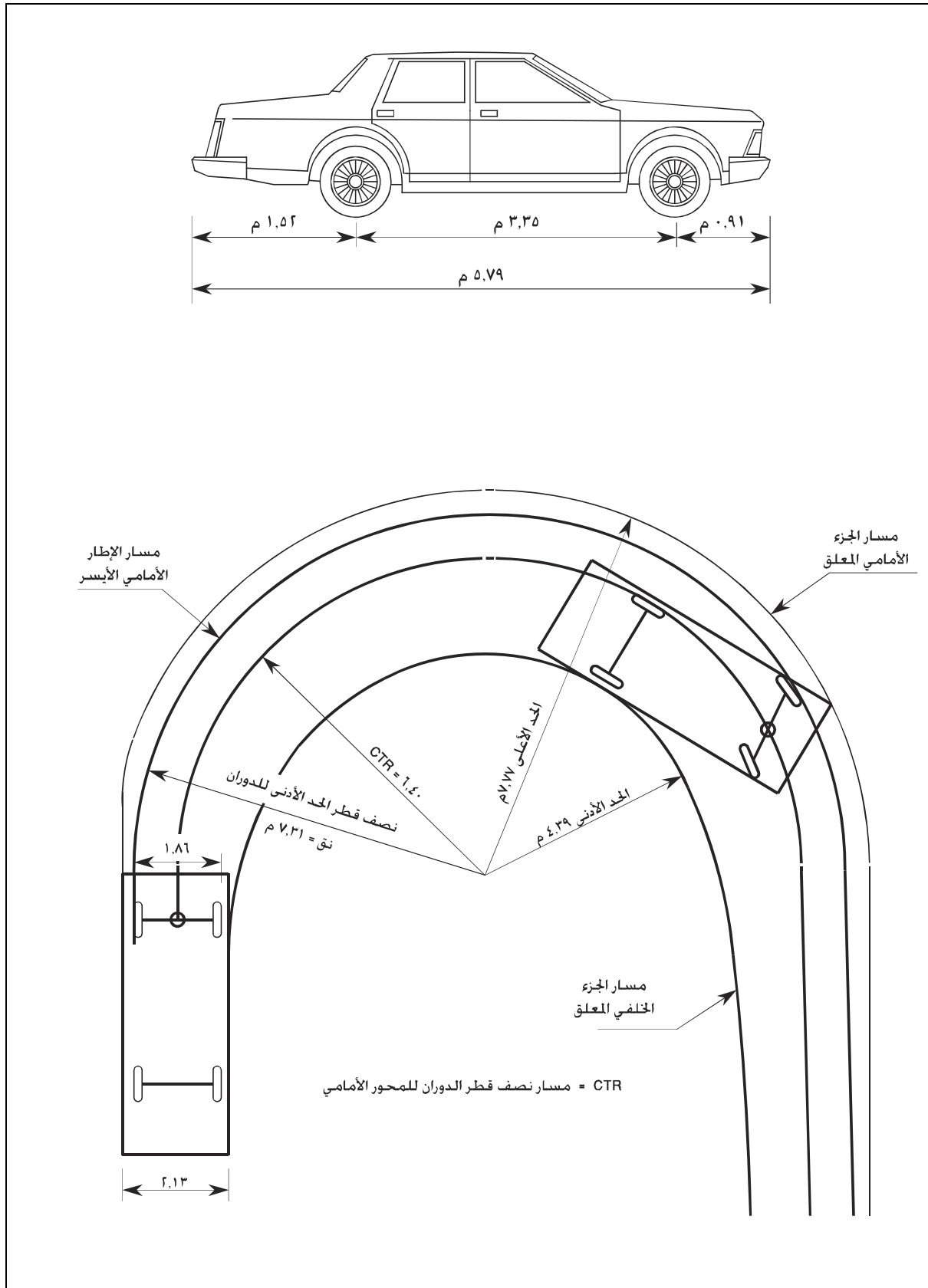
الأبعاد (م)			الرمز	نوع مركبة التصميم
الطول	العرض	الارتفاع		
5.8	2.1	1.3	P	سيارة ركاب
				حافلات
12.2	2.6	3.7	BUS – 12	حافلة خارجية
13.7	2.6	3.7	BUS – 14	حافلة خارجية كبيرة
12.2	2.6	3.2	CITY - BUS	حافلة حضرية
12.2	2.4	3.2	S-BUS 12	حافلة مدرسية كبيرة
18.3	2.6	3.4	A - BUS	حافلة مركبة (ذات وحدتين)
				شاحنات
9.2	2.4	4.1– 3.4	SU	شاحنة أحادية
13.9	2.4	4.1	W B - 12	قاطرة/مقطورة متوسطة - 12
16.8	2.6	4.1	W B - 15	قاطرة/مقطورة متوسطة - 15
20.9	2.6	4.1	W B - 19	قاطرة/مقطورة متوسطة - 19
22.4	2.6	4.1	W B - 20	قاطرة/مقطورة متوسطة - 20
22.4	2.6	4.1	W B – 20 D	قاطرة/مقطورة مزدوجة الأرضية
32.0	2.6	4.1	W B – 30 T	قاطرة/مقطورة ثلاثية الأرضية
34.8	2.6	4.1	W B – 33 D	قاطرة/مقطورة مزدوجة الأرضية

• الفرملة (deceleration or braking)

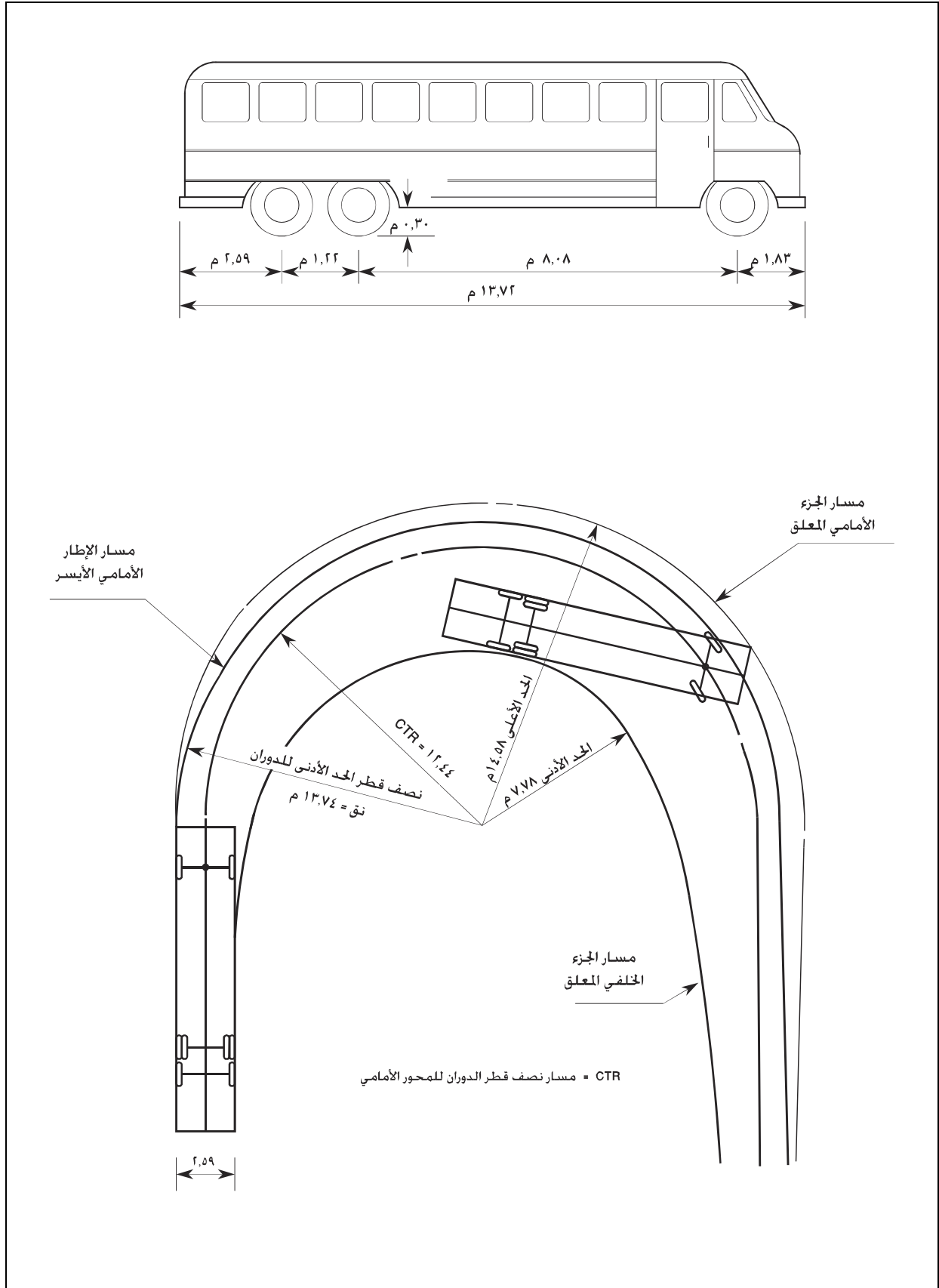
إن القوى المؤثرة في المركبة في أثناء الحركة يفاد منها في تحديد عدد من العناصر المرتبطة بالخصائص الديناميكية للمركبة ومن ضمنها الفرملة. إن معدل التباطؤ عادة ما يؤخذ بالحسبان عند حساب المسافة التي تكون هناك حاجة إليها للتوقف وهي 3.4 متر/ثانية²، إذ أن 90% من السائقين تقريباً لديهم معدلات تباطؤ أعلى من هذه القيمة.

جدول 1-2: الحد الأدنى لنصف قطر الدوران لمركبات التصميم الأكثر شيوعاً

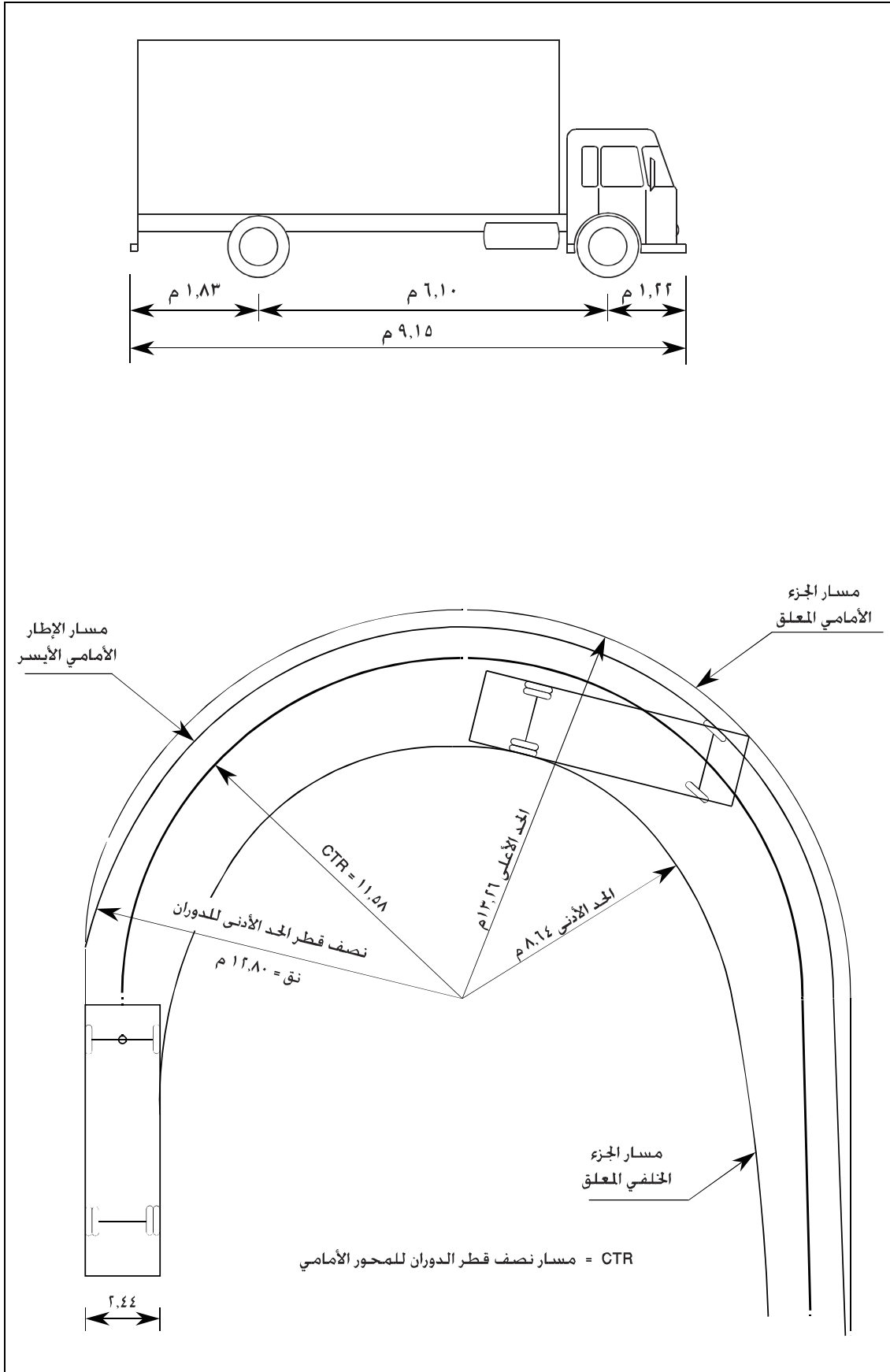
صنف مركبة التصميم	الرمز	الحد الأدنى لنصف قطر التصميم (م)	نصف قطر خط منتصف المركبة (م)	الحد الأدنى لنصف القطر الداخلي (م)
سيارة ركاب	P	7.3	6.4	4.4
حافلات				
حافلة خارجية	BUS – 12	13.7	12.4	8.4
حافلة خارجية كبيرة	BUS – 14	13.7	12.4	7.8
حافلة حضرية	CITY - BUS	12.8	11.5	7.5
حافلة مدرسية كبيرة	S-BUS 12	12.0	10.8	7.7
حافلة مركبة (ذات وحدتين)	A – BUS	12.1	10.8	6.5
شاحنات				
شاحنة أحادية	SU	12.8	11.6	8.6
قاطرة/مقطورة متوسطة – 12	W B – 12	12.2	11.0	5.9
قاطرة/مقطورة متوسطة – 15	W B – 15	13.7	12.5	5.2
قاطرة/مقطورة متوسطة – 19	W B – 19	13.7	12.5	2.4
قاطرة/مقطورة متوسطة – 20	W B – 20	13.7	12.5	1.3
قاطرة/مقطورة مزدوجة الأرضية	W B – 20 D	13.7	12.5	5.9
قاطرة/مقطورة ثلاثية الأرضية	W B – 30 T	13.7	12.5	3.0
قاطرة/مقطورة مزدوجة الأرضية	W B – 33 D	18.3	17.1	4.5



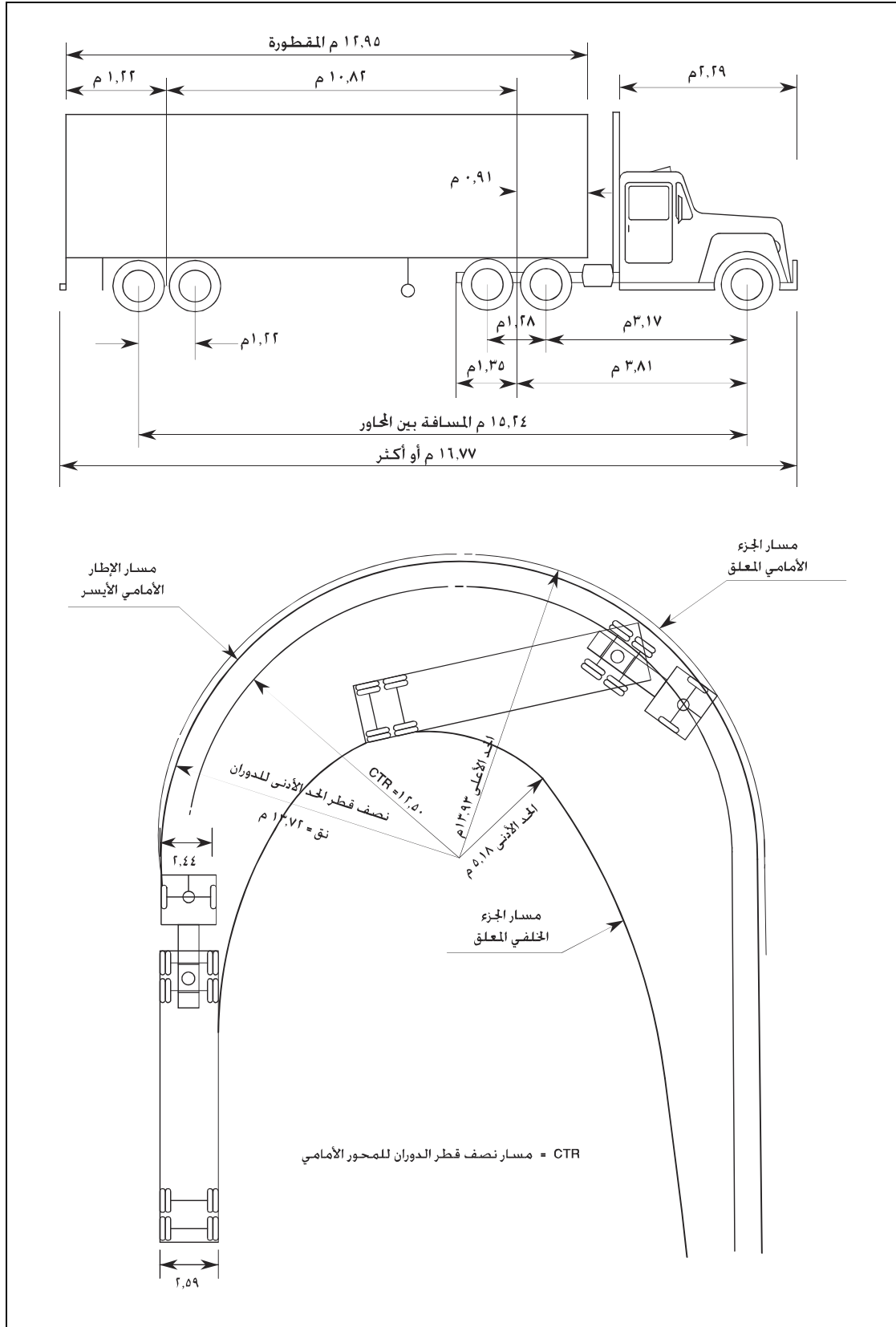
شكل 1-2: المتطلبات الدنيا لنطاقات الدوران لعدد من مركبات التصميم: أ- سيارة ركاب



شكل 1-2: المتطلبات الدنيا لنطاقات الدوران لعدد من مركبات التصميم: ب- حافلة خارجية كبيرة



شكل 1-2: المتطلبات الدنيا لنطاقات الدوران لعدد من مركبات التصميم: ج- شاحنة أحادية



شكل 1-2: المتطلبات الدنيا لنطاقات الدوران لعدد من مركبات التصميم:

د- قاطرة/مقطورة متوسطة WB-15

3-1 عوامل الطريق

هل المركبات تصمم حسب الطرق؟ أم هل الطرق تصمم حسب المركبات المتوفرة؟ لقد كان هذا السؤال مفتوحاً قبل حوالي مئة عام، لكنه حسم بحيث حددت مركبات تصميمية وصلت إلى 20 (AASHTO 2011). فيمكن لطريق أو تقاطع أن يخدم عدداً من هذا المركبات التصميمية ولكن ليس شرطاً جميعها، ومواقف السيارات عادة تصمم لسيارات الركاب فقط. إن تخطيط وتصميم وتنفيذ وتشغيل وصيانة شبكة الطرق ومكوناتها من مسارات وتقاطعات ومواقف سوف يعرض في الفصل الثاني والثالث والرابع.

وبشكل عام يستوجب أن تكون الرؤية المتوفرة أكثر من الحد الأدنى المطلوب للتوقف على كافة أنحاء الطرق وذلك حسب المعادلة التالية:

$$ASD > MRSSD \quad \dots (1.1)$$

$$MRSSD = d_r + d_b$$

$$d_r = 0.278(v_i)(t_r)$$

$$d_b = \frac{v_i^2}{254 \left[\left(\left(\frac{a}{9.981} \right) \pm G \right) \right]}$$

إذ أن:

MRSSD = الحد الأدنى المطلوب لمسافة التوقف (م)

(Minimum Required Stopping Sight Distance)

مسافة الرؤية المتوفرة (م) ASD = (Available Sight Distance)

مسافة ردة الفعل (م) d_r = (Reaction Distance)

المسافة اللازمة للفرملة (م) d_b = (Braking Distance)

سرعة المركبة قبيل الفرملة أو السرعة التصميمية (كم/ساعة) v_i = (Initial or Design Speed)

زمن ردة الفعل (القيمة الافتراضية 2.5 ثانية) t_r = (Reaction Time, default value 2.5 second)

معدل التباطؤ (القيمة الافتراضية 3.4 م/ثانية²) a = (Deceleration Rate, default value 3.4 m/s²)

ميل الطريق (بالكسر العشري) G = (Road Grade or Slope, in decimal form)

وهذه المعادلة الأساسية مطلوبة لتحقيق كافة العناصر التصميمية التي تحتاج إلى التوقف الآمن للمركبات وكذلك يتم اعتماد هذه المعادلة في أمور تشغيلية متعددة.

4-1 عناصر التحكم المروري

إن لعناصر التحكم المروري المختلفة أهمية بالغة في تحديد مستوى السلامة المرورية المتوفرة، وسوف يتم التطرق لهذا الموضوع ضمن الفصول الخمسة التالية، وبشكل خاص يتم تغطية هذا الموضوع تحت عنوان تشغيل مسار الطريق.

5-1 عوامل البيئة المحيطة

إن أهمية البيئة المحيطة للطريق ومنشآتها هو عنصر مهم للسلامة المرورية وسوف يتم تغطيته بشكل أساسي هنا وليس في أي مكان آخر في هذا الدليل، وفيما يلي أهم خصائص البيئة المحيطة المؤثرة على السلامة المرورية:

1. الليل والنهار: يجب أن تكون السياقة آمنة في الليل والنهار وليس في النهار وحده وهذا يتطلب ما يلي:

- أن تكون الإشارات المرورية ذات عاكسية كافية لتكون الرؤية المتاحة أكثر من الحد الأدنى المطلوب للإشارة، فمثلا في حالة إشارة (قف) يستوجب أن تكون الرؤية المتوفرة أكثر من الحد الأدنى المطلوب للتوقف حسب المعادلة (1-1).
- أن تكون هناك إنارة للشوارع خاصة عند تواجد المشاة ولا سيما عند التقاطعات.
- أن يكون الطريق مخططا خاصة طرف الطريق ووسط الطريق وتقسيم المسارب وذلك من أجل البقاء في مسرب الحركة لا سيما في حالة كانت إنارة السيارات القادمة عالية (high beam) وربما يحتاج التخطيط لعواكس في حالة السرعة العالية.
- يتم في بعض البلدان (وفي الطرق السريعة تحديداً) تخفيض حدود السرعة بالليل في حدود 10 إلى 15 كم/الساعة، خاصة إذا ما أظهرت إحصاءات حوادث المرور نسبة عالية لحوادث المرور ليلا مقارنة مع حجم المرور في نفس الفترة.

2. حالة الطقس: يتم تصميم الطرق للأحوال الماطرة المعتدلة والرصف الرطبة ولكن في حالة المطر الشديد أو الثلج أو وجود ضباب وغير ذلك من الأحوال الجوية، فيجب على السائقين التمهّل حسب الظروف الجوية خاصة أن السرعة تعتمد على مسافة الرؤية (المعادلة 1-1).

3. الأشجار والإشارات المرورية وأعمدة الخدمات في الشوارع، عند تواجدها يجب مراعاة ما يلي:

- يجب أن يكون بُعدها عن أقرب مسار حركة وعن كتف الطريق كاف أو أن تكون محمية من خلال حواجز الحماية (guard rail) أو موجودة على أرصفة أو جزر مرورية مرتفعة عن الشارع بحجر الرصيف، وألا تشكل عائقاً خطراً في حالة الاصطدام بها. وفي حالة قرب الأعمدة من مسرب الحركة وتوقع إمكانية تشكيلها خطراً يؤدي إلى حوادث سير، فيجب أن تكون هذه الأعمدة منصوبة بحيث يسهل كسرها في حالة التصادم بها، حيث تكون حدة التصادم أخف والخسائر المادية والبشرية أقل في حالة كسر العمود (يتم الكسر في موقع تركيبها على قاعدة حديدية وتثبيتها ببراعي وتكسر بالقص (sheer failure) عند البراعي في أسفل العمود).
- يجب أن لا تسبب الأشجار (خاصة الأغصان) والإشارات عائقاً للرؤية مما قد يؤدي في خلل في المعادلة 1-1، لذا التأكد من هذا الموضوع بشكل منتظم وتقليم الأغصان التي تعيق الرؤية.

4. يافطات الإعلانات: إن مشاكلها المؤثرة على السلامة المرورية هي نفس الملاحظات الواردة في البند السابق (3) أعلاه والتي يجب معالجتها بنفس الطريقة، ولكن هناك عامل إضافي ألا وهو تشتيت تركيز السائقين بقراءة الإعلانات التجارية، مما قد يتسبب في حوادث طرق وعليه يجب الحصول على موافقة البلدية أو المجلس المحلي أو المجلس القروي في حالة وقوع الياфطات داخل المدن والقرى أو الحصول على موافقة من وزارة النقل والمواصلات إذا كانت بين المدن والقرى الفلسطينية. والأمور التي يجب أن تتم مراعاتها عند الموافقة على وجود يافطات إعلانية في حرم الطريق أو في الأراضي الخاصة المحاذية للطريق هي:

- يجب أن لا تتواجد هذه الياфطات على المنحنيات الأفقية (horizontal curves) والمنحنيات العمودية الرأسية (crest vertical curves) أو قبلها بمسافة بين 30-100م حسب السرعة (للسرعة المنخفضة 30م وللسرعة العالية 100م).
- يجب أن لا تكون من مادة ذات عاكسية عالية
- يجب أن تكون كمية المعلومات باليافطة محدودة وبسيطة ويسهل قراءتها واستيعابها بسهولة وبسرعة (فمثلاً لا يجوز أن يحوي الإعلان على رقم تلفون)
- يجب أن يكون عدد الياфطات الإعلانية معقولا، خاصة عند وجود إعلانات مختلفة في مسافات متقاربة (100م)

الفصل الثاني

مسار الطريق

1-2 تخطيط مسار الطريق

تخطيط مسار الطريق هو عنصر مهم للسلامة المرورية ويصعب مستقبلا عمل تعديل للمنحنيات، أو توسيع حرم الطريق، أو تقييد النفاذية للطريق، خاصة بعد مرور الزمن وتزايد استخدامات الأراضي المحاذية للطريق حسب الارتدادات المسموحة عن حرم الطريق.

1-1-2 تصنيف الطريق

تصنف الطرق بشكل عام على أساس السرعة التصميمية (speed design)، أو على أساس التحكم بالنفاذية للطريق (control of access) أو كلاهما. أما تصنيف الطرق حسب أهمية المدن والمحافظات التي تربط فيما بينها فهو تصنيف إداري ليست له أهمية في موضوع السلامة المرورية إلا إذا اقترنت (كما يجب) بمستوى الخدمة. إن تصنيف الطرق على أساس السرعة التصميمية واضح، وكلما زادت السرعة التصميمية زادت مستويات الخدمة وتكلفة الطريق، ولكن هناك فرق بين السرعة التصميمية (design speed) وحدود السرعة (speed limit)، فالأخيرة هي السرعة القانونية التي يجب الالتزام بها. والجدير بالذكر بأن حدود السرعة يجب أن تكون قريبة من السرعة التصميمية على أن لا تتعدها ولكن هناك حالات تحتم تقليل حدود السرعة عن الحدود التصميمية بكثير فيما لو كانت هناك رقابة محدودة على إمكانية الوصول للطرق السريعة، بمعنى السماح للدخول والخروج للطريق السريع من الأراضي المجاورة للطريق، وهذا يعتبر خسارة لتكلفة الطريق والتسبب في تدهور السلامة المرورية. لذا المعيار الأساس للطرق السريعة بأن يكون تحكم كامل في إمكانية الوصول (full control of access)، بحيث لا يمكن قطعها أو الدخول لها أو الخروج منها إلا من خلال وصلات وجسور (ramps and interchanges) وإلا تأثرت السلامة المرورية بشكل سلبي. إن المداخل والمخارج والاستخدامات للأراضي المجاورة للطرق السريعة والرئيسية يجب أن تكون محددة وموضحة ضمن مراحل التخطيط ويجب عدم تجاوزها ما دام التصنيف للطريق كذلك.

وبعد التصنيف الوظيفي (functional classification)، أكثر أنظمة التصنيف شيوعا. ويعتمد هذا التصنيف على طبيعة الخدمة التي تقدمها الطرق. وهناك وظيفتان رئيستان للطرق:

- التنقل والحراك (mobility)، وهي وظيفة ترتبط بتقديم ساعات مرتفعة وسرعات كبيرة.

- إمكانية الوصول (accessibility)، وهي وظيفة إعطاء منفذ إلى الأراضي المحاذية للطريق.

وتصنف الطرق اعتماداً على المنطقة التي تمر بها بأنها طرق ريفية (rural) أو حضرية (urban). ويعد تحديد المنطقة التي يمر بها الطريق ضرورياً لتصنيف الطرق تصنيفاً وظيفياً؛ ذلك لأنها تختلف في خصائصها. ويبين الجدول 1-2 نظام تصنيف الطرق الريفية (Rural Roads Classification System)، فيما يبين الجدول 2-2 نظام تصنيف الطرق الحضرية (Urban Roads Classification System).

جدول 1-2 نظام تصنيف الطرق الريفية

تصنيف الطرق	التحكم بالوصول (Control of Access)	سرعة التصميم في المناطق المستوية	عدد المسارب + حرم الطريق	عرض المسرب	خصائص أخرى
الطرق السريعة (Expressways)	التحكم الكامل بالوصول أو الدخول/الخروج فقط عبر وصلات (ramps) (and interchanges)	100 كم/ساعة أو أعلى	أربعة مسارب على الأقل، حد أدنى لحرم الطريق 30 م	3.6 م ولا يزيد عن 3.75 م	توجد فيها جزيرة وسطى أو حاجز يفصل بين جهتي حركة تدفق السير المتقابلة
الطرق الرئيسية (Main Roads)	تحكم جزئي للوصول ولا يوجد إمكانية للوصول إلى الممتلكات الخاصة وتكون أماكن التقاطعات ليست أقرب من 2 كم عن بعضها في المتوسط	90 كم/ساعة أو أعلى	أربعة مسارب أو مسربين، حد أدنى لحرم الطريق 20 م	3.6 متر ولا يزيد عن 3.75 م	إذا حصل استخدام طريق ذات مسربين، فإن الكثف ينبغي أن يكون عرضه 2.5 م كحد أدنى
الطرق الإقليمية (Regional Roads)	تحكم محدود للوصول أو الدخول/الخروج	70 كم/ساعة أو أعلى	مسربين على الأغلب، حد أدنى لحرم الطريق 15 م	3.2 م ولا يزيد عن 3.6 م	
الطرق المحلية (Local Roads)	لا يوجد تحكم بالوصول أو الدخول والخروج	50 كم/ساعة أو أعلى	مسربين، حد أدنى لحرم الطريق 12 م	3.0 م ولا يزيد عن 3.6 م	بين قريتين أو أكثر

جدول 2-2 نظام تصنيف الطرق الحضرية

تصنيف الطرق	الحد الأدنى لحرم الطريق (Right-of-Way)	عرض المسرب	خصائص أخرى
الشوارع الشريانية (Arterial Streets)	25 م	3.2 م على الأقل ولا يزيد عن 3.6 م	<ul style="list-style-type: none"> • أربعة مسارب (مسربين في كل اتجاه) • يفضل أن تكون فيها جزيرة وسطى • لا يوجد على طولها مواقف للسيارات، ولكن إذا وجدت، فيكون الوقوف فيها مقيدا في أثناء فترات الذروة. • لا توجد إشارات قف (Stop Signs) على هذه الشوارع وينبغي تنسيق توقيت إشارات المرور الضوئية لتعطي موجة خضراء (Green Wave) • تتوفر في هذه الشوارع أرصفة للمشاة (لا يقل عرضها عن 1.5 متر)
الشوارع التجميعية (Collector Streets)	15 م	3.0 م ولا يزيد عن 3.6 م	<ul style="list-style-type: none"> • مسربين إلى أربعة مسارب • يوصى بوجود قيود على مواقف السيارات بخاصة في أوقات الذروة • من الأفضل عدم وضع إشارات قف على هذه الشوارع • ينبغي وجود ممرات/أرصفة للمشاة (لا يقل عرضها عن 1.2 متر)
الشوارع المحلية (Local Streets)	12 م	3.0 م على الأقل ولا يزيد عن 3.6 م	<ul style="list-style-type: none"> • يسمح بوجود إشارات قف على هذه الشوارع • الحد الأدنى لعرض رصيف المشاة هو 1.2 م • يمكن السماح للسيارات بالوقوف على جانب واحد أو على كلا الجانبين من الشارع، ويمكن عدم السماح بالوقوف

2-1-2 حرم الطريق

إن عدم التخطيط لحرم كاف للطريق يعرض السلامة المرورية للتدهور، فمثلا عدم وجود جزيرة وسطية عريضة تسمح بوجود مسرب للدوران يسارا (left turn bay) يتسبب بحوادث طرق للمركبات الدائرة يسارا وتعطل مسرب الحركة للأمام. إن العرض الكافي لحرم الطريق يسمح بعمل تعديلات مستقبلية مهمة للسلامة المرورية مثل مسارب للدوران يسارا ويمينا، مواقف للمواصلات العامة بجوار مسارب الحركة (متداخل بالرصيف) وفي نفس الوقت يتيح وجود أرصفة كافية لغرض حماية المشاة، علما بأن جزءا من الرصيف يستخدم لوضع حاويات في بعض المناطق. ناهيك عن ذلك لضرورة زيادة مسارب الحركة في بعض الأحيان بسبب الزيادة المطردة لحجم المرور. إن الأرقام المقترحة لحرم الطريق في التصنيفات المقترحة للطرق في المدن لا تلبي كافة المهام المطلوبة المشار إليها أعلاه. وعليه يجب التأكد من عرض حرم الطريق المطلوب للمستقبل، فمثلا شارع سكني باتجاهين (مسري حركة 6.0 م) ومواقف سيارات على كل اتجاه (مسري وقوف 4.5 م) وأرصفة بكل اتجاه (2.5 م للاتجاهين) يتطلب حرم طريق ما لا يقل عن 13.0 م. وإذا ما أخذنا بالحسبان تعديلات مستقبلية فربما نحتاج أكثر من ذلك. ومن الجدير ذكره أن البيوت المسورة لا تظهر السيارات الخارجة إلا بعد خروجها من البوابة لذا يكون الرصيف عامل أمان لإعطاء فرصة لسائق السيارة الخارجة من بيت مسور على أن يرى السيارات القادمة، وأن يُرى من قبل هذه السيارات.

3-1-2 تحليل التأثير المروري (Traffic Impact Analysis)

دراسة تحليل التأثير المروري تتركز على المشاريع الجديدة الكبيرة المقدمة للبلديات أو لسلطة ترخيص المباني والمنشآت، وذلك لمعرفة تأثيرها المروري على شبكة الطرق المحيطة، وكذلك دراسة لمواقف السيارات اللازمة نتيجة تطوير هكذا مشروع. ويمكن الاسترشاد بالحدود الدنيا التالية لأنواع مشاريع مختلفة يوصى بعمل دراسة تحليل التأثير المروري لها:

- إسكان بيوت مستقلة (بيت منفصل لكل عائلة): 100 وحدة.
- شقق سكنية متعددة الأدوار: 200 وحدة.
- عمارة أو عمارات مكاتب: 5000 متر مربع.
- أسواق تجارية (shopping mall or shopping plaza): 1000 متر مربع.

إن دراسات تحليل التأثير المروري تركز على جانبيين هما: الطلب على مواقف السيارات (parking demand)، وعدد المواقف المطلوبة لاستخدامات أراضي مختلفة (land uses)، وكذلك أعداد الرحلات التي يتم توليدها (trip generation)، خاصة في ساعات الذروة (peak periods) وذلك لاستخدامات أراضي مختلفة. ويمكن الاسترشاد بالمجلدات الثلاث لـ Trip Generation Manual, Institute of Transportation Engineers, 8th Edition, 2008 والذي يحوي على تقديرات لتوليد الرحلات وأعداد المواقف المطلوبة لمئات استخدامات أراضي مختلفة (مثل مطاعم سريعة، مطاعم خدمة الزبائن، مكاتب عامة، مكاتب أطباء أسنان، معارض تجارية، شقق سكنية، الخ). وبناء على تقدير توليد الرحلات في ساعات الذروة لمشروع معين يتم دراسة تأثير ذلك على شبكة الطرق المحيطة وبالتالي إمكانية إستيعاب المشروع أم لا، وفي حالات يتم طلب تقليص المشروع أو مساهمة مالكي المشروع في تغطية جزء من تكلفة تطوير شبكة الطرق المحيطة لإمكانية استيعاب المشروع دون تبعات سلبية على حركة المرور في المنطقة. كذلك فإن دراسة عناصر السلامة المرورية كمواقع المداخل والمخارج وحركة ومتطلبات المشاة هي جزء أصيل ومهم في دراسات تحليل التأثير المروري.

2-2 تصميم مسار الطرق (Road Alignment Design)

إن هذا الدليل ليس بديلاً عن معايير التصميم الوطنية والعالمية وفقط يتم التطرق لهذه المعايير لغايات السلامة المرورية وليس من أجل التصميم الهندسي للطرق.

يعتمد التصميم الهندسي للطريق على اختيار مجموعة ملائمة من مقاييس التصميم الهندسي للطرق (Road Geometric Design Standards). فعلى سبيل المثال، قد تكون معايير التصميم الهندسية ملائمة لطريق جبلي ذي كثافة مرورية منخفضة، إلا أن هذه المعايير تكون غير كافية لطريق سريع تعبره حركة مرور نشطة. وأهم العوامل التي تعتمد عليها ضوابط ومعايير التصميم الهندسي للطرق هي:

- التصنيف الوظيفي للطريق.
- حجم حركة السير وتصنيف حركة المرور حسب المركبة.
- مركبة التصميم.
- سرعة التصميم.
- طبوغرافية المنطقة التي تقع فيها الطريق.
- مستوى الخدمة المقدمة.
- التكاليف والأموال المتوفرة.

- جوانب السلامة والأمان.
- العوامل الاجتماعية والبيئة.

وعادة ما تكون هذه العوامل مترابطة ومتفاعلة مع بعضها، ويقصد منها في الوقت نفسه أن تعطي إرشادات للمصمم الذي عليه أن يراعي المرونة في تطبيق معايير التصميم هذه حسب خصوصيات الحالة التي بصدها.

2-1-2 تصميم المقاطع العرضية للطريق (Design of Road Cross Section)

يتكون المقطع العرضي للطريق من عناصر رئيسية وأخرى ثانوية، ويتأثر كل من هذه العناصر بشكل ملموس باعتبارات السلامة المرورية، وتتكون العناصر الرئيسية من المسارب (مسارات الحركة) والأكتاف وكذلك الجزيرة الوسطى (في حال وجودها في الطرق ذات المسارب المتعددة). أما العناصر الثانوية فتتكون من حارات وقوف المركبات والأرصفة والميول العرضية والميول الجانبية وحجر حد الطريق والمناطق الفاصلة وحواجز الحماية والدعامات الواقية، ويحوي حرم الطريق كل هذه العناصر.

ويوضح الشكل 1-2 (أ، ب) مقطعين عرضيين نموذجيين في منطقة ريفية، أحدهما لطريق مكون من مسارب متعددة مفصولة بجزيرة وسطى، والآخر لطريق مكون من مسربين اثنين، كما يوضح الشكل 3-2 (أ، ب) مقاطع عرضية نموذجية في منطقة حضرية لعدد من الطرق حسب صنف الطريق.

2-1-2-2 مسارب الحركة (Travel Lanes)

إن أهم عناصر المقطع العرضي للطريق هو مسارب حركة المركبات. أقل عرض لمسرب حركة يجب أن يكون أعرض من عرض المركبة التصميمية للشاحنات والحافلات (2.6 م) ويفضل ألا يقل عن 3.0 م. أما العرض الأمثل (خاصة على الطرق السريعة) فهو 3.6 م. إن زيادة عرض مسرب الحركة عن 3.75 م يؤثر سلباً على السلامة المرورية لأن ذلك يتيح لأكثر من مركبة باستخدام المسرب في نفس المقطع في نفس الوقت.

2-1-2-2 أكتاف الطريق (Shoulders)

كتف الطريق هو ذلك الجزء من مقطع الطريق المحاذي لحافة مسرب الحركة الخارجي. إن الأكتاف مخصصة للطرق الريفية، أما الطرق الحضرية فيفضل أن يكون لها أرصفة مشاة. وفي حال وجود طريق يحتوي على جزيرة وسطى، يجري توفير كتف للطريق أيضاً بين حافة المسرب الداخلي والجزيرة

الوسطى. وفضلا عن الأهمية الإنشائية لأكتاف الطريق لتدعيم مسارب الحركة والجسم الإنشائي للطريق، إلا أنها أيضا تستخدم لأغراض تخدم السلامة المرورية، التي من أبرزها:

- توفير مكان لتوقف المركبات بشكل طارئ عند تعطلها أو عند توقفها لأي سبب آخر.
- توفير حيز لسيير المركبات عليه عند الضرورة (خاصة سيارات الشرطة والطوارئ).
- توفير هامش جانبي يمكن المركبة من السير عليه في حالة انحرافها أو خروجها عن السيطرة.

إن أكتاف الطريق تلعب دورا مهما في تعزيز الأمان والسلامة المرورية للطريق. هذا فضلا عن المساهمة في زيادة سعة الطريق وتوفير حيز لوضع الإشارات المرورية والإنارة الجانبية.

إن الحد الأدنى الموصى به في هذا الدليل لعرض كتف الطريق هو ما بين 2.0م - 3.0م، وذلك بالاعتماد على صنف الطريق والمنطقة التي يمر بها، وحجم المرور، ومركبة التصميم وطبيعة التضاريس. وقد يكون الكتف أحيانا معبدا برصفة إسفلتية، وبخاصة للطرق ذات التصنيف المرتفع، أو يجب توفير طبقة أساس أو حصى مدموكة ملائمة يراعى أن لا تكون منخفضة عن حافة مسرب الحركة للحفاظ على المستوى المطلوب من الأمان.

إن تعزيز الأكتاف (shoulders milling strips) بشرائح بعرض 30-50 سم بمعدات خاصة تعمل على دمك وتخفيض مستوى الرصفة بخطوط متوازية عرضية ويعمق حوالي 1.0 سم هي من أفضل الوسائل لتقليل حوادث انحراف المركبة عن الطريق، خاصة الطريق السريع. إن هذه الوسيلة تعطي السائق تحذير حسي وسمعي ناتج منذبذبات عجلات المركبة فوق الخطوط الإرتجاجية.

2-1-3 الجزيرة الوسطى (Median)

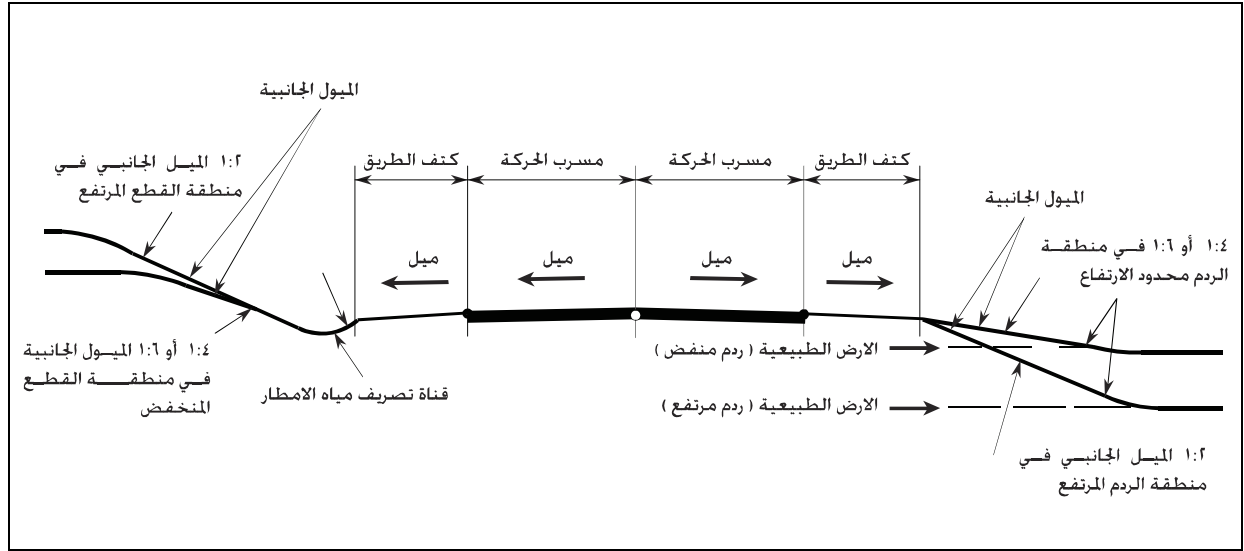
تؤدي الجزيرة الوسطى للطريق دورا مهما في توفير الأمان على الطرق متعددة مسارب الحركة، إذ أنها:

أ. تفصل اتجاهات السير المتعاكسة بشكل تام ولا تسمح بتداخلها، مما يقلل من حوادث المرور وخطورتها.

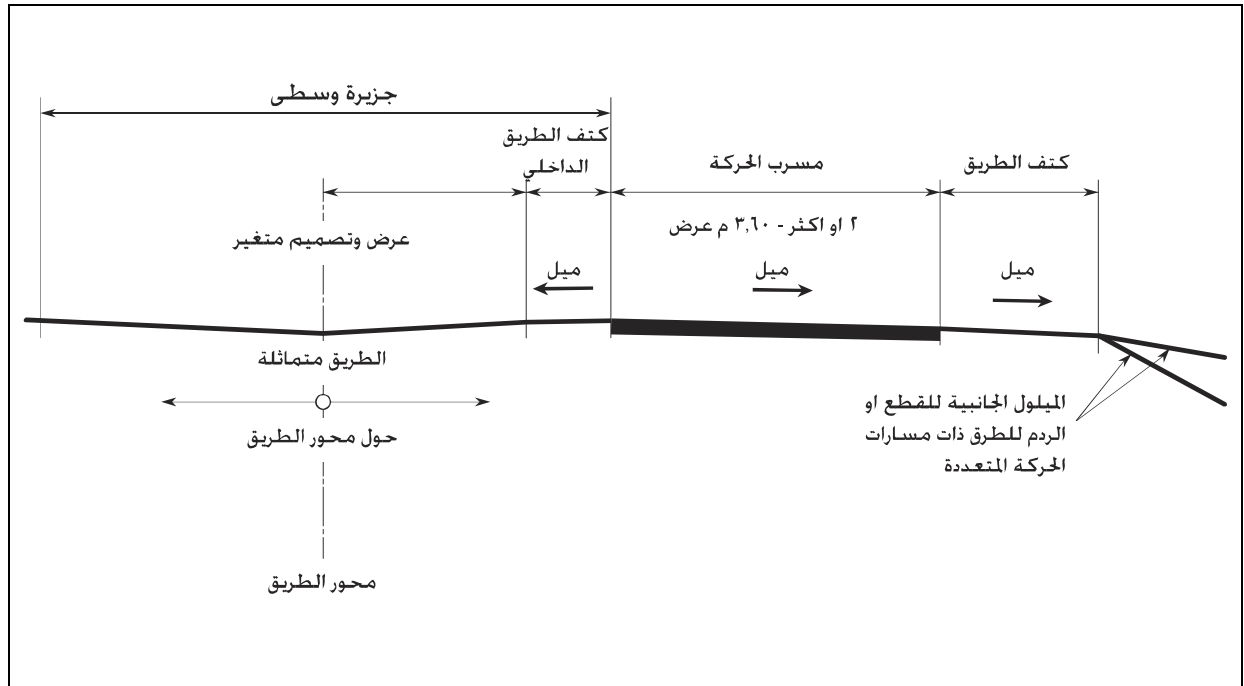
ب. توفر ملاذا آمنا يلجأ إليه عند الضرورة.

ت. تخفف من تأثير الانبهار نتيجة الضوء العالي للمركبات في الاتجاه المقابل.

ث. توفر الحيز اللازم لسلامة تشغيل المركبات التي تعبر منطقة الجزيرة الوسطى عند الانعطاف على التقاطعات.

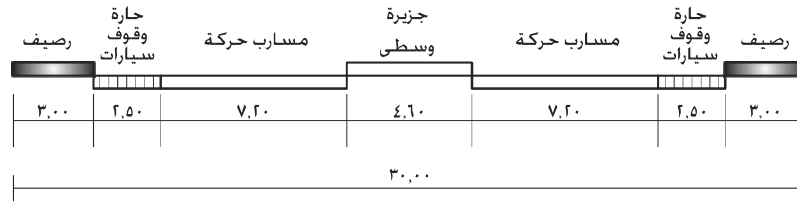


شكل 1-2 (أ): مقطع عرضي نموذجي لطريق مكون من مسربين اثنين في منطقة ريفية

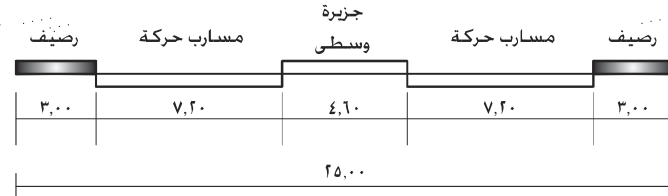


شكل 1-2 (ب): مقطع عرضي نموذجي لطريق مكون من مسارات متعددة مفصولة

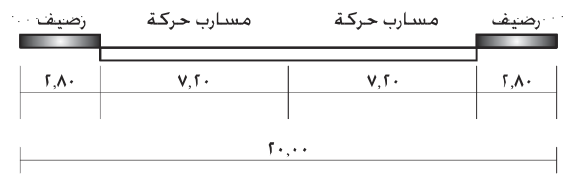
بجزيرة وسطى في منطقة ريفية



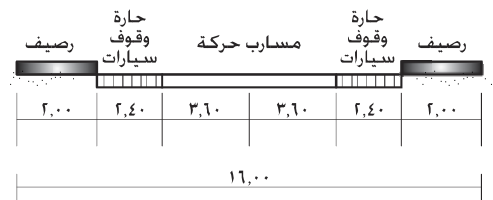
شارع شرياني ذو اربع مسار مفصولة مع وجود حارات وقوف سيارات على الجانبين



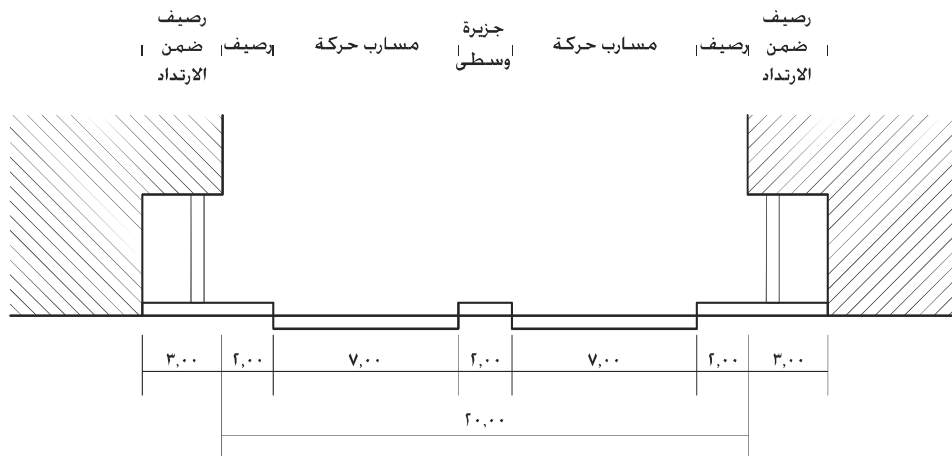
شارع شرياني ذو اربع مسار مفصولة بدون حارات وقوف سيارات



شارع شرياني ذو اربع مسار غير مفصول و بدون حارات وقوف سيارات

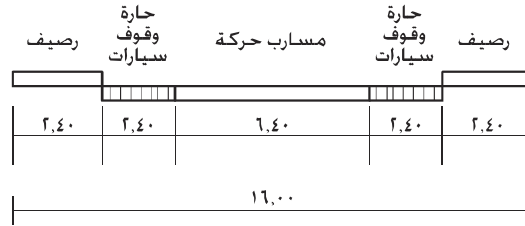


شارع شرياني ذو مسيري حركة مع وجود حارات وقوف سيارات على الجانبين

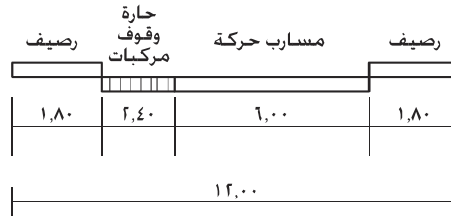


شارع شرياني في منطقة تجارية ذو اربع مسار بدون حارات وقوف سيارات

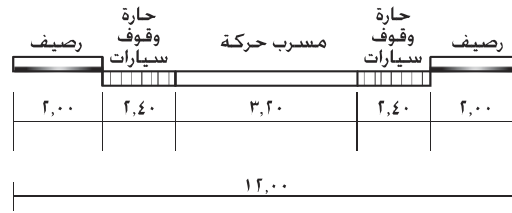
شكل 2-2 (أ): مقاطع عرضية نموذجية لطرق شريانية في المناطق الحضرية



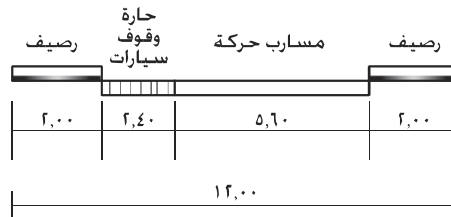
شارع تجميعي ذو مسربين مع حارات وقوف سيارات على الجانبين



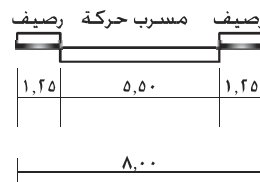
شارع تجميعي ذو مسربين مع حارة وقوف سيارات على احد الجانبين



شارع محلي ذو مسربين مع حارات وقوف سيارات على الجانبين



شارع محلي ذو مسربين مع حارة وقوف سيارات على احد الجانبين



شارع محلي ذو مسربين بدون حارات وقوف سيارات على الجانبين

لشكل 2-2 (ب): مقاطع عرضية نموذجية لطرق تجميعية ومحلية في المناطق الحضرية

لذا يوصى بتوفير جزيرة وسطى عند تصميم الطرق التي تشتمل على أربع مسارب فأكثر. إن الحد الأدنى الموصى به في هذا الدليل لعرض الجزيرة الوسطى هو 1.0 م، بينما القيمة المفضلة لا تقل عن 5.0 م. وإذا تحتم استخدام الحد الأدنى لعرض الجزيرة الوسطى بسبب محدودية حرم الطريق، فيجب أن تكون الجزيرة مرتفعة والأفضل أن تحوي حاجز حماية كما في شكل رقم 2-5. وفي الحالات التي توفر فيها جزيرة وسطى بعرض كاف، فإنه يمكن زراعتها بنباتات ملائمة تسهم في الحد من الانبهار نتيجة الضوء العالي الصادر من المركبات القادمة من الاتجاه المقابل.

4-1-2-2 حارات وقوف السيارات (Parking Lanes)

القيمة المفضلة لعرض حارة وقوف السيارات هي 2.5 م، بينما يوصى بأن يكون الحد الأدنى هو 2.2 م للطرق المحلية.

5-1-2-2 أرصفة المشاة (Sidewalks)

توفر أرصفة المشاة مكان آمن لحركة المشاة بمحاذاة مسارب الحركة أو حارات وقوف المركبات في المناطق الحضرية وهي بديل عن أكتاف الطريق. وتعمل أرصفة المشاة على فصل حركة المشاة عن حركة المركبات، وبذلك تحد من عملية التداخل بين حركتي المشاة والمركبات، وبالتالي فهي تعد ملجأً آمناً للمشاة وتمثل الدعامة الأساسية لسلامة المشاة (شرح أوسع في الفصل الخامس المشاة والمدارس).

6-1-2-2 المناطق الفاصلة (Separation Strips)

قد يجري توفير مناطق فاصلة بين مسارب الحركة (أو حارات مواقف السيارات) وأرصفة المشاة، أو أحياناً أخرى بين مسارب الحركة وطريق الترخيم الجانبي الموازي، وذلك زيادة في توفير الأمان. وتستخدم هذه المناطق الفاصلة أيضاً لزراعة الأشجار أو لتوفير حيز لوضع أعمدة الإنارة أو الشواخص والإشارات المرورية الضوئية في بعض الأحيان، على أن يكون الحد الأدنى لعرض المنطقة الفاصلة 1.00 م.

7-1-2-2 الميول العرضية (Cross Slopes)

يتوجب توفير ميل عرضي للطريق، سواء في مناطق المماسات أو المنحنيات الأفقية حتى لو كانت منبسطة، وذلك بهدف تصريف المياه عن سطح الطريق بشكل مقبول. وهذا يساعد في توفير مستوى جيد من الأمان من خلال عدم السماح بتكون طبقة من المياه بين العجلات وسطح الطريق، التي قد تسبب انزلاقات للمركبات أحياناً. هذا فضلاً عن الحاجة لتوفير ميول عرضية ملائمة عند المنحنيات الأفقية متعلقة بالتعليق الضرورية للحفاظ على توازن المركبة أثناء الحركة عند هذه المنحنيات.

ويمكن توفير ميل عرضية باتجاه واحد، ولكن على الأغلب توفر ميل عرضية باتجاهين متعاكسين من خلال عمل تاج (Crown) عند منتصف الطريق وتصميم ميل تصريف المياه إلى جانبي الطريق. والميل العرضية تتراوح بين 1.5%-2.0%. ويبين الشكل 2-3 أنماطا مختلفة لتوفير ميل عرضي لطريق ذي مسار حركة متعددة، مفصولة بجزيرة وسطى.

8-1-2-2 الميول الجانبية (Side Slopes)

تعمل الميول الجانبية لمناطق القطع والردم على جانبي الطريق، على ضمان ثبات الطريق وتأمين مجال كاف للمركبات الخارجة عن السيطرة للمساعدة في التوقف، وعدم حصول حوادث مرور ذات حدة مرتفعة. وتعتمد الميول الجانبية لمناطق القطع على نوعية التربة/الصخر لضمان ثباتها وتتراوح بين 1.5:1 إلى 6:1، أما في حالة الردم فيجب أيضا ضمان ثبات الطريق، يفضل أن تكون الميول الجانبية 6:1 إلى 4:1 لضمان السلامة المرورية للمركبات المنحرفة عن الطريق. وفي حالة كان الردم عال والميول الجانبية أقل من 4:1 فيجب توفير حواجز الحماية (guard rails).

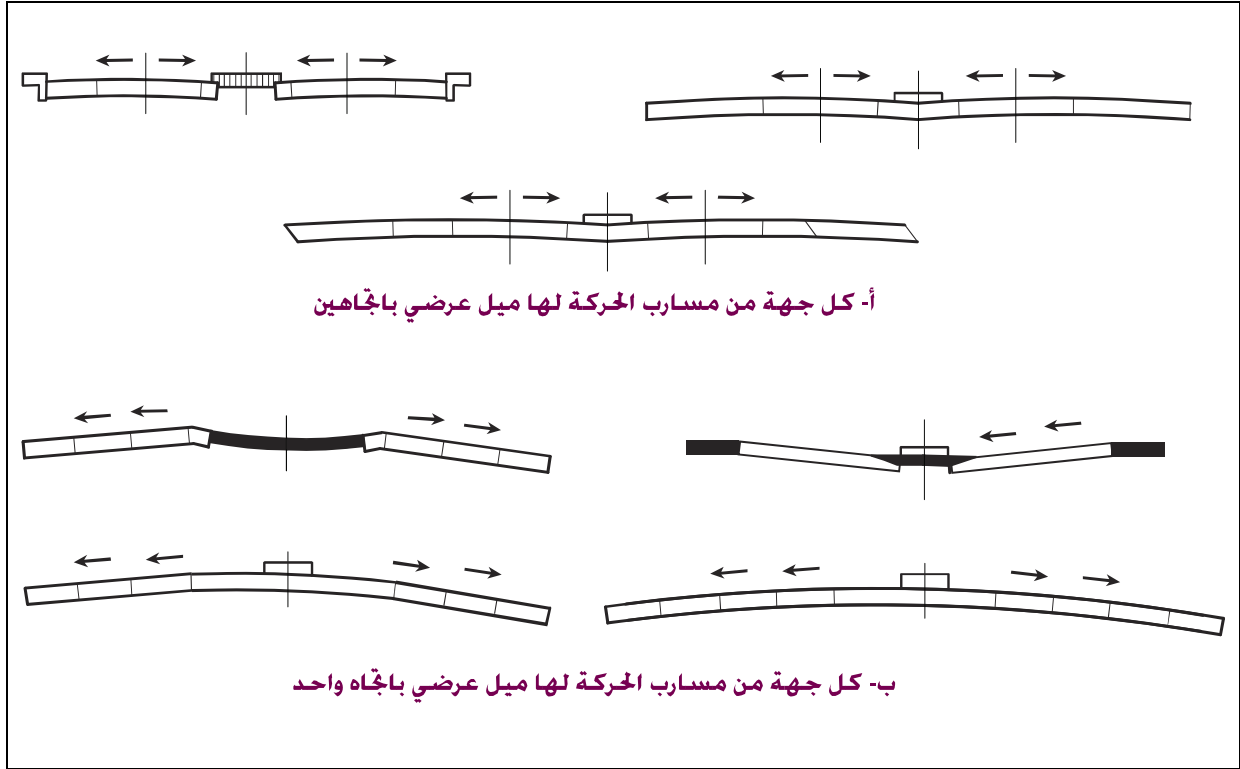
9-1-2-2 حجر حد الطريق (Curbstone)

يعمل حجر حد الطريق على تحديد حافة المنطقة المعبدة من الطريق، مما يسهم في تحسين مستوى السلامة من خلال إرشاد السائقين إلى منطقة السياقة. وقد يكون حجر حد الطريق قائماً، بحيث يفصل بين الطريق ورصيف المشاة مما يوفر أيضا سلامة مرور بدرجة أفضل للمشاة، أو مائلا بزاوية حادة (45 درجة على الأرجح)، ليفصل بين الطريق والجزيرة الوسطى أو الجزر المرورية عند التقاطعات أو الأكتاف. ويتراوح ارتفاع الجزء الظاهر من حجر حد الطريق ما بين 15-20 سم عندما يكون قائماً، وما بين 10-15 سم عندما يكون مائلا. وغالبا ما يكون حجر حد الطريق مسبق الصنع من مادة خرسانية. ويبين الشكل 2-4 أصنافا مختلفة من حجر حد الطريق.

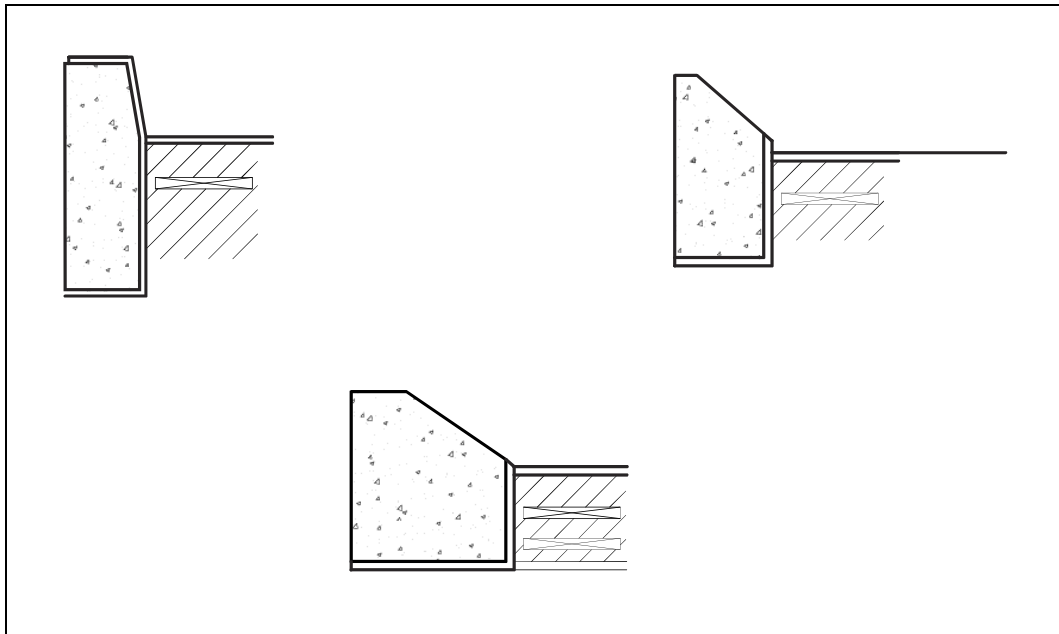
10-1-2-2 حواجز الحماية (Road Barriers) والدعامات الواقية (Guard Rails)

هناك حالات تتطلب إنشاء حواجز للحماية، وذلك إما نحو الجهة المقابلة من الطريق في حال وجود أربعة مسار للحركة أو أكثر، وعدم وجود جزيرة وسطية بعرض كاف، أو نحو خارج الطريق عند وجود منحدرات كبيرة أو واد أو مواقع خطرة أخرى. وهذه الحواجز (Road Barriers) يمكن أن تكون صلبة من مواد خرسانية، مما يؤدي إلى عدم السماح للمركبة بمغادرة المنطقة المعبدة إذا فقد السائق السيطرة، إذ قد تصطدم بالحاجز الذي يمنعها من ذلك. ويمكن أحيانا أخرى استخدام دعامات واقية (Guardrails) مرنة أو شبه مرنة من مواد معدنية على شكل حرف W تنصب على قوائم معدنية، أو من أسلاك معدنية تثبت

على قوائم خشبية، هدفها تقليل حدة الحوادث المرورية إن حصلت، ولكن دون منع المركبة بشكل مطلق من مغادرة الطريق. وكثيرا ما تستخدم هذه الدعامات عند المنحنيات وعند مناطق الردم العالية.

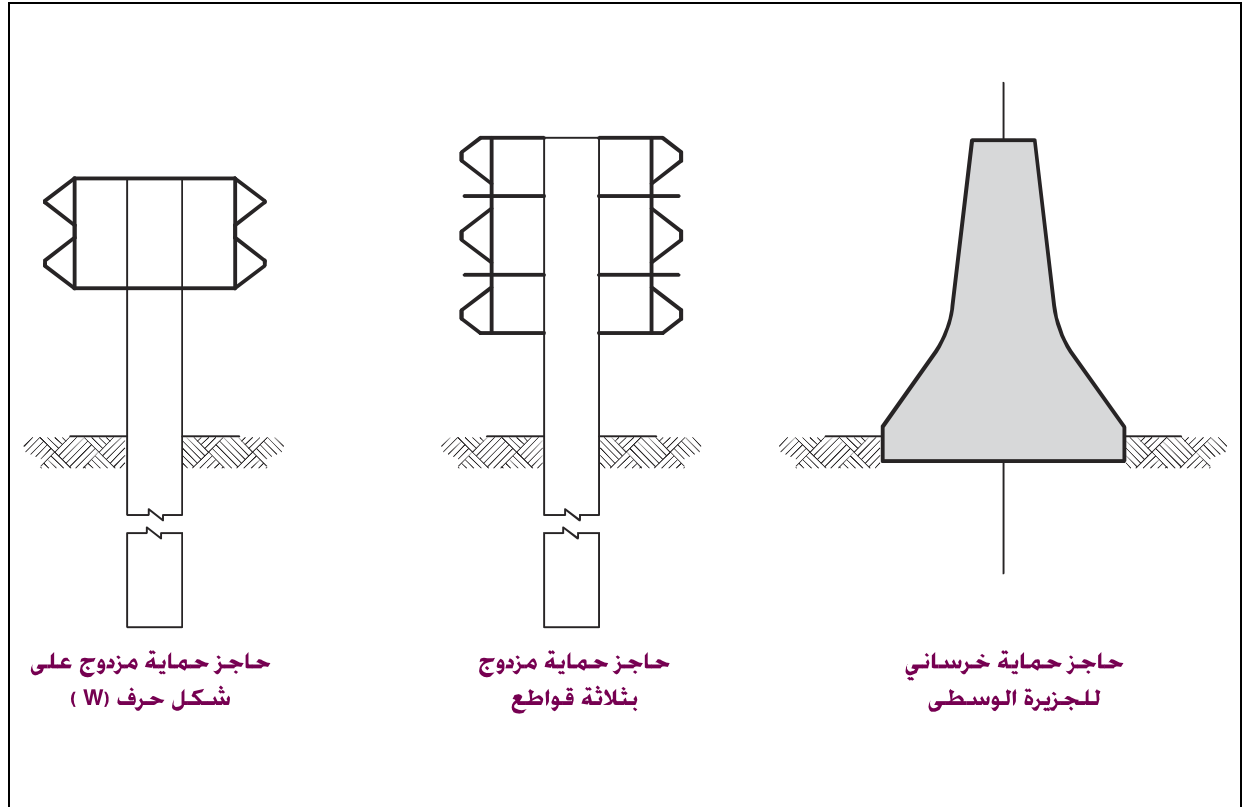


شكل 2-3: أنماط الميل العرضي لطريق ذو مسارب حركة متعددة مفصولة بجزيرة وسطى

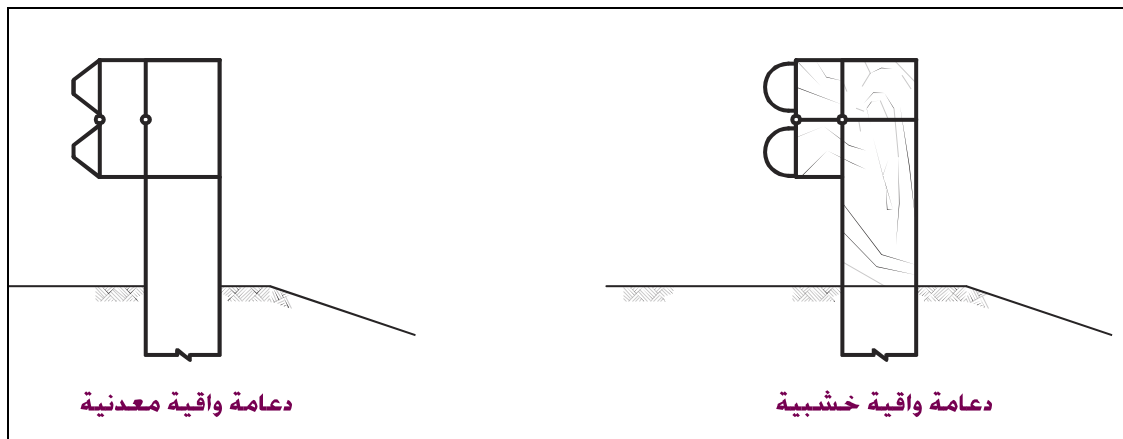


شكل 2-4: أصناف مختلفة من حجر حد الطريق

ويبين الشكل 5-2 أنواعا مختلفة من حواجز الحماية، بينما يبين الشكل 6-2 أنواعا مختلفة من الدعامات الواقية.



شكل 5-2: أنواع مختلفة من حواجز الحماية



شكل 6-2: أنواع مختلفة من الدعامات الواقية

2-2-2 تصميم الطريق في المستوى الأفقي (Design of Horizontal Alignment)

إن هذا الموضوع أوسع من أن يغطى في هذا الدليل، وما يجدر الإشارة إليه هنا أن يتم تصميم المنحنيات الأفقية بعناية، للأخذ بعين الاعتبار توفير متطلبات السلامة المرورية وسلاسة الحركة عند السياقة عليها. وهذا يتطلب استخدام المعايير التي تؤخذ بالحسبان معادلة قوة الطرد المركزي الناجمة عن حركة المركبة على المنحنى من خلال التعلية الجانبية والاحتكاك العرضي وتحديد نصف قطر للمنحنى لسرعة التصميم. وكذلك توفير مسافة كافية للرؤية اللازمة للتوقف عند سير المركبات على المنحنيات الأفقية.

2-3 تصميم الطريق في المستوى العمودي (Design of Vertical Alignment)

إن هذا الموضوع أوسع من أن يغطى في هذا الدليل أيضاً، وما يجدر الإشارة إليه هنا أن يتم تصميم المنحنيات العمودية (vertical curves)، الرأسية (crest) منها والقاعية (sag) بعناية، للأخذ بعين الاعتبار توفير متطلبات السلامة المرورية. يتكون التصميم الهندسي لخط منتصف الطريق في المستوى الرأسى من مستويات مائلة (Grades)، متصلة بمنحنيات عمودية ذات قطع مكافئ (Vertical Parabolic Curves). ويجب أن تصمم هذه المنحنيات لمراعاة التشغيل الآمن، خاصة فيما يتعلق بمتطلبات مسافة الرؤية وتأمين الراحة للسائقين.

يجب أن يؤخذ بالحسبان، عند القيام بالتصميم الهندسي للطريق في المستوى العمودي، أثر الميل الطولي على أداء المركبات، وبخاصة الثقيلة منها، حيث تتخفض سرعاتها بشكل ملموس، إذا كانت الميل شديدة الانحدار (صعوداً أو هبوطاً) أو طويلة. ومن الضروري التنويه إلى أن أهم أسباب الحوادث المرورية، التفاوت الكبير في سرعة المركبات المارة على الطريق. وعليه فلا يجب أن يتجاوز الميل الحد الأقصى المسموح به بشكل عام. ويوضح الجدول 2-3 الحد الأقصى للميل اعتماداً على تصنيف الطريق وطبيعة المنطقة.

ومن ناحية أخرى، فإنه يجري تحديد الحد الأدنى للميل المقبول بناء على متطلبات تصريف مياه الأمطار للطرق في الاتجاه الطولي. ويوصي الدليل بأن يكون أدنى ميل مقبول هو 0.5% وبخاصة إذا كانت الرصافات تنتهي بحجر حد الطريق، وغالباً ما تكون الحالة كهذه في المناطق الحضرية. وإذا لم يستخدم حجر حد الطريق، فإنه يمكن تخفيض الحد الأدنى للميل إلى 0.3% إذا كان يمكن تصريف مياه الأمطار بشكل عرضي.

2-4-2 مسارب الأغراض الخاصة (Special Purpose Lanes)

تقع المسارب الإضافية، بمحاذاة مسارب الحركة الأساسية. وتكون هذه المسارب عموماً قصيرة، وتقدم لتلبي حاجات محددة لأغراض خاصة، وتشمل المسارب الإضافية (أو المساعدة) مسارب التسلق ومسارب التجاوز ومسرب المخرج الجانبي ومسارب الانعطاف (Turning) والتداخل (Weaving) وتغيير السرعة (Speed Change).

جدول 2-3: الحد الأقصى للميل حسب صنف الطريق وطبيعة المنطقة

طريق سريع ¹	طريق رئيسي (شرياني) ^{2, 3}	طريق إقليمي (تجميعي) ⁴	طريق محلي (فرعي) ⁵	طبيعة المنطقة
% 4-3	% 5-3	% 7-5	% 8-6	مستوية
% 5-4	% 6-4	% 10-6	% 11-8	متدحرجة
% 6-5	% 8-5	% 12-8	% 16-10	جبلية

ملاحظات:

1. في المناطق الريفية حسب سرعة تصميم تتراوح بين 80 كم/ساعة عند الحد الأعلى للميل إلى 120 كم/ساعة عند الحد الأدنى للميل. ويمكن زيادة الحد الأقصى للميل المذكور بنسبة 1% في المناطق الحضرية
2. في المناطق الريفية حسب سرعة تصميم تتراوح بين 60 كم/ساعة عند الحد الأعلى للميل إلى 120 كم/ساعة عند الحد الأدنى للميل
3. في المناطق الحضرية يمكن زيادة الحد الأقصى للميل المذكور بنسبة 2% وعادة تتراوح سرعة التصميم في هذه المناطق بين 50 كم/ساعة عند الحد الأعلى للميل إلى 100 كم/ساعة عند الحد الأدنى للميل.
4. حسب سرعة تصميم تتراوح بين 60 كم/ساعة عند الحد الأعلى للميل إلى 120 كم/ساعة عند الحد الأدنى للميل
5. حسب سرعة تصميم تتراوح بين 30 كم/ساعة عند الحد الأعلى للميل إلى 80 كم/ساعة عند الحد الأدنى للميل

2-4-2-1 مسارب التسلق (Climbing Lanes)

عند وجود ميل صاعد طويل، يستخدم مسرب التسلق لاستيعاب المركبات البطيئة، وبالذات الشاحنات، التي تزدح من مسرب الطريق الصاعد، وتقلل هذه المسارب أثر المركبات المتحركة ببطء على السعة والسلامة المرورية.

ولتحديد الحد الأدنى لطول الميل، والذي يوصي بأن يضاف مسرب تسلق إذا حصل تجاوزه، فلا بد من تحديد الطول الحرج (Critical Length). ويعرف هذا الطول بأنه الحد الأقصى لطول الميل الصاعد الذي يمكن للشاحنة المحملة أن تصعد عليه دون تخفيض غير معقول في السرعة. ويوصي الشكل 2-7 بمقدار الطول الحرج حسب الميل لاستخدامه في التصميم، وذلك بافتراض السرعة الابتدائية وصعود شاحنة ثقيلة، ويؤخذ بالحسبان ما وصت به AASHTO فيما يخص مقدار الانخفاض المقبول في سرعة

الشاحنات الذي يصل إلى 15 كم/ساعة ليكون الأساس التصميمي لتحديد الطول الحرج للميل، ويوصى كذلك بوجود مسرب تسلق إذا تجاوز الانخفاض في سرعة الشاحنات هذه القيمة. أما في المنحدرات شديدة الانحدار فتضطر الشاحنات الثقيلة أن تخفف سرعتها بشكل كبير حتى في اتجاه الهبوط.

2-4-2-2 مسارب التجاوز (Passing Lanes)

تستخدم مسارب التجاوز لاستيعاب المركبات الأكثر بطئا، وبالذات الشاحنات، التي تتراح عن باقي المركبات في مجرى حركة السير، وذلك بهدف تشتيت الاصططاف لباقي المركبات خلف الشاحنات، ومن ثم تحسين سعة الطريق. إن السلامة على مقاطع الطرق التي تضاف إليها مسارب التجاوز تتحسن حين تزول المخاطر المرتبطة بعدم السماح للتجاوز لمسافة طويلة.

2-4-2-3 مسارب المخرج الجانبي (Turnouts)

عندما تكون هناك صعوبة في إضافة مسارب تجاوز، وبخاصة بسبب تقييدات التضاريس الأرضية، فيوصى بإضافة مقطع معبد قصير نسبيا ويعرض مناسب، يدعى (مسرب المخرج الجانبي)، إلى يمين مسرب حركة السير للسماح للمركبات البطيئة للتحني جانبا، ليتسنى تجاوزها.

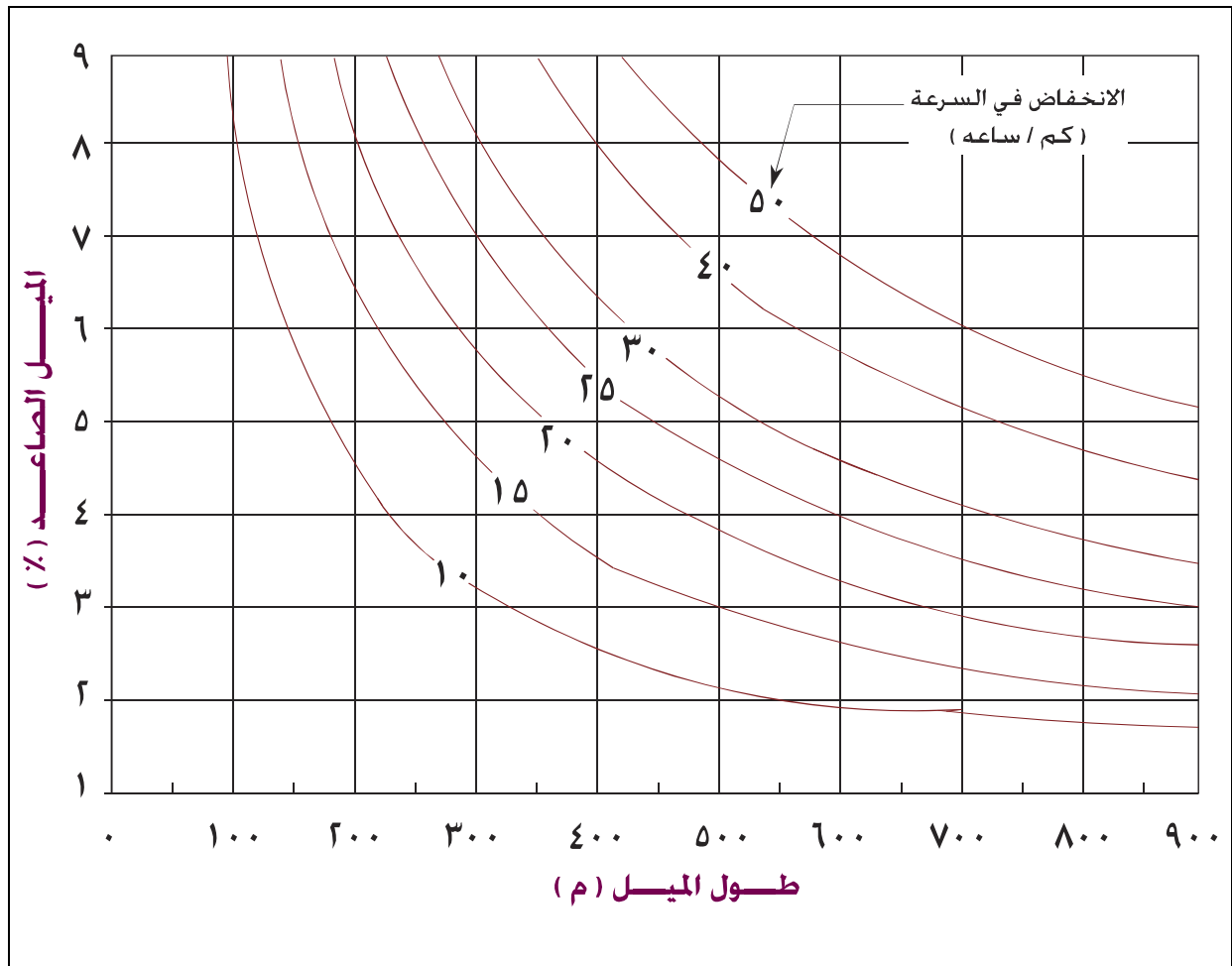
وتقدم مسارب المخرج الجانبي فوائد مشابهة لتلك التي يحصل عليها عند إضافة مسارب التجاوز على الطرق، حين تكون أحجام حركة السير منخفضة، ولكن هناك اختلاف واضح في حال وجود عدة مركبات تتلو المركبة البطيئة، وفي هذه الحالة فإن المركبة البطيئة في مسرب المخرج الجانبي قد تحتاج إلى أن تبطئ السرعة أكثر أو أن تقف قبل أن تعود بصورة آمنة إلى مسرب حركة السير. وجدير بالذكر إمكانية استخدام الأكتاف المعبدة وذات عرض كاف لهذا الغرض.

2-3 تنفيذ الطريق

إن آليات التنفيذ خاصة التعامل مع المركبات وتحويلاتها هو أمر غاية في الأهمية للسلامة المرورية، ولكن سيتم معالجته في بند الصيانة التالي. أما أبرز الأمور التي تؤثر بشكل مباشر على السلامة المرورية في مجال تنفيذ الطريق فهي:

1. سطح رصفه سلس (smooth): إن وجود هبوط في الطريق يكون عادة لثقل المركبات خاصة في مجرى العجلات (rutting)، أو بسبب سوء الدمك في أماكن محددة في الطريق، إن المراقبة المسؤولة

على التنفيذ تجنب المشاكل المتكررة في رصفة الطريق. وإن تفادي السائقين لأماكن عدم تجانس الرصفة يؤدي في العديد من الأحيان إلى حوادث طرق.



ملاحظة: يفترض أن السرعة الابتدائية هي 110 كم/ساعة

شكل 2-7 : الطول الحرج حسب الميل للشاحنة الثقيلة (الوزن/القدرة = 120كغم/كيلوواط)

2. تصريف المياه: عدم التصريف الجيد للمياه على الطرق هو سبب مباشر لحوادث الطرق وتدهال الرصفة (pavement deterioration).

3. انجرافات التربة: إن عدم دمك الردم (fill or embankment) حسب المواصفات المطلوبة يؤدي إلى انهياره خاصة في فصل الشتاء، وكذلك عدم المعالجة الصحيحة لسطوح القص (cut) المائلة يتسبب بإنهيارات وتساقط الشوائب على الطريق مما يؤثر سلباً على السلامة المرورية.

4-2 تشغيل الطريق

إن تشغيل الطريق يتركز في الاستخدامات الصحيحة لأجهزة التحكم المروري و تهدئة السير وغيرهما من الأمور التشغيلية للطريق.

1-4-2 أجهزة التحكم المروري

تشمل أدوات التحكم المروري جميع الشواخص المرورية (Signs) والإشارات المرورية الضوئية (Traffic Signals) وعلامات الطرق (Road Markings) وتعمل على إخطار السائقين ومستخدمي الطرق الآخرين حول القوانين أو التعليمات المرورية وتحذيرهم وإرشادهم.

1-1-4-2 الشواخص المرورية (Traffic Signs)

إن تصميم الشواخص المرورية محدد من وزارة النقل والمواصلات الفلسطينية (أنظر الملحق "أ" لبعض النماذج)، ولكن أحجام الشواخص تعتمد بشكل أساسي على السرعة والمعلومات التي يراد توصيلها، وتبعا لاتفاقية الطرق الدولية في المشرق العربي، جرى تحديد ثلاثة أحجام مختلفة للشواخص التحذيرية والتنظيمية وهي:

- 600 ملم (للقطر أو الطول الجانبي) عندما تكون السرعة القصوى من 60 إلى 75 كم/ساعة.
- 900 ملم (للقطر أو الطول الجانبي) عندما تكون السرعة القصوى من 75 إلى 90 كم/ساعة.
- 1350 ملم (للقطر أو الطول الجانبي) 1200 ملم (للقطر) عندما تكون السرعة القصوى أكبر من 90 كم/ساعة.

وينبغي أن تكون الشواخص عاكسة لنفس مصدر ضوء المركبة (Retorelective) أو مضاءة (Illuminated) لتظهر نفس الشكل واللون في النهار والليل. أما الشواخص العلوية التي لا تحصل على إضاءة كافية من عملية انعكاس المصابيح الأمامية للمركبات فينبغي إضاءتها ليلا.

أماكن وضع الشواخص المرورية تكون قبل أماكن اتخاذ القرار بصورة كافية للسماح للسائق القيام بردة فعل على الرسائل الواردة في الشواخص بصورة آمنة. إن الوضع غير الصحيح لأدوات التحكم المروري يمكن أن يكون له نتائج خطيرة ترتبط بالسلامة المرورية. ويعد الدليل الموحد لأجهزة التحكم المروري الأمريكي (MUTCD, 2009) مصدرا قيما في هذا المجال. ويبين الجدول 2-4 الخطوط الإرشادية العامة المتصلة بتركيب الشواخص التحذيرية. أما الشواخص التنظيمية، فيجب تركيبها في الموقع المحدد حيث يستدعي الحال. أما تفاصيل موقع كل شاخص مروري فيمكن الإسترشاد بمرجع MUTCD, 2009.

(<http://mutcd.fhwa.dot.gov>)

جدول 2-4: إرشادات عامة تتعلق بأماكن وجود الشواخص التحذيرية

مكان وجود الشاخصة التحذيرية	صنف وموقع الطريق
400 م قبل موقع التحذير 250-150 م قبل موقع التحذير	في المناطق الريفية: • الطرق السريعة • الطرق الأخرى
100 م قبل موقع التحذير 50-25 م قبل موقع التحذير	في المناطق الحضرية: • الطرق ذات الحد الأقصى للسرعة التي تزيد عن 60 كم/ساعة • الطرق ذات الحد الأقصى للسرعة حتى 60 كم/ساعة

2-1-4-2 علامات الطرق (Road Markings)

تعد علامات الطرق نوعاً مهماً آخر من أدوات التحكم المروري. وتشمل هذه العلامات تلك التي توضع على رصافات الطريق والمحددات الجانبية وعلامات الأجسام، وتوضع لغرض تنظيم حركة السير أو تحذيرها أو إرشادها وتوجيهها، وتستخدم أيضاً لتكملة وظيفة أدوات التحكم المروري الأخرى.

1) علامات رصافات الطرق (Pavement Markings)

هذه الفئة الرئيسية من علامات الطرق الرئيسية، وتوضع على رصافات الطرق، وتصنف إلى علامات طولية وعلامات عرضية وعلامات رسائل وعلامات متفرقة.

أ- العلامات الطولية (Longitudinal Markings):

هذه العلامات عبارة عن خطوط تمتد بشكل مواز لمحور الطريق، ويمكن أن تكون العلامات إما بيضاء أو صفراء، كما يمكن أن تكون متقطعة أو متصلة.

- الخطوط المتصلة أو المتواصلة: تكون هذه الخطوط مقيدة، وتخبر السائق أن يبقى في داخل المسرب وعليه أن لا يتركه أو أن لا يقوم بالتجاوز حتى يكون القيام بذلك آمناً، كما تشير هذه العلامات إلى حدود المسارب المخصصة لاستخدامات معينة كمسارب المواصلات العامة.

- الخطوط المتقطعة (غير المتصلة): تبدي هذه الخطوط خاصية السماح بطبيعتها، إذ يسمح للسائقين بعبورها. أما في حالة خطوط المسارب، فإن تغيير المسارب واستخدامها غير مقيد.

ومع ذلك، فإن العبور يجب أن يكون باحتراس.

لون العلامات الطولية: تستخدم الألوان البيضاء أو الصفراء على النحو الآتي:

- الخطوط الصفراء: يستخدم اللون الأصفر لحدود الطريق. وتحدد العلامات الصفراء الحافة الخارجية لرصفة الطريق أو تشير إلى حافة الكتف.
- الخطوط البيضاء: يستخدم اللون الأبيض لخط الوسط وخطوط المسارب. وتحدد العلامات البيضاء خط منتصف الطريق وتفصل تدفق حركة السير المسافرين في الاتجاه المعاكس.

ب- العلامات العرضية (Transverse Markings):

تكون هذه العلامات موضوعة بشكل متعامد مع اتجاه الحركة أو على زاوية تميل عن المحور الطولي للطريق. وعموماً، فإن القصد من وضع العلامات العرضية هو إقامة خط حاجز أمام اتجاه الحركة الأمامية الاعتيادية للمركبات، لإشعار السائق بضرورة اتخاذ قرار يتضمن إعاقه لحركة السير وتكون هذه عادة أعرض من العلامات الطولية لإعطاء السائقين الذين لديهم زاوية رؤيا اقتراب محدودة مجالا لرؤية غير مشوهة، وتكون هذه العلامات عادة بيضاء اللون. ويبين شكل 2-8 وشكل 2-9 نمط وعرض العلامات الطولية، كما تبين الأشكال 2-10، 2-11، 2-12، و2-13، نماذج لعلامات عرضية وخطوط عبور المشاة وعلامات كلمات وعوائق.

2) المحددات الجانبية (Delineators):

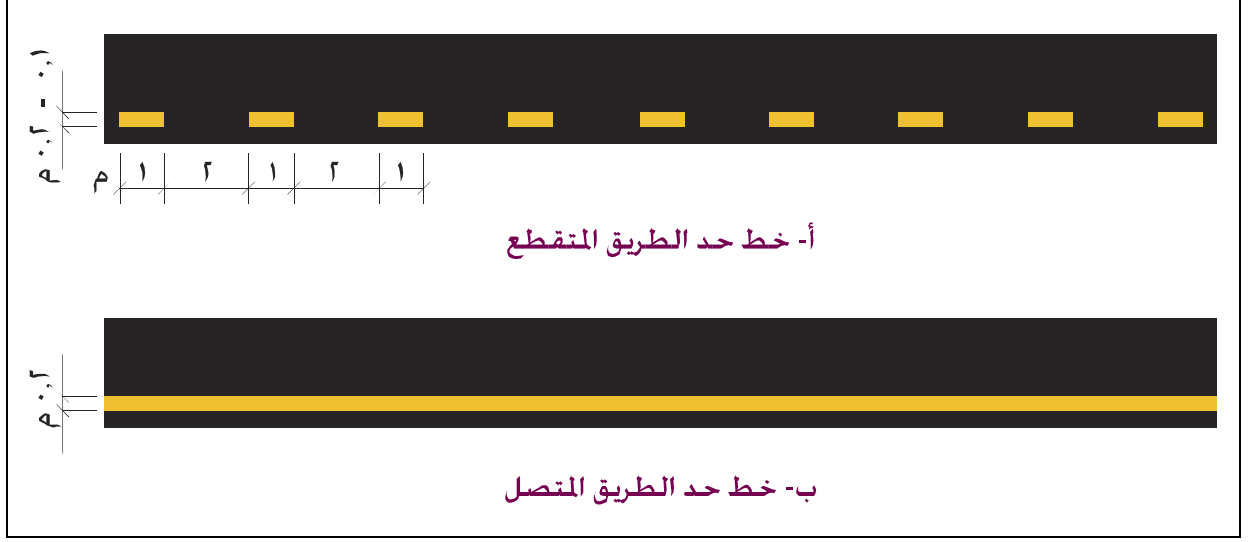
تعد المحددات الجانبية أدوات عاكسة إرشادية متتالية مرتفعة تتركب على جانب الطريق لتشير إلى مسار الطريق، وتعد فعالة في الليل وفي الأحوال الجوية السيئة.

3) علامات الأجسام (Object Markers):

تستخدم علامات الأجسام لتعليم العوائق على الطريق أو في الأماكن المحاذية للطريق. وعند استخدامها، يجب أن تشتمل علامات الأجسام على تشكيل لواحد أو أكثر من الأنواع الآتية:

- عاكسات مع عدد محدد من العلامات محمولة على قائم في معظم الحالات
- علامات مستطيلة تضم خطوط عاكسة مائلة، سوداء أو بيضاء بشكل تبادلي، وينبغي أن تكون الخطوط مائلة إلى الأسفل باتجاه المركبة التي يحصل تحذيرها.

ويوضح شكل 2-14 أمثلة على علامات الأجسام.



شكل 2-8: عرض خط حد الطريق ونمطه ولونه

2-4-1-3 الإشارات المرورية الضوئية (Traffic Signals)

الإشارات المرورية الضوئية هي أدوات أو أجهزة للتحكم المروري تضبط إلكترونياً، وسيتم الإشارة لها في الفصل الثالث (التقاطعات).

2-4-2 تهدئة السير (Traffic Calming)

يتم تهدئة السير بعدة وسائل مختلفة سيتم إيجاز أهمها فيما يلي ولمزيد من التفاصيل يمكن الرجوع لصفحة الانترنت <http://trafficalming.org>، وكذلك يحوي ملحق "ب" على نماذج لبعض وسائل تهدئة السير:

- أ. مطبات صعبة (speed bumps): ارتفاع بالرصفة 7-10 سم على شكل قوس دائرة (circular arc) أو قطع مكافئ (parabola) بمسافة 0.5 - 1.0 م مع اتجاه السير
- ب. مطبات أقل صعوبة (speed humps): ارتفاع بالرصفة 5-10 سم على شكل قطع مكافئ (parabola) بمسافة 3.0 - 4.0 م مع اتجاه السير
- ت. مطبات مسطحة (speed tables): ارتفاع بالرصفة 7-10 سم لمسطح بمسافة 2.0 - 4.0 م مع اتجاه السير مرتبط بمنحدرات من كلا الاتجاهين بمسافة لكل منحدر بحدود 1.0 م



أ - خط منتصف الطريق المتقطع في منطقة ريفية



ب - خط منتصف الطريق المتقطع في منطقة حضرية



ج - خط منتصف الطريق المتصل



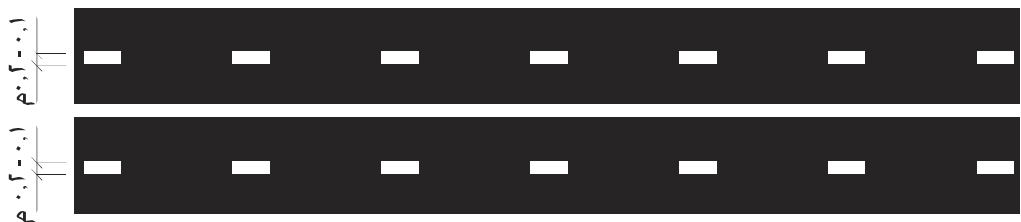
د - خط منتصف الطريق المتصل مع المتقطع في منطقة ريفية



هـ - خط منتصف الطريق المتصل مع المتقطع في منطقة حضرية



و - خط منتصف الطريق المزدوج



ز - نموذج خطوط المسارب ٢ مسرب لكل اتجاه لطريق مع جزيرة

شكل 2-9: عرض خط المنتصف ونمطه ولونه وخطوط المسارب

٠,٣ - ٠,٥ م



أ - خط الوقوف



ب - خط اعطاء حق الأولوية

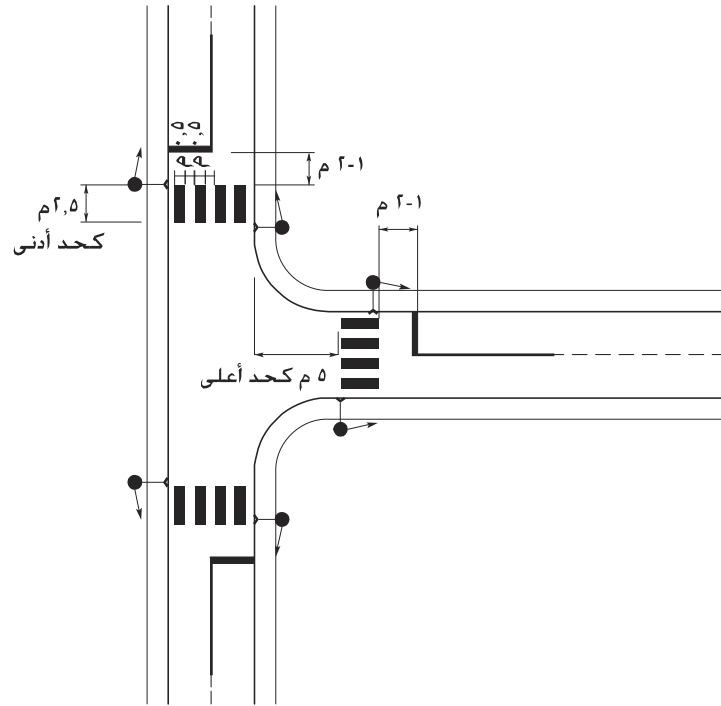
٠,٥ م ٠,٥ م ٠,٥ م



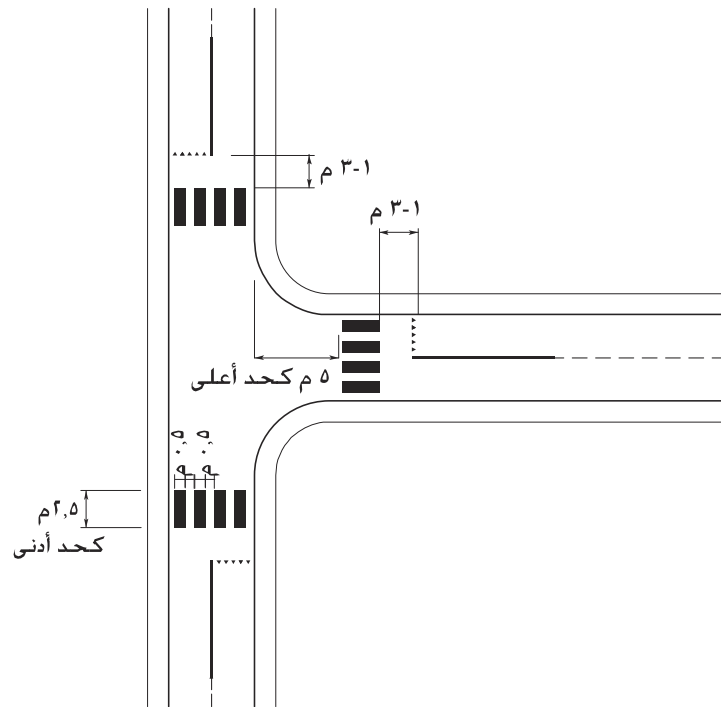
٠,٤٥ -
٠,٧٥ م

ج - أبعاد خط اعطاء حق الأولوية

شكل 2-10: أمثلة على العلامات العرضية



أ - خطوط عبور المشاة حالة وجود إشارة مرور ضوئية



ب - خطوط عبور المشاة حالة عدم وجود إشارة مرور ضوئية

شكل 2-11: علامة عبور المشاة عند التقاطعات



شكل 2-12: أمثلة على علامات الكلمات

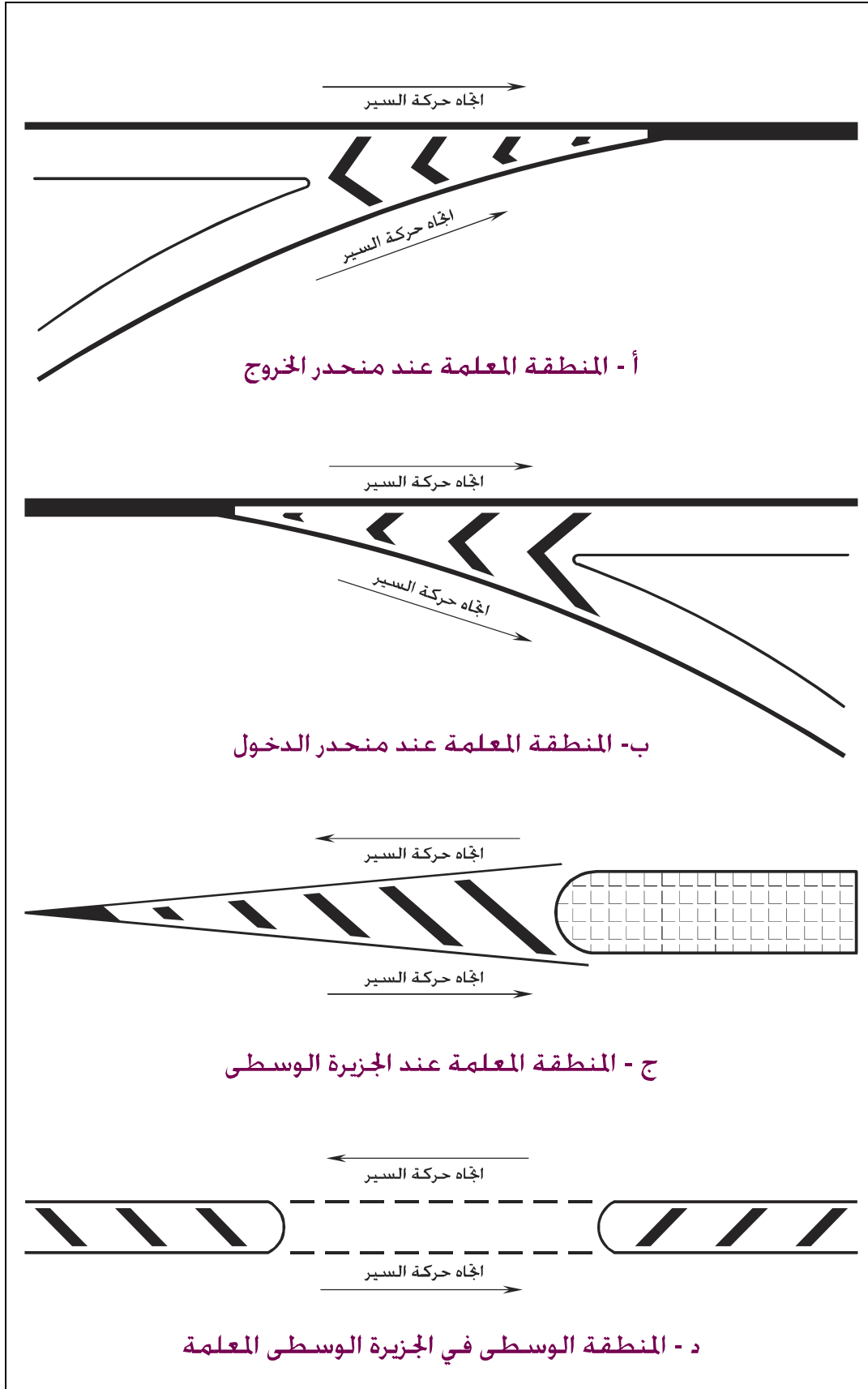
- ث. معابر مشاة مرتفعة (raised crosswalks): نفس صفات المطبات المسطحة ولكن في مواقع معابر المشاة
- ج. تقاطع طرق مرتفع (raised intersections): نفس صفات المطبات المسطحة ولكن المنطقة المرتفعة هي كافة مساحة التقاطع
- ح. ملمس رصفة خشن (pavement texture): استخدام رصفة الشارع من طوب أو حجارة بناء
- خ. الدوارات الصغيرة والكبيرة (traffic circles and roundabouts)

- د. منحنيات أفقية متعاكسة (Chicanes): تمديد الرصيف نحو مسار الحركة من كلا الجانبين لتشكيل منحني على شكل حرف (S)
- ذ. إعادة مسار التقاطع (Realign Intersection): خاصة عمل جزيرة مرتفعة على طرف المقطع المستقيم لتقاطع على شكل حرف (T) من أجل تخفيف السرعة للمركبات المارة من التقاطع بشكل مستقيم (straight movement)
- ر. تضيق المسارب عند التقاطعات (Neckdowns): خنق المداخل للتقاطع وتحديدًا عند وجود مسرب واحد داخل للتقاطع
- ز. تضيق المسارب بواسطة تعريض الجزيرة الوسطية في أماكن متعددة من مسار الشارع (Center Island Narrowing)
- س. تضيق المسارب بين التقاطعات بواسطة امتداد للرصيف من الاتجاهين (chokers)

أما بخصوص المطبات فهي وسيلة مهمة لتخفيف السرعة في الشوارع السكنية بالتحديد (residential streets)، وإن استخدامها في طرق رئيسة قد يزيد من حوادث السير خاصة الاصطدام من الخلف أو فقدان السيطرة والارتطام بأجسام ثابتة أو متحركة. إن عمل مطبات في طريق رئيسية أو إقليمية وتحديدًا على المنحدرات هو أمر خطر، خاصة إذا ترافق ذلك وعدم وجود إشارات تحذيرية للمطبات وعدم طلائها بمواد عاكسة لتكون واضحة في الليل وفي الأحوال الجوية الماطرة. وهناك أهمية كبيرة لعمل التصميم المناسب للمطبات وتنفيذها بشكل دقيق بما في ذلك عمل فتحات لتصريف المياه. إن المطبات الصعبة (speed bumps) تصلح لطرق ذات السرعات المنخفضة جدًا أو حتى داخل ساحة مواقف السيارات (parking lot) وتجبر هذه المطبات الصعبة (speed bumps) السائقين على تخفيف السرعة إلى ما دون 15 كم/الساعة، وهذا النوع من المطبات شائع على العديد من الطرق في فلسطين بما في ذلك الإقليمية منها. لذلك ينصح باستخدام المطبات الأكثر طولًا وأقل ارتفاعًا (speed humps أو speed tables) في الطرقات التي تحتاج لتهذئة السير، حيث إنها تسبب ضررًا أقل للسيارات وبنفس الوقت تجبر السائقين لتخفيف السرعة لحوالي 35 كم/الساعة.

2-4-3 أمور تشغيلية متفرقة

1. متابعة وتنظيم السير في الظروف الجوية غير العادية وفي حالات حوادث الطرق (incident management).



شكل 2-13: أمثلة لعلامات العوائق



شكل 2-14: أمثلة على علامات الأجسام.

2. متابعة فتح مداخل جديدة على الطرق القائمة لا سيما من الملكيات الخاصة والتأكد من توفر مدى رؤية كافية للتقاطعات أو المداخل الجديدة.
3. متابعة التنفيذ لقوانين السير خاصة الالتزام بحدود السرعة، ودراسات تعديل حدود السرعة وعمل مناطق لحدود سرعة محددة مثل عند المنحنيات الأفقية والمدارس.
4. تدوين وحفظ وتحليل حوادث السير بشكل دوري ومنتظم لمعرفة أسباب الحوادث والعمل على تفاديها.

2-5 صيانة الطريق

2-5-1 أهمية الصيانة للسلامة المرورية

إن عدم صيانة الطرق بشكل دوري يعرض السلامة المرورية للخطر، خاصة إذا ما تواجدت حفر في الرصافات أو إذا لم تعد أجهزة التحكم المرورية على القدرة بالقيام بأهدافها لأسباب عدة منها: مثلاً بهتان تخطيط الشوارع (road marking)، وبهتان العاكسية للإشارات المرورية أو تعرضها للسقوط بسبب حوادث الطرق وغيرها. إن أمثلة إضافية للصيانة تتمثل في تقليم أغصان الأشجار التي تعيق الرؤية وتنظيف مجاري تصريف المياه. إن تنظيف مجاري تصريف مياه المطر (storm water) خاصة العبارات له أمر هام للسلامة المرورية لتفادي غرق أجزاء من الشوارع تحت المياه في فصل الشتاء بسبب تراكم الأتربة

والشوائب في مجاري تصريف مياه المطر، وفي بلادنا نحتاج إلى صيانة دورية سنوية في بداية موسم الشتاء. ليس من ضروري فقط صيانة الطرق، ولكن هناك أهمية لطرائق عمل الصيانة للطرق، وهذا ما سيتم معالجته في البند التالي: التحكم المروري المؤقت في مواقع العمل.

2-5-2 التحكم المروري المؤقت في مناطق العمل

الغرض الأساس من التحكم المروري المؤقت في مناطق العمل هو تقديم الإرشادات الفنية لذوي الشأن في تصميم أساليب التحكم المروري المختلفة في مناطق العمل، وتجهيز هذه الأساليب وتركيبها وتشغيلها، وما ينتج عنها من تحويلات على الطرق المختلفة من أجل ضمان تأمين حركة سير فاعلة وسلامة مرورية ملائمة لمستخدمي الطريق من مركبات ومشاة، وتوفير حماية كافية لعمال ومعدات الإنشاء¹.

2-5-2-1 قواعد عامة

- يجب أن يكون ضبط جميع مستخدمي الطريق (سائقي المركبات والدراجات الهوائية والمشاة بما في ذلك ذوي الاحتياجات الخاصة)، وتأمين احتياجاتهم في منطقة العمل جزءاً أساسياً من أعمال الطريق، من إنشاء وخدمات البنية التحتية وعمليات الصيانة وإدارة أحداث المرور.
- إن وضع مخططات وأجهزة التحكم المروري هي مسؤولية السلطة العامة أو الرسمية التي لها صلاحية توجيه مستخدمي الطريق، لذلك يجب أن تكون هناك سلطة تتمتع بصلاحيات قانونية ملائمة للتنفيذ والضبط.
- تتفاوت أساليب التحكم المروري المؤقت، فمنها ما هو بسيط ومنها ما هو أكثر تعقيداً، وهذا يعتمد بشكل أساسي على طبيعة منطقة العمل ومستواها، لذلك يجب إعداد هذه المخططات من قبل شخص ذي خبرة كافية في هذا المجال، وعليه فإن تصميم أساليب التحكم المروري المؤقت واختيارها ووضعها يجب أن تكون بناءً على قرار هندسي.
- إن عملية تخفيض حد السرعة الأعلى بمقدار يزيد عن 15 كم/ساعة يجب أن تستخدم فقط في حالة وجود ظروف مقيدة في منطقة العمل، وفي هذه الحالة يجب تزويد السائق بتنبيه واضح لذلك، بحيث يحدث تخفيض السرعة قبل بداية المنطقة التي تحتاجه، مع استخدام شواخص تحذيرية (Warning Signs). وبناءً عليه، يجب عدم تخفيض السرعة القانونية قدر الإمكان، لأن السائقين لن يخفّضوا من سرعتهم إلا إذا أدركوا أن هناك حاجة لذلك.

¹ ملحوظة: اقتُبست بعض معايير وإجراءات السلامة المذكورة في هنا من " التحكم المروري في مناطق العمل"، المملكة العربية السعودية، وزارة المواصلات، 1995.

2-2-5-2 إدارة التحكم المروري (Traffic Control Management)

الهدف من إدارة التحكم المروري المؤقت في مناطق العمل هو ضمان حركة مرور مناسبة وبسلامة خلال فترة العمل، مع ضمان استمرارية العمل وسرعته وسلامته وكفاءته. وبناء عليه، فإن استخدام أساليب التحكم المروري يجب أن يتضمن القواعد الأساسية الآتية:

- وضع السلامة المرورية لكونها جزءاً أساسياً من كل مشروع.
- تجنب التأثير على حركة المرور قدر الإمكان.
- إرشاد سائقي المركبات بشكل واضح وإيجابي عن طريق استخدام الإشارات والشواخص المرورية والدهانات الأرضية أو أية أجهزة أخرى فاعلة.
- تشجيع مستخدمي الطريق على استخدام طرق بديلة، إن أمكن.
- تغطية أو إزالة أساليب التحكم المروري غير الملائمة خلال منطقة العمل.
- التنسيق بين المشروعات القريبة من بعضها والمتداخلة.
- القيام بالفحص الدوري لعوامل السلامة والحركة المرورية.
- الانتباه الدائم للسلامة على جانبي الطريق.

من أجل ضمان ذلك، يجب أن يكون نظام التحكم المروري سهل الفهم للسائقين كي يساعدهم على اتخاذ القرارات السليمة في وقت كاف، لذا يجب توجيه السائق إلى ما ينبغي عمله خطوة خطوة. لذا، يفضل التأكد من عدم إعطاء السائق أكثر من توجيه واحد في الوقت نفسه، كأن يراعى عدم إغلاق أي مسار مع تخفيض السرعة في الموقع نفسه. ويفضل أن يكون هناك تجانس في شكل أجهزة التحكم المروري ونوعها في الحالات المتشابهة.

3-2-5-2 منطقة التحكم المروري المؤقت في موقع العمل (Temporary Traffic Control at Work Areas)

وهي منطقة من الطريق تشمل أعمال الإنشاء والصيانة والبنية التحتية، وتشمل كامل الأجزاء من الطريق الذي يبدأ من أول علامة التحذير المبكر إلى آخر علامة مرورية. ويمكن تجزئة تلك المنطقة إلى الأجزاء الأربعة الآتية (شكل 2-15):

1. منطقة التحذير المبكر (Advance Warning Zone)

هي المنطقة التي يحصل فيها تنبيه السائق للتغير الحاصل في الطريق أمامه وتوجيهه إلى ما ينبغي عمله. وفيما يأتي وصف للوسائل المرورية والتحذيرية المختلفة التي تستخدم في منطقة التحذير المبكر.

- الشواخص (Signs): الغرض من الشواخص التحذيرية المبكرة إعطاء السائقين الوقت والمسافة الكافيين للانتباه والتعامل مع وضع وحالة الطريق أمامهم.
- الرايات الحمراء / الأضواء التحذيرية الومضية (Red Flag / Flashing Beacon): الرايات الحمراء الموضوعة فوق الشواخص المرورية تستهدف لفت انتباه السائقين في أثناء النهار، ويفضل استخدامها كعلامات تحذير أولية مبكرة. الأضواء التحذيرية الومضية تهدف إلى زيادة الانتباه في أوقات الليل.
- شرائح إرتجاجية (Rumple Strips): هي نوع من المطبات الاصطناعية التي تعمل على تحذير سائقي السيارات من وجود منطقة عمل أو خلafه، ويمكن اعتبارها من عوامل السلامة التحذيرية الأولية. إن هذا النوع من المطبات لا يشكل خطرا ولا يؤدي لضرر السيارات حتى على سرعات عالية. وهي عبارة عن خطوط متتابعة قليلة الارتفاع لمواد بلاستيكية أو مطاطية صلبة وغايتها الأساسية تحذير السائقين إلى تخفيف السرعة، ويجب أن يكون موقعها عند بداية أول شاخصة تحذيرية لمنطقة العمل.
- تخفيض السرعة: يجب عدم التأثير في حركة المرور إلا عند الضرورة القصوى، إذ أن السائقين لا يخفضون السرعة إلا عندما يتضح لهم ضرورة ذلك، وعادة لا يستطيع السائقون تخفيض سرعتهم أكثر من 35 كم/الساعة، ويلاحظ أن وجود سيارة شرطة المرور في منطقة العمل تساعد في التحكم في السرعة.

2. المنطقة الانتقالية (Transition Area)

في المجال الانتقالي لمنطقة العمل يجري توجيه المرور من مسار الطريق العادية إلى التحويلات اللازمة للمرور خلال منطقة العمل، وتشتمل بشكل أساسي على مسافة انتقالية (taper distance)، وتوضع وسائل توجيه المرور في أماكن الضيق التدريجي ضمن المجال الانتقالي.

- المسافة الانتقالية (Taper Distance): عند إغلاق أحد المسارب على الطرق المعتادة والسريعة، يجب ألا تقل المسافة الانتقالية لاندماج حركة المرور عن مسافة معينة (كما سيوضح لاحقا، خاصة في جدول 2-5 وشكل 2-17)، ويجب أن تكون المسافة الانتقالية محددة بأجهزة تحديد

المسارات، ويفضل أن تكون على قواعد مرنة لتعود إلى وضعها السابق عند صدمها. والمسافة بين كل جهاز وجهاز هي (20) مترا.

- أجهزة تحديد المسارات: إن أجهزة تحديد المسارات تنبه السائقين إلى حالة الطريق في أثناء العمل عليه، كما تؤمن الحماية للعاملين، واختيار هذه الأجهزة يجب أن يتلاءم مع مستوى الخطر المتوقع نتيجة لأعمال الطريق، وتختار هذه الأجهزة وفقا للترتيب الآتي (أنظر الشكل رقم 2-16).

(1) مخاريط مرورية.

(2) علامات شيفرون على قواعد مرنة

(3) اللوحات الرأسية.

(4) علامات أنبوبية.

(5) براميل مرورية بلاستيكية.

يفضل استخدام شواخص الشيفرون (Chevron Signs) عند المنحنيات والمسافات الانتقالية، على أن توضع ثلاثة شواخص شيفرون على الأقل كي تكون واضحة للسائقين في أي موقع، كما يجب وضع علامات الشيفرون على قواعد مرنة.

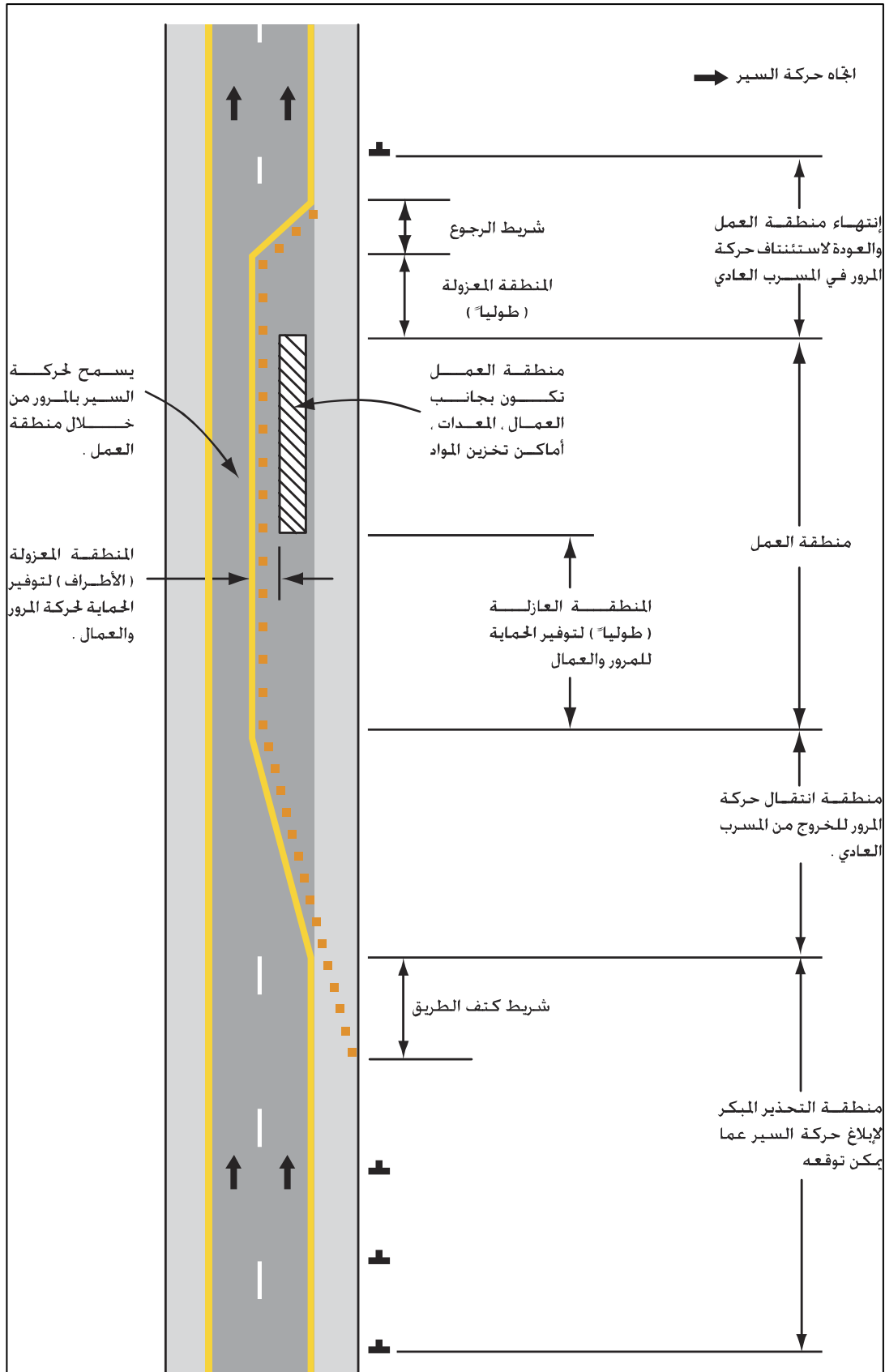
- شواخص الأسهم الومضية التحذيرية (Flashing Arrows Warning Signs): إن شواخص الأسهم الومضية التحذيرية لها مردود كبير في تنبيه السائقين بوجود تحويلات وأعمال على الطريق نظرا لقوة إضاءتها المنظمة والواضحة عند إغلاق مسرب أو طريق، لذا يجب استخدامها في جميع التحويلات وأعمال الطرق، وبخاصة في الطرق ذات المسارب المتعددة والمزدوجة.

3. منطقة العمل (Work Area)

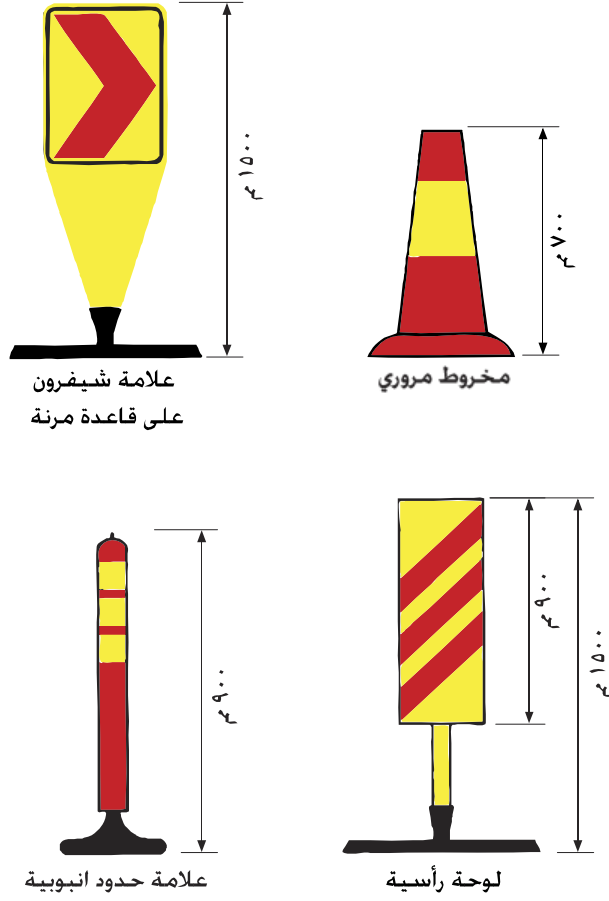
تقسم مسافة منطقة العمل إلى المسافة الفاصلة ومسافة العمل

أ) المنطقة/المسافة الفاصلة (Separation Area)

يكون المجال الفاصل متواجدا بين المجال الانتقالي ومنطقة العمل ذاتها، كي تفصل المنطقة الفاصلة حركة المرور عن منطقة العمل، وتوفر مسافة كافية لمساعدة السائقين الذين يفقدون السيطرة على المركبة، فضلا عن حماية العاملين على الطريق. ويشمل تصميم مسافة المنطقة الفاصلة ما يأتي:



شكل 2-15: أجزاء مناطق العمل



شكل 2-16 (أ): أجهزة تحديد المسارات

جدول 2-5 (أ): معايير المسافات الانتقالية في منطقة العمل

المسافة الانتقالية (م)	نوع المسافة الانتقالية
على الأقل (L)	مسافة انتقالية - إندماج (Merge)
على الأقل (0.5 L)	مسافة انتقالية - إزاحة (Diverge)
على الأقل (0.33 L)	مسافة انتقالية - أكتاف (Shoulders)
30 م في حده الأقصى	مسافة انتقالية - مسرب واحد، وسير باتجاه واحد
30 م لكل مسرب	مسافة انتقالية - باتجاه مجرى السير

جدول 5-2 (ب): معادلات احتساب المسافات الانتقالية (L)

تعريف	المسافة الانتقالية (م)	السرعة القانونية (S)
W: عرض الإزاحة (Off set) بالأمتار	$L = (WS^2) / 155$	60 كم/ساعة أو أقل
S: السرعة القانونية أو سرعة 85% قبل بدء العمل، أو السرعة التشغيلية المتوقعة (كم/ساعة)	$L = (WS) / 1.6$	70 كم/ساعة أو أكثر

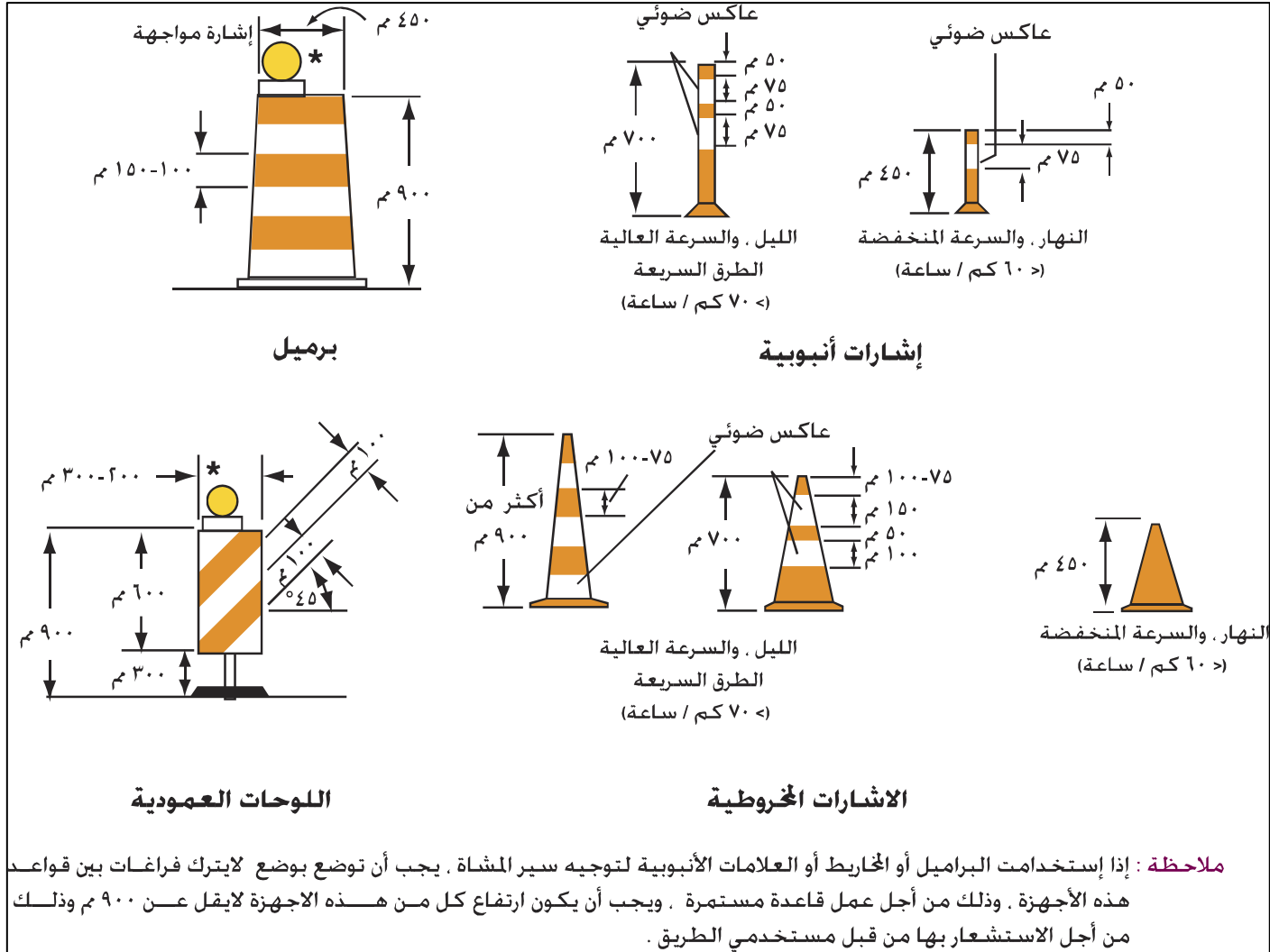
- أن تكون مسافة المنطقة الفاصلة بطول المسافة الانتقالية نفسها على الأقل.
- أن يكون البعد بين علامات تحديد المسارب (40 مترا) على طول مسافة المنطقة الفاصلة.

(ب) منطقة/مسافة العمل

هي المنطقة التي تزاوّل بها أعمال الطريق، وتحدث بداخلها العمليات المتصلة بحركة العمال والمعدات والمواد الإنشائية كافة، وعادة ما تحدد باستخدام أجهزة التوجيه ووسائله وبالحواجز وذلك لإبعاد حركة المشاة عنها. وفي حالة الأعمال الليلية، يوصى بإتباع الإجراءات الآتية:

- جعل مسارب السير مرئية بشكل واضح.
- وضع وسائل توجيه المرور بين مسرب المرور السالك ومنطقة العمل.
- تأمين مخارج ومداخل آمنة لمركبات العمل من منطقة العمل وإليها.
- وضع الشواخص التحذيرية الكافية عند مدخل منطقة العمل، ويمكن كذلك استخدام المركبات حاملة الراية أو الدالة المرشدة للحركات المرورية لتأمين سلامة العمليات المتغيرة والمرور.
- استخدام الرايات والأضواء الومضية على مركبات العمل التي تتداخل حركتها مع حركة المرور.

وفيما يخص الطرق السريعة، فيفضل أن يكون هناك حاجز ثابت لفصل حركة المرور عن منطقة العمل، فعلى سبيل المثال، من الممكن استخدام الحواجز الخرسانية المتحركة (Movable Concrete Barriers) التي تمنع المركبات من دخول منطقة العمل وتقلل من الإصابة لراكبي المركبات أو العاملين، كما يفضل استخدام الحواجز الخرسانية للمناطق التي يوجد فيها فرق كبير بين مستوى سطح الطريق ومستوى سطح الأرض.



شكل 2-16 (ب): أجهزة تحديد المسارات

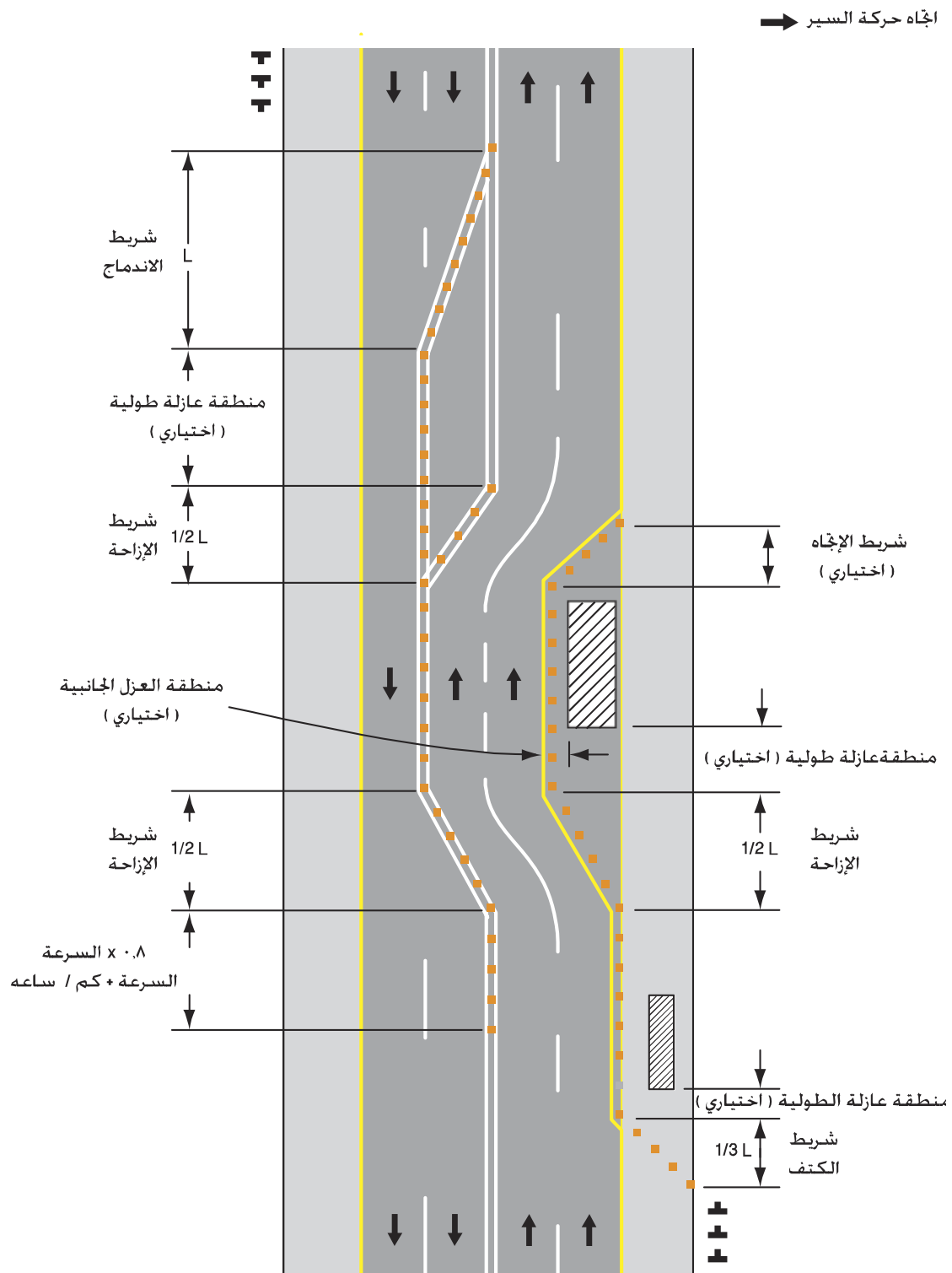
4. نهاية منطقة العمل (End Work Area)

تستخدم هذه المنطقة لإعادة مستخدمي الطريق إلى مسارهم الطبيعي، وتمتد من نهاية منطقة العمل إلى آخر شاخص أساليب التحكم المروري (نهاية منطقة العمل).

تحتاج منطقة نهاية العمل إلى مسافة انتقالية إغلاقية لمنع دخول المركبات القادمة من الجهة المعاكسة إلى منطقة العمل أو الحد منها، وعلى ألا تقل المسافة الانتقالية في هذه المنطقة عن (50 متر). ولا توجد حاجة لهذه المسافة الانتقالية في الطرق المزدوجة. يبين الشكل 2-17 والجدول 2-5 أنواع المناطق الانتقالية والمسافات المصاحبة. ويجب أن لا تقل المسافات بالأمتار بين الأجهزة المختلفة في المنطقة الانتقالية عن حاصل ضرب 0.2 في السرعة القانونية (كم/ساعة).

4-2-5-2 ضوابط للعمل المؤقت

- إزالة العلامات الرصفية الأرضية (الدهانات والعواكس): إذا استغرق العمل على الطريق أسبوعاً أو أكثر فيجب إزالة العلامات الأرضية التي تتعارض مع حركة المرور نتيجة للعمل على الطريق.
- أنصاف أقطار المنحنيات: يجب أن يكون الحد الأدنى لأنصاف أقطار المنحنيات الأفقية للتحويلات على الطرق ملائماً لمعايير التصميم ذات العلاقة، ويجب استخدام تعلية (Superelevation) لسطح الطريق إذا لزم الأمر.
- الأضواء الثابتة: يمكن استخدام الأضواء الثابتة لمساعدة أجهزة التحكم المرورية الأخرى في تحديد المسار الآمن خلال منطقة العمل، وعادة ما تكون على الحواجز أو على العلامات، وتستخدم عادة سلسلة من هذه الأضواء لهذا الغرض.
- فاصل حركة المرور بين الاتجاهين: فاصل حركة المرور بين الاتجاهين هو أحد أجهزة التحكم المروري، ووظيفته مساعدة السائقين على البقاء على الطريق المخصص للمرور عليه في منطقة العمل أو التحويلة، ويحد وجوده من وقوع أحد أخطر أنواع الحوادث وهو التصادم وجهاً لوجه (متقابلين) (Head on Collision). وتستخدم علامات الحدود الأنبوبية ذات القواعد المرنة للخط الوسطي المؤقت على مسافات لا تزيد عن (30 متراً) بين كل علامة وأخرى، وتوضع بين فواصل حركة المرور بين الاتجاهين. و يظهر الشكل 2-18 طريقة استخدام علامات الحدود الأنبوبية وفواصل حركة المرور.



شكل 2-17: أنواع المناطق الانتقالية ومسافاتهما

(ملاحظة: المسافة L كما وردت في جدول 2-2)

• حامل الراية (Flag Man)

- يجب أن يكون حاملو الرايات مدربين تدريباً جيداً.
- يجب أن يتضمن برنامج عملهم فترات عديدة للراحة.
- يجب عليهم ارتداء سترة سلامة عاكسة (Reflective Vest).
- يفضل أن يتمركزوا على بعد لا يقل عن (150 متراً) قبل منطقة العمل.
- يجب استخدام الإنارة عندما يعمل حامل الراية خلال الليل.

ويظهر الشكل 2-19 الحركات المستخدمة من قِبل حامل الراية

5-2-5-2 السلامة المرورية على جانب الطريق

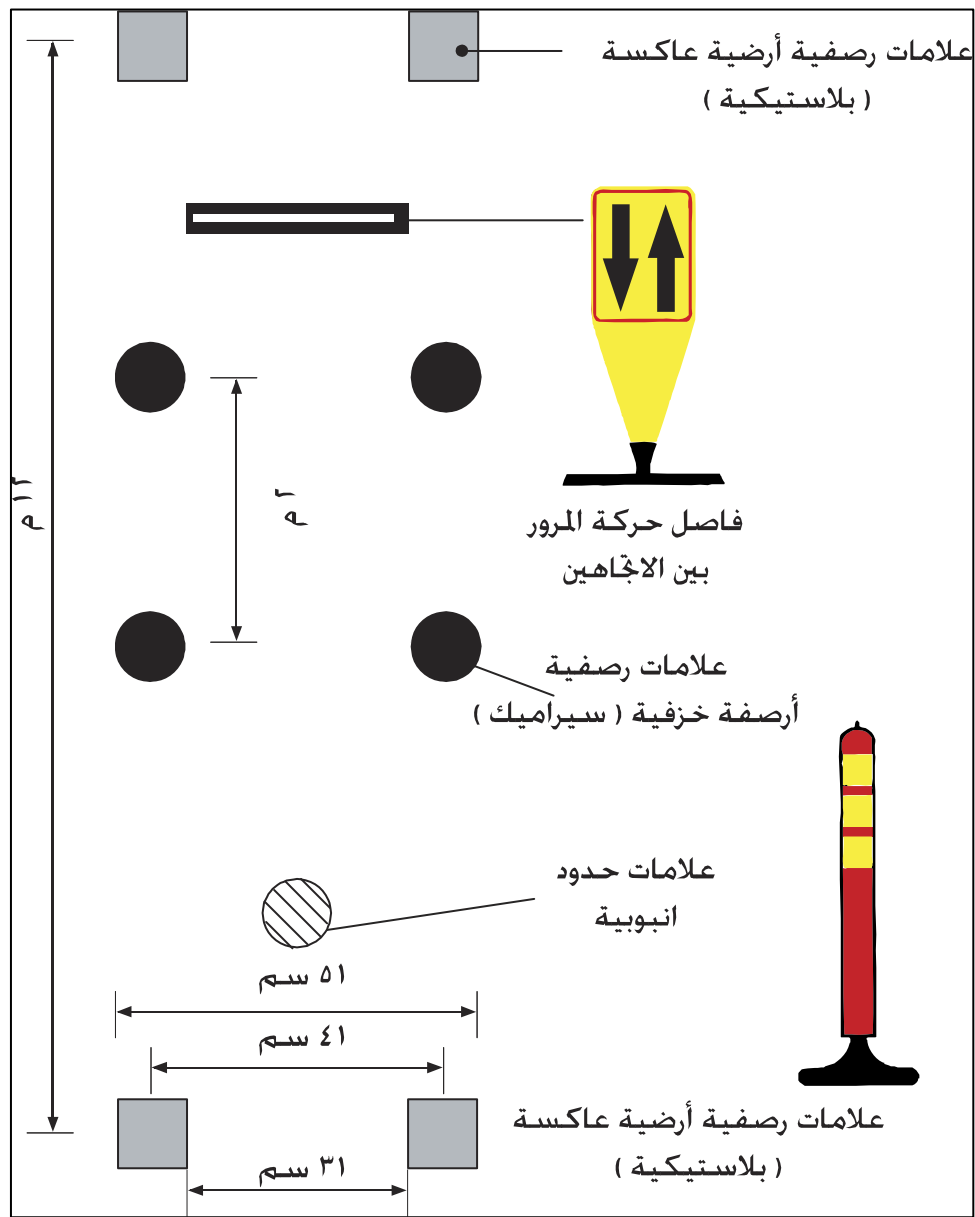
تحتاج سلامة جانب الطريق إلى مراقبة مستمرة في أثناء العمل، ويفضل توفير منطقة طوارئ خالية وفسحة لوقوف المركبات المتعطلة أو حالات الطوارئ الأخرى، ويجب توقيف جميع معدات العمل والمواد وغيرها أو تخزينها على بعد خمسة (5) أمتار (كحد أدنى) من حافة الطريق. ويفضل تجهيز منطقة خالية على بعد عشرة (10) أمتار في مناطق العمل على الطريق السريعة والمزدوجة.

6-2-5-2 حالات نموذجية للتحكم المروري في مناطق العمل

توضح الأمثلة الآتية في الأشكال المصاحبة حالات نموذجية مختلفة لتصميم مناطق عمل وتحويلات لطرق عدة، وهي لا تغطي جميع أنواع مناطق العمل والتحويلات، ومن ناحية أخرى على المهندس دراسة كل منطقة عمل وتحويلاتها على حده، وإيجاد الحلول المناسبة لها حسب نوع حركة المرور وطبيعة تضاريس المنطقة.

- عند إعداد التخطيط الخاص بموقع أجهزة التحكم في المرور، يجب على المصمم استخدام الإرشادات الخاصة بتحديد المسافات الموضحة في أمثلة الحالات النموذجية، وعلى المصمم أن يبدأ في تصميم منطقة العمل، ثم يعود للمنطقة الفاصلة، ومن ثم للمنطقة الانتقالية، ومن ثم لمنطقة التحذير المبكر.
- بعد الانتهاء من التصميم يجب على المصمم زيارة موقع العمل، وفحص مكان وضع أول إشارة للتحذير المبكر، وأن تكون الشاخصة واضحة للمرور القادم من مسافة طويلة، وإذا دعت الحاجة، فمن الممكن إضافة شواخص أخرى لضمان الرؤية الجيدة قبل ذلك.

- يجب أن يكون هناك شخص مدرب مسئول عن السلامة في موقع العمل، ويراقب الحركة المرورية عند فتح الموقع للمرور، كما يجب عليه زيارة الموقع دوريا في الليل والنهار لضمان عمل جميع أجهزة التحكم بصورة فعالة وضمان السلامة لكل من قائي المركبات والعاملين. ويجب أن تكون لديه القدرة على تنفيذ التغييرات إذا لزم الأمر لضمان استمرارية السلامة.
- رموز مستخدمة في أمثلة الحالات النموذجية: يبين الشكل 2-20 العديد من الرموز المستخدمة في الحالات النموذجية في منطقة العمل، وبلي ذلك أشكال مختلفة (2-21 إلى 2-27) توضح عدة حالات نموذجية، وشواخص التحكم المروي المصاحبة لكل حالة.

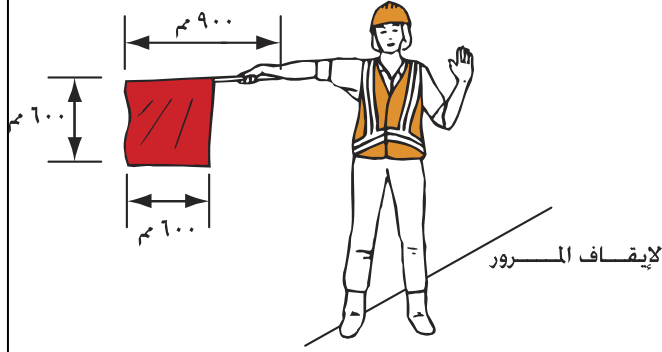


شكل 2-18: استخدام علامات الحدود الانبوعية

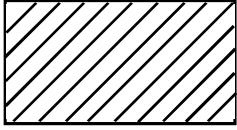
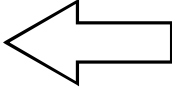






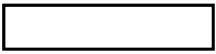

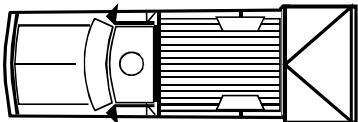
**الطريقة المفضلة :
طريقة قف / تمهل**



**حالات الطوارئ :
فقط حامل الراية**

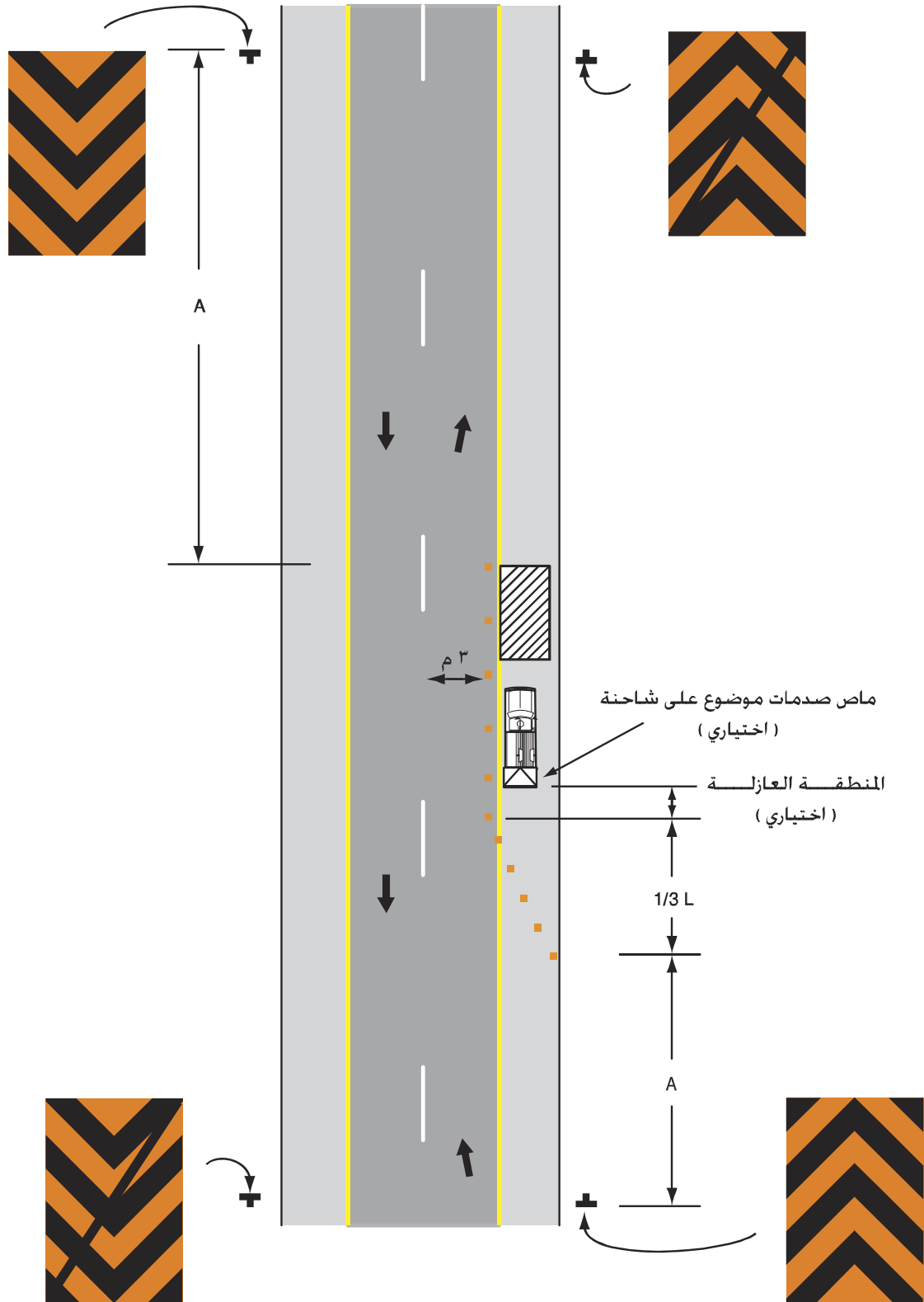


شكل 2-19: الحركات المستخدمة من قائل حامل الراية

	منطقة العمل
	إتجاه حركة المرور
	إشارة (ووجهها لليسار)
	لوحة سهم ومضية
	قاعدة لوحة سهم
	جهاز تحديد المسار
	علامة شيفرون
	خط وسط مؤقت مع فاصل حركة المرور بين الإتجاهين
	متاريس
	حامل الراية
	شاحنة عليها ماص الصدمات (TMA)

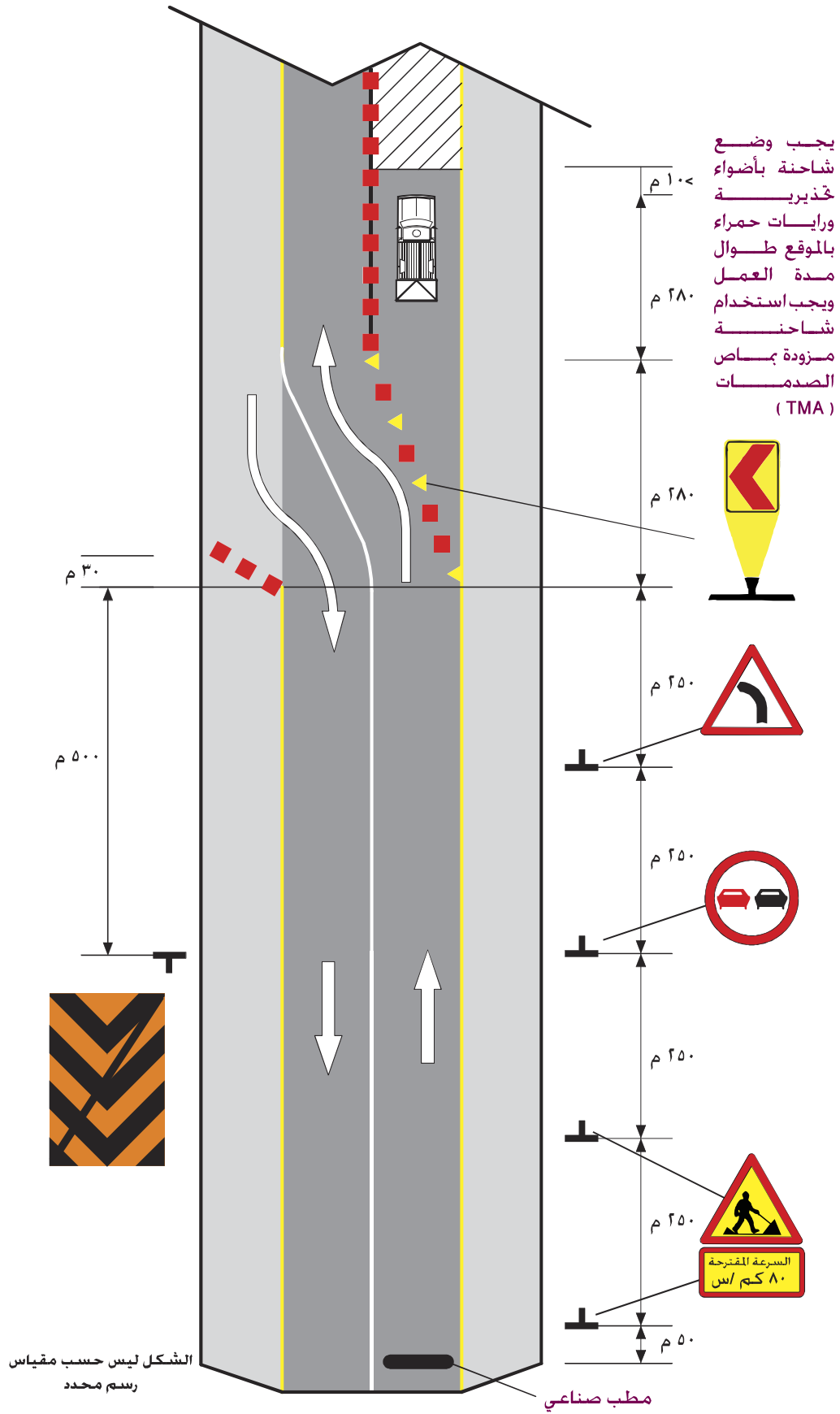
شكل 2-20: بعض الرموز المستخدمة في الحالات النموذجية في منطقة العمل

منطقة عمل على الأكتاف مع تخطي بسيط للمسرب المجاور

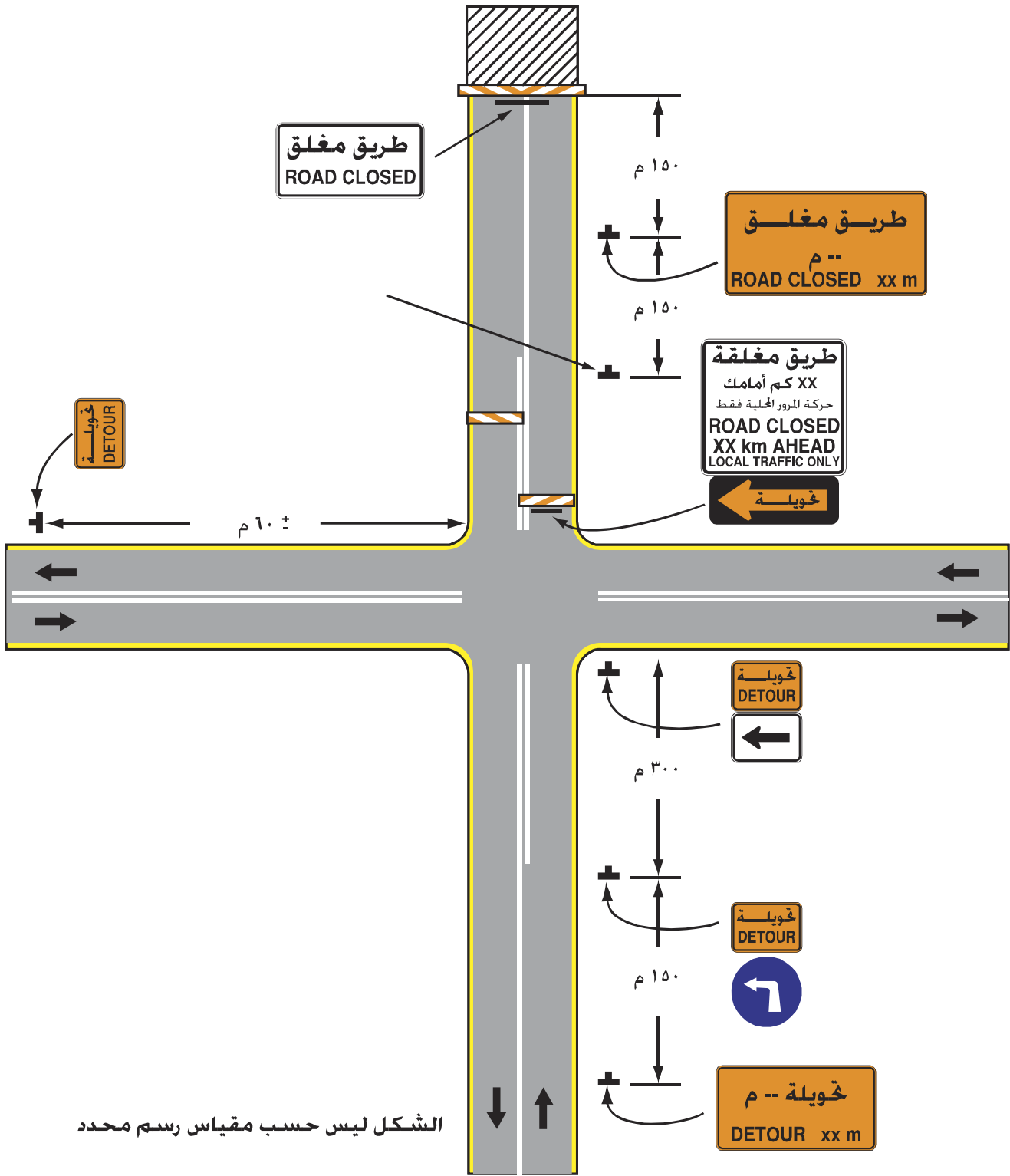


شكل 2-21: نموذج منطقة عمل على الأكتاف مع تخطي بسيط للمسرب المجاور

(ملاحظة: المسافة L كما وردت في جدول 2-2)

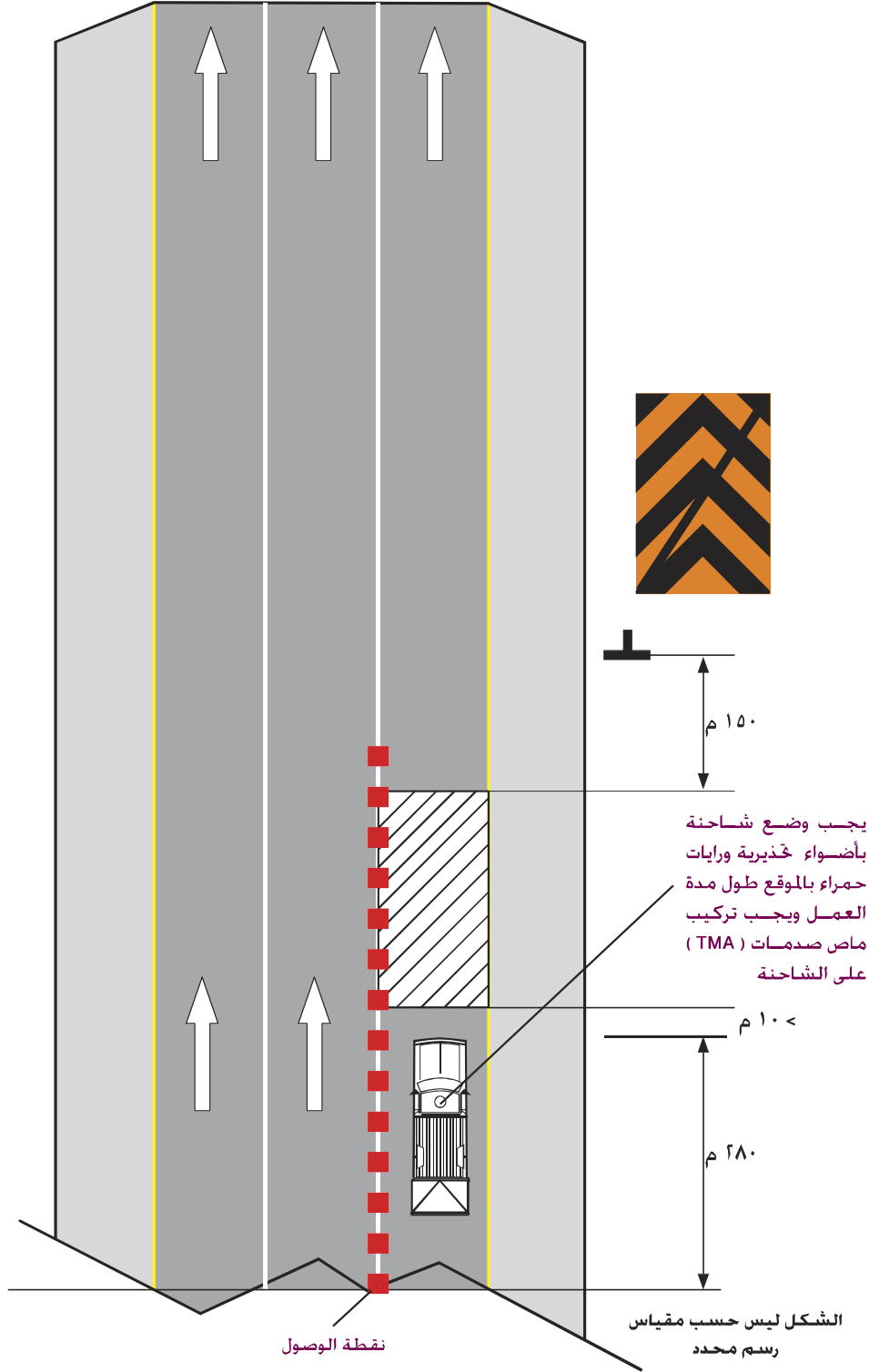


شكل 2-22: نموذج إغلاق اتجاه واحد من طريق ذي اتجاهين وذي أكتاف مسفلتة

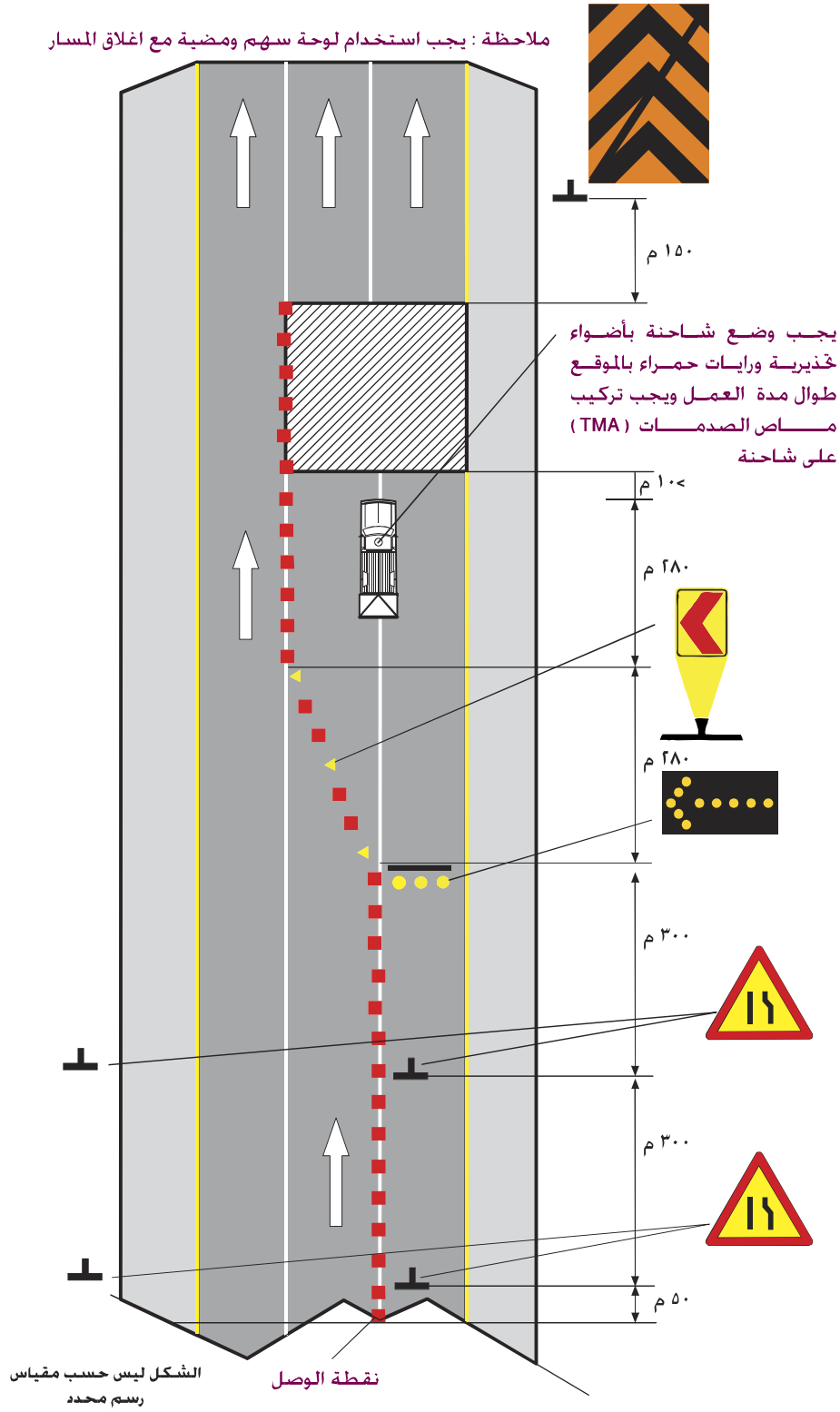


شكل 2-24: نموذج إغلاق طريق مع تحويلة خارجية

ملاحظة : يجب استخدام لوحة سهم ومضية مع اغلاق المسار



شكل 2-25: نموذج إغلاق مسار واحد لطريق مزدوج وسريع



شكل 2-27: نموذج إغلاق مسارين لطريق مزدوج وسريع

الفصل الثالث

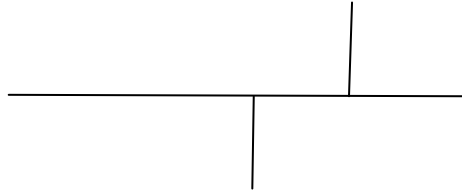
التقاطعات

إن للسلامة المرورية على التقاطعات أهمية مضاعفة مقارنة مع مسار الطريق، كون تركيز حوادث الطرق على التقاطعات بعدة أضعاف أي مكان آخر على مسار الطريق.

3-1 تخطيط التقاطعات

التقاطعات جزء من الطرق ويتم التخطيط لها كجزء من الطريق أو حتى جزء من المخططات الهيكلية في المدن والقرى أو ضمن التخطيط الإقليمي، ولكن ضمن هذا التخطيط العام يجب أن يراعى في تخطيط التقاطعات الأمور التالية:

1. ينبغي أن لا تكون التقاطعات عند منحنيات القمة الرأسية الحادة أو المنحنيات الأفقية الحادة. أما إذا كان التقاطع من نوع حرف (T) عند منحى أفقي من الجهة الخارجية، فالرؤية الجانبية عادة تكون جيدة وعلى هذا تكون هذه الحالة مقبولة.
2. أن تكون الشوارع المتقاطعة متعامدة على بعضها البعض.
3. يجب تقادي تقاطعات ذات الإزاحة (off-set approaches)، أي التي يفصل بين خطها الأوسط مسافة ما بين 5 إلى 25م على جهتي الشارع الفاصل بين استمرارية الشارع (أنظر شكل 3-1).



شكل 3-1: تقاطع ذات إزاحة (Off-Set Approach Intersection)

4. المسافات بين التقاطعات يجب أن تكون كافية ولا تقل عن 50 م في المناطق التجارية والسكنية.
5. عروض كافية لحرم الطريق للتخطيط المستقبلي وارتدادات كافية أيضا لإمكانية توسيع التقاطع بمسارب التفاف وإمكانية السماح لحركة حذوة الفرس (U-Turn).
6. إبعاد المداخل والمخارج للملكيات الخاصة عن التقاطعات بما لا يقل عن 10 م من زاوية التقاطع.

2-3 التصميم

1-2-3 أساسيات تصميم التقاطعات

يعرف التقاطع على أنه منطقة تتقاسمها طريقان أو أكثر، وظيفتها الرئيسية إتاحة المجال لتغيير اتجاهات السير. وللتقاطعات أهمية أكبر من تصميم وتشغيل مسار الطريق لسببين هما:

- التقاطعات تحوي على نقاط تعارض عديدة بين المركبات وبين المركبات والمشاة مما يجعلها ذات احتمال عال لوقوع الحوادث المرورية.
- إن تدفق حركة السير على أي طريق يعتمد - إلى حد كبير - على أداء التقاطعات الموجودة على طول الطريق، وذلك لأن هذه التقاطعات عادة ما تعمل بسعة أقل من المقاطع الأخرى من الطريق.

وتصنف التقاطعات إلى ثلاث فئات عامة: تقاطعات سطحية (At-Grade Intersections)، وتقاطعات أكثر من مستوى بدون وصلات (Grade-Separated without Ramps) وبدون إمكانية تغيير الاتجاه، وأخرى ذات أكثر من مستوى تتصل أذرعها بوصلات (Grade-Separated with Ramps) وتعرف عموماً بالتقاطعات متعددة المستويات أو التقاطعات التبديلية (Interchanges). ويركز هذا الدليل على التقاطعات السطحية وهي التقاطعات الأكثر شيوعاً.

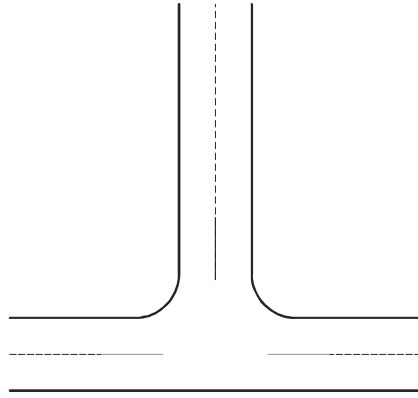
2-2-3 أنواع التقاطعات السطحية (Types of At-Grade Intersections)

تتمثل الأنواع الأساسية للتقاطعات السطحية بالتقاطعات ذات الأذرع الثلاثة (وبشكل أساس تقاطعات على شكل حرف T) والتي تشمل ثلاثة طرق متجهة نحو التقاطع (approaches)، تقاطعات ذات الأذرع الأربعة التي تشمل أربعة طرق متجهة نحو التقاطع، والتقاطعات متعددة الأذرع التي تتكون من خمسة طرق أو أكثر تتجه نحو التقاطع. وعلاوة على ذلك هناك تقاطعات تكون على شكل دوار.

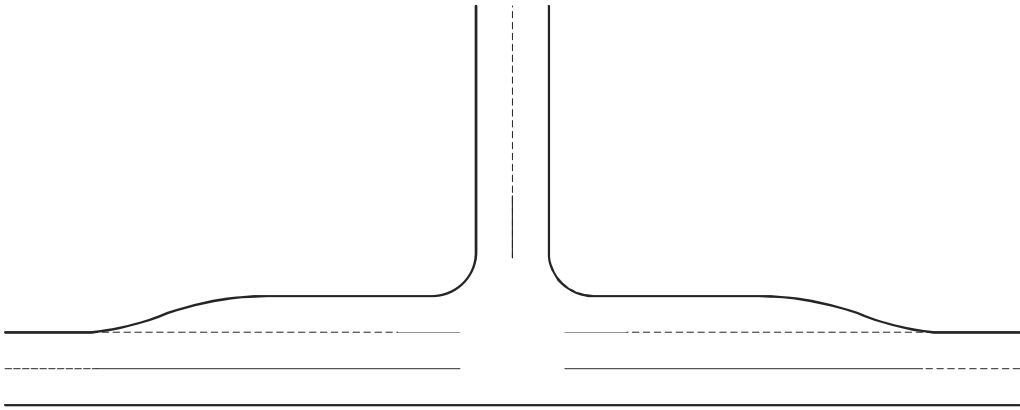
ويمكن أن تقسم التقاطعات ذات الأذرع الثلاثة إلى أنواع مختلفة من التقاطعات وتشمل:

- التقاطعات العادية البسيطة (Simple Plain Intersections)
- التقاطعات الجرسية (Flared Intersections)
- التقاطعات ذات المسارات والجزر (Channelized Intersections)

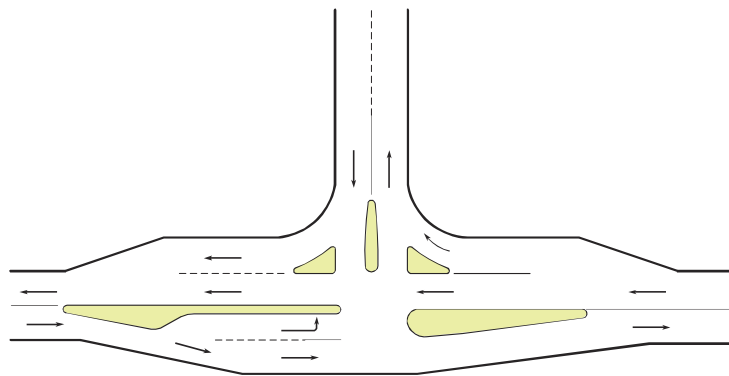
ويوضح شكل 2-3 هذه الأنواع الثلاثة من التقاطعات على شكل الحرف T.



أ - تقاطع بسيط



ب - تقاطع جرسلي



ج - تقاطع مع مسارات وجزر

شكل 3-2: الأنواع المختلفة من التقاطعات على شكل حرف T

وبين شكل 3-3 هذه الأنواع الثلاثة من التقاطعات ذات الأذرع الأربعة للطرق التي تتقاطع على زوايا قائمة. أما التقاطعات متعددة الأذرع (Multi-Leg Intersections) فتلتقي فيها خمسة طرق مقترية (approaches) أو أكثر. وحيثما كان ذلك ممكناً، ينبغي تجنب هذا النوع من التقاطعات على أساس السعة والسلامة المرورية. ويمكن في مرحلة التخطيط إعادة توجيه طريق أو اثنين من الطرق المقترية - إن أمكن - لتفادي التقاطعات متعددة الأذرع.

3-2-3 مبادئ تصميم التقاطعات السطحية (Design Principles of At-Grade Intersection)

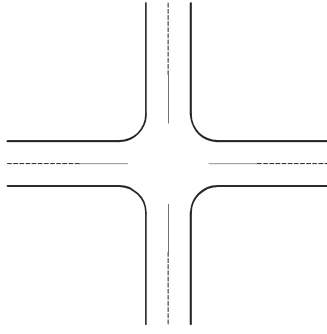
إن الهدف الأساس من تصميم التقاطع السطحي هو التقليل من حدة التعارضات المحتملة بين المسارات الممكنة لحركة السير، وبين المشاة والمركبات المنعطفة، وفي الوقت نفسه، من الضروري إفساح المجال لتدفق سلس لحركة السير عبر التقاطع. ولذلك ينبغي للتصميم أن يأخذ بالحسبان الخصائص التشغيلية للمركبات وخصائص المشاة الذين يستخدمون التقاطع، فعلى سبيل المثال، ينبغي أن لا يقل نصف قطر الجانبى للطريق أو المسار المنعطف إلى اليمين عن نصف قطر الدوران لمركبة التصميم.

وينبغي أن يتضمن التصميم عرضاً كافياً للمسارات المنعطفة، وكذلك توفير مسافات الرؤية الآمنة للمركبات المقترية من التقاطع. ويشمل تصميم التقاطع السطحي تصميم نظام مناسب للمسارات والجزر الموجهة لحركة السير، وتحديد الحد الأدنى للعرض المطلوب لمسار الانعطاف نحو اليمين، وتحديد أنصاف أقطار منحنيات حواف الطريق. وبين الشكل 3-4 عناصر تصميم التقاطعات السطحية، كما يتوجب التأكد من أن مسافات الرؤية كافية حسب متطلبات التحكم والسيطرة عند التقاطع.

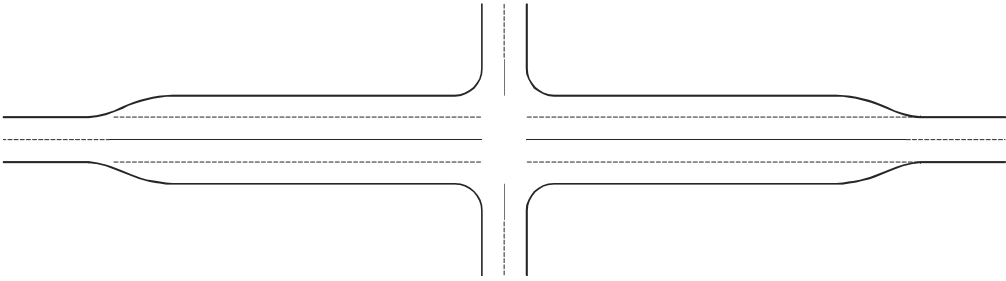
3-2-4 تصميم المسارات في المستوى الرأسي للتقاطعات السطحية

عند تصميم مسارات الطرق المتقاطعة في المستوى الرأسي عند التقاطع، ينبغي اعتماد ميل طفيف، مما يسهل سيطرة السائق على المركبة عند عبور التقاطع أو الانعطاف عليه، ويوفر درجة أعلى من الأمان. فعلى سبيل المثال، ينبغي تجنب التغييرات الكبيرة في الميل عند منطقة التقاطع، ومن المستحسن أن لا يزيد الميل عن 3%.

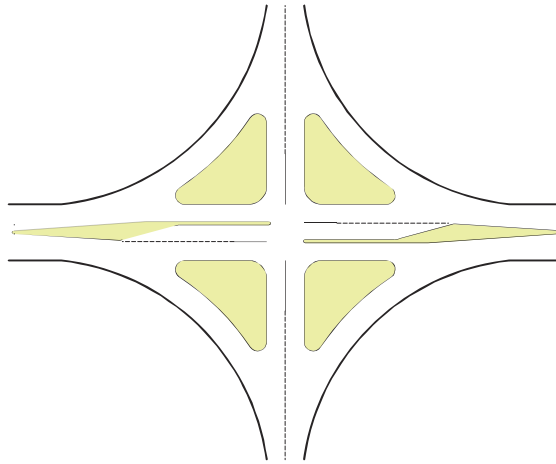
وعندما تكون هناك ضرورة لتعديل الميل للطرق المتجهة نحو التقاطعات، فمن المستحسن أن يكون الميل للطريق الرئيس مستمراً على طول التقاطع وأن يحصل تعديل ميل الطريق الثانوي للحصول على



أ - تقاطع بسيط

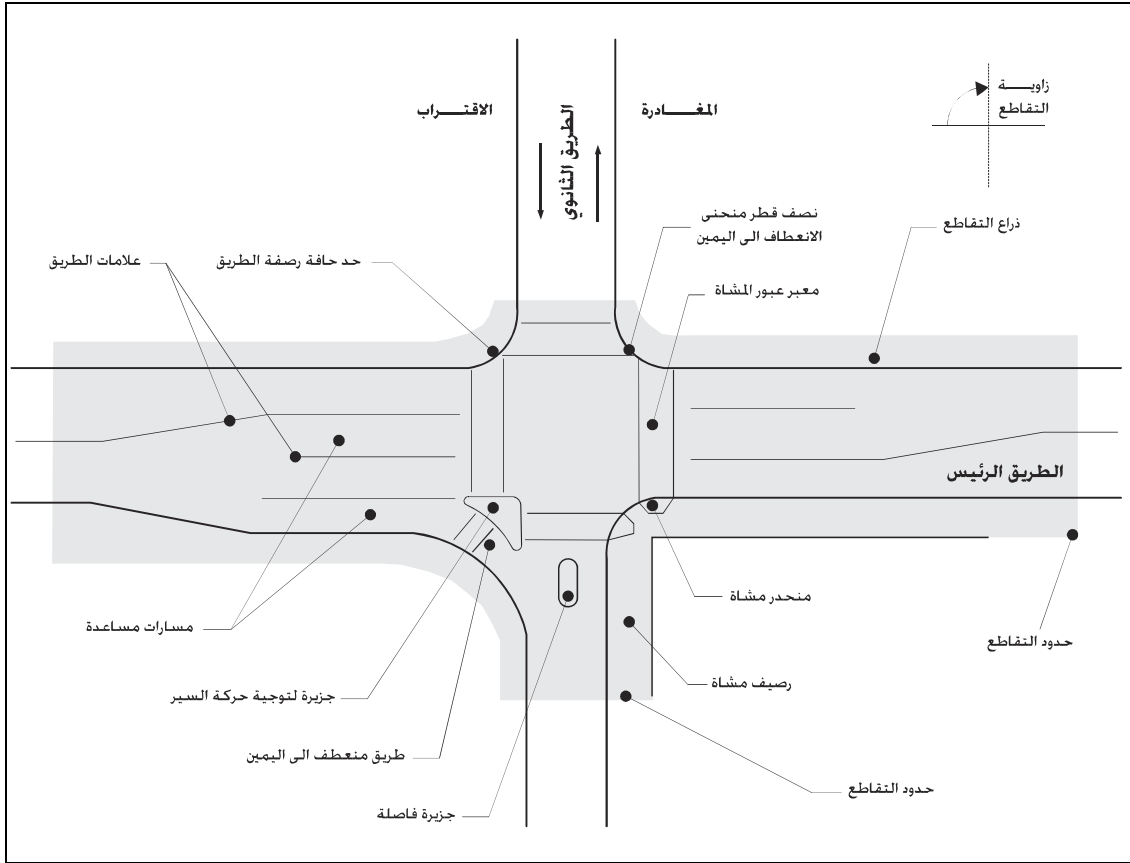


ب - تقاطع جرسى



ج - تقاطع مع مسارات وجزر

شكل 3-3: الأنواع المختلفة من التقاطعات ذات الأذرع الأربعة للطرق المتقاطعة على زاوية قائمة.



شكل 3-4: عناصر تصميم التقاطعات السطحية.

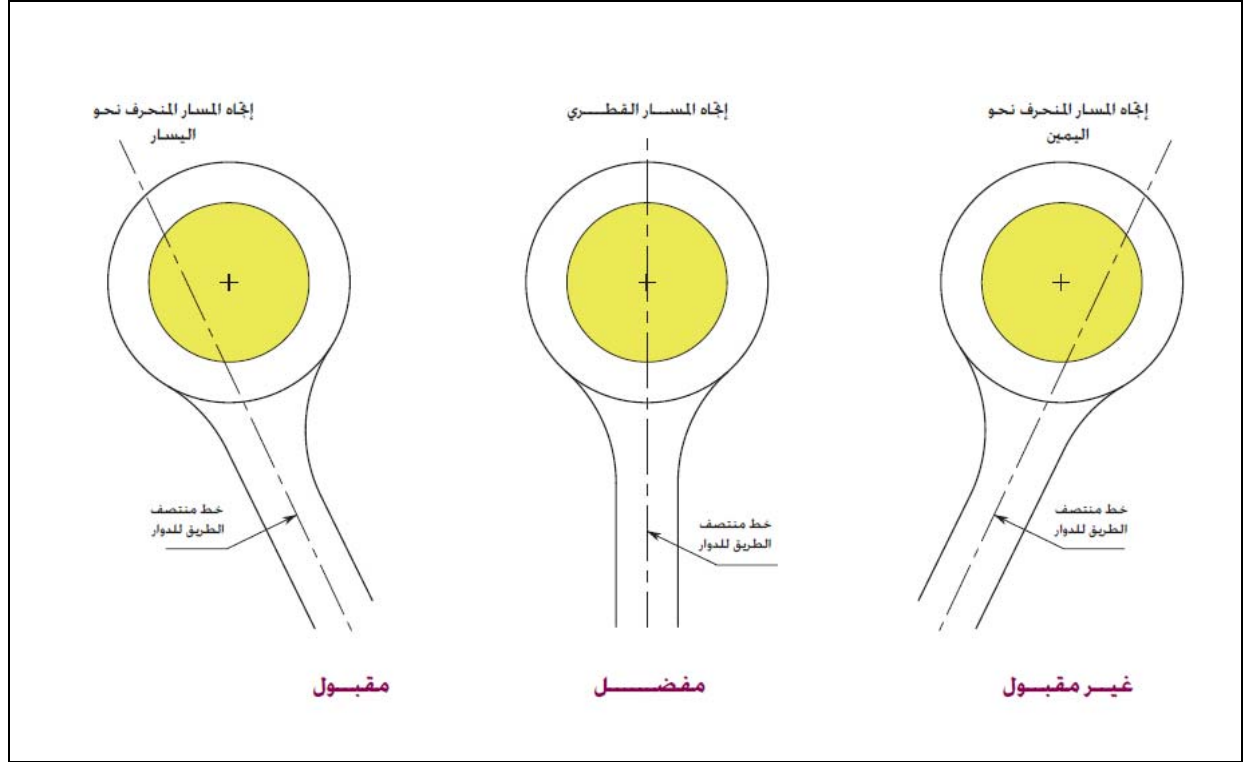
النتيجة المرغوبة. ومع ذلك، فإن أي تعديل على ميل الطريق المتجهة نحو التقاطع ينبغي أن يحدث على مسافة ملائمة من التقاطع من أجل ضمان تصميم مفترق سلس وذي مستوى عال من حيث السلامة المرورية، مع إعطاء متطلبات التصريف الصحيح لمياه الأمطار.

5-2-3 الدورات (Roundabouts)

- تربط الدورات أربعة طرق أو أكثر متجهة للتقاطع، لذا تعد الدورات تقاطعات دائرية متعددة الأذرع. ويؤخذ بالحسبان الأمور الآتية التي تعد من أهم المبادئ الأساسية لتصميم وتشغيل الدورات:
- إعطاء حق الأولوية عند الدخول للدوار للمركبات الموجودة على الدوار، وبالتالي ضرورة الانتظار لفجوة في حركة السير الدائرية لدخول الدوار.
- انعطاف حركة السير الداخلة للدوار إلى اليمين.
- يجب أن يجبر تصميم الدوار المركبات على الدوران (أنظر الشكل 3-5)

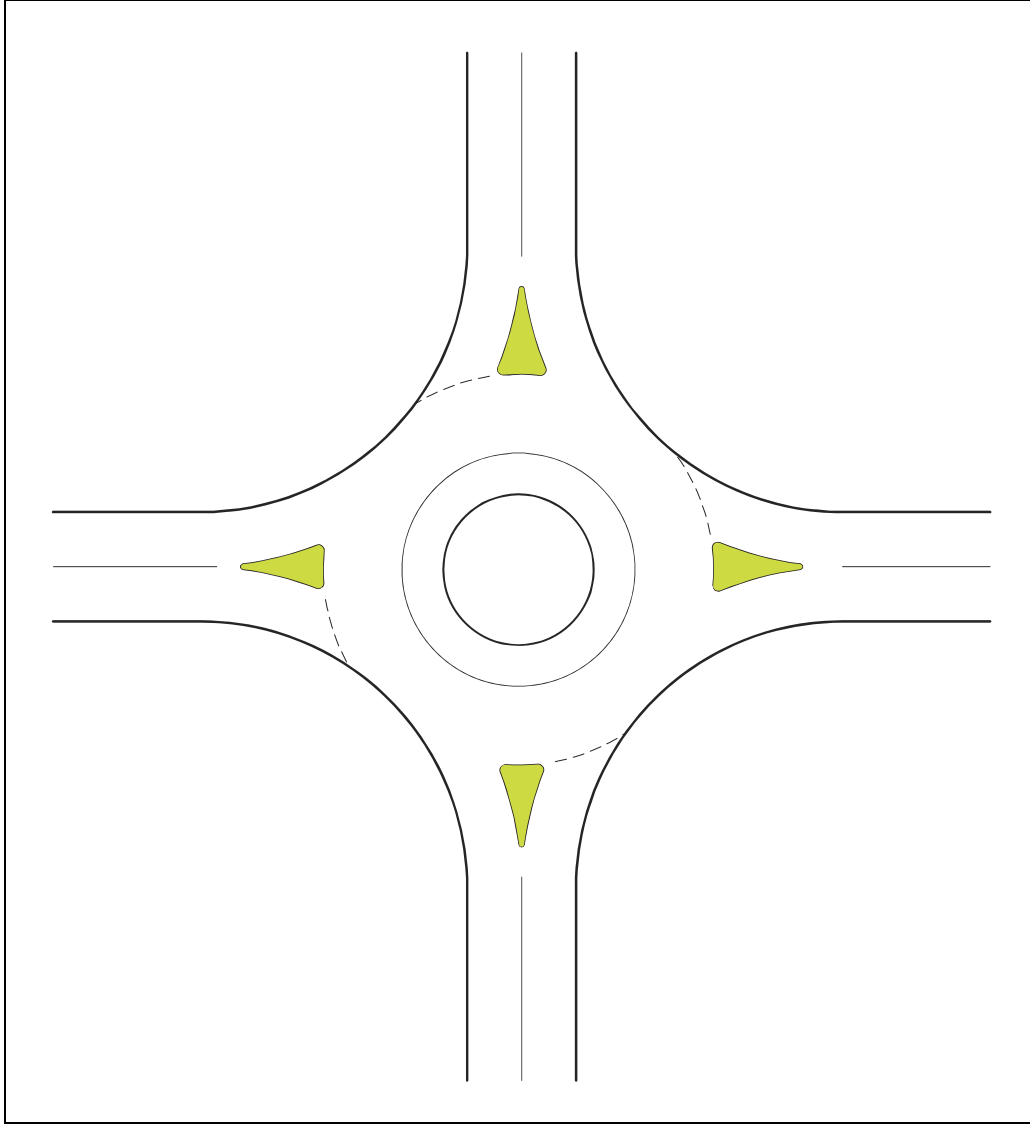
وعادة ما تكون الدورات ذات مسرب منفرد (أحادي)، أما الدورات ذات مسربين (مزدوج) فهي ليست سهلة التصميم ولا التشغيل وتحتاج إلى مساحات كبيرة، وتؤدي إلى تعقيد التداخلات بين المركبات

(weaving) لدرجة الاضطرار إلى استخدام الإشارات الضوئية المرورية في بعض الحالات . ويركز هذا الدليل على التقاطعات الدائرية ذات المسرب المنفرد (Single Lane)، ويمكن الاستفادة من مرجع Roundabouts: An Informational Guide الصادر عن (2000) Federal Highway Administration للاطلاع على الخطوط الإرشادية للتصميم الخاصة بالدوارات. ويوضح الشكل 3-6 تقاطعا دائريا نموذجيا ذا مسرب منفرد.



شكل 3-5: التصميم القطري لمسارات المداخل

إن تصميم التقاطع الدائري هو عملية تتطلب الوصول للتوازن الأمثل بين أحكام السلامة المرورية ومتطلباتها والسعة، مع الأخذ بالحسبان الأداء التشغيلي واستيعاب المركبات الكبيرة. ويتجسد عمل التقاطعات الدائرية بأفضل وضع من حيث الأمان عندما يقوم التصميم الهندسي للدوار بإجبار حركة السير على الدخول والدوران على سرعة بطيئة. وتستخدم أنصاف أقطار الانحناء الأفقي المحدود للمدخل والطرق الدائرية وأنصاف الأقطار الضيقة لإنتاج بيئة السرعة المنخفضة هذه. ومن ناحية أخرى، تؤثر عناصر التصميم هذه بصورة سلبية في سعة التقاطعات الدائرية. وعلاوة على ذلك، تتحكم متطلبات المناورة للمركبات الكبيرة المتوقع أن تمر عبر التقاطع بالكثير من العوامل الهندسية.



شكل 3-6: تقاطع دائري عادي بمسرب منفرد

3-5-2-1 الظروف الملائمة لعمل دوار

- عدد الأذرع المتجهة نحو التقاطع (approaches) أربعة أو أكثر، كلما زاد عدد الأذرع زادت ظروف ملائمة الدوار
- السرعات المتجهة للتقاطع منخفضة
- نسبة المركبات الملتفة يسارا عالية
- حجم السير ليس عاليا لأي اتجاه، فمثلا إذا كان التقاطع بين شارع رئيسي ذات حجم مروري عال وشارع فرعي، فإن الأولوية تكون متساوية للشارعين في حالة الدوار.

- عدد المسارب المتجهة للدوار مفضل أن يكون واحد لكل شارع، لأن الدوار عادة يعمل بمسرب واحد والدوار المزدوج لا يعمل بكفاءة جيدة

3-2-5-2 العناصر الهندسية للدوار

هناك الكثير من الخطوط الإرشادية لتصميم كل عنصر هندسي للتقاطع الدائري. وهذه العناصر تتفاعل معاً، ويجب أن تكون منسجمة مع بعضها أيضاً، وهكذا تلتقي السلامة مع أهداف السعة. وتشمل عناصر التصميم التي تؤخذ بالحسبان قطر الدوار، وعرض المدخل، وعرض الطريق الدائري، والجزيرة المركزية، ومنحنيات الدخول (المدخل)، ومنحنيات الخروج (المخرج)، ومرافق المشاة، والجزيرة الفاصلة، والمسار الرأسي والميل العرضي. ويوضح شكل 3-7 العناصر الهندسية الأساسية للتقاطع الدائري.

3-2-5-3 اعتبارات تصميمية عامة

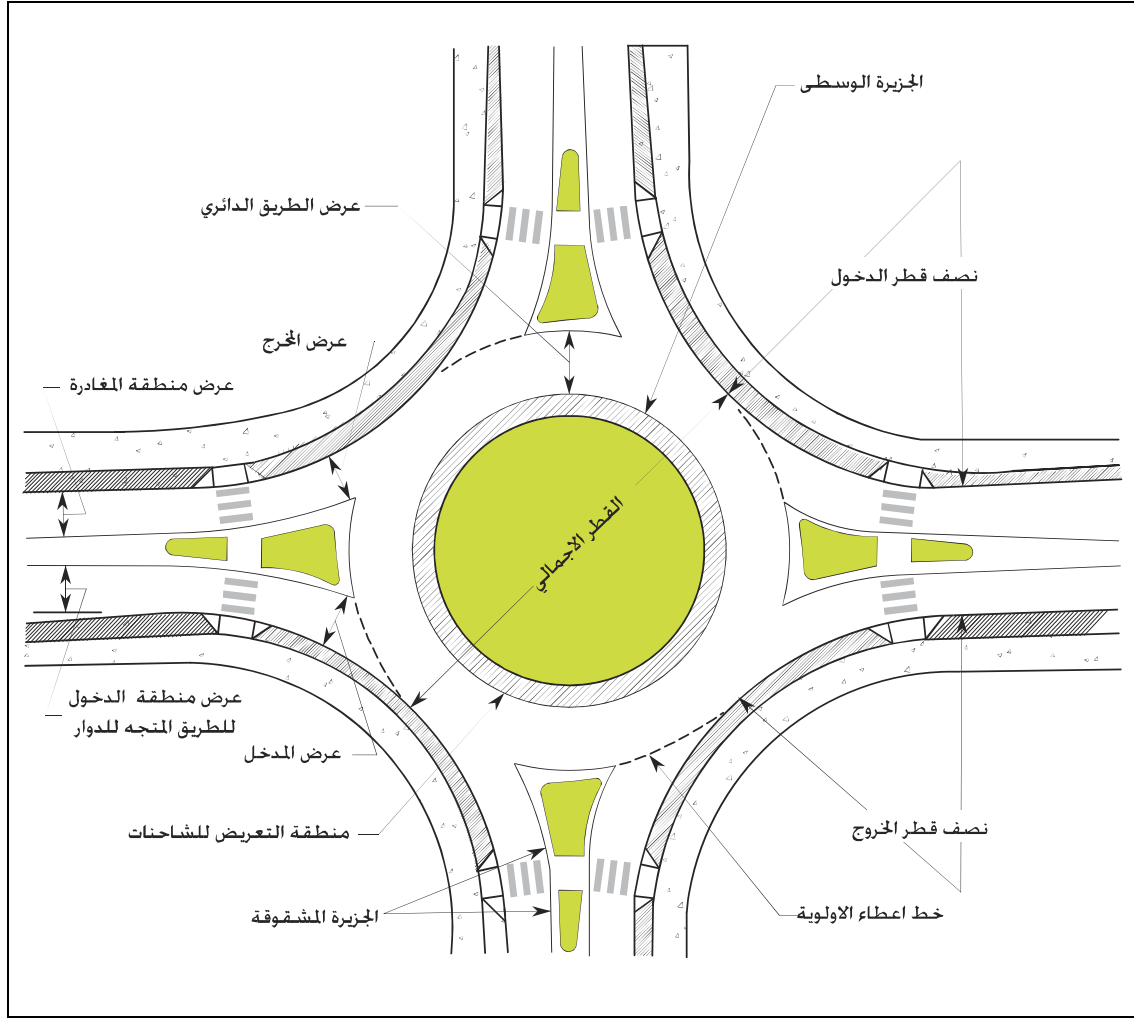
الاعتبارات التصميمية الأساسية هي سرعة التصميم، ومركبة التصميم، ومسارات المركبات، واعتبارات المشاة، وتخطيط أو تصميم مسارات الطرق المرتبطة بالدوار والمداخل.

1) سرعة التصميم

نظراً للتأثيرات الواضحة لسرعة التصميم على السلامة، فإن تحقيق سرعات ملائمة للمركبات عبر التقاطع الدائري يعد أكثر الأهداف التصميمية حساسية وخطورة. فعندما يكون التقاطع الدائري مصمماً بشكل جيد، فإن ذلك يقلل من السرعات النسبية بين مسارات حركة السير المتعارضة، إذ يتطلب من المركبات الاستدارة حول الدوار على طول الطريق الدائري.

2) مركبة التصميم

هي المركبة الأكبر التي من المحتمل أن تستخدم التقاطع. أما متطلبات ممر الانعطاف للمركبة فإنها تفرض الكثير من أبعاد الدوار. ويختلف اختيار مركبة التصميم اعتماداً على تصنيف الطرق المقترية وصفات استخدام الأراضي المحيطة، ويمكن غالباً اختيار مركبات تصميم أصغر على الدوارات الداخلية. أما الدوارات الأكبر، فهناك حاجة لاستيعاب مركبات أكبر مع المحافظة على سرعات منخفضة لسيارات الركاب. وقد تحد قيود الحيز المتاح من القدرة على استيعاب القاطرات/المقطورات الكبيرة، وفي الوقت نفسه تحقيق انعطاف كاف للمركبات الصغيرة. وفي مثل هذه الحالات، يمكن استخدام منطقة تعريض خاصة بالشاحنات (Truck Apron) لإعطاء المزيد من المساحة حين توجد إمكانية لاستخدامها من قبل المركبات الكبيرة.



شكل 3-7: العناصر الهندسية الأساسية للتقاطع الدائري

(3) اعتبارات المشاة

ينبغي أخذ المشاة بالحسبان في الخطوط الإرشادية لعناصر التصميم الهندسي للدوارات، من حيث السلامة والراحة. وقد يؤثر مكان ممر عبور المشاة في عملية تشغيل المركبة على التقاطع الدائري، لذا فعند تصميم مرافق المشاة يجب مراعاة تأثيرها على المشاة والمركبات.

(4) مسارات الطرق المقترية والمداخل (approaches)

يقع التقاطع الدائري عموماً بصورة مثلى عندما تكون خطوط مركز جميع الأذرع المقترية تمر عبر أو من خلال مركز الدوار. وهذا عادة ما يسمح بتصميم المسقط الأفقي بصورة ملائمة، حتى يتسنى للمركبات

أن تحافظ على سرعات بطيئة من خلال المداخل والمخارج ويجعل تصميم نصف القطر للجزيرة المركزية أكثر بروزاً ووضوحاً للسائقين المقربين.

ويوضح شكل 3-5 التصميم القطري المفضل لمسارات المداخل، وعلاوة على ذلك، فمن المستحسن أن تتباعد الزوايا بين المداخل بصورة متساوية، وهذا يعطي الفصل الأمثل بين المداخل والمخارج المتعاقبة، وينتج عن هذا زوايا مثل 90 درجة للأذرع الأربعة للتقاطعات الدائرية، و72 درجة للتقاطعات الدائرية ذات الأذرع الخمسة، وهكذا.

3-2-5-4 عناصر التصميم الهندسي

1) قطر الدوار الخارجي (Inscribed Circle Diameter)

إن قطر الدوار الخارجي هو المسافة عبر مركز الدوار من حد الطريق الخارجي للطريق الدائري على الدوار إلى الحد الخارجي للطريق الدائري في الطرف المقابل، وكما يبين الشكل 3-7 فإن قطر الدوار الخارجي هو حاصل جمع قطر الجزيرة المركزية، (والتي تشمل التعريض الخاص بالشاحنات، إن وجد) وضعف عرض الطريق الدائري.

وعند التقاطعات الدائرية ذات المسرب المنفرد، يعتمد مقدار نصف الدوار الخارجي بشكل كبير على متطلبات الانعطاف لمركبة التصميم. ويكون القطر كبيراً بما فيه الكفاية لاستيعاب مركبة التصميم مع المحافظة في الوقت نفسه على الانحناء لانعطاف كاف للتأكد من سرعات سفر آمنة للمركبات الأصغر. وعموماً تعد الأقطار الأصغر أفضل للسلامة، لأنها تساعد على المحافظة على سرعات أقل. ومع ذلك يكون التصميم لهندسة المدخل أكثر حساسية في بيئات السرعات العالية منه في بيئات السرعات المنخفضة. وتسمح الأقطار الخارجية الكبيرة عموماً بتقديم هندسة أفضل للمداخل، مما يؤدي إلى تخفيض سرعات المركبات المقترية، كما أن الأقطار الخارجية الكبيرة تقلل الزاوية التي تتشكل بين مسارات المركبات الداخلة وتلك الموجودة على الطريق الدائري، مما يخفض السرعة النسبية بين هذه المركبات، ويؤدي ذلك إلى تخفيض معدلات الاصطدام بين المركبات الداخلة وتلك الموجودة على الدوار. ولذلك قد تحتاج التقاطعات الدائرية في بيئات السرعات العالية إلى أقطار تكون إلى حد ما كبيرة مقارنة بتلك التي يوصى بها في بيئات السرعات المنخفضة. وينبغي أن لا تستخدم الأقطار الكبيرة جداً (التي تكون أكبر من 60 متر) عموماً، لأن سرعات الدوران عليها ستكون عالية. ويقدم الجدول 3-1 النطاقات الموصى بها لأقطار الدوار الخارجي لمواقع مختلفة.

جدول 3-1: قيم أقطار الدوار الخارجي الموصى بها لتصنيفات مختلفة

تصنيف الدوار	مركبة التصميم النموذجية	مدى قطر الدوار الخارجي (م)
التقاطع الدائري الصغير	شاحنة قياسية منفردة SU*	25-13
الدوار الصغير الحضري	حافلة/ شاحنة قياسية منفردة SU	30-25
دوار ذو مسرب منفرد حضري	قاطرة/مقطورة WB-15	40-30
دوار ذو مسرب مزدوج حضري	قاطرة/مقطورة WB-15	55-45
دوار ذو مسرب منفرد ريفي	قاطرة/مقطورة WB-20	40-35
دوار ذو مسرب مزدوج ريفي	قاطرة/مقطورة WB-20	60-55

* الشاحنة القياسية المنفردة SU بحاجة إلى مدى قطر الدوار الخارجي بحدود 25 م

(2) عرض المدخل (Entry Width)

يعد عرض المدخل المحدد الأكبر لسعة الدوار وللسلامة المرورية، وتزداد سعة المدخل مع الزيادات الإضافية لعرض المدخل، وبالمقابل زيادة عرض المدخل يؤدي إلى تراجع السلامة المرورية. ويبين الشكل 3-8 عرض المدخل مقاسا من النقطة التي يتقاطع بها خط إعطاء حق الأولوية.

(3) عرض الطريق الدائري (Circulatory Roadway Width)

يحدد العرض المطلوب للطريق الدائري حسب عرض المداخل ومتطلبات الانعطاف لمركبة التصميم، وفي التقاطعات ذات المسرب المنفرد، ينبغي أن تستوعب الطريق الدائرية فقط مركبة التصميم. وعادة ما تكون حركة الانعطاف يسارا هي الممر الأكثر حساسية لتحديد عرض الطريق الدائرية، وعموما ينبغي أن يكون عرض الطريق الدائري مساويا على الأقل للحد الأقصى لعرض المدخل (وحتى 120% من الحد الأقصى لعرض المدخل)، وينبغي أن يبقى ثابتا في أنحاء التقاطع الدائري.

وفي بعض الحالات، وبخاصة عندما تكون مركبة التصميم كبيرة، قد تفرض أن يكون الطريق الدائري عريضا للغاية. وفي مثل هذه الحالات، يمكن تقليل عرض الطريق الدائري، بينما تستخدم منطقة تعريض ملائمة خاصة بالشاحنات (Truck Apron)، وذلك من خلال اعتماد رصيف خاص يفصله عن الطريق الدائري حجر حد طريق قابل للصعود نحو الجزيرة المركزية، وذلك لاستيعاب مركبات أكبر.

(4) الجزيرة المركزية (Central Island)

تعد الجزيرة المركزية للنقاط الدائري منطقة مستديرة مرتفعة غير قابلة للتجاوز، وهي منطقة تحيط بها الطريق الدائري. وتكون الجزيرة عادة ذات مناظر طبيعية لأسباب جمالية ولزيادة قدرة السائق على تمييز النقاط الدائري عند الاقتراب، وينبغي أن تكون الجزيرة المركزية دائرية في شكلها.

وفي حالات قد تحد من القدرة على توسيع قطر الدوار الخارجي، فإنه يمكن إضافة تعريض خاص مرتفع يمكن صعود الشاحنات عليه كما جرى بيانه في عنصر الطريق الدائري. وحيثما يستخدم هذا التعريض، فينبغي أن يجري تصميمه بحيث تكون هناك إمكانية لصعود الشاحنات عليه، وفي الوقت نفسه تمنع سيارات الركاب من استخدامها. وينبغي أن يكون عرضها عموماً من 1-4 متر ويكون لها ميل عرضي منحدر بمقدار 3-4% بعيداً عن الجزيرة المركزية. ولعدم تشجيع استخدام سيارات الركاب لها، ينبغي رفع الحافة الخارجية لمنطقة التعريض 30 ملمتراً على الأقل فوق سطح الطريق الدائري. وينبغي بناء هذه المنطقة من مواد رصفة ملونة أو ذات خشونة مختلفة لتمييزها عن الطريق الدائري.

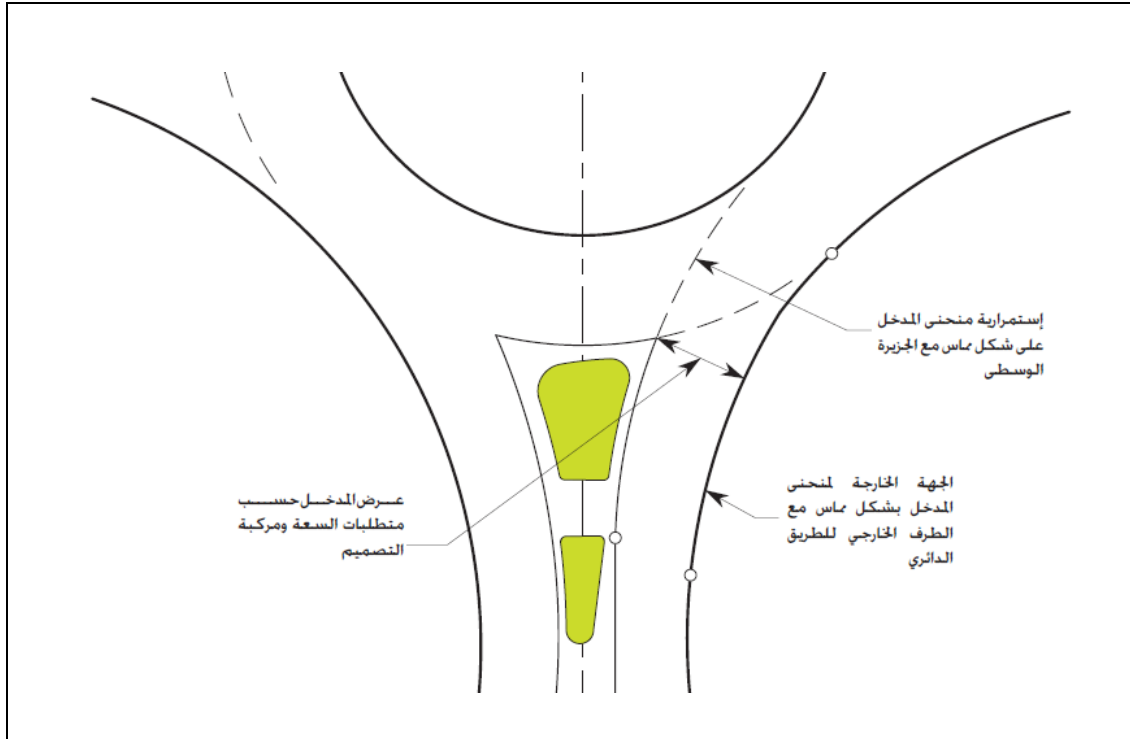
(5) منحنيات المدخل (Entry Curves)

إن منحنيات المدخل هي المنحنيات التي تكون على طول حد الطريق الأيمن أو حافة رصفة الطريق المتجه نحو الطريق الدائري، ويعد نصف قطر المدخل عاملاً مهماً في تحديد تشغيل النقاط الدائري لأن له آثاراً مهمة على كل من السعة والسلامة المرورية. إن الهدف الأساس من اختيار نصف القطر لمنحنى المدخل هو تحقيق السرعات المطلوبة، وينبغي أن ينتج نصف القطر للمدخل، أولاً: سرعة تصميم ملائمة على الممر الأسرع للمركبة. وثانياً: ينبغي أن يكون نصف قطر المدخل يساوي أو يقل عن نصف قطر المسار الدائري. ويبين الشكل 3-8 تصميم مدخل الدوار ذات المسرب المنفرد. ويوصى بأن يتراوح نصف قطر مداخل الدورات ذات المسرب المنفرد بين 10-30 متر.

(6) منحنيات المخرج (Exit Curves)

تكون أنصاف أقطار منحنيات المخرج عادة أكبر من أنصاف أقطار منحنيات المداخل للتقليل من احتمال الاكتظاظ عند المخرج. ومع ذلك، فإنه يؤخذ بالحسبان الحاجة إلى الإبقاء على سرعات منخفضة للمركبات عند معبر المشاة على المخرج من أجل سلامتهم، وينبغي أن يفرض منحنى المخرج إلى نصف قطر لمسار المخرج ليس أصغر من نصف قطر الطريق الدائري، وإلا فإن المركبات التي ستسير بسرعة كبيرة للخروج من الدوار قد لا تتواءم سرعتها مع تصميم نصف قطر منحنى المخرج، وبالتالي قد تصطدم بالجزيرة الفاصلة أو بحركة السير المقابلة في مسرب الاقتراب المحاذي. ويبين الشكل

3-9 تصميم مخرج الدوار ذات المسرب المنفرد، ويوصى بأن يكون لنصف قطر المخرج للتقاطعات الدائرية ذات المسرب المنفرد قيم لا ينبغي أن تقل عن 15 متر.

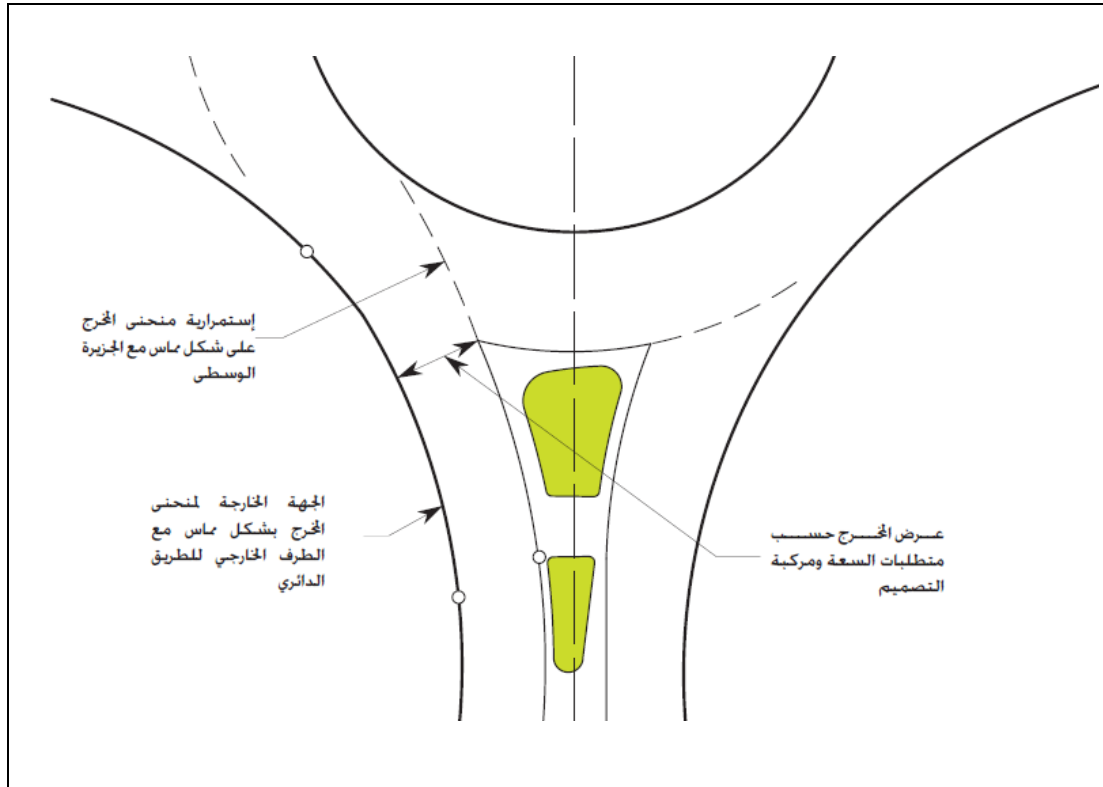


شكل 3-8: تصميم مدخل الدوار ذو المسرب المنفرد

(Pedestrian Crossing Locations) أماكن عبور المشاة (7)

تحدد أماكن عبور المشاة عند الدوارات من أجل تحقيق توازن بين راحة وسلامة المشاة من جهة وفعالية حركة المركبات من جهة أخرى، حيث إن المشاة يريدون أماكن عبور تكون قريبة من التقاطع قدر الإمكان، وذلك للتقليل من الخروج بعيدا عن مسار حركة المشاة الطبيعي، فكلما كان العبور بعيدا عن التقاطع، كان الاحتمال أكبر لاختيار المشاة لخط أقصر، وبالتالي قد يضعهم ذلك في خطر أكبر. وبالإضافة إلى مكان العبور، ينبغي تقصير مسافة العبور إلى حدها الأدنى، للتقليل من التعارضات المحتملة بين المركبات والمشاة. وقد يتم المس بسلامة المشاة أيضا عند ممر عبور خط إعطاء الأولوية؛ لأن انتباه السائق يتجه إلى اليسار للبحث عن فجوات في مجرى حركة السير الدائرية. وينبغي أن تحدد مواقع ممرات العبور للمشاة للاستفادة من ميزة وجود الجزيرة الفاصلة، يفضل أن يكون معبر المشاة عبر الجزيرة الفاصلة على مستوى الطريق بدلا من رفعه إلى ارتفاع الجزيرة الفاصلة. وينبغي أيضا أن تتواجد أماكن عبور المشاة على مسافات بعيدة عن خط إعطاء حق الأولوية مقاسة بمسافات تتناسب مع أطوال

واحدة أو أكثر من المركبات للتقليل من فرصة اصطافاف المركبات على طول ممر العبور(6 م على الأقل).



شكل 3-9: تصميم مخرج الدوار ذي المسرب المنفرد

8) المسارات الرأسية (Profiles)

يبدأ التصميم الرأسى للدوار مع تطوير المداخل نحو الدوار والمسار الرأسى للجزيرة المركزية وتشمل ربط الارتفاعات لطرق المداخل المقترية، وذلك فى مسار رأسى سلس حول الجزيرة المركزية، وينبغي تصميم المسار الرأسى لكل مدخل إلى نقطة تقاطع الخط الأساس للمدخل مع الجزيرة المركزية، ويجب التأكد من أن عملية التصميم تضمن سلاسة حركة المركبات وتصريف جيد لمياه الامطار.

3-2-6 توجيه الحركة على التقاطعات السطحية (At-grade Intersection Channelization)

تستخدم عملية توجيه الحركة على التقاطعات السطحية بشكل رئيس لفصل مسارب الانعطاف عن مسارب الحركة المستقيمة، وبالتالي تنظم حركات المرور المتعارضة، لذلك تعرف عملية التوجيه على أنها الفصل بين حركات المرور المتعارضة لتسير فى مسارات حركة محددة بواسطة الجزر المرورية أو العلامات الأرضية وذلك لتسهيل الحركة الآمنة والمنظمة للمركبات والمشاة على حد سواء. والجزيرة

المرورية (Traffic Island) هي منطقة بين مسارب حركة السير تستخدم لتنظيم حركة المركبات، أو تستخدم بمثابة الملاذ للمشاة أحيانا إذا كانت الجزيرة مرتفعة، وتمنع حركة سير المركبات في منطقة الجزيرة.

وينتج عن التقاطع الذي توجه فيه الحركة بشكل صحيح زيادة سعة الطريق وتعزيز السلامة المرورية عليها، وزيادة الثقة لدى السائقين، ولكن ينبغي أخذ الحيطة دائما لتجنب المبالغة في وضع الجزر، لأن هذا يسبب الارتباك لسائقي المركبات، وقد يؤدي إلى انخفاض في مستوى تشغيل التقاطع بصورة أقل من ذلك التقاطع الذي يخلو من عملية توجيه الحركة.

3-2-6-1 مناطق ونقاط التعارض (Conflict Areas and Points)

التقاطعات السطحية تحتوي على تعارضات في مسارات حركة السير، فعلى التقاطع تتدفق مسارات حركة السير المتعارضة وتكرر وتحدث أنواع كثيرة من حركات الانعطاف، وتتعاظم مخاطر الحركات المتعارضة هذه عندما لا يستطيع السائقون أن يتوقعوا حركات المرور للمركبات الأخرى داخل هذه المناطق.

إن عملية توجيه الحركة (channelization) تقلل من مناطق التعارض عن طريق فصل أو تنظيم حركات المرور، وتعد المناطق الكبيرة الناجمة عن التعارضات بين حركة المركبات التقاطعية سمة للتقاطعات ذات زوايا التقاطع الحادة أو المنفرجة، لذلك فإن زوايا التقاطع التي تقترب من 90 درجة تسهم في تخفيض مساحة المناطق المتعارضة، وينبغي أن لا يتعرض السائقون لأكثر من تعارض أو أن يتخذوا أكثر من قرار واحد في الوقت نفسه. ويوضح شكل 3-10 نقاط التعارض المحتملة على تقاطع ذي أربعة أذرع سواء كانت في حالة الاندماج (merge)، المغادرة (diverge)، أو العبور (crossing). ويقدم شكل 3-11 (أ، ب، ج، د) أمثلة على عملية توجيه الحركة على التقاطعات والجزر.

3-2-6-2 أغراض عملية توجيه الحركة

تستخدم عملية توجيه الحركة عادة لتحقيق هدف أو عدة أهداف تشمل الآتي:

1. فصل حركة السير عن طريق توجيه مسارات المركبات ليتسنى عدم وجود تقاطع لأكثر من مساري حركة عند أية نقطة، وتقليل منطقة التعارض.
2. ضبط زاوية التعارض، سواء للمركبات القادمة أو المغادرة أو العابرة.
3. ضبط الانعطافات الممنوعة خاصة لطريق باتجاه واحد (انظر شكل 3-13 د)

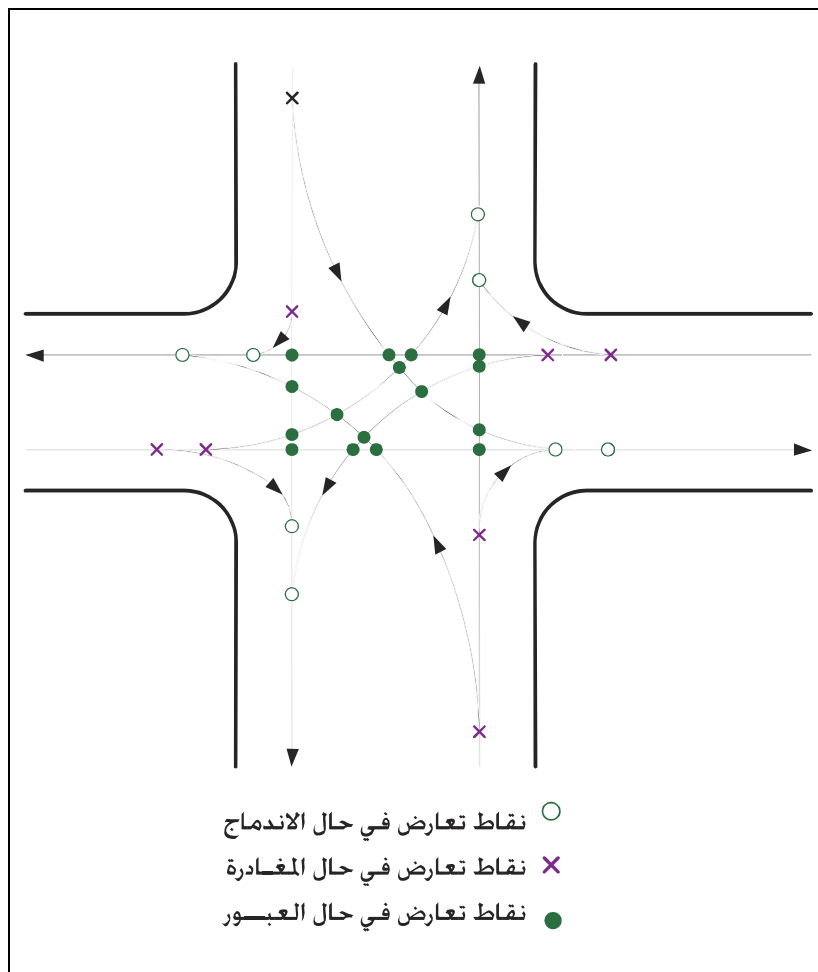
4. إعطاء إشارة أو دلالة واضحة على المسار الصحيح للحركات المختلفة وإعطاء الأولوية للحركات الرئيسية.

5. توفير ملاذات للمشاة.

6. توفير مسار ذات مساحة تخزينية ملائمة للمركبات المنعطفة، وبالتالي إعطاء حيز لهذه المركبات بعيدا عن مسارات المركبات العابرة بشكل مستقيم والسماح لها بالانتظار.

7. توفير الحيز المطلوب في الجزر لتثبيت أجهزة التحكم المروري لرؤيتها بسهولة وحماية الاصطدام بها.

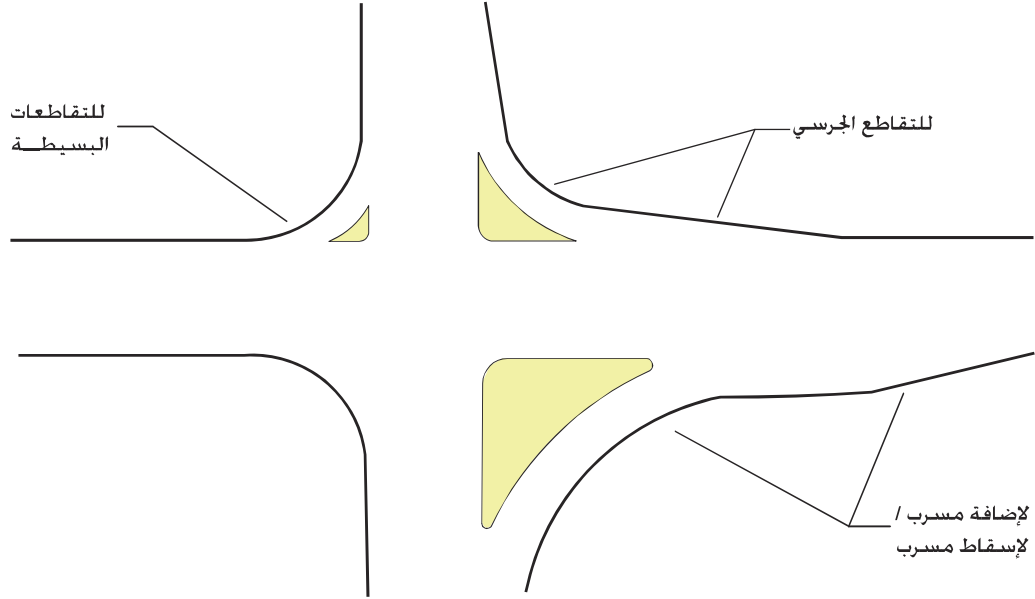
8. ضبط سرعات المركبات العابرة للتقاطع.



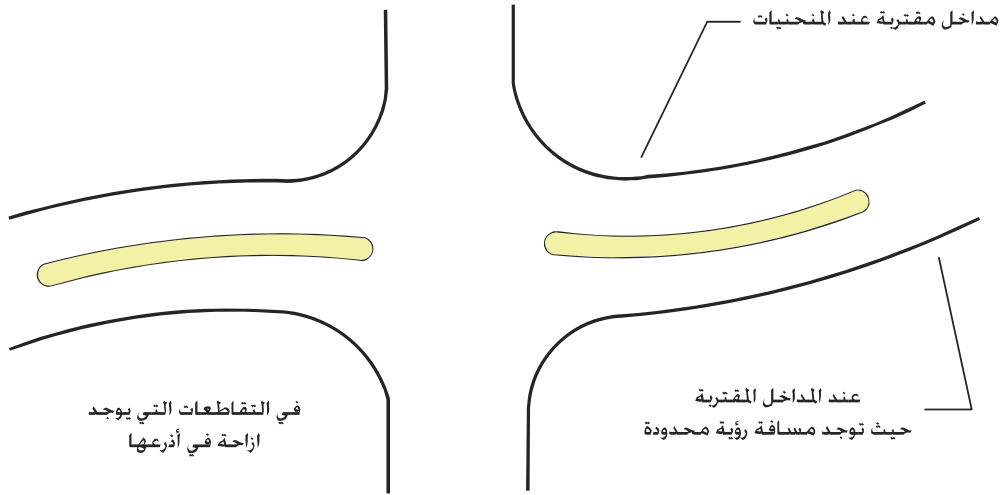
شكل 3-10: نقاط التعارض المحتملة في تقاطع مكون من أربعة أذرع

مبادئ تصميم عملية توجيه الحركة

جـزرتوجيه الحركة المنعطفة نحو اليمين (الطريق المنعطفة)

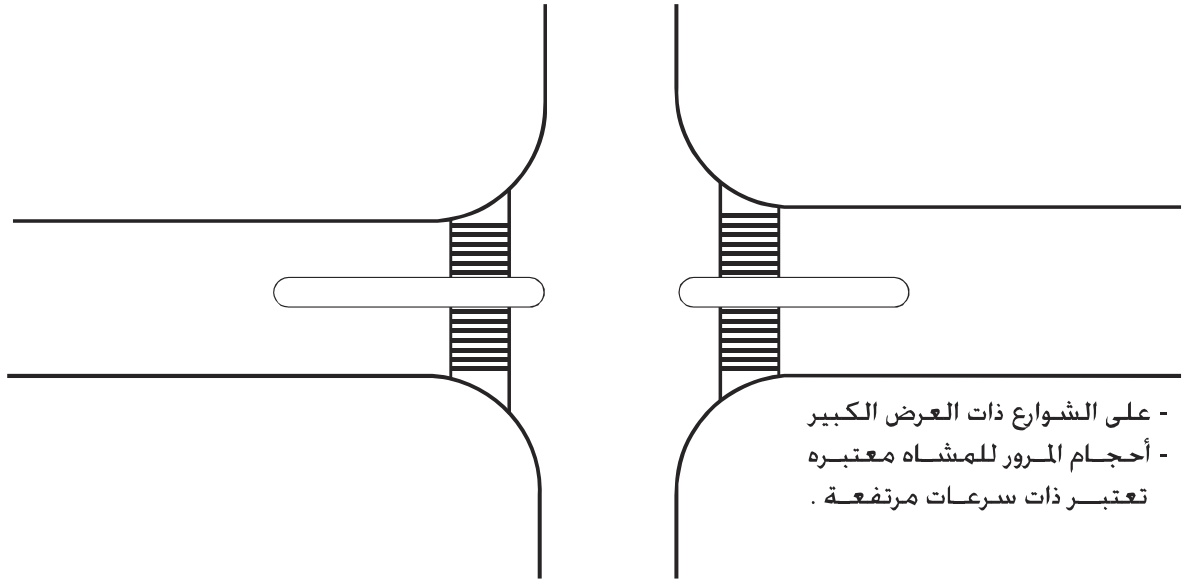


جـزرفصل حركة السير

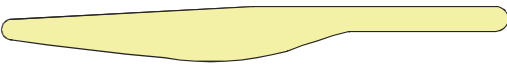


شكل 3-11(أ): أمثلة على عملية توجيه الحركة على التقاطعات والجزر

جزر الملاذ

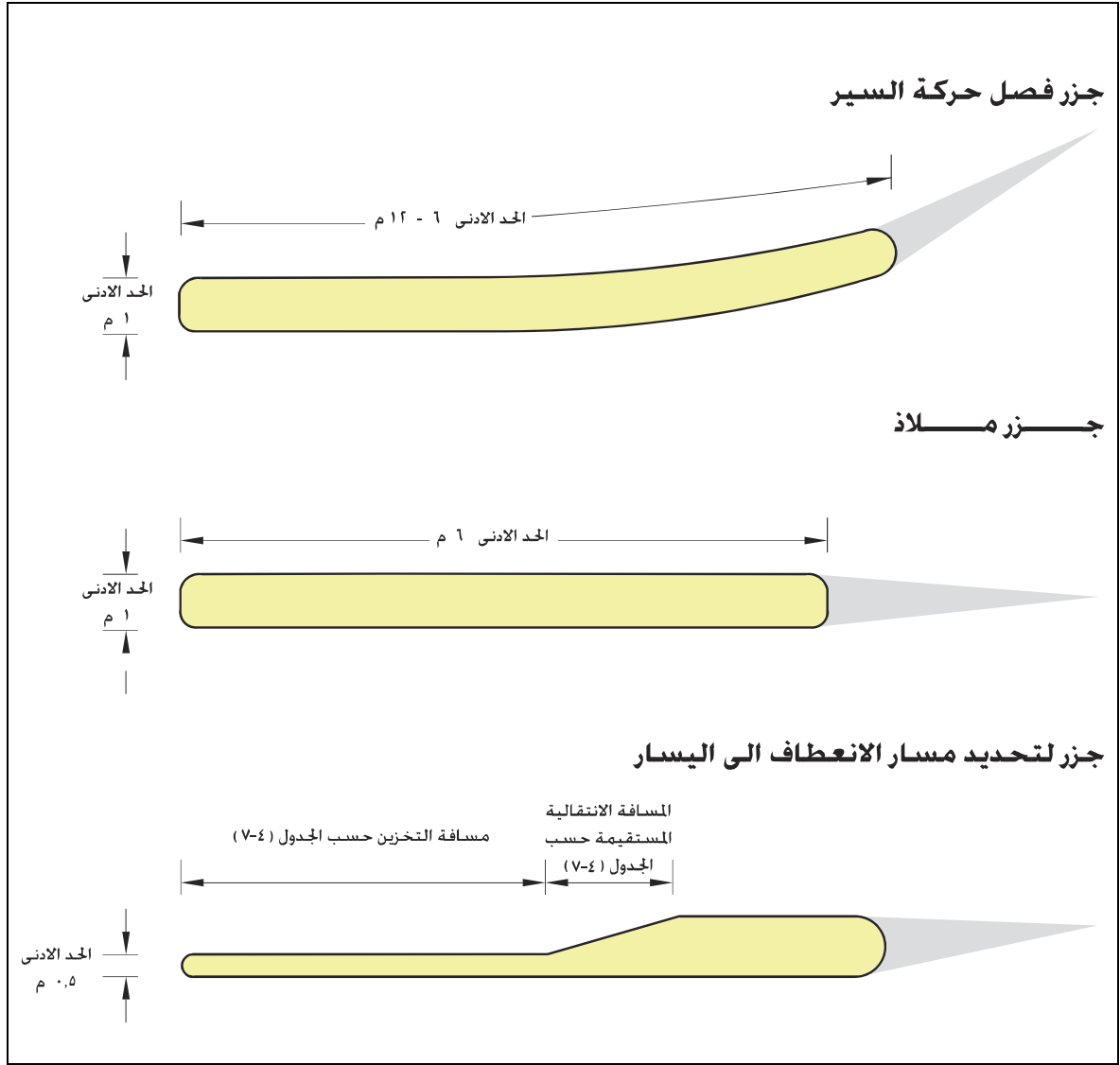


خديد مسرب الانعطاف الى اليسار

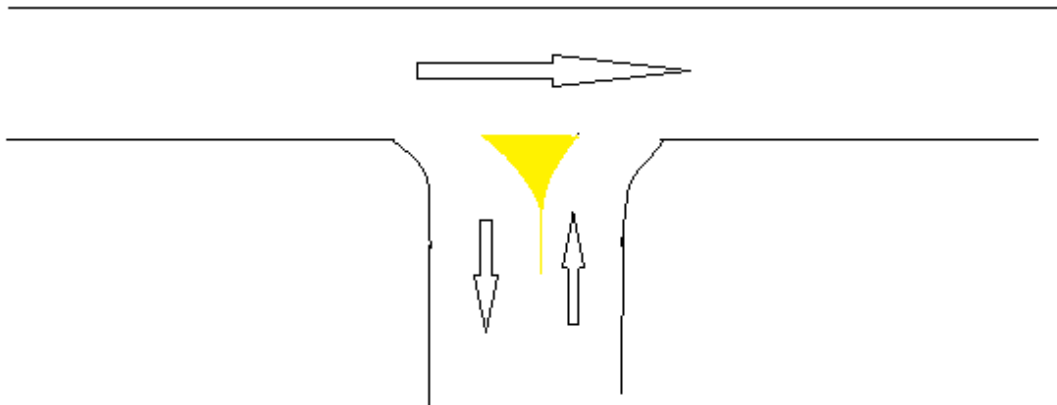


ذات سرعات مرتفعة تشكل خط
مسرب الانعطاف الى اليسار على
طريق غير مفصول بجزيرة وسطى .

شكل 3-11(ب): أمثلة على عملية توجيه الحركة على التقاطعات والجزر



شكل 11-3(ج): أمثلة على عملية توجيه الحركة على التقاطعات والجزر



شكل 11-3(د): أمثلة على عملية توجيه الحركة على التقاطعات والجزر

3-2-6-3 مبادئ تصميم عملية توجيه الحركة

المبدأ الأساس في تصميم التقاطعات أن تكون بشكل متعامد أو قريب من 90 درجة، وينبغي إعطاء الأفضلية للحركات الرئيسية وضبط الحركات الفرعية من خلال التوقف والتوجيه، ويجب أن تكون المناطق التي تسمح بالاندماج والتداخل طويلة بما فيه الكفاية، وينبغي أن يوفر التقاطع مسافة كافية للرؤية.

3-2-6-4 الجزر المرورية عند التقاطعات

الجزيرة المرورية هي منطقة بين مسارب حركة السير بغرض الضبط والتحكم بحركات المركبات التي تعبر التقاطع، أو توفر ملاذا للمشاة الذين يقطعونه، ويمكن تحديد هذه الجزر بالدهان أو العلامات الأرضية المرتفعة، حجر حد الطريق، أو حافة حد رصفة الطريق، أو أية وسائل وأدوات أخرى. ويوضح الشكل 3-11 (أ، ب، ج، د) أمثلة على الجزر المرورية.

وعادة تخدم الجزر وظيفة أساسية أو أكثر كالتالي:

1. وظيفة توجيه الحركة (Direction): لحصر وضبط حركات مرور معينة وتوجيهها إلى مسارات محددة، غالبا ما تكون حركة سير منعطفة.
 2. وظيفة الفصل (Division): وذلك لفصل حركة السير التي تسير في الاتجاه نفسه أو الاتجاه المقابل، وعادة ما تكون لحركة السير العابرة بشكل مستقيم.
 3. وظيفة توفير ملاذ للمشاة (Refuge): إذ تساعد المشاة وتحميهم حين يعبرون الطريق عند التقاطع.
- علاوة على ذلك، ينبغي التأكيد من أن الجزر المرورية تستخدم لإعاقة أو منع الحركات غير المرغوب فيها.

3-2-6-5 تصميم الجزر المرورية

الجزر المرورية تقام في مناطق التعارضات المحتملة في التقاطعات التي لا تستخدم من قبل حركة السير، ويجب أن يتبع تصميم الجزيرة المرورية في التقاطع توفير مسار سلس من حيث الانحناء لحركة المركبات المنعطفة، كما يتأثر تصميم الجزيرة المرورية بالزاوية التي تتقاطع عندها أذرع التقاطع.

يجب أن لا تكون مساحة الجزيرة المحددة بحجر حد الطريق أو جزيرة الملاذ أقل من 5 أمتار مربعة في التقاطعات في المناطق الحضرية و7 أمتار مربعة في المناطق الريفية، وهذا يعني أن الحد الأدنى لطول الضلع القصير ضمن أضلاع الجزيرة المثلثة ذات الزاوية القائمة يبلغ حوالي 3 أو 4 أمتار في التقاطعات في المناطق الحضرية أو الريفية، على الترتيب.

ينبغي أن تكون الجزر الفاصلة المحددة بحجر حد الطريق أو المستطيلة كبيرة بالقدر الذي يلفت الانتباه، ويجب أن لا يقل عرض الجزر الفاصلة المستطيلة وطولها عن متر واحد وستة أمتار، على الترتيب. وإذا كانت المساحة محدودة، فيمكن تقليل العرض إلى الحد الأدنى وهو 0.5 متر. أما إذا كانت الجزر المستطيلة المحددة بحجر حد الطريق موجودة ضمن تقاطع على طريق رئيس أو على طريق ذي انحناء واضح فيجب زيادة طول الجزيرة بشكل ملموس.

تحدد حواف الجزر من خلال وضع حجر حد الطريق (Road Curbstone) أو وضع علامات الطريق عليها (Road Marking)، وتوفر الجزر المحددة بحجر حد الطريق أفضل توجيه إيجابي للتحكم المروري الصارم، كما تستخدم أيضا لترسيم جزر الملاذ للمشاة، وفي جميع الحالات يجب أن تكون الجزر المحددة بحجر حد الطريق مرئية ليلا لتحقيق أغراض السياقة الآمنة، وتعد الجزر المحددة بحجر حد الطريق الأكثر شيوعا في المناطق الحضرية.

أما في المناطق الريفية، فإن عملية توجيه الحركة تكون من خلال تحديد الجزيرة بعلامات مدهونة (Painted Marking) وتستكمل بعلامات الطريق البارزة (Raised Pavement Markers) التي هي أكثر ملائمة من التوجيه البارز باستخدام حجر حد الطريق، وهذا التصميم متسامح قدر الإمكان ويقلل من نتائج فشل السائق من أن يكتشف أو يميز الجزيرة المحددة بحجر حد الطريق، مما يقلل من الحوادث المحتملة التي لها علاقة بالجزر البارزة، ولكن إذا استخدمت الجزر البارزة في المناطق الريفية فيجب أن تقتصر على جزر الزوايا المثلثة الصغيرة والمتوسطة الحجم.

والجزر في هذا الصدد يمكن تحديدها على النحو التالي:

1. مناطق بارزة ومرتفعة (Raised) تكون معبدة أو مرصوفة ومحاطة بحجر حد الطريق، وغالبا ما تكون في المناطق الحضرية.
2. مناطق مرصوفة على ارتفاع رصفة الطريق نفسه (Flush) محاطة بعلامات رصيف أو علامات عاكسة، وغالبا ما تستخدم عندما تكون السرعة منخفضة في المناطق الحضرية وفي الطرق ذات أحجام حركة المرور المنخفضة.
3. مناطق غير معبدة (Unpaved) حيث تتشكل الجزر من حواف الرصيف، وغالبا ما تقتصر على الجزر الواقعة في المناطق الريفية.

عند استخدام حجر حد الطريق، يجب توفير مساحة جانبية من طرف المسرب المروري المستقيم أو الطريق المنعطفة للطريق في الجزيرة المحددة بحجر حد الطريق لغرض الحفاظ على السعة وتوفير

السلامة المرورية، وبالتحديد من أجل تقليل حدة التصادم حال حصوله. ويبين شكل 3-12 (أ) كيفية إزاحة الجزيرة المحددة بحجر حد الطريق لتوفير هامش جانبي في حالة عدم وجود كتف للطريق في المناطق الحضرية، ومن المفضل جعل نقاط التقاطع لجوانب الجزيرة المحددة بحجر حد الطريق مستديرة ذات أنصاف أقطار من 0.6 م إلى متر واحد من أجل توضيح رؤيتها.

وينبغي أن يكون أنف الجزيرة المحددة بحجم حد الطريق للحركة المقترية من التقاطع (Approach Nose) مصمما بشكل جيد ومحددا بوضوح (بإشارات عاكسة أو بوضع علامات محددة أو أن يكون التقاطع مضاء)؛ لتجنب أي مفاجأة لسائق المركبة. إن إزاحة الأنف ينبغي أن يكون على بعد متر إلى مترين من الحافة الطبيعية للمسارب المستقيمة و0.6 م إلى متر واحد من الطريق المنعطف، وينبغي توفير إزاحات كبيرة حين يسبق مسار التباطؤ للانعطاف إلى اليمين جزيرة الزاوية المحددة بحجر حد الطريق.

في المناطق الريفية، يجب أن يكون حجر حد الطريق موجودا على أو خارج حافة كتف الطريق. وعند اقتراح وضع جزيرة زاوية محددة بحجر حد الطريق على طريق مقرب ذي أكتاف، فإنه ينبغي أن يتم عمل إزاحة لوجه حد حجر الطريق على جزيرة الزاوية بقدر يساوي عرض الكتف، وإذا ما سبق جزيرة الزاوية مسرب تباطؤ للانعطاف إلى اليمين، فإن الإزاحة للكتف ينبغي أن لا تقل عن 2.4 متر. ويوضح شكل 4-12 (ب) الإزاحة للجزيرة الجانبية في حال وجود كتف.

7-2-3 مسارب الانعطاف عند التقاطعات (Turning Lanes at Intersections)

3-7-2-1 تصميم مسارب الانعطاف إلى اليمين (Design of Right Turn Lanes)
تستخدم مسارب الانعطاف إلى اليمين لإزاحة المركبات بطيئة السرعة المنعطفة إلى اليمين من مجرى حركة السير الرئيس، ولتوفير مسرب إضافي مخصص لحركة وتخزين المركبات المنعطفة إلى اليمين، وحيثما كان حجم الانعطاف إلى اليمين كثيفا، فإن إزاحة المركبات المنعطفة من مجرى حركة السير يمكن أيضا أن تزيل السبب الأساس لحوادث الاصطدام في الخلف عند التقاطعات، ويصمم نصف قطر المنحنى المركبة التصميمية ويفضل ألا يقل عن 10 م. ويبين الشكل 3-13 عملية توجيه نموذجية لحركة الانعطاف نحو اليمين والمسرب المساعد للانعطاف يمينا.

3-7-2-2 تصميم مسارب الانعطاف إلى اليسار (Design of Left Turn Lanes)

إن الغرض من وجود مسرب انعطاف إلى اليسار هو إزاحة مركبات متوقفة أو مركبات متحركة بصورة بطيئة تريد الانعطاف إلى اليسار من مجرى حركة السير العابرة للتقاطع بشكل مستقيم وبالتالي إزالة السبب الرئيس لحوادث الاصطدام الخلفية عند التقاطعات. وهذا يسهل ويسرع مرور حركة المرور العابرة بشكل مستقيم، ويحمي وينظم حركة المرور المنعطفة، ويحسن مستوى السلامة المرورية، ويزيد سعة أو طاقة التقاطع الاستيعابية، وتزداد فوائد السلامة والأمان لمسارب الانعطاف إلى اليسار مع السرعة التصميمية للطريق، لأنها تخفض بصورة كبيرة إمكانية وقوع حوادث الاصطدام الخلفية.

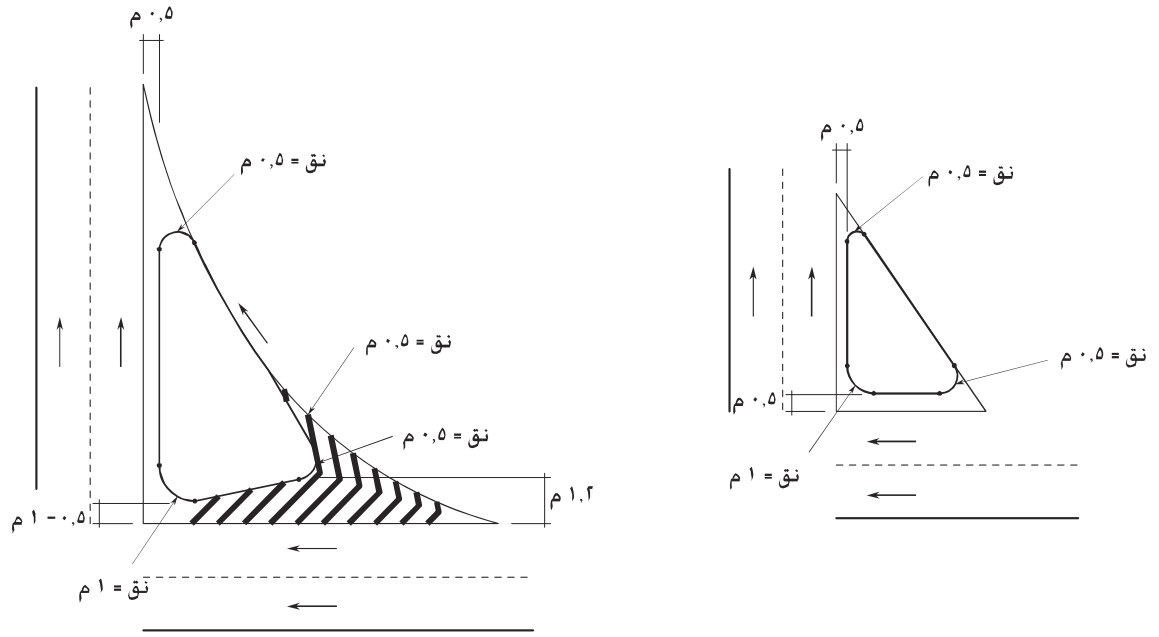
ومن المستوجب أن يكون عرض مسرب الانعطاف يسارا في الطرق الشريانية أو التجميعية 3.6 متر. وفي ظروف معينة يمكن أن يستخدم عرض أقل لمسرب الانعطاف يسارا ليصل إلى 3.0 متر. وتعتمد أطوال مسارب الانعطاف يسارا، كما هو مبين في الشكل 3-14، على حجم حركة المركبات المنعطفة يسارا والسرعة التصميمية، ويختلف طول المسافة المستقيمة الانتقالية المطلوبة لتشكيل مسرب الانعطاف يسارا باختلاف السرعة التصميمية. أما نصف قطر المنحنى فيصمم حسب المركبة التصميمية ويفضل ألا يقل عن 12.5 م.

3-3 التنفيذ

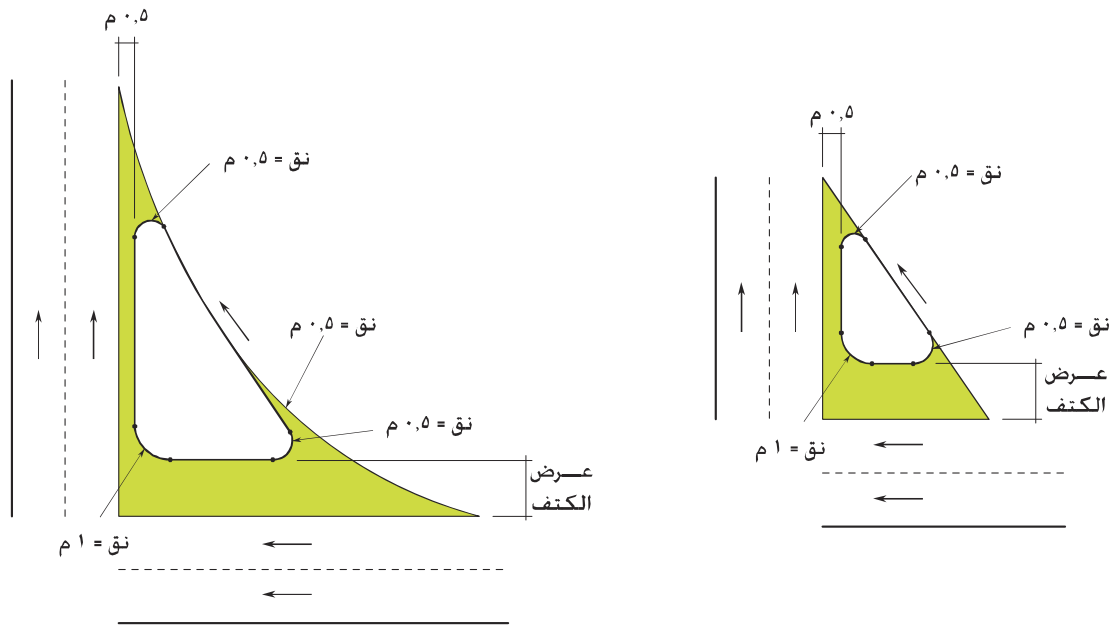
إن معظم القضايا المطروحة في بندي التنفيذ والصيانة في الفصل الثاني (2-3، 2-4) تنطبق كذلك على بندي التنفيذ والصيانة في الفصل الحالي، ومن الأمور الجديرة بالاهتمام في تنفيذ تقاطعات الطرق: ضرورة المتابعة الحثيثة للتصاميم التنفيذية (shop drawings) ومراقبة معايير ومراحل التنفيذ خاصة لضمان انتقال سلس للمركبات خلال التقاطع وتصريف مياه الأمطار بشكل فعال، أما بخصوص السلامة المرورية خلال التنفيذ فيتم التطرق لها في بند الصيانة.

2-3 التشغيل

إن تشغيل التقاطعات يتشابه مع بند تصميم التقاطعات في العديد من الأمور خاصة لإعادة تصميم التقاطعات بناء على دراسات مرورية، حيث إن تشغيل التقاطعات يتطلب معرفة عناصر التحكم المروري الذي يجب استخدامه على التقاطعات.

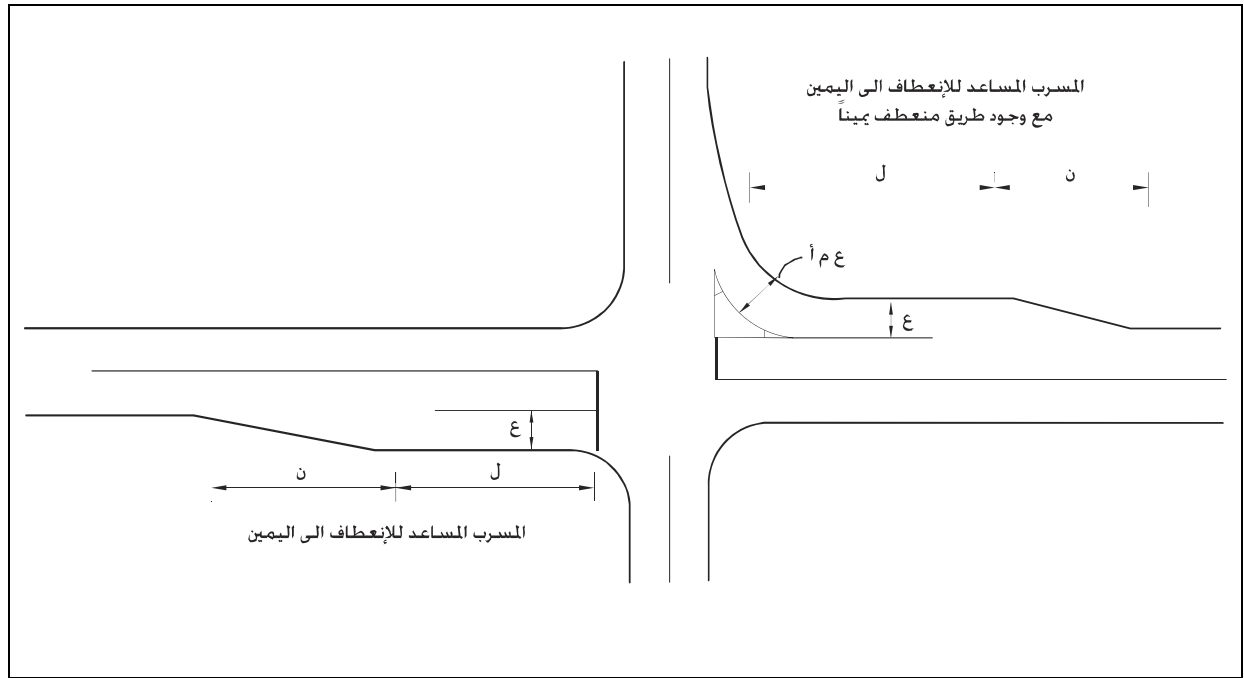


أ - حالة عدم وجود أكتاف

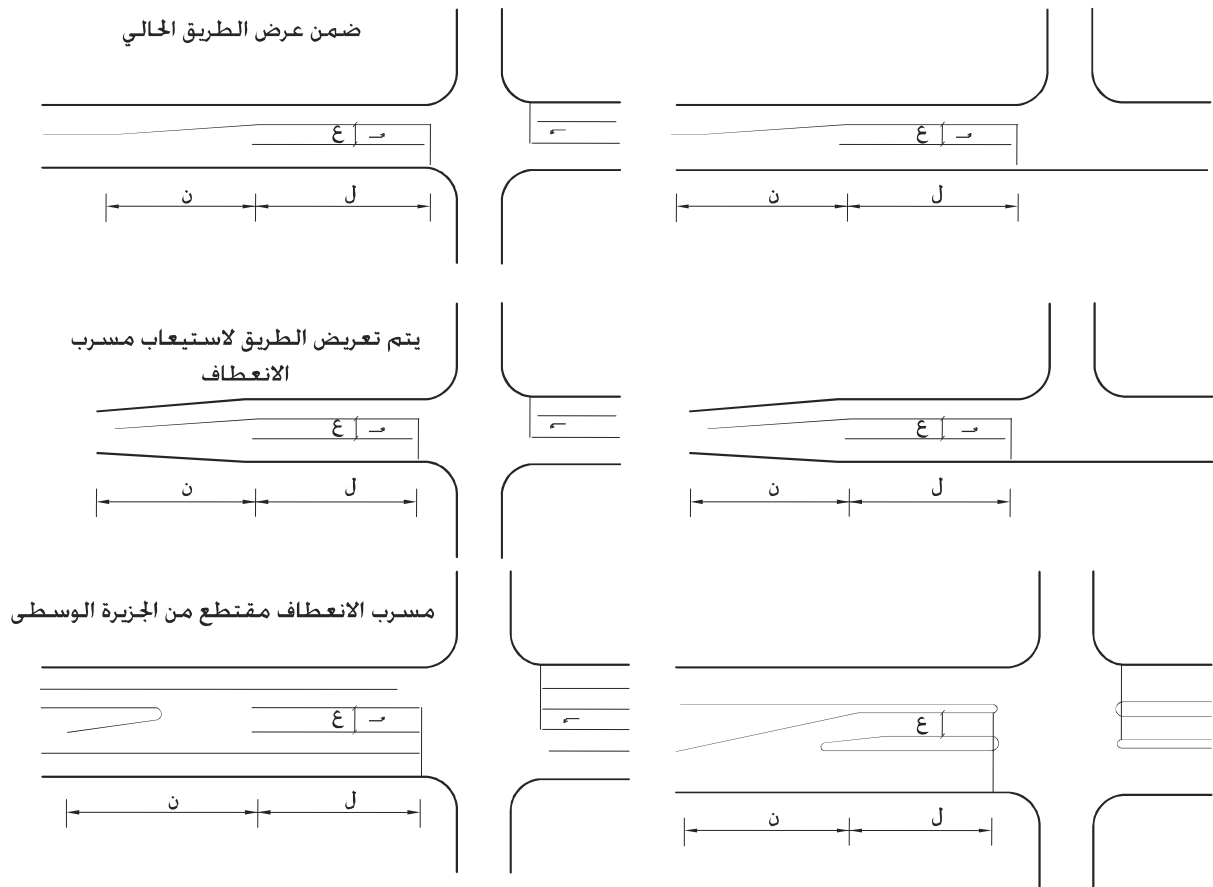


ب - حالة وجود أكتاف

شكل 3-12: جزر الزاوية الجانبية التي تبين إزاحة الجزيرة لتوفير هامش جانبي في حالتي عدم وجود أو وجود أكتاف للطريق المنعطفة إلى اليمين، على الترتيب.



شكل 3-13: التوجيه النموذجي للانعطاف نحو اليمين والمسارب المساعدة للانعطاف يمينا



شكل 3-14: التوجيه النموذجي للانعطاف نحو اليسار والمسارب المساعدة للانعطاف يسارا

3-4-1 التحكم المروري على التقاطعات

فيما يلي ترتيب هرمي للتحكم المروري على التقاطعات:

1. القوانين الأساسية لأولوية المرور على التقاطعات (basic rules of the road): هذه التقاطعات بدون أي عناصر تحكم مروري وهي تقاطعات لشوارع فرعية، حيث إن الأولوية للمركبات التي تصل التقاطع أولاً، أما إذا وصلت المركبات للتقاطعات في نفس الفترة تقريباً فتكون الأولوية للمركبة على يمين السائق، ويمكن إبقاء هذه التقاطعات بدون شواخص مرورية مثل قف (Stop Sign) أو أعط حق الأولوية (Yield Sign) فقط إذا كانت الشوارع المتقاطعة ذات سرعة منخفضة وحجم مروري منخفض جداً، ولديها مسافة رؤية كافية من كافة الاتجاهات المقبلة على التقاطع (أنظر قسم 2-2-3: مجال الرؤية عند التقاطعات).
2. استخدام إشارة قف (Stop Sign) أو أعط حق الأولوية (Yield Sign): إنه لمن المفضل دائماً بأن لا تبقى تقاطعات بدون شواخص أو إشارات ضوئية تحدد أولوية المرور وإذا لم يحقق تقاطع شروط تركيب إشارات ضوئية مرورية فيجب أن تستخدم شواخص قف أو أعط حق الأولوية على الشوارع الفرعية، وفيما يلي تحديد شروط كل منهما:

- أ. شاخص قف (Stop Sign): يتم اعتماد شاخص قف على الطرق الفرعية (وليس شاخص أعط حق الأولوية) عند تحقيق أي من الشروط التالية:
 1. إذا ما كان الطريق الرئيسي ذات أربعة مسارب أو أكثر.
 2. إذا ما كانت السرعة على الطريق الرئيسية عالية.
 3. إذا كان حجم المرور على الطريق الرئيسي عالياً.
 4. إذا ما كانت هناك أعداد كبيرة من حوادث السير لا سيما حوادث بزوايا قريبة من القائمة.
5. إذا كانت مسافة الرؤية غير كافية للمركبات القادمة من الشارع الفرعي (أنظر قسم 2-2-3: مجال الرؤية عند التقاطعات).

ب. شاخص أعط حق الأولوية (Yield Sign): يتم اعتماد شاخص حق الأولوية على الطرق الفرعية القاطعة لطريق رئيسي عند تحقيق جميع الشروط التالية:

1. إذا كان الطريق الرئيسي ذات مسربين (أو مسرب واحد باتجاه واحد).
2. إذا كان الطريق الرئيسي ذات سرعة منخفضة.
3. إذا كان الطريق الرئيسي ذات حجم مروري منخفض.
4. إذا لم يكن هناك حالة غير عادية لحوادث السير خاصة حوادث الزوايا القائمة.

5. إذا كانت مسافة الرؤية للمركبات القادمة من الشوارع الفرعية كافية (أنظر قسم 3-2-2: مجال الرؤية عند التقاطعات).

كما يتم استخدام شاخص أعط حق الأولوية للمركبات الداخلة للدوار وكذلك المركبات المنعطفة يمينا بمسرب انعطاف مفصول بجزيرة مرورية.

3. الإشارات الضوئية المرورية: هناك شروط لتكوين إشارات ضوئية مرورية منها حركة عالية للمركبات أو حركة عالية للمشاة، أو أعداد مرتفعة من حوادث الطرق وغيرها وهذه المعايير مختلفة من بلد إلى آخر ويمكن الاسترشاد بمعايير المواصفات الأمريكية (Manual on Uniform Traffic Control Devices- MUTCD) حسب الرابط التالي:
[/http://mutcd.fhwa.dot.gov](http://mutcd.fhwa.dot.gov)

4. التقاطعات التبديلية (Interchanges): يتم استخدام الجسور والوصلات (Ramps) للوصل بين طريقين ويتم استخدام هذا النوع من التقاطعات عند تزايد الازدحام على الإشارات الضوئية أو في حالة تقاطعات الطرق السريعة.

3-4-2 تقاطعات الإشارات الضوئية المرورية

إن لتقاطعات الإشارات الضوئية المرورية أهمية بالغة في مرحلة التشغيل، وتؤثر بشكل مباشر في السلامة المرورية، وفيما يلي بعض الأمور التي تهم السلامة المرورية في تقاطعات الإشارات الضوئية المرورية:

1. يجب أن يكون وقت الضوء الأصفر كافيا للتوقف الآمن حسب المواصفات المتبعة (يمكن استخدام معايير مؤسسة مهندسي المواصلات الأمريكية (ITE) لتصميم الإشارات الضوئية المرورية)، ولكن زيادة الوقت الأصفر لا يساعد السلامة المرورية حيث يستغل السائقون الوقت الإضافي المتاح وبالتالي عدم وثوق السائقين بضرورة التوقف عند ظهور الضوء الأصفر.

2. يجب أن تكون عدسات الإشارات الضوئية المرورية واضحة ليس فقط من بعيد ولكن لأول مركبة متوقفة على خط الوقوف (Stop Line)، المركبة الحرجة هي التي لديها أقل ارتفاع لمستوى عين السائق عن سطح الأرض.

3. إذا ما كانت الشمس تشرق أو تغيب مقابل عدسات الإشارات الضوئية المرورية فضروري أن تكون قوة إنارة العدسات قوية أو/و لها تغطية جزئية من الشمس (shade cap).

4. إذا لم يكن هناك معرفة دقيقة بحجم المرور في الأوقات المختلفة للطرق المتجهة للتقاطع

يفضل أن تكون للإشارات الضوئية المرورية مجسات (sensors) على الطرق الفرعية المؤدية للتقاطع، أي أن نوع الإشارة "شبه مستشعر" (semi-actuated). ومن خلال هذا النوع من الإشارات الضوئية المرورية لا يمكن الانتظار في متجه نحو التقاطع (approach) بدون وجود مركبات عابرة بالاتجاهات الأخرى المعارضة لحركة المركبة المنتظرة على الضوء الأحمر، وعليه فإن الانتظار بدون سبب مقنع للسائق المنتظر (بدون وجود مركبة في الاتجاه المعاكس) يؤدي إلى عدم الثقة بقوانين السير بشكل عام وزيادة مخالفات عبور الإشارة الحمراء في مثل هذه الظروف.

5. إشارة السهم الأصفر الغماز لليمين تعني إمكانية الالتفاف نحو اليمين خلال فترة الإشارة الحمراء على أن يعطي سائق المركبة الملتفة يمينا حق الأولوية للسيارات الأخرى قبل عملية الالتفاف لليمين، ويجب أن يكون هذا المعنى واضحا للسائقين، بحيث يشار له في امتحان المرور للسياسة النظرية.

6. إن إشارات المرور للمشاة يجب أن تكون واضحة للمشاة والسائقين وتعطي وقت كاف للمشاة لعبور الطريق ومفضل على دفعة واحدة وليس على مرحلتين (بدون وقت للانتظار على الجزيرة الفاصلة).

7. ضرورة إنارة التقاطعات التي توجد عليها حركة ملموسة للمشاة ليلا خاصة إذا ما دلت دراسات حوادث الطرق على وجود نسبة عالية لحوادث الدهس ليلا.

8. ضرورة وجود شواخص قف أو أعط حق الأولوية على الاتجاهات الفرعية للتقاطعات التي يوجد فيها إشارات ضوئية مرورية وذلك لتفادي أي سوء فهم يؤدي إلى حوادث في حالة تعطل الإشارات الضوئية المرورية. علما بأن هرمية التزام السائق تكون بالتسلسل التالي:

أ. اتباع تعليمات شرطة المرور

ب. اتباع الإشارة الضوئية المرورية عند عملها

ت. اتباع الشواخص المرورية عند تعطل الإشارة المرورية

9. ضرورة عمل دراسات دورية لحجم المرور الحرج لكل اتجاه (critical lane volume)، وسرعات المركبات المتجه للتقاطع، وحوادث الطرق.

10. ضرورة التأكد من مراقبة قوانين السير على التقاطعات خاصة الالتزام بالإشارات الضوئية المرورية وعدم وقوف وتوقف السيارات (car parking) قريبا من التقاطعات وفي الأماكن الممنوعة.

3-4-3 مجال الرؤية عند التقاطعات (Sight Distance at Intersections)²

الهدف من مجال الرؤية عند التقاطعات هو السماح للسائقين بأن يدركوا وجود مركبات تتعارض مع حركتهم، ويوفر مجال الرؤية الوقت للسائق للتوقف الآمن أو تعديل سرعة المركبة لتفادي الاصطدام عند التقاطع. وهناك عدد من الحالات التي عادة ما يجري دراستها وتتصل بمجال الرؤية الذي يحصل توفيره عند التقاطعات، ويعتمد ذلك على نوع التحكم والضبط المروري على التقاطع والحركة التي يجري دراستها، والحالات الأكثر شيوعا هي:

- الحالة أ: تقاطعات دون تحكم لأي طريق مقرب (No Control on any Approach)
- الحالة ب: تقاطعات مع تحكم من خلال شاخص قف على الطريق الثانوي (Stop Control on Minor Road)
- الحالة ج: تقاطعات مع تحكم من خلال شاخص إعطاء حق الأولوية على الطريق الثانوي (Yield Control on Minor Road)

وهناك حالات أخرى كتلك المتصلة بالتقاطعات التي تحكمها إشارات مرورية، وعند الدوارات، وحالة الانعطاف نحو اليسار من الطريق الرئيس. ويمكن التوسع بهذا الموضوع في مراجع (AASHTO, 2011 and Awadallah, 2009).

3-4-3-1 مثلث الرؤية عند التقاطع (Intersection Sight Triangle)

تعرف مثلثات الرؤية الواضحة على أنها الحيز على طول أذرع الطرق المقترية من التقاطع، تلك التي ينبغي أن تكون خالية من أي عوائق يمكن أن تحجب نظر مستخدم الطريق عن حركة السير القادمة. وتعتمد أبعاد المثلث على سرعة التصميم للطرق المتقاطعة، ونوع السيطرة على حركة المرور عند التقاطع، إضافة إلى الميل والعرض للطرق المتقاطعة. ويستخدم نوعان من مثلثات الرؤية الواضحة عند كل تقاطع: مثلثات الرؤية للدخول ومثلثات الرؤية للمغادرة. وتكون مثلثات الرؤية للدخول قابلة للتطبيق عندما يكون السائق على الطريق الثانوي في حالة حركة، بينما تنطبق مثلثات الرؤية للمغادرة عندما تريد المركبة الموجودة على الطريق الثانوي أن تتطرق من وضع الوقوف.

3-4-3-2 معرفة عوائق الرؤية في داخل مثلثات الرؤية

هناك العديد من العوائق التي قد توجد داخل مثلث الرؤية والتي يمكن أن تحجب نظر السائق عن المركبات القادمة، وهذه العوائق تشمل المباني، والأشجار، والحواجر الطولية، والجدران الاستنادية، والمنحدرات أو الميول الجانبية، وينبغي أيضا الأخذ بالحسبان تصميم مسار الطريق في المستويين الأفقي

² تم اقتباس جزء من هذا المادة من AASHTO 2004

والرأسي للطرق المتقاطعة، فضلا عن أية عوائق بصرية أخرى. ولأغراض التصميم، يفترض أن تكون عين السائق على ارتفاع 1.05 متر فوق الطريق، على افتراض أن مركبة التصميم هي السيارة الخاصة.

3-3-4-3 الحالة أ: تقاطعات دون تحكم (No Control on any Approach)

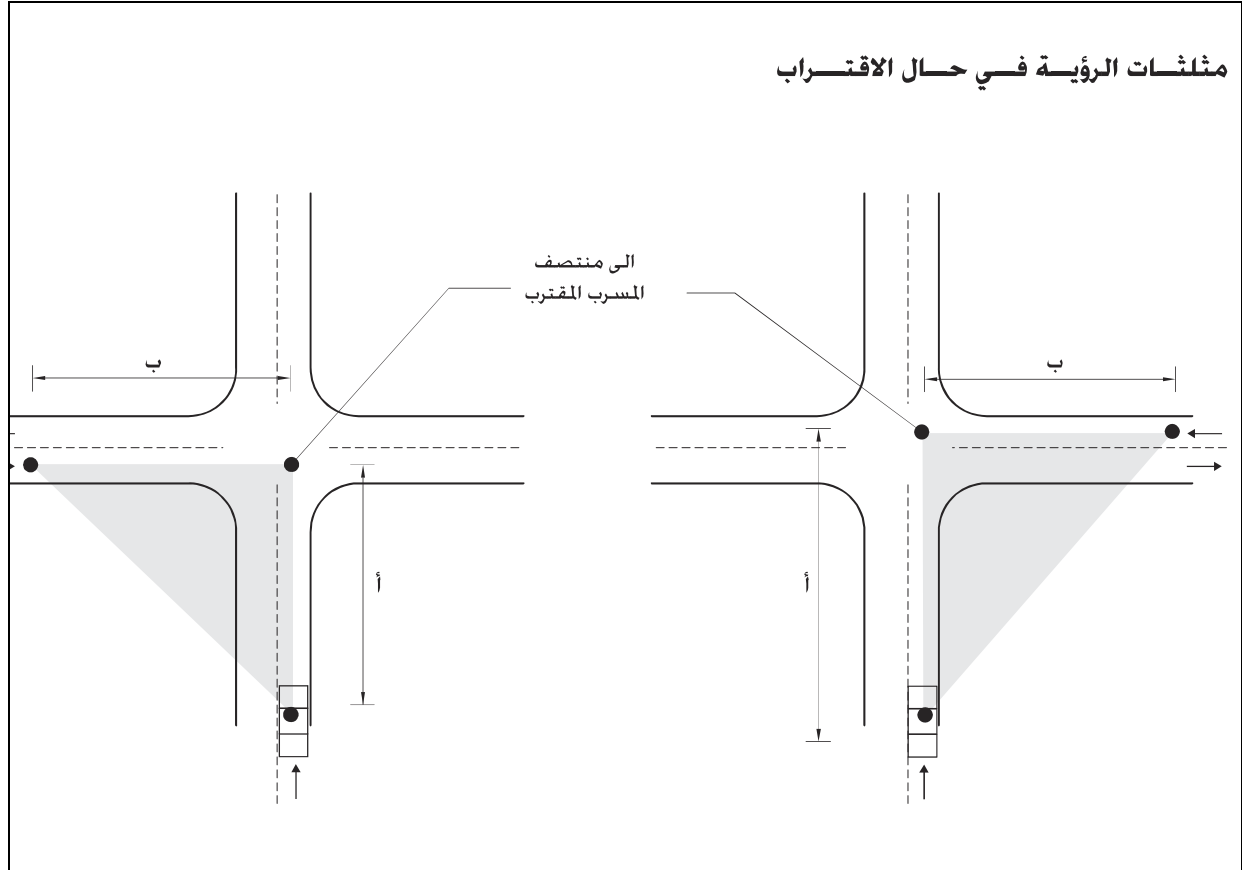
عندما لا تكون هناك أداة تحكم بحركة السير (أي إشارة مرور ضوئية، شاخص قف أو شاخص أعط حق الأولوية) تضبط الحركة على التقاطعات، فإنه يتوجب على السائقين المقتربين من التقاطع من أي اتجاه أن يتمكنوا من رؤية المركبات المتعارضة المحتملة، وأن يعطوا الوقت الكافي من أجل الوقوف قبل الوصول إلى التقاطع.

وكما هو موضح في الشكل 3-15، يتشكل مثلث الرؤية للتقاطع من مسافة الرؤية على طول الطريق الثانوي (ويشار إليها بالمسافة أ) ومسافة الرؤية على طول الطريق الرئيس (ويشار إليها بالمسافة ب). إن هذه المسافات التي تعتمد على سرعة التصميم تستند إلى المسافة التي يتم قطعها، حيث يدرك السائق المقرب وجود مركبة قد تتعارض مع حركة مركبته، ويقوم بردة فعل تجاه هذه المركبة ويقوم بإيقاف مركبته. ويبين الجدول 3-2 طول أي من المسافتين أ و ب إستنادا إلى سرعة التصميم على أي منهما. فعلى سبيل المثال، واعتمادا على القيم الواردة في الجدول 3-2، فإن تقاطعا لطريق رئيس ذي سرعة تصميم تصل إلى 65 كم/الساعة مع طريق ثانوي ذي سرعة تصميم تصل إلى 40 كم/الساعة يتطلب مسافة للرؤية يحددها مجال الرؤية للتقاطع ب 60 مترا للطريق الرئيس وب 35 مترا للطريق الثانوي، وإذا كان الطريق الثانوي ذو ميل قدره 6%، فإن مجال الرؤية للتقاطع سيكون حوالي 39 مترا للميل الهابط و 32 مترا للميل الصاعد.

3-4-3-4 الحالة ب: التحكم من خلال الوقوف على الشارع الثانوي (Stop Control on Minor Street)

عند التقاطع الذي تحكمه شاخصة قف على الطريق الثانوي، كما هو مبين في الشكل 3-16، يجب على السائق المتوقف على الطريق الثانوي أن يتمكن من رؤية المركبات المقترية على الطريق الرئيس من أي اتجاه وبمسافة كافية للسماح بالقيام بمناورات العبور أو الانعطاف من الطريق الثانوي. ويكون ذراع مثلث الرؤية للتقاطع على الطريق الثانوي (البعد "أ" للمركبات المقترية من اليسار والبعد "أن" للمركبات المقترية من اليمين)، وهي المسافة بين عين السائق ومقدمة المركبة (2.4 م) إضافة للمسافة الكائنة بين مقدمة المركبة إلى حافة رصفة الطريق (2.1 م) والمسافة من حافة رصفة الطريق إلى منتصف المسرب القريب (1.75 م) أو ما مجموعه (6.25 م) للمركبات المقترية من اليسار، والمسافة من حافة رصفة الطريق إلى منتصف المسرب البعيد 5.4 متر أو ما مجموعه (9.9 م) للمركبات المقترية من اليمين على طريق ذات مسربين، ويكون ذراع المثلث للطريق الرئيس هو مسافة الرؤية للتقاطع على طول الطريق

الرئيس (البعد ب). ويبين الجدول 3-3 طول أي من المسافة ب لحالة الانعطاف إلى اليمين أو لحالة الانعطاف يسارا أو السير بشكل مستقيم لسيارات الركاب. فمثلا لسرعة تصميم 70 كم/ساعة على الطريق الرئيس، تكون مسافة الرؤية عند التقاطع (البعد ب) للانعطاف إلى اليمين أو السير بشكل مستقيم هي 130 م، وللانعطاف إلى اليسار هي 150 م حسب الجدول 3-3.



شكل 3-15: مثلث الرؤية للحالة أ، مثلثات رؤية الدخول

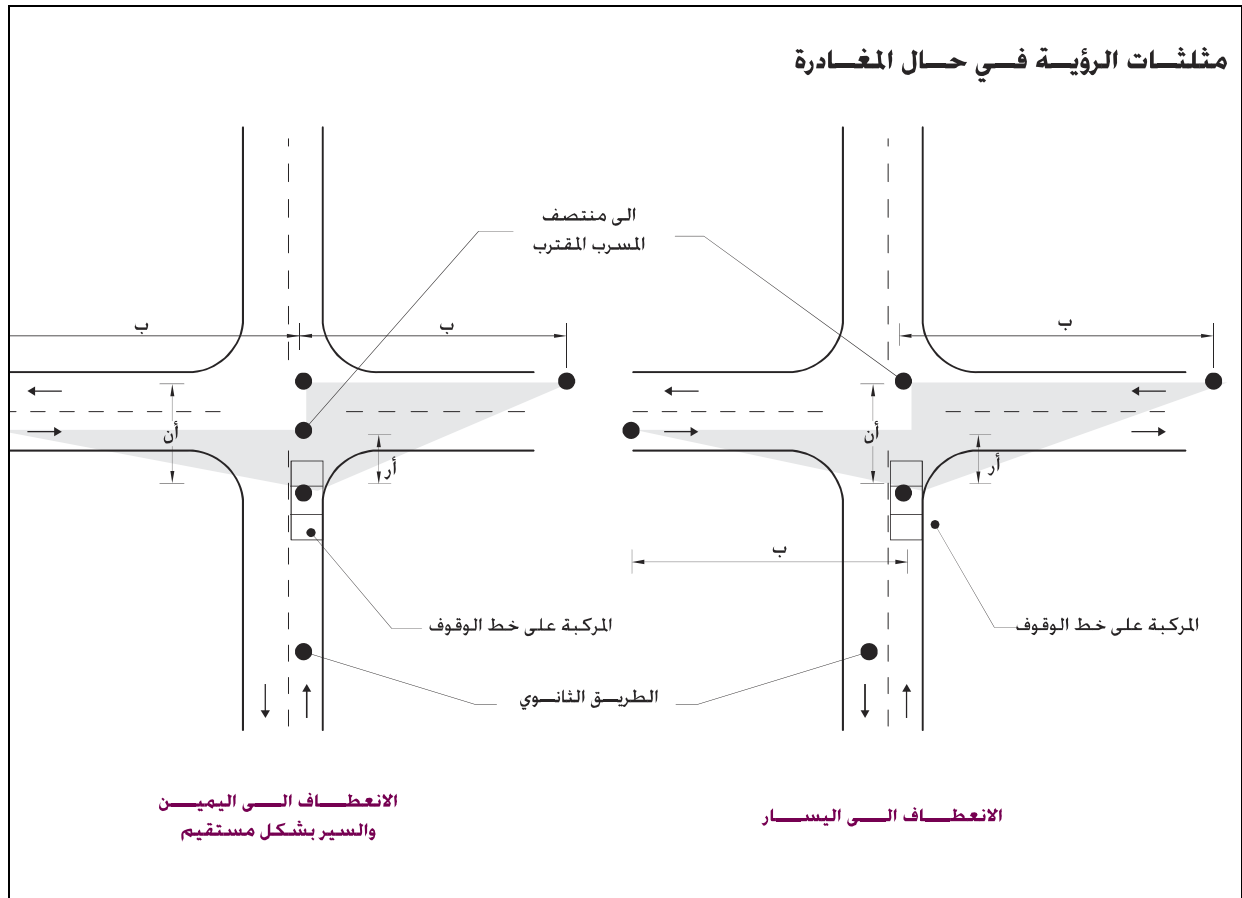
3-4-3-5 الحالة ج: التحكم من خلال إعطاء حق الأولوية (Yield Control on Minor Road) عند التقاطعات التي يكون فيها التحكم من خلال وضع شاخصة على الطريق الثانوي لإعطاء حق الأولوية، يسمح للسائقين بدخول أو عبور الطريق الرئيس دون توقف، شرط أن لا تكون هناك مركبات متعارضة محتملة. وعموما تحتاج الطرق المقترية من تقاطع ما والتي تحكمها شاخصة إعطاء حق الأولوية مجالا للرؤية أكثر من ذلك في حال الطرق المقترية التي تحكمها شاخصة قف. وللتقاطعات ذات الأذرع الأربعة، التي يحدث التحكم فيها من خلال شاخصة موضوعة على الطريق الثانوي لإعطاء حق الأولوية، ينبغي توفير زوجين منفصلين من مثلثات الرؤية المقترية؛ الأول لاستيعاب عبور الطريق

جدول 3-2: طول أي من مسافتي الرؤية للحالة أ على طول الطريق الثانوي (المسافة أ) والطريق الرئيس (المسافة ب) استنادا إلى سرعة التصميم

المسافة أ أو ب (متر)	سرعة التصميم (كم/ساعة)
20	20
25	30
35	40
45	50
55	60
65	70
75	80
90	90
105	100
120	110
135	120

ملاحظة: عندما يتجاوز ميل الطريق المقرب 3% تستخدم المعاملات المبينة أدناه:

ميل الطريق المقرب							سرعة التصميم (كم/ساعة)
6+	5+	4+	من 3- إلى 3+	4-	5-	6-	
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	20
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	30
0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	40
0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	50
0.9	0.9	0.9	1.0	1.1	1.1	1.1	60
0.9	0.9	0.9	1.0	1.1	1.1	1.1	70
0.9	0.9	0.9	1.0	1.1	1.1	1.2	80
0.9	0.9	0.9	1.0	1.1	1.1	1.2	90
0.9	0.9	0.9	1.0	1.1	1.1	1.2	100
0.9	0.9	0.9	1.0	1.1	1.2	1.2	110
0.9	0.9	0.9	1.0	1.1	1.2	1.2	120



شكل 3-16: مثلث الرؤية للحالة ب، مثلث رؤية المغادرة

الرئيس بشكل مستقيم، والآخر لاستيعاب الانعطاف يسارا ويمينا. وينبغي فحص كل من مثلثي الرؤية للتأكد فيما إذا كانت هناك عوائق للرؤية. أما التقاطعات ذات الثلاثة أذرع التي تحكمها شاخصة "إعطاء حق الأولوية" على الطريق الثانوي، فهناك حاجة فقط لفحص مثلثات الرؤية لاستيعاب الانعطاف يسارا ويمينا. ويبين الشكل 3-17 أذرع الطريق الرئيس الطريق الثانوي ذات الصلة بمثلثات الرؤية، فيما يوضح ويبين الجدول 3-4 طول أي من المسافتين أ و ب استنادا إلى سرعة التصميم على الطريق الرئيس لهذه الحالة.

2-3 الصيانة

هناك أهمية بالغة للصيانة في التقاطعات لا سيما في الجوانب التالية:

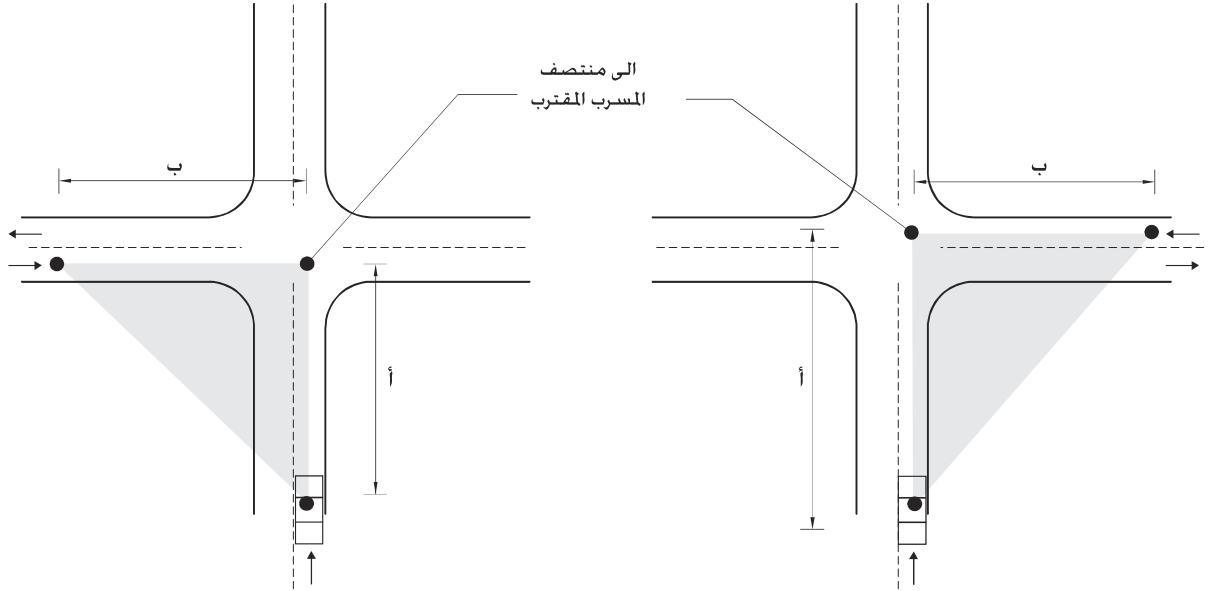
جدول 3-3: طول أي من مسافتي الرؤية للحالة ب على طول الطريق الثانوي (المسافة أ) والطريق الرئيس (المسافة ب) استنادا إلى سرعة التصميم على الطريق الرئيس لسيارات الركاب

سرعة التصميم على الطريق الرئيس (كم/ساعة)	الطريق الثانوي للمركبات المقترية من اليمين (أن، متر)	الطريق الثانوي للمركبات المقترية من اليسار (أر، متر)	الطريق الرئيس للانعطاف إلى اليسار (ب، متر)	الطريق الرئيس للانعطاف إلى اليمين أو السير بشكل مستقيم (ب، متر)
20	9.90	6.25	45	40
30	9.90	6.25	65	55
40	9.90	6.25	85	75
50	9.90	6.25	105	95
60	9.90	6.25	130	110
70	9.90	6.25	150	130
80	9.90	6.25	170	145
90	9.90	6.25	190	165
100	9.90	6.25	210	185
110	9.90	6.25	230	200
120	9.90	6.25	255	220

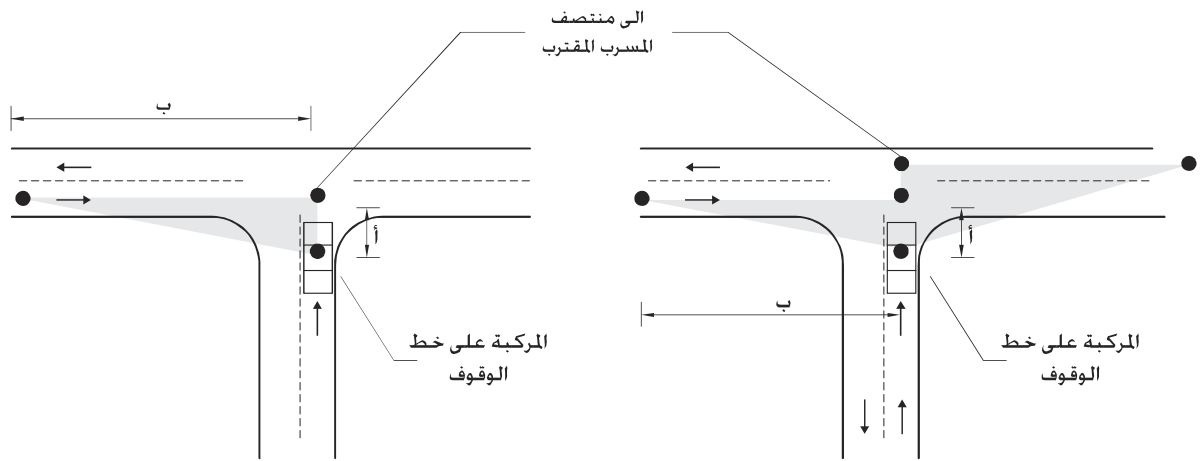
ملاحظة: أدرج مثلثات الرؤية المبينة في الشكل هي لسيارات الركاب التي تعبر أو تتعطف نحو طريق ذي مسربين، بافتراض عدم وجود ميل، أو وجود ميل طفيف لجميع المداخل يصل حتى 3%. أما في الحالات الأخرى، عند وجود ميل أكبر من 3% وعندما يكون الطريق الرئيس ذا عدد من المسارب يتجاوز اثنين، فإنه ينبغي إعادة احتساب مسافات الرؤية باستخدام المعادلات المبينة في AASHTO (2004).

1. التأكد من وجود وصلاحية (خاصة العاكسية) للشواخص الموجودة على التقاطعات بشكل دوري.
2. التأكد من تغيير أي لمبة إشارة ضوئية معطلة في أقرب وقت.
3. التأكد من عمل مجسات الإشارات الضوئية المرورية، وعمل الإشارات الضوئية بشكل عام.
4. التأكد من عمل الإنارة.
5. التأكد من صلاحية الرصفة، خاصة مقاومة تزلزل المركبات (skid resistance).
6. التأكد من استمرار توفر مدى رؤية كاف لمتجهات التقاطع (approaches)، خاصة تقليل أغصان الأشجار.
7. ضرورة الالتزام بقواعد السلامة للتحكم المروري المؤقت في مناطق العمل.

مثلثات الرؤية في حال العبور دون توقف



مثلثات الرؤية في حالة الانعطاف يمينا أو يساراً دون توقف



الانعطاف الى اليمين

الانعطاف الى اليسار

شكل 3-17: مثلث الرؤية للحالة ج

جدول 3-4: طول أي من مسافتي الرؤية للحالة ج على طول الطريق الثانوي (المسافة أ) والطريق الرئيس (المسافة ب) استنادا إلى سرعة التصميم على الطريق الرئيس

مسافات مثلثات الرؤية في حالة الانعطاف يمينا أو يسارا دون توقف (متر)		مسافات مثلثات الرؤية في حالة العبور بشكل مستقيم دون توقف (متر)		سرعة التصميم على الطريق الرئيس (كم/ساعة)
الطريق الثانوي (ب)، (متر)	الطريق الثانوي (أ)، (متر)	الطريق الثانوي (ب)، (متر)	الطريق الثانوي (أ)، (متر)	
45	25	40	25	20
70	25	55	30	30
90	25	75	40	40
115	25	95	50	50
135	25	110	60	60
160	25	130	70	70
180	25	145	85	80
205	25	165	100	90
225	25	185	115	100
245	25	200	130	110
270	25	220	160	120

ملاحظة:

- أ- أذرع مثلثات الرؤية المبينة في الشكل هي لسيارات الركاب التي تعبر أو تتعطف نحو طريق ذي مسربين، بافتراض عدم وجود ميل، أو وجود ميل طفيف لجميع المداخل يصل حتى 3%. أما في الحالات الأخرى، عند وجود ميل أكبر من 3% وعندما يكون الطريق الرئيس ذا عدد من المسارب يتجاوز اثنين، فإنه ينبغي إعادة احتساب مسافات الرؤية باستخدام المعادلات المبينة في AASHTO (2004).
- ب- الأطوال تم احتسابها لسرعات تصميم من 30-80 كم/ساعة على الطريق الثانوي. وعندما تكون سرعات التصميم على الطريق الثانوي مختلفة عن ذلك، فإنه ينبغي إعادة احتساب مسافات الرؤية باستخدام المعادلات المبينة في AASHTO (2004).

الفصل الرابع

مواقف المركبات

1-4 التخطيط لمواقف السيارات، الشاحنات، والنقل العام

1-1-4 1-4 التخطيط لمواقف السيارات

غالبا ما تكون السيارات الخاصة متوقفة أكثر من عشرين ساعة في اليوم، لذا يتوجب وجود أماكن كافية للوقوف عند السكن وفي الأماكن التجارية وأماكن العمل وغيرها. إن عدم التخطيط لتوفير المواقف اللازمة ضمن المخططات الهيكلية يؤدي إلى:

1. هبوط قيمة العقارات التي لا يتوفر في محيطها مواقف كافية.
2. تفاقم الازدحامات المرورية وخسارة الوقت في البحث عن مواقف.
3. زيادة تكاليف الوقوف بشكل عام.

كذلك يجب أن يحقق التخطيط توفير مواقف ملائمة على الشارع (on-street parking) بالإضافة إلى مواقف بعيدا عن الشارع (off-street parking)

2-1-4 2-1-4 التخطيط لمواقف الشاحنات

إن الشركات وأصحاب الشاحنات يجب أن يوفر مواقف لشاحناتهم، وبشكل عام يكون هذا مطلوب من القطاع الخاص، ويجب أن لا يسمح للشاحنات باستخدام مواقف السيارات على الشوارع العامة، لا في أماكن السكن ولا في الأماكن التجارية. إن إيقاف الشاحنات في الشوارع العامة يشكل خطرا على السلامة المرورية.

1-1-4 1-1-4 التخطيط لمواقف النقل العام

يجب التخطيط لمواقف النقل العام على الشوارع بمحاذاة مسار الحركة، إن توقف مركبات النقل العام (حافلات وسيارات عمومية) في مسار الحركة يشكل خطرا على السلامة المرورية خاصة الاصطدام من الخلف (rear-end accidents)، ويجب إلزام مركبات النقل العام بالتوقف في المواقف المخصصة لها فقط

لتحميل وتنزيل الركاب، وكذلك ضرورة تخصيص محطات لمواقف النقل العام في وسط المدن ومحطات لمواقف تخزين حافلات النقل العام (bus storage area) بعيدا عن وسط المدن.

2-4 تصميم مواقف السيارات، الشاحنات، والنقل العام

1-2-4 تصميم مواقف السيارات

تصنف مواقف السيارات على أنها مواقف بمحاذاة الطريق (On-Street Parking)، أو بعيدة عن الطريق (Off-Street Parking)، وعندما تكون مواقف السيارات بجانب الطريق، تصنف على أنها حارات خاصة بالمواقف محاذية لمسارب الحركة أو مواقف ضمن خليج خاص بإيقاف السيارات. أما مواقف السيارات البعيدة عن الطريق، فهي تصنف مواقف سطحية تنشأ على مستوى سطح الأرض أو مواقف ضمن مبنى متعدد الأدوار، يشكل الموقف فيه طباقا أو أكثر وتتصل بسطح الأرض عن طريق منحدرات مناسبة للدخول أو الخروج.

تصمم مواقف السيارات حسب تصنيف المواقف، ويؤخذ بالحسبان عند التصميم ما يتصل بالأبعاد الهندسية من طول المواقف وعرضها، ومتطلبات دوران السيارات والميول وغيرها، والسعة بما في ذلك التأثير على سعة الطريق المجاورة، والتشغيل المروري ومتطلبات الحركة الفعالة، والسلامة المرورية بما في ذلك احتمال حصول الحوادث المرورية للمركبات والمشاة، فضلا عن المتطلبات الخاصة بالسائقين المقعدين.

1-1-2-4 تصميم حارات وقوف السيارات (Parking Lanes): يجري توفير حارات لوقوف السيارات بوصفها جزءا من عرض الطريق المعبد وبمحاذاة مسارب الحركة في المناطق الحضرية في كثير من الأحيان، ما يسهل الوصول إلى الأراضي والمرافق المجاورة للطريق.

يعد نمط توفير حارات لوقوف السيارات على شكل مواقف موازية لحركة السير من أكثر الأنماط المستخدمة في تصميم مواقف السيارات التي توجد بين مسارب الحركة والأرصعة. ويوصى عند تصميم حارات وقوف السيارات مراعاة ما يلي:

1. المسافة من تقاطع الطرق وأول سيارة لا تقل عن 12.0 م
2. المسافة بين معابر المشاة وأول سيارة لا تقل عن 6.0 م.
3. المسافة المخصصة لوقوف السيارة الواحدة في المواقف الموازية هي 6.0 م.

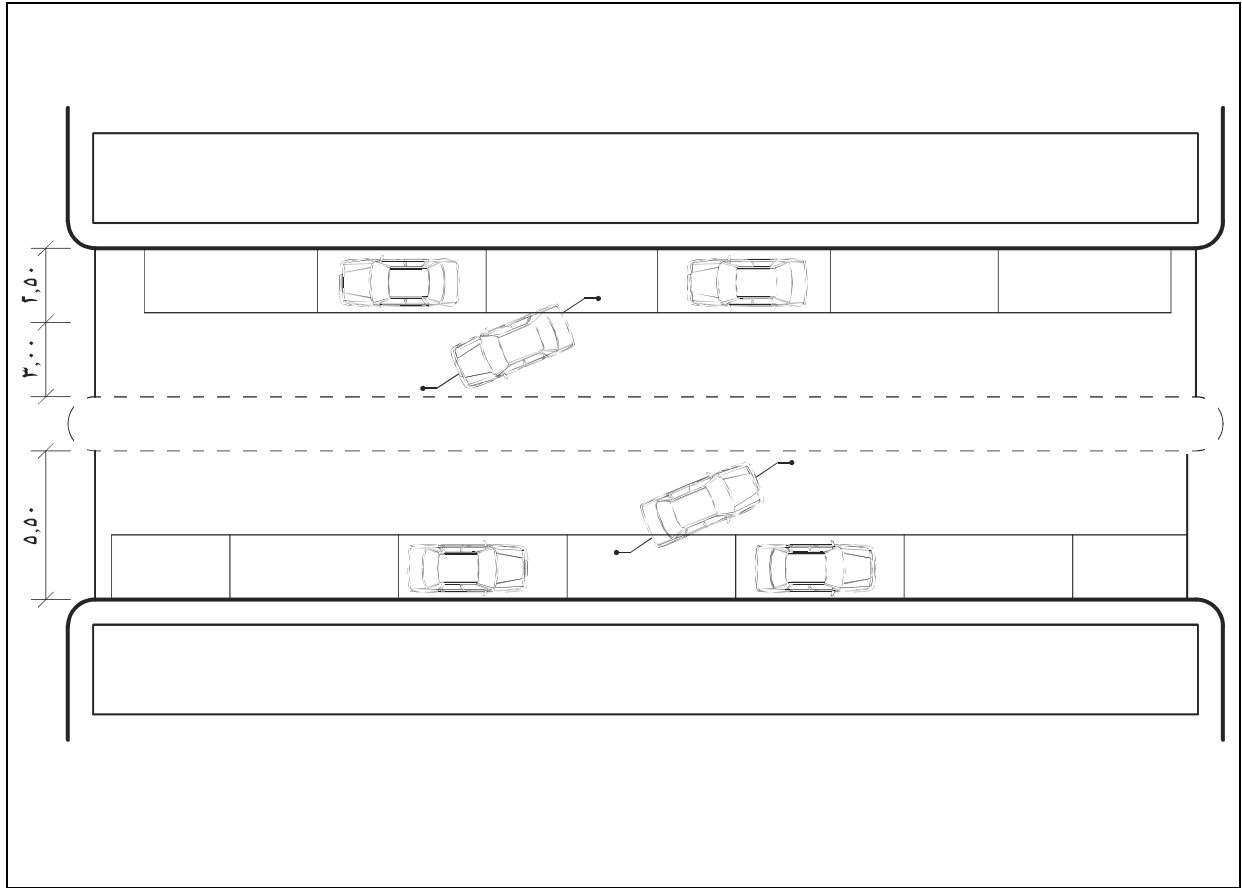
4. الحد الأدنى لعرض المنطقة المعبدة في اتجاه واحد، التي يسمح بوقوف السيارات بشكل مواز لحركة السير إلى جانب الأرصفة، هو 5.5 م في ذلك الاتجاه (يشمل عرض حارة المواقف وعرض مسرب حركة السيارات).

إن وجود حارات السيارات بمحاذاة مسار الحركة، فضلا عن عمليات المناورة التي يجري القيام بها عادة لإيقاف المركبة أو للخروج من مكان الوقوف، تؤدي إلى زيادة احتمال وقوع حوادث المرور. ولتقليل ذلك يتوجب توفير أبعاد ملائمة لحارة وقوف السيارات وللحيز المخصص لوقوف المركبة، ويوضح الشكل 4-1 حارات مواقف السيارات على طول الطريق.

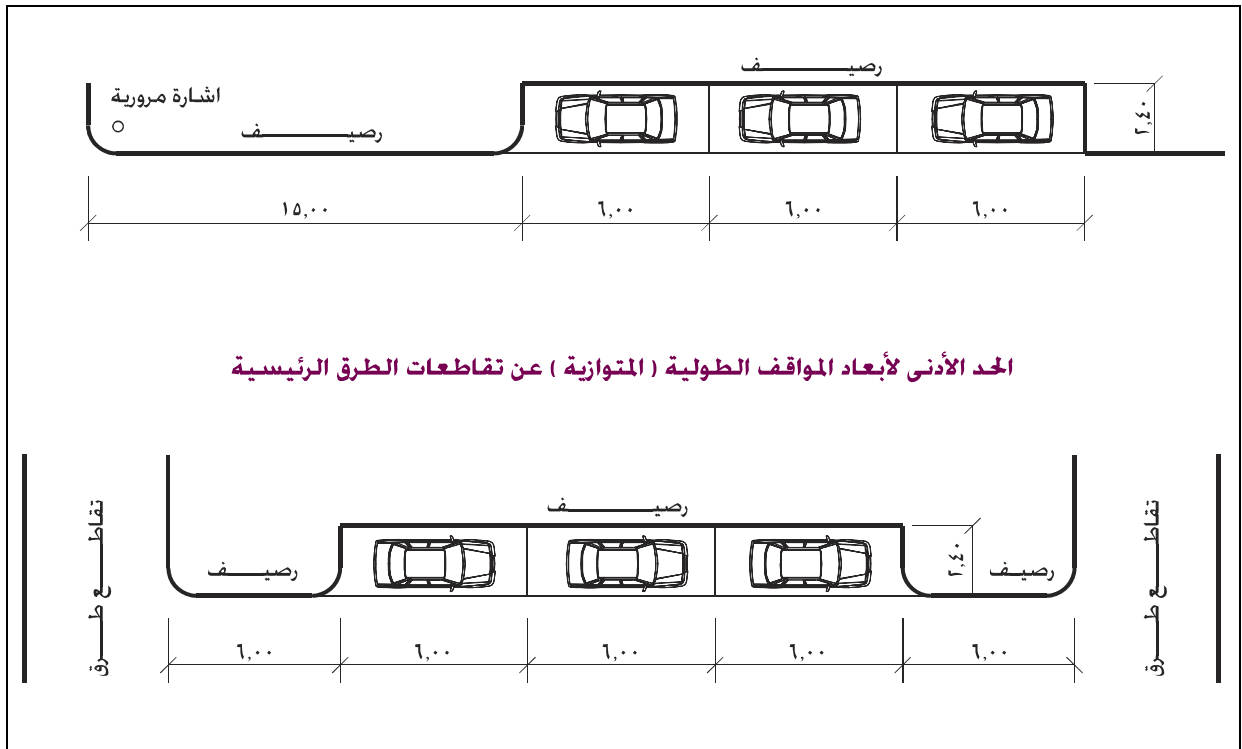
وفي حال عدم التمكن من توفير حارات وقوف السيارات لضيق العرض المعبد للطريق، فقد يوفر حيز لإيقاف السيارات ضمن العرض المخصص أصلا لرصيف المشاة، وذلك من خلال توفير خليج خاص بإيقاف السيارات، مما قد يسهم في التقليل من احتمال وقوع حوادث المرور ويقلص من حدتها ويحافظ على سعة الطريق، إلا أنه يتوجب التأكد من بقاء عرض مناسب لمرور المشاة على الجزء المتبقي من الرصيف، بما لا يقل عن حوالي 1.2 م في حده الأدنى في حال مرور تدفقات قليلة من المشاة، ويبين الشكل 4-2 حارات مواقف السيارات التي توفر من خلال خليج خاص بإيقاف السيارات.

ومن جهة أخرى، نجد أن في الحالات التي يراد فيها توفير أماكن أكثر لإيقاف السيارات، وعند وجود عرض ملائم وكبير للطريق وأحجام محدودة من حركة المرور، فإنه يمكن توفير أماكن إيقاف السيارات بشكل غير مواز لمسارات الحركة، أي مواقف مائلة على زاوية حادة أو زاوية قائمة، إلا أن هذا قد يؤدي إلى زيادة فرص وقوع حوادث المرور ويقلل السعة المرورية لمسارب الطريق المجاورة لحارة المواقف، لذا فإن هذا النمط من مواقف السيارات غير محبذ، ويوضح الشكل 4-3 مواقف السيارات على زاوية حادة.

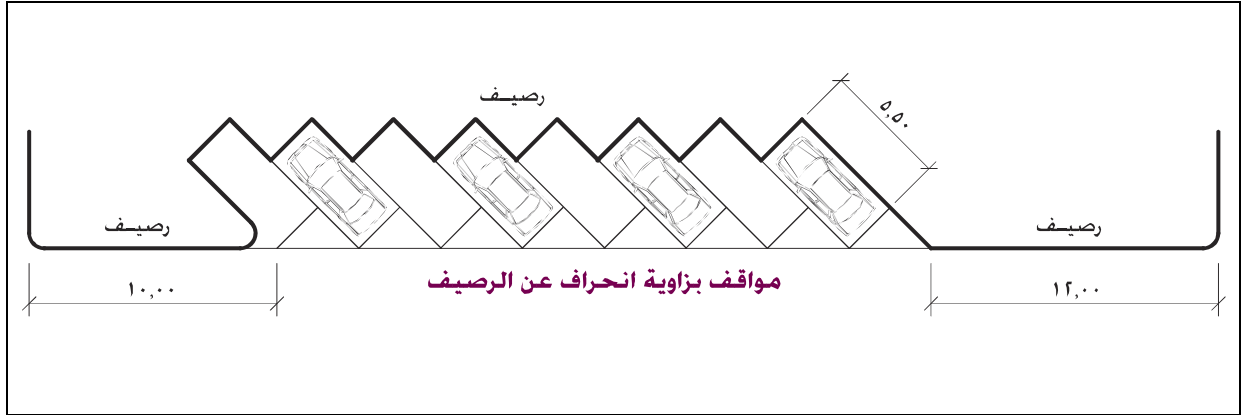
وبشكل عام، لا يحبذ إيقاف السيارات على طول الطرق الشريانية، وذلك بسبب التأثير السلبي على حركة المرور والسلامة المرورية، وعند السماح بإيقاف السيارات على الطريق الشريانية فإن عرض حارة وقوف السيارات يوصى بأن يكون بمقدار 2.4 م في حده الأدنى، وكذلك الحال على الطريق التجميعي. أما الطريق المحلي، فإن عرض حارة وقوف السيارات يوصى بأن يكون بمقدار 2.2 م في حده الأدنى.



شكل 4-1: حارات مواقف السيارات على طول الطريق



شكل 4-2: حارات مواقف السيارات من خلال توفير خليج خاص بذلك



شكل 4-3: مواقف السيارات على زاوية حادة.

2-1-2-4 تصميم المواقف السطحية (Design of Parking Lots): يتطلب تصميم المواقف السطحية تصميم المداخل والمخارج بشكل ملائم، وتصميم أبعاد المواقف وزاوية الانحراف، وكذلك تصميم حركة السير داخل الموقف بما في ذلك المسارات، والمنحنيات ذات الأبعاد المناسبة لدوران السيارات دون حدوث أي معوقات مرورية، ولتأمين انعطافها بأمان وبشكل سلس داخل الموقف وعند الدخول إليه والخروج منه.

1. تصميم المداخل والمخارج: يبين الشكل 4-4 أمثلة لبعض المقترحات لتصميم مداخل ومخارج المواقف السطحية، ويوصى بتصميم المداخل والمخارج ما يلي:
 - أ. يجب أن تكون المداخل والمخارج بعيدة عن تقاطعات الشوارع حتى لا تؤثر في حركة المرور أو تتسبب بتعارضات إضافية قد تقود إلى حوادث مرورية.
 - ب. يجب أن تحقق المداخل والمخارج تجنب التعارض مع حركة المرور العادية في الشوارع.
 - ت. أن لا يقل عرض المدخل أو المخرج عن 3.5 م، أما في حالة ما إذا كان المدخل والمخرج معا من نفس المكان فلا يقل عرض الفتحة عن 8.0 م.

2. تصميم أبعاد المواقف وزوايا الانحراف: يوصى بمراعاة ما يلي:
 - أ. يجب أن تؤمن المساحة المخصصة للسيارة الواحدة (سيارة الركاب العادية) ما يضمن سهولة حركة السيارة عند دخولها لهذه المساحة المخصصة للموقف، دون الحاجة للقيام بأكثر من مناورة واحدة للدخول أو الخروج من الموقف.

ب. القيم المفضلة الموصى بها لأبعاد موقف سيارة الركاب العادية، في حال تصميم الموقف لوقوف السيارات بزاوية انحراف، هي على النحو الآتي:

- الطول = 5.5 م (الحد الأدنى 5.0 م)

- العرض = 2.6 م (الحد الأدنى 2.5 م)

أما في حالة الوقوف الموازي لحركة السير، تكون أبعاد موقف سيارة الركاب العادية:

- الطول = 6.0 م (الحد الأدنى 5.5 م)

- العرض = 2.6 م (الحد الأدنى 2.2 م)

3. منحنيات دوران السيارات: يوصى بمراعاة ما يلي:

أ- في حال كان المسار ذا اتجاه مروري واحد، ولضمان دوران السيارات وانعطافها بأمان داخل الموقف وعند الدخول إليه والخروج منه، يتوجب اختيار أنصاف أقطار الدوران (كما هو موضح في الشكل 4-5) كالآتي:

- الحد الأدنى لنصف القطر الخارجي 6.1 م، المفضل 7.3 م

- الحد الأدنى لنصف القطر الداخلي 2.6 م

- الحد الأدنى لعرض المسار عند المنحنى = 3.5 م

ب- في حال كون المسار ذا اتجاهين (كما هو موضح في الشكل 4-6) ولضمان دوران السيارات وانعطافها بأمان داخل الموقف وعند الدخول له والخروج منه، يتوجب اختيار الأبعاد المناسبة لأنصاف أقطار الدوران على النحو الآتي:

- الحد الأدنى لنصف القطر الخارجي = 9.6 م، المفضل 10.8 م

- الحد الأدنى لنصف القطر الداخلي = 2.6 م

- الحد الأدنى لعرض المسار عند المنحنى = 7.0 م

وفي هذه الحالة يفضل الفصل بين اتجاهات المرور على المنحنى فلا يزيد الفاصل عن (1.0 م).

4) تصميم الممرات (Aisles) وحركة السيارات داخل الموقف (Circulation)

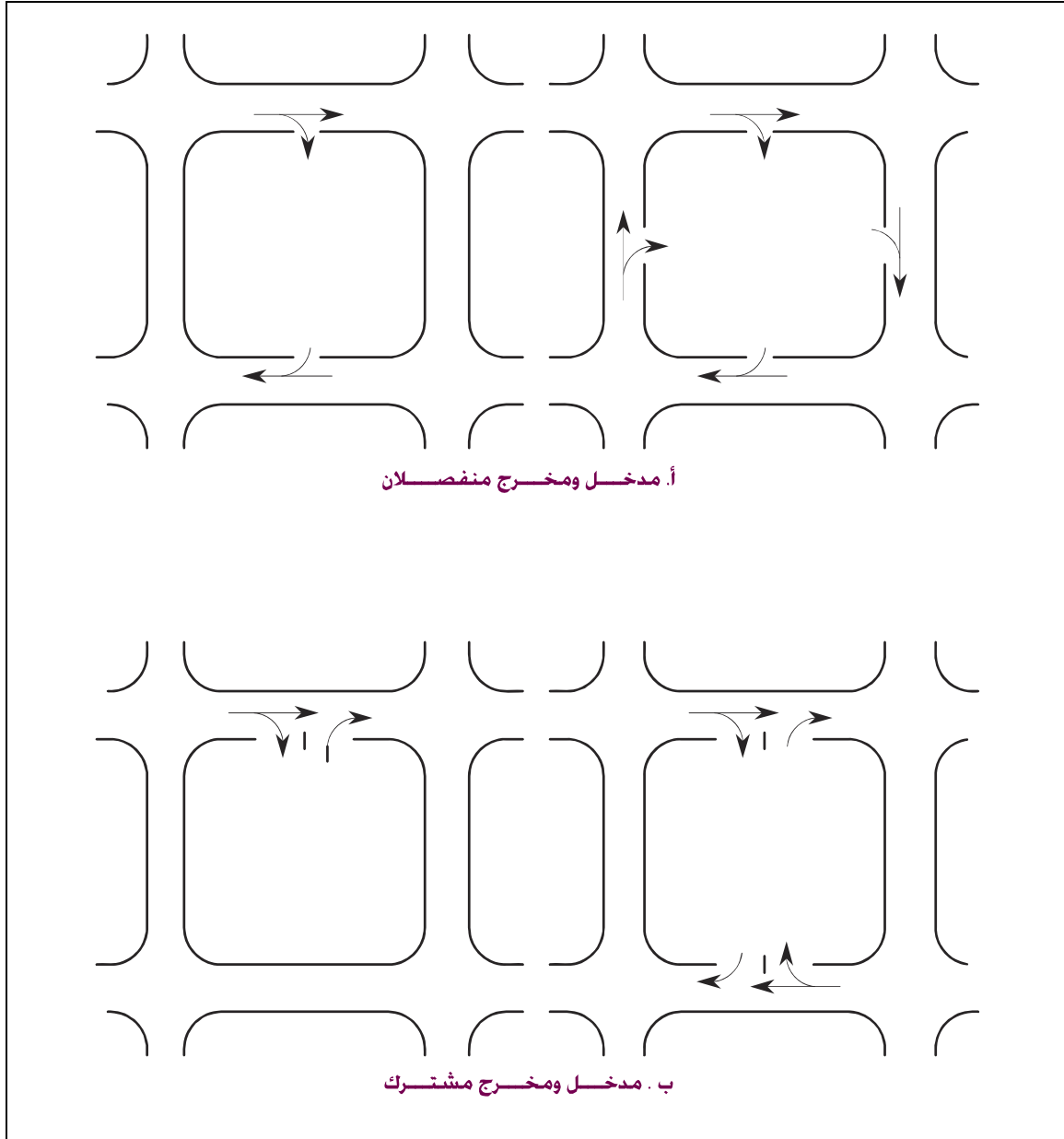
1. في حال كون المواقف مائلة بزاوية قائمة، تكون حركة السيارات باتجاهين.

2. في حال كون المواقف مائلة بزاوية حادة، تكون حركة السيارات باتجاه واحد.

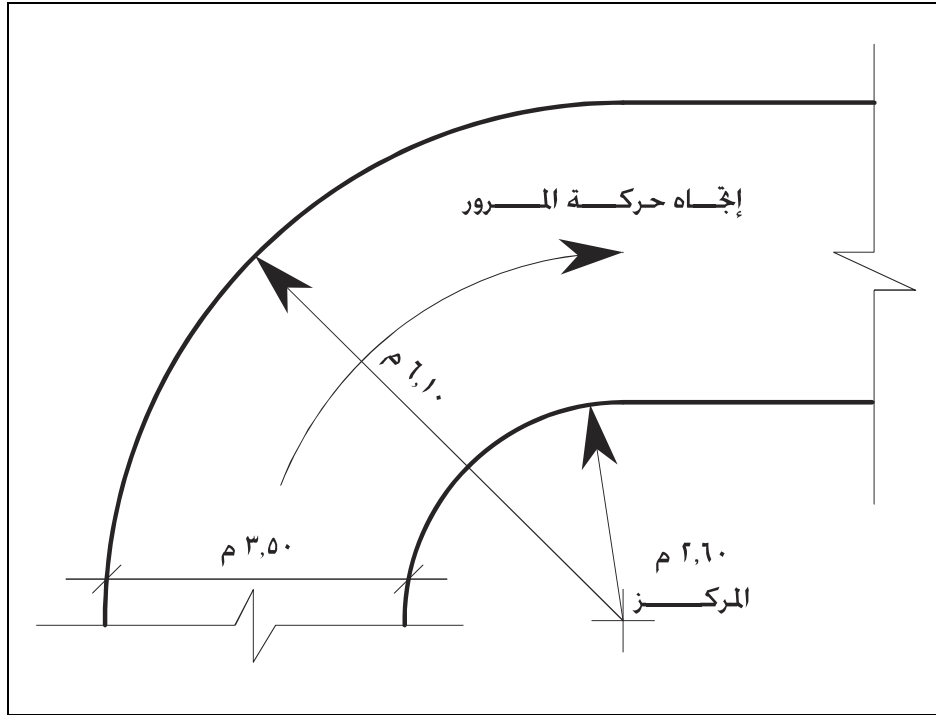
3. تصمم الأبعاد المناسبة للممرات مع مراعاة الضوابط الآتية:

أ- أن يكون عرض الممرات التي تكون فيها حركة السير باتجاه واحد ذا علاقة بزاوية انحراف المواقف حسب ما يبينه الجدول 4-1.

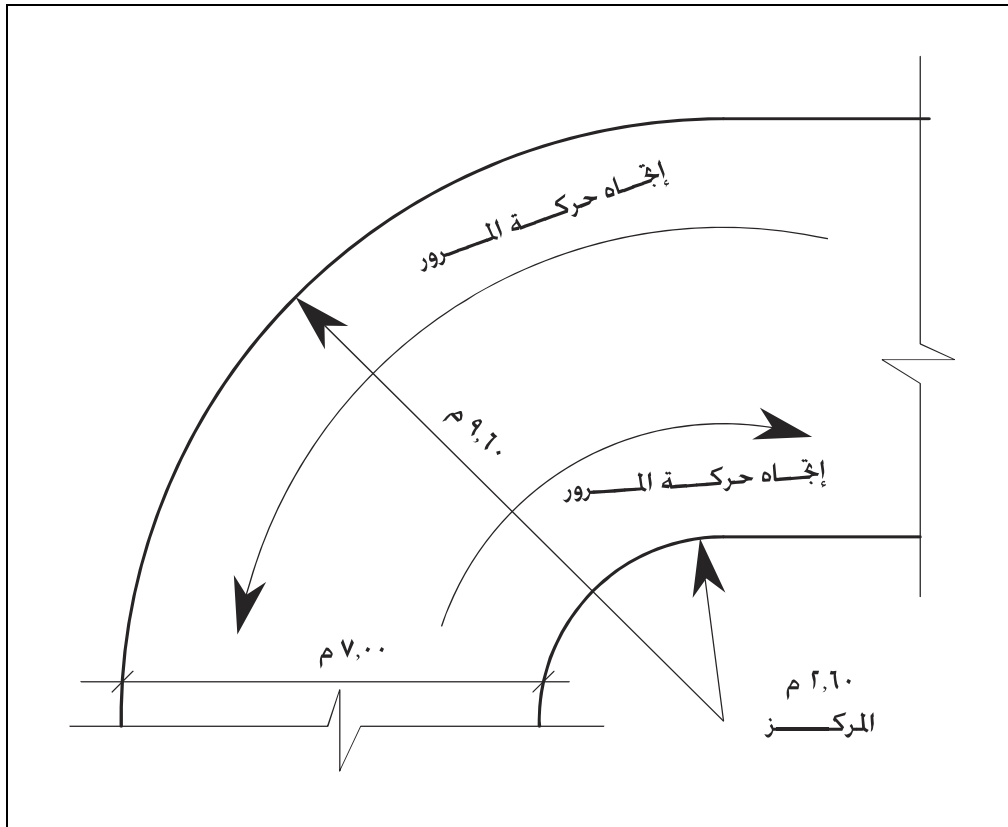
ب- يجب أن لا يقل عرض الممرات في المواقف التي تكون فيها حركة السير باتجاهين عن 6.00 م.



شكل 4-4: أمثلة لبعض المقترحات لتصميم مداخل ومخارج المواقف السطحية



شكل 4-5: منحنى دوران السيارات لمسار ذي إتجاه مروري واحد



شكل 4-6: منحنى دوران السيارات لمسار ذي إتجاهين

جدول 4-1: علاقة زاوية انحراف الموقف بعرض الممرات بين السيارات

زاوية انحراف الموقف	الحد الأدنى لعرض ممر ذو اتجاه واحد (متر)
الموازي للرصيف	5.50
30°	4.50
45°	4.50
60°	5.50
75°	6.60
90°	7.20

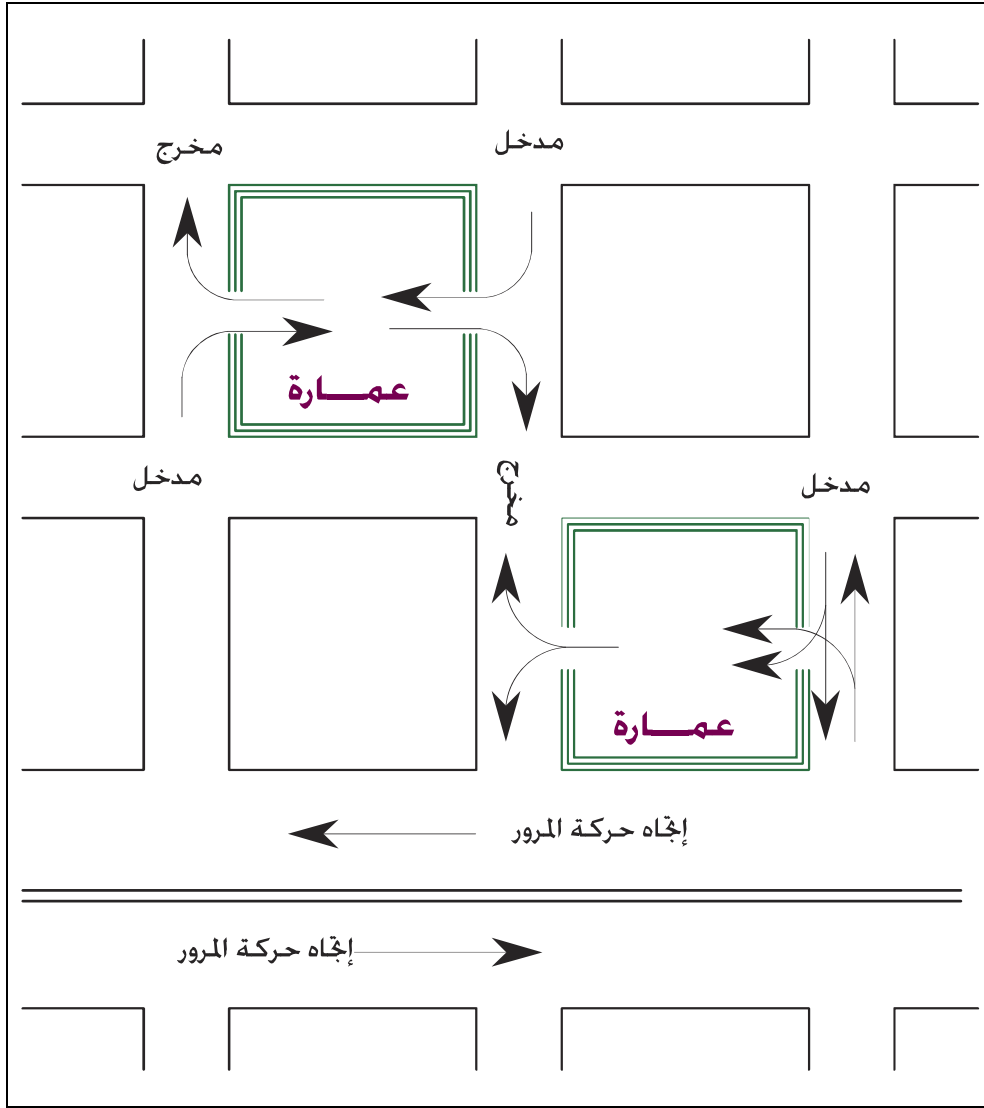
4-2-1-3 تصميم المواقف متعددة الأدوار (Multi-Story Parking Garages)

تختار مواقع المواقف متعددة الأدوار بعيدة عن التقاطعات، وذلك لتقليل الازدحام المروري واحتمال حصول حوادث مرورية، ويعرض الدليل عددا من المعايير والضوابط ذات الصلة بالسلامة المرورية وتشمل تصميم مداخل ومخارج المواقف، وتصميم المنحدرات، ومواقف ذوي الاحتياجات الخاصة.

1. تصميم مداخل ومخارج المواقف: يسترشد بالشكل 4-7 لمعرفة أماكن المداخل والمخارج للمواقف متعددة الأدوار، ويؤخذ بالحسبان أماكن عبور المشاة وتوفر مسافة رؤية كافية عند الخروج من الموقف، كما هو موضح في الشكل 4-8.

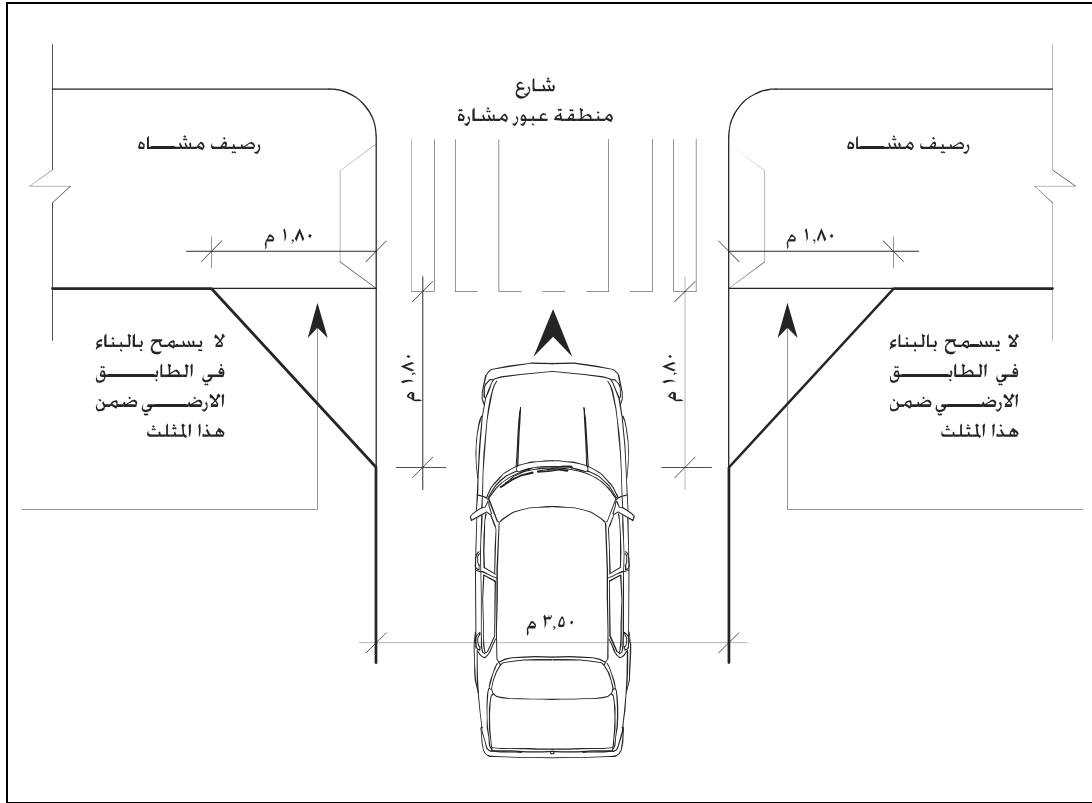
2. تصميم المنحدرات: المنحدرات هي الأسطح المائلة التي تمكن السيارات من الانتقال من مستوى إلى آخر وتضمن نزول وصعود السيارات عليها بطريقة سليمة وآمنة. ويراعى في تصميم المنحدرات ما يلي:

أ. المنحدر المستقيم غالبا ما يستخدم للمداخل والمخارج بالموقف لتسهيل عملية الدخول والخروج ووضوح الرؤية، ويجب أن لا يزيد ميل المنحدر عن 15%. أما عند زيادة ميل الانحدار عن 15% في حالات استثنائية، فيجب أن تكون هناك مرحلتا انتقال في بداية المنحدر ونهايته، فلا يزيد ميل أي منها عن 15% ولا يزيد طول أي منها عن 5.0 م مع وجود مرحلة انتقالية وسيطة واصله بينهما لا يزيد ميلها عن 18%، كما هو موضح في الشكل 4-9. أما عند استخدام المنحدرات للوصل بين أدوار الموقف فقط، يكون ميل المنحدر بها بين 10 إلى 13%.

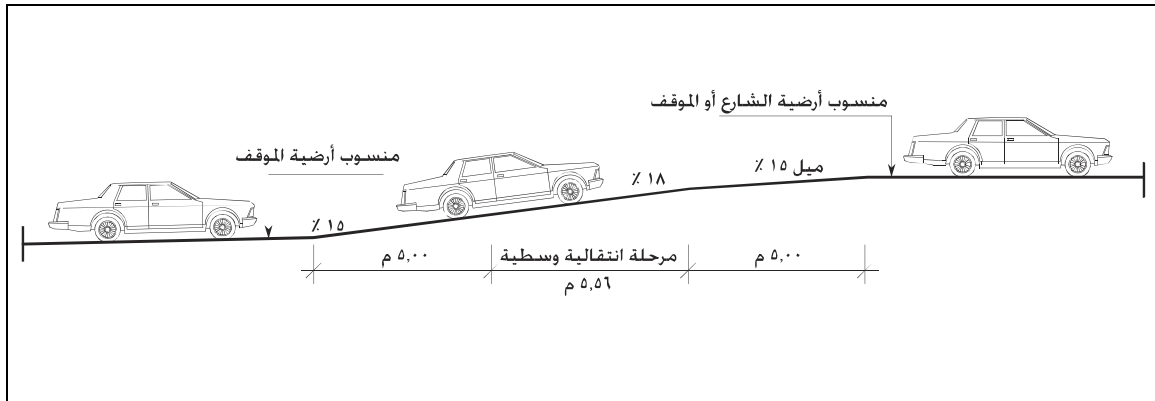


شكل 4-7: أماكن المداخل والمخارج للمواقف متعددة الأدوار

- ب. أما في حالة استخدام المنحدرات مواقف للسيارات فإن الميل عليها يكون بين 5 إلى 8%.
- ت. عند استخدام المنحدر الحلزوني، لا يزيد ميل المنحدر الحلزوني في اتجاه واحد سواء للصعود أو النزول عن 12%.
- ث. يجب تحقيق متطلبات الحد الأدنى لعرض المنحدر، كما هو مبين في الجدول 2-4.
- ج. يجب تحقيق متطلبات الحد الأدنى لنصف قطر الدوران، كما هو مبين في الجدول 2-4.
- ح. يفضل أن تستخدم موانع الإنزلاق كالنتوءات في أرضية المنحدرات وبخاصة للمداخل والمخارج لمنع انزلاق السيارات عند الصعود والحد من سرعتها عند النزول.



شكل 4-8: أماكن عبور المشاة وتوفر مسافة رؤية كافية عند الخروج من الموقف



شكل 4-9: منحدر مستقيم ومراحله الانتقالية (في بداية ونهاية المنحدر) والوسطية

جدول 4-2: أنواع المنحدرات وأبعادها بالموقف

نوع المنحدر	الحد الأدنى لعرض منحدر في اتجاه واحد (متر)	الحد الأدنى لعرض منحدر في اتجاهين منفصلين (متر)	نصف القطر الداخلي للمنحدر (متر)	نصف القطر الخارجي للمنحدر (متر)
مستقيم	3.66	7.32	.	.
منحني	4.90	9.80	اتجاه واحد 5.50	اتجاه واحد 10.40
			اتجاهان 5.50 *	اتجاهان 15.30 *
حلزوني باتجاه عقارب الساعة	6.10	12.20	5.18	اتجاه واحد 11.28
				اتجاهان 17.38
حلزوني باتجاه معاكس لحركة عقارب الساعة	4.57 ولا يقل عن 3.96 لحركة الصعود	9.14	5.18	اتجاه واحد 9.57
				اتجاهان 14.32

* يفصل حركة المرور في المنحنيات ذات الاتجاهين .

3. تصميم الممرات (Aisles) وحركة السيارات داخل الموقف (Circulation)

تصمم الممرات وحركة السيارات داخل المواقف متعددة الأدوار بشكل ينسجم مع الضوابط والإرشادات المبينة فيما يتصل بالموضوع ذاته للمواقف السطحية.

4. مواقف ذوي الاحتياجات الخاصة: يوضح الشكل 4-10 تصميم موقف لذوي الاحتياجات الخاصة،

وعند تصميم مواقف لذوي الاحتياجات الخاصة يوصى بمراعاة ما يلي:

أ. تخصيص نسبة يفضل أن لا تقل عن 5% من مساحة الموقف لذوي الاحتياجات الخاصة على

أن لا يقل عدد المواقف المخصصة لهم عن موقفين.

ب. تحدد الأبعاد التصميمية لمواقف ذوي الاحتياجات الخاصة وفقاً للضوابط الآتية:

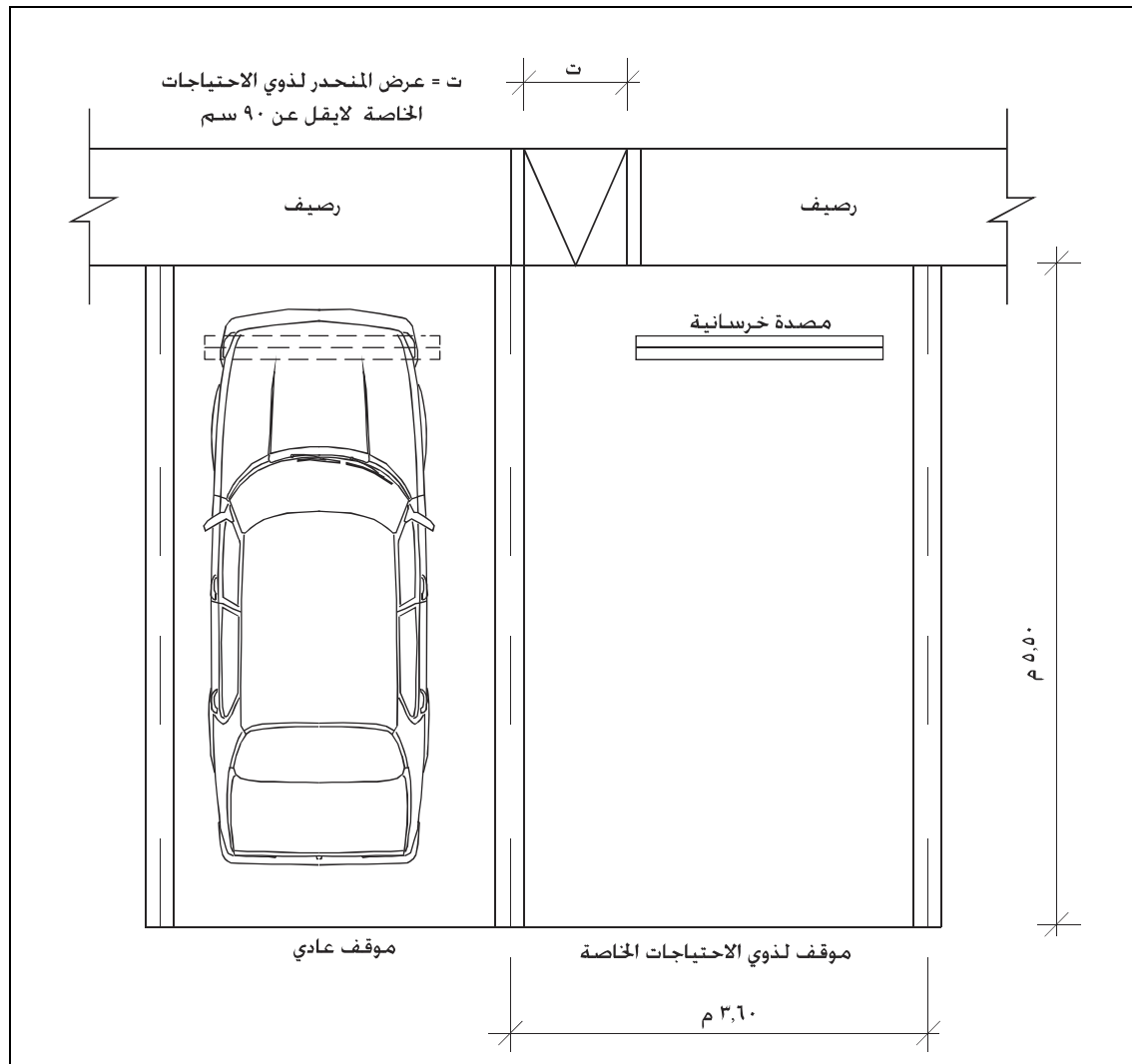
• الحد الأدنى لطول الموقف = 5.5 م.

• عرض الموقف = 3.6 م.

ت. تخصص أماكن مواقف ذوي الاحتياجات الخاصة في أماكن تسهل الحركة فيها، وتكون قريبة من المداخل الرئيسية في المباني وقريبة من المصاعد.

ث. توضع العلامة المميزة للموقف الخاص بذوي الاحتياجات الخاصة للدلالة على تخصيص تلك المساحة لوقوف سيارات ذوي الاحتياجات الخاصة فقط.

ج. تزويد الأرصفة الملاصقة للمواقف المخصصة لذوي الاحتياجات الخاصة بمنحدرات تسهل حركتهم من وإلى السيارة.



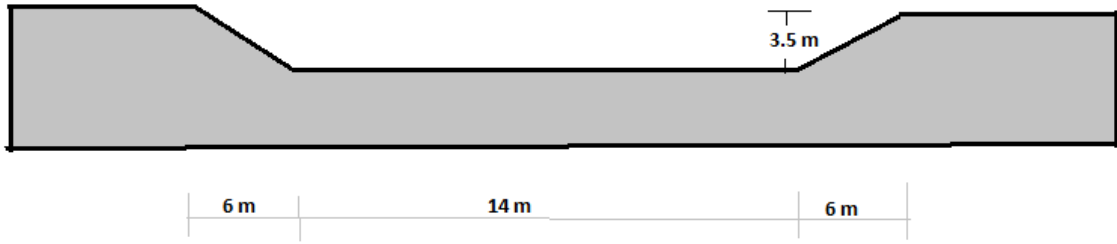
شكل 4-10: موقف لذوي الاحتياجات الخاصة والمنحدر في الرصيف الملاصق للموقف

2-2-4 تصميم مواقف الشاحنات

لا تصمم مواقف الشاحنات على الشوارع ولكن يجب أن تكون مواقفها خارج الشارع (off-street parking)، ويمكن الاسترشاد بتصميم مواقف الشاحنات حسب المراجع Highway Special (parking Investigation Report: Truck Parking Areas. (2000) and City of Fresno Parking Manual (1987)).

3-2-4 تصميم مواقف النقل العام

إن مواقف النقل العام يجب أن تكون ملائمة للحافلات بطول 12 م، لذا تصمم مواقف النقل العام بعرض لا يقل عن 3.5 م وبطول 14 م وخط انتقالي (taper) من الجهتين بواقع 6 م للشوارع ذات السرعات المنخفضة، وللسرعات العالية (أكثر من 50 كم/الساعة) يفضل زيادة طول الخط الانتقالي (taper) بعلاقة مع زيادة السرعة، وعادة ما تكون مواقف النقل العام متداخلة مع رصيف المشاة، وفي هذه الحالة يجب أن يبقى عرضا كافيا لرصيف المشاة عند الموقف بما لا يقل عن 1.2 م، وفي حالة كانت أعداد المنتظرين غير قليلة فيجب تعريض الرصيف لاستيعاب أعداد المنتظرين. هذا ويمكن أن يحل موقف النقل العام محل مواقف السيارات وفي هذه الحالة يجب أن يكون هناك عرضا كافيا لموقف الحافلات بالإضافة إلى ضرورة تأمين خط الانتقال أو بمعنى منع وقوف السيارات بحدود 30 م. أنظر شكل 4-11 نموذج لمواقف الحافلات ويمكن استخدامه لوسائل النقل العام المختلفة.



شكل 4-11: موقف للحافلات ووسائل النقل العام

3-4: تنفيذ المواقف

لا يوجد شيء مختلف يمكن إضافته لمرحلة التنفيذ عما تم الإشارة له في مسار الطريق والنقاطات.

4-4: تشغيل المواقف

لن يتم التطرق إلى تشغيل مواقف الشاحنات أو مواقف الحافلات العامة، لأن الموضوع متخصص جداً. أما بخصوص تشغيل مواقف السيارات فإن لذلك أثر على السلامة المرورية والازدحام فمثلاً يمكن أن يشمل تشغيل مواقف السيارات منع التوقف في حارات وقوف السيارات في ساعات الذروة أو تحديد فترة زمنية (duration) للوقوف واحتساب كلفة الوقوف للساعة. إن كلفة الوقوف العالية تؤدي إلى عدم استغلال المواقف وإذا ما كانت الكلفة منخفضة فتكون المواقف مكتظة مما قد يشكل تنافس على المواقف الخالية مما يؤثر سلباً على السلامة المرورية.

إن إدارة تشغيل مواقف السيارات (parking management) أمر في غاية الأهمية ويمكن استخدام أنواع مختلفة من التكنولوجيا لتحديد السيارات المسموح لها باستخدام موقف معين، وكذلك لدفع تعرفه التوقف في حارات وقوف السيارات أو المواقف البعيدة عن الطريق وغيرها، ولكن يجب دراسة استخدامات التكنولوجيا هذه بإمعان واستخدام المناسب منها للحالة المحددة وطبيعة المستخدمين.

5-4: صيانة المواقف

إن صيانة مواقف السيارات أو مواقف النقل العام على الشوارع لا يختلف كثيراً عن صيانة الشوارع والتقاطعات، فقط يجب التأكد من وجود شواخص تنظيمية (regulatory signs) مثل الشواخص التي تمنع الوقوف في أوقات وأماكن معينة، بالإضافة للتأكد من عمل أجهزة الدفع المسبق لوقوف السيارات. أما بخصوص مواقف النقل العام فيجب المحافظة على شواخص المعلومات الأساسية لكل موقف.

الفصل الخامس

المشاة والمدارس

إن خطورة حوادث المرور للمشاة (الدهس) هي عدة أضعاف تلك التي بين المركبات، وحوادث الدهس لدى الأطفال وكبار السن هي أكبر بكثير من نسبتهم في المجتمع، لذا تم تخصيص هذا الفصل للمشاة والمدارس لأهميته للسلامة المرورية³.

1-5 مرافق المشاة (Pedestrian Facilities)

1-1-5 أرصفة المشاة (Sidewalks)

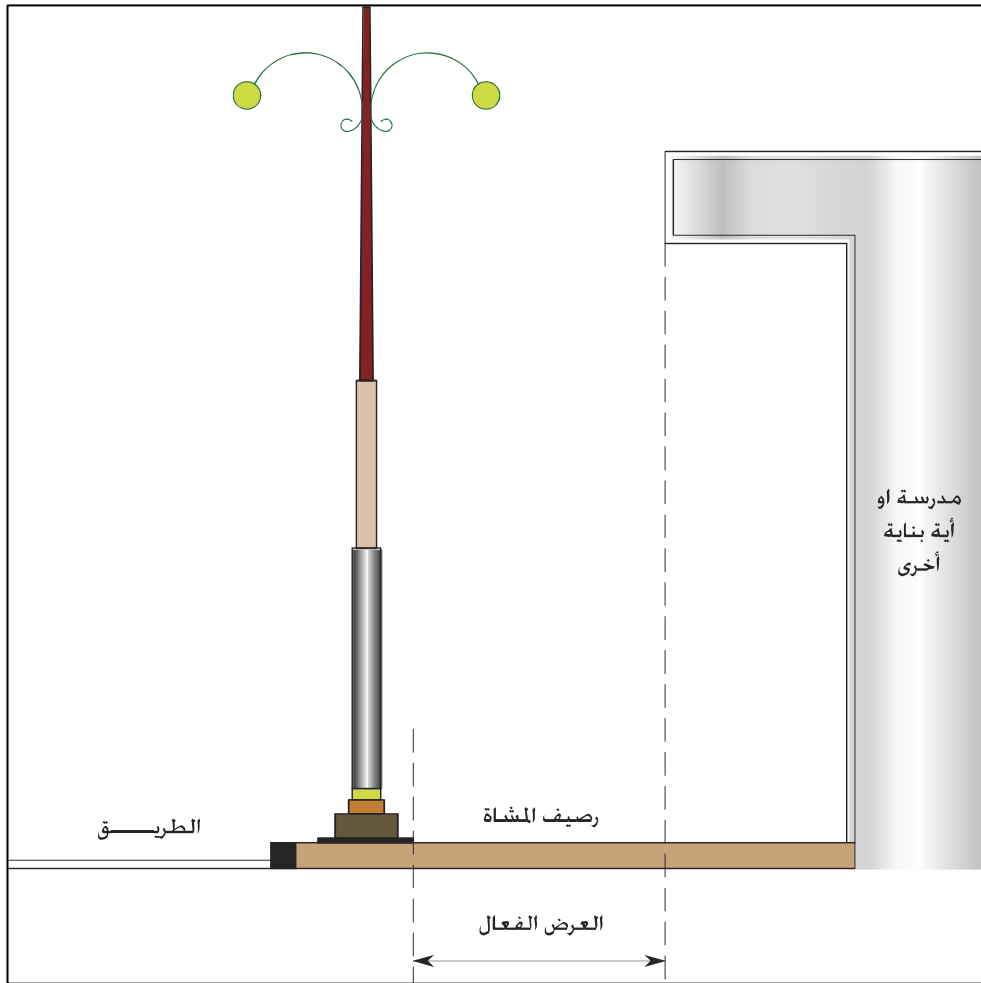
أرصفة المشاة هي الجزء المكمل للطريق المخصص لمرور المشاة، وذلك بهدف فصل حركة المشاة عن حركة المركبات من خلال حجر الرصيف، وبذلك تعدّ ملجأً آمناً للمشاة.

معايير أرصفة المشاة: يجب أن يفي تصميم أرصفة المشاة بعدة معايير هندسية أهمها:

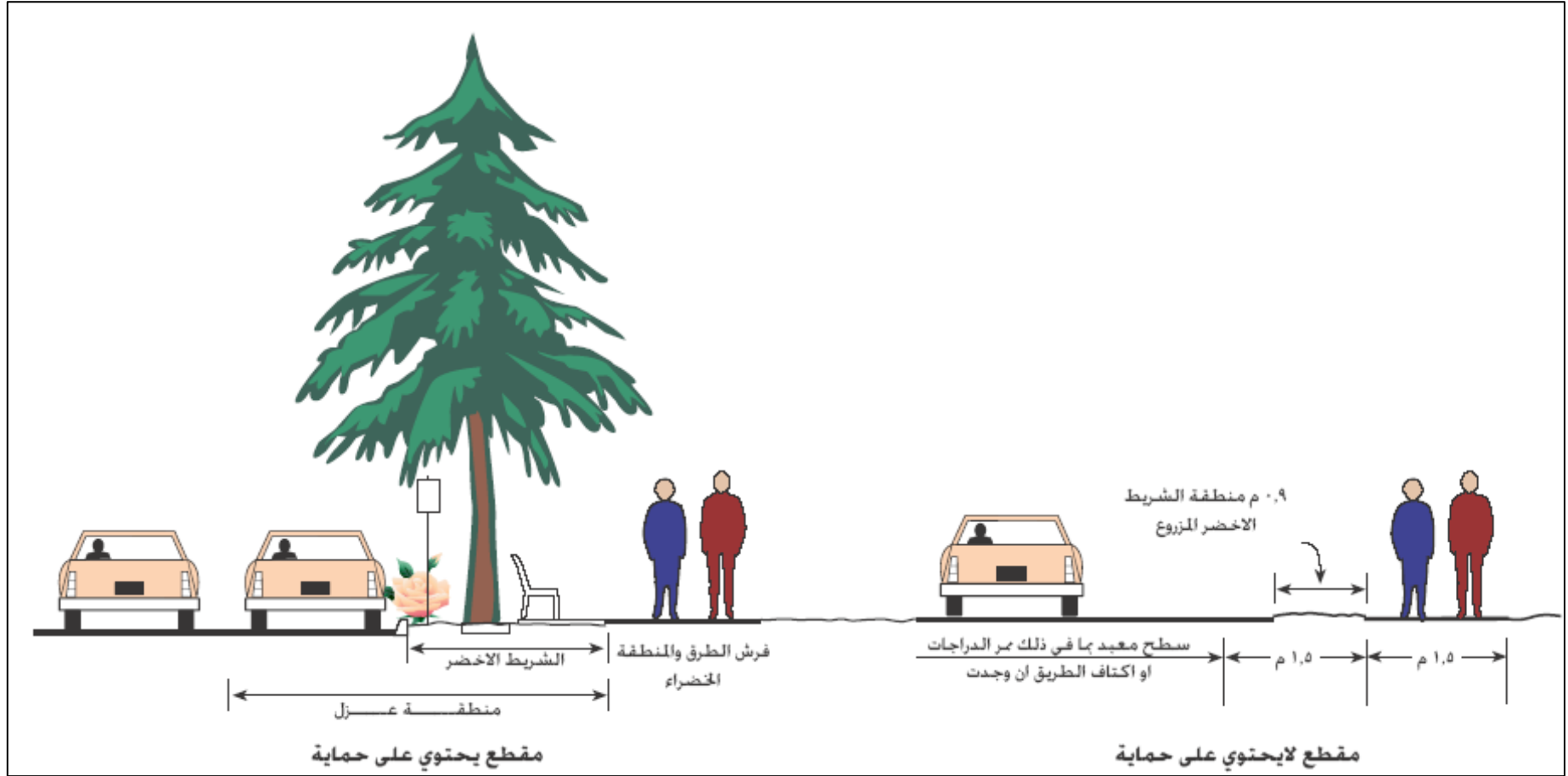
- في المناطق الحضرية، يجب توفير أرصفة المشاة على جانبي الطريق بشكل عام.
- أن يكون الحد الأدنى للعرض الفعال لرصيف المشاة - الخالي من العوائق - (effective or clear width) في المناطق السكنية 1.2م، و2.0م في مناطق المدارس، وبمدى يصل من 2.5م إلى أكثر في المناطق التجارية، ويبين الشكل 1-5 مفهوم العرض الفعال لرصيف المشاة.
- الاستمرارية الفعلية للرصيف بحيث لا يتم إغلاقه وإعادة فتحه أو تقليل عرضه بشكل كبير.
- يجب أن يكون سطح الرصيف خشناً لتجنب الانزلاق.
- في حالة وجود عرض كافٍ للطريق ينصح الفصل بين أرصفة المشاة ومسارب الطريق المستخدمة لسير المركبات من خلال التشجير (أنظر الشكل 2-5)، و يجب التأكد من مجالات الرؤية قرب ممرات المشاة ونوصي بالاسترشاد بالشكل 3-5 وذلك بالاعتماد على نوع التشجير.
- مراعاة فروق منسوب الطريق والرصيف، إذ لا يجب أن يكون عالياً فيصعب على المشاة صعوده أو منخفضاً يسهل على المركبات صعوده (ارتفاع رصيف المشاة حوالي 15-20 سم).
- تأمين الإضاءة، فالإضاءة الجيدة هي من أهم العوامل التي تحد من حالات الدهس ليلاً، خاصة عند التقاطعات.

³ ملاحظة: أقتبسُ بعض من أجزاء هذا الفصل من "دليل تصميم الأرصفة والجزر بالطرق والشوارع"، المملكة العربية السعودية، 1426 هـ.

- تأمين وسائل تحكم مروري وشواخص (signs) واضحة ذات عاكسية (Reflectivity) جيدة، وألا تكون منخفضة الارتفاع بحيث يصطدم بها المشاة (انظر شكل 5-4)، أو تأمين العرض الفعال من الرصيف.
- الأخذ بالحسبان عمل الميول المناسبة التي تضمن تصريف المياه عن سطح الأرصفة إلى منسوب الطريق أو المنطقة المحيطة (عادة تستخدم نسبة 2% كميل عرضية للرصيف)، وألا تكون نقاط تجمع المياه قرب معابر المشاة.



شكل 5-1: مفهوم العرض الفعال لرصيف المشاة



شكل 5-2: مفهوم الفصل بين أرصفة المشاة ومسارب الطريق

2-1-5 معابر المشاة (Pedestrian Crossings)

هي الممرات المخصصة للمشاة التي تمكنهم من عبور الطريق من ضفة إلى أخرى، وتستخدم عند التقاطعات أو على الوصلات بين التقاطعات (mid-block)، ليستخدمها المشاة لعبور الشارع بشكل متعامد مع حركة سير المركبات.

1-2-1-5 أنواع معابر المشاة:

1) معابر المشاة السطحية (At-grade Pedestrian Crossings)، وهي نوعان:

- معابر أرضية دون إشارة مرور ضوئية.
- معابر مزودة بإشارات مرور ضوئية.

2) المعابر المعزولة رأسياً عن حركة السير (Grade-Separated Pedestrian Crossings)،

وهي أيضاً نوعان:

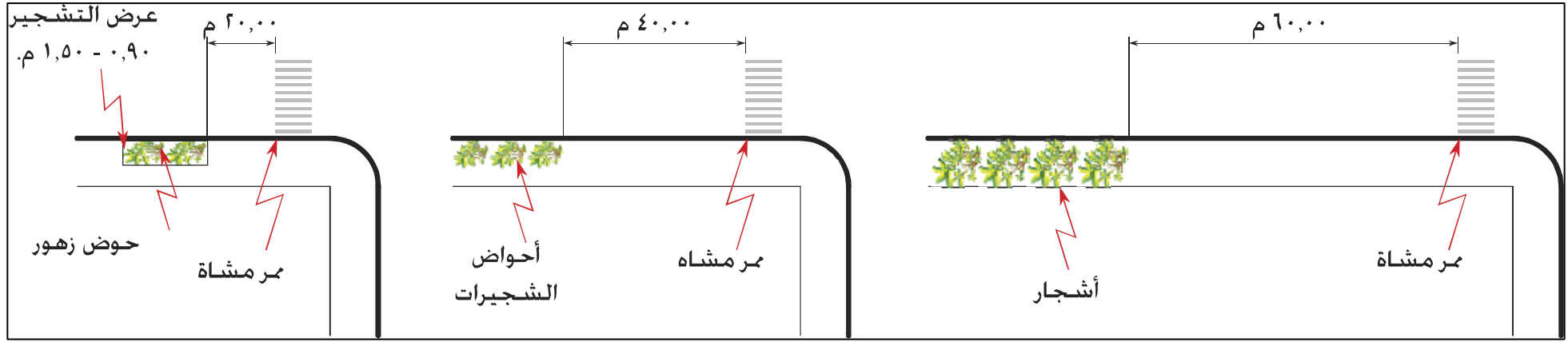
- معابر مشاة علوية - جسور (Pedestrian Over pass)
- معابر مشاة سفلية - أنفاق (Pedestrian Under pass)

2-2-1-5 أنواع وكيفية تحديد المعابر:

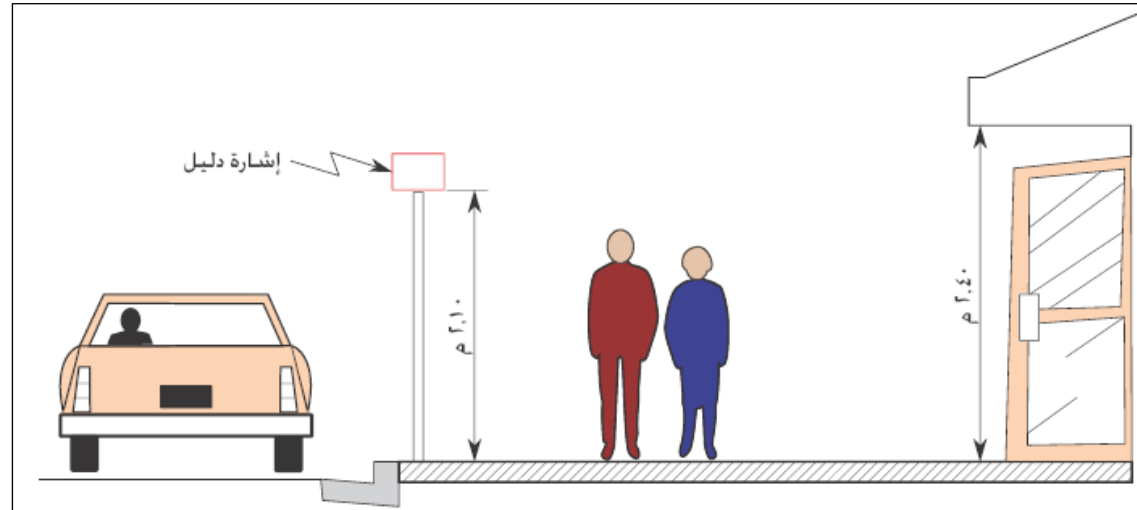
تُحدّد نقاط العبور (المعابر) إذا كانت هناك حاجة أو مبرر حقيقي لعبور المشاة ضفتي الطريق ويتم اختيار نقطة العبور وتحديد مكانها بحيث تكون في المنطقة الأكثر تفضيلاً للمشاة، وهي غالباً الأقرب مسافة من أماكن الجذب على الجهة المقابلة للطريق، لكن ينبغي أن تكون تلك النقاط آمنة للعبور وتُحدد نقاط العبور بوضع الشواخص المرورية (Traffic Signs) الدالة على المعبر، ويختلف نوع هذه اللوحات وأماكن تثبيتها باختلاف نوع المعبر:

1. معابر المشاة العرضية المستوى دون إشارة ضوئية (Zebra Crossing):

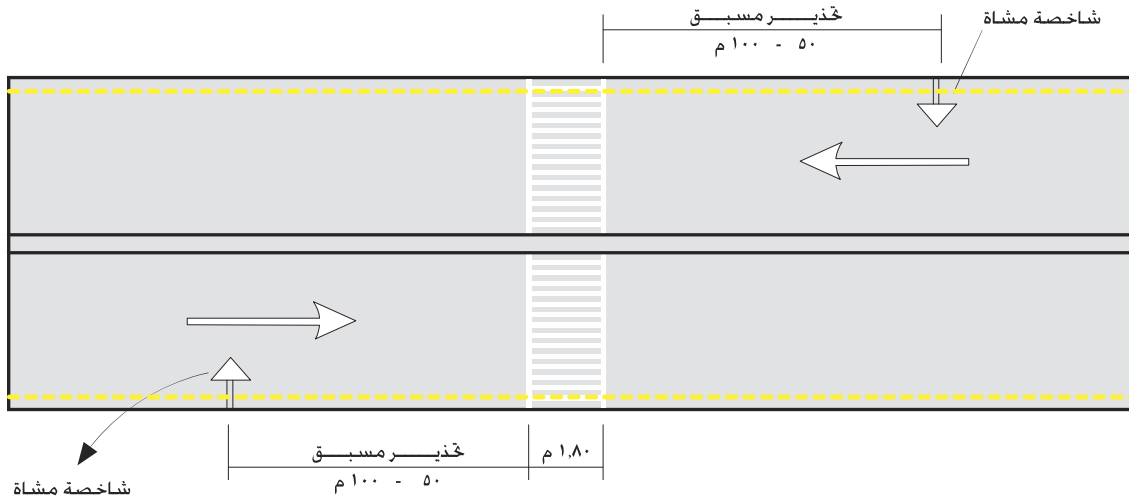
تحدد بوضع علامة المعبر على جانبي الطريق، كما توضع لوحة تحذيرية متقدمة على مسافة 50 إلى 100 متر. أما تحديدها على الطريق فيكون بوساطة خطوط عريضة من الدهان الأبيض بطول (ثلاثة أمتار) ووضع أقراص السيراميك (Reflective Pavement Markers) أو عيون القطط على الجانبين (أنظر الشكل رقم 5-5).



شكل 3-5: مجالات الرؤية بين ممر المشاة وأحواض النباتات

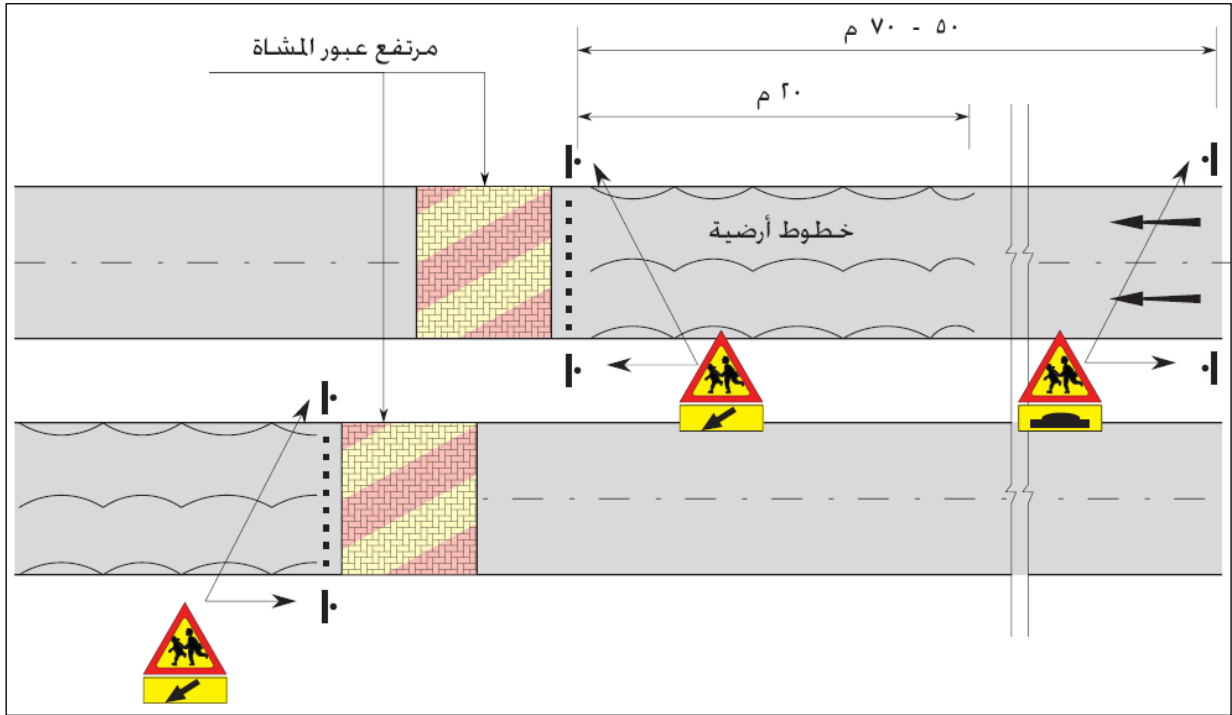


شكل 4-5: مواصفات ارتفاع وشاخص المرور على أرصفة المشاة

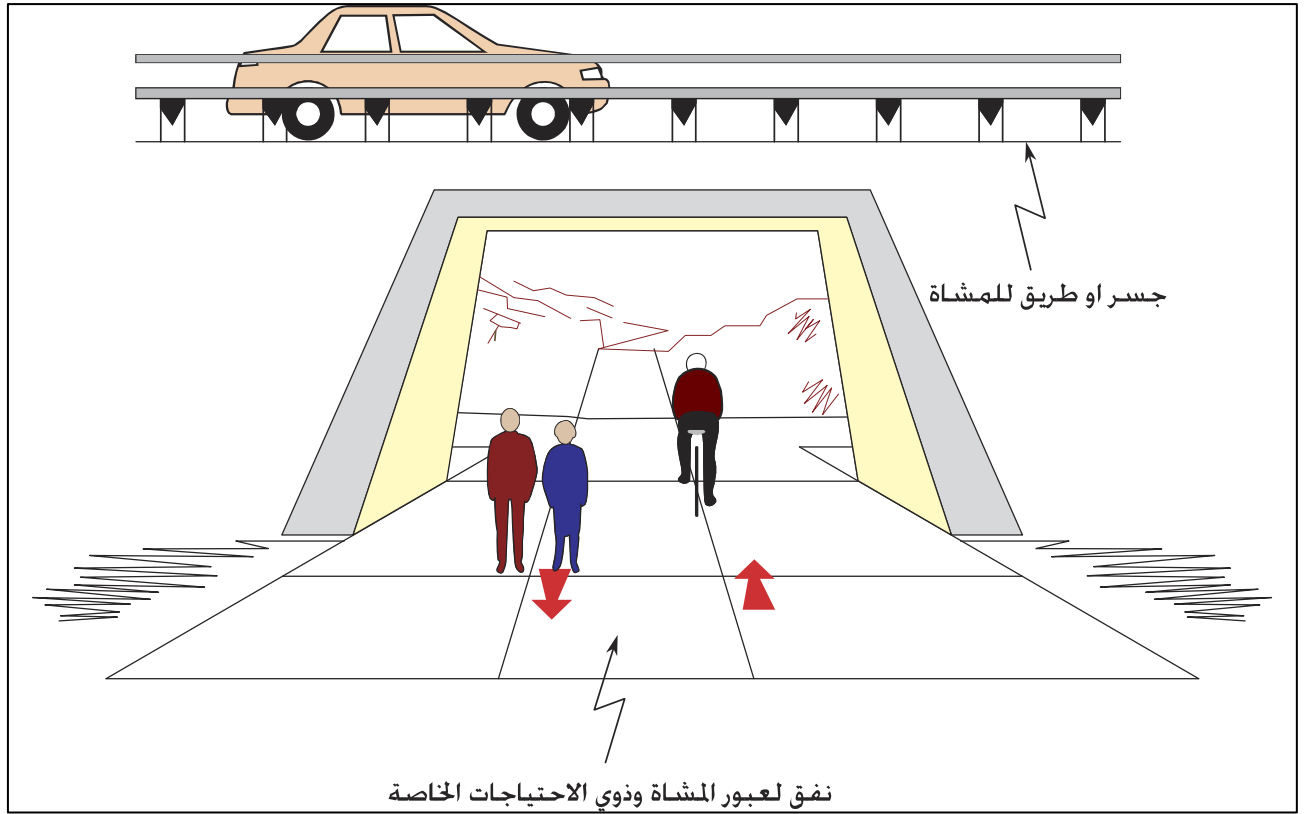


شكل 5-5: معابر المشاة العرضية (Zebra Crossing) دون إشارات مرورية ضوئية

1. معابر المشاة العرضية مع وجود إشارات مرورية ضوئية (Pelican Signals):
تحدد بوضع علامة المعبر على الجانبين، كما توضع لوحات متقدمة على بعد 150 إلى 200 متر من المعبر للتحذير بوجود إشارة مرورية ضوئية. أما تحديدها على الطريق فيكون بوضع عيون القطط (Cat eyes) على جانبي المعابر (انظر الشكل 5-6).
2. معابر المشاة السطحية المرتفعة (Speed Table):
تحدد بوضع علامة المعبر على جانبي الطريق، كما توضع لوحة تحذيرية متقدمة على مسافة 50 إلى 100 متر. أما تحديدها على الطريق فيكون بوساطة علامات الدهان الأرضية (Pavement Marking) على خطوط مائلة (Diagonal) أو عمل الخطوط من خلال استخدام لونين من الطوب، كما توضع عيون القطط على جانبي المعبر، ويبين شكل 5-7 مواصفات معابر المشاة السطحية المرتفعة، وشكل 5-8 تحديد معابر المشاة السطحية المرتفعة.
3. جسور وأنفاق المشاة:
يبين الشكل 5-9 نفقا للمشاة، وتحدد جسور أو أنفاق المشاة بوضع اللوحات المرورية الدالة على مدخل المعبر (انظر الشكل 5-10)، وليس هناك ضرورة لشواخص تحذيرية متقدمة (Advance Warning Signs) للسائقين لعدم وجود التعارض. من الواجب استخدام معابر المشاة المعزولة حين تكون حركة المشاة عالية (كالمناطق الواقعة وسط المدينة التجارية، والمصانع، والمدارس، والملاعب الرياضية) وحين تكون حركة سير المركبات متوسطة أو شديدة، أو عند وجود خطر غير عادي، أو عدم راحة المشاة. ويتوجب عمل جسور أو أنفاق للمشاة في حالة وجود ضرورة لعبورهم طريق سريع في مقطع معين، لأنه لا يسمح للمشاة عبور الطرق السريعة على مستوى سطح الطريق.



شكل 5-8: تحديد معايير المشاة السطحية المرتفعة على الطريق



شكل 5-9: نفق لعبور المشاة



شكل 5-10: الشواخص المرورية لأنفاق المشاة (اليمين) وجسور المشاة (اليسار)

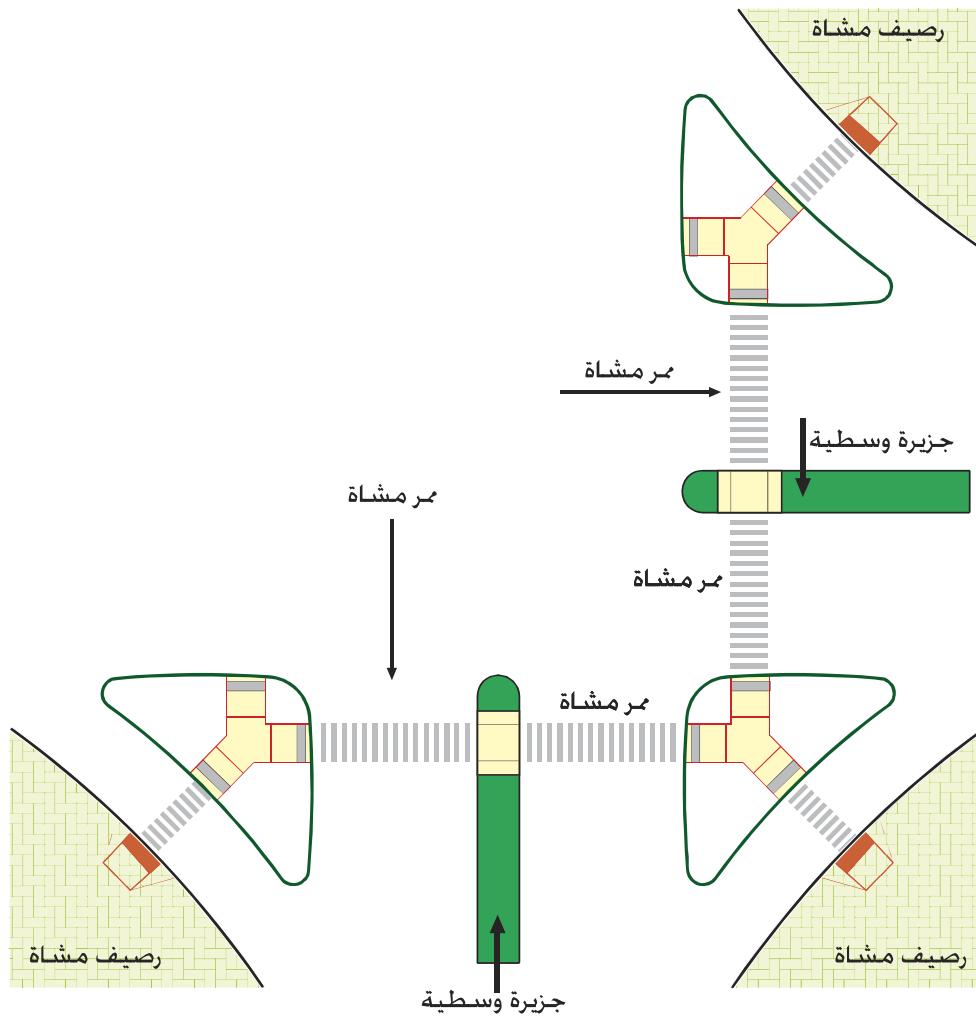
ينبغي عمل أرصفة منحدر (ramps) في جميع منشآت المشاة المعزولة رأسياً، وحيثما وجب ذلك عملياً، فإنه يمكن عمل درج (stairway) بالإضافة إلى المنحدر، ويجب التنبيه إلى تركيب مصاعد في هذه المنشآت عندما يشكل طول المنحدر ممراً صعباً لسفر الشخص سواء لديه إعاقة أم لا. ينبغي أن يكون عرض ممرات المشاة المنفصلة (في حده الأدنى) 2.4 متر، وقد تكون أعرض من ذلك عندما تكون أحجام مرور المشاة عالية بصورة استثنائية، كما هو الحال في مناطق وسط المدن الكبرى، وحول الملاعب الرياضية الكبيرة.

يوجد عادة مشكلة كبيرة مرتبطة بالمعابر العلوية للمشاة، أو الممرات العلوية للطرق التي يوجد بها أرصفة، وتتمثل هذه المشكلة بقيام العابثون برمي أجسام مختلفة على ممر حركة السير المار من الأسفل، وفي مثل هذه الحالة يتم توفير سياج عال على جهتي معبر المشاة العلوي.

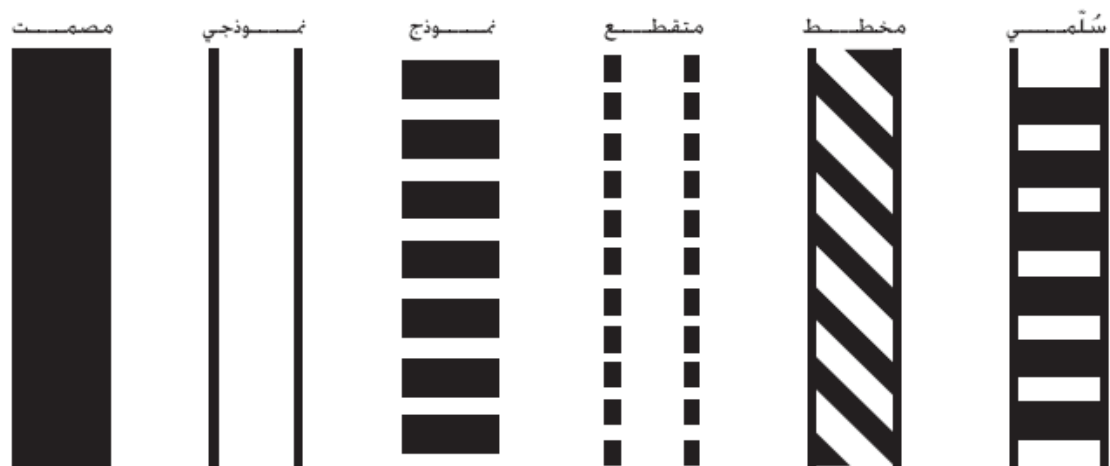
5-2-1-3 معايير عامة لمعابر الطريق

- (1) توفير العدد المناسب من المعابر على الطريق يسهم في تقليل حوادث الطرق، لكن ينبغي ألا تكون المسافة بين معبر وآخر أقل من 100 م.
- (2) الحد الأدنى لعرض معبر المشاة 1.8 م.
- (3) يجب أن يكون موقع المعبر واضحاً للمشاة والسائقين، وأن يزود بالشواخص المرورية الدالة عليه.
- (4) يجب أن يكون موقع المعبر في الأماكن التي يتوفر فيها مجال الرؤية المطلوب، وتجنب ما يحجب الرؤية كالأشجار (انظر شكل 5-3).

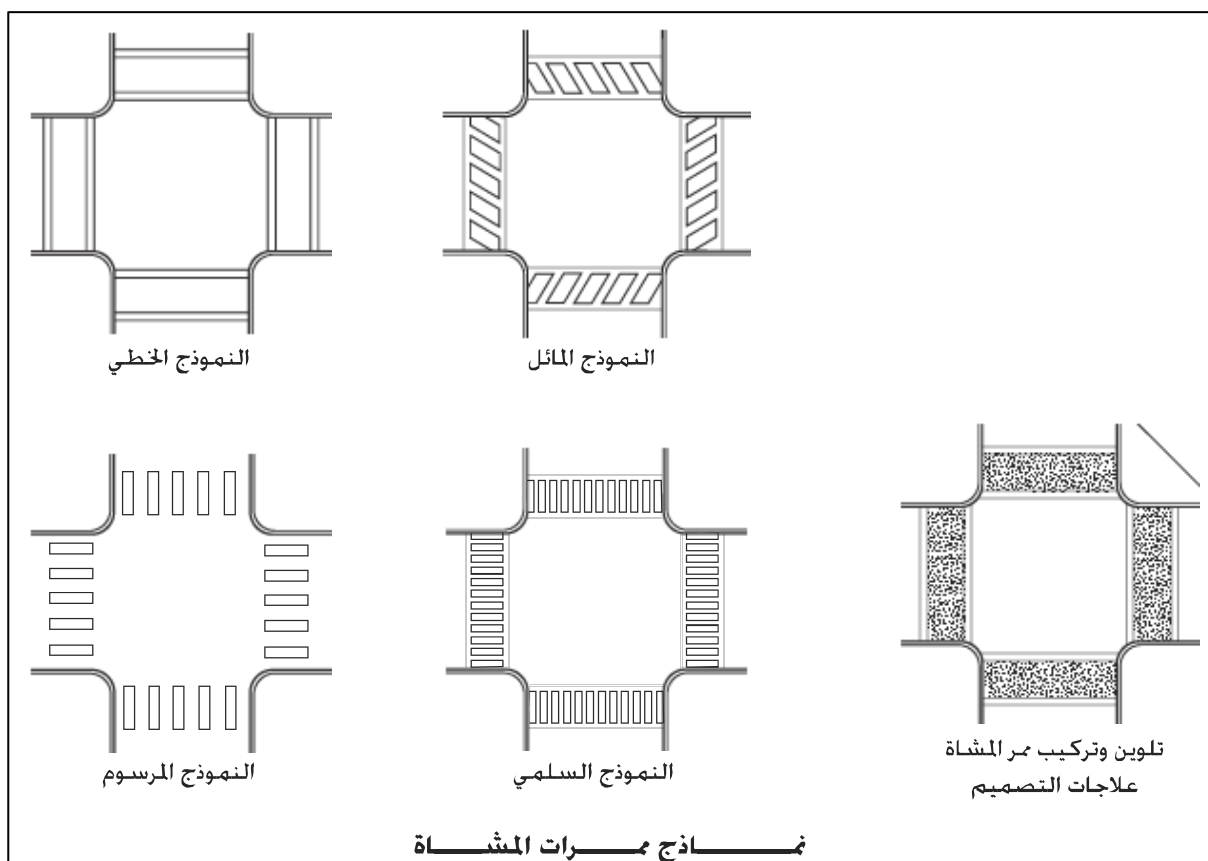
- (5) يجب مراعاة استمرارية المعبر ليصل بين نقطتين آمنتين على جانبي الطريق، وتأمين الوصول للمكان المطلوب كما هو موضح في الشكل 5-11.
- (6) لزيادة فاعلية المعابر ينبغي توجيه المشاة لنقاط العبور باستخدام سياج المشاة.
- (7) يجب تأمين جزر وسطية تكون بمثابة أماكن لجوء بعرض كاف عند التقاطعات العريضة.
- (8) هناك عدة أشكال لتخطيط المعابر عند التقاطعات والوصلات (mid-block)، كما ينبغي مراعاة خطوط التوقف عند معابر المشاة (انظر الأشكال 5-12 إلى 5-16).



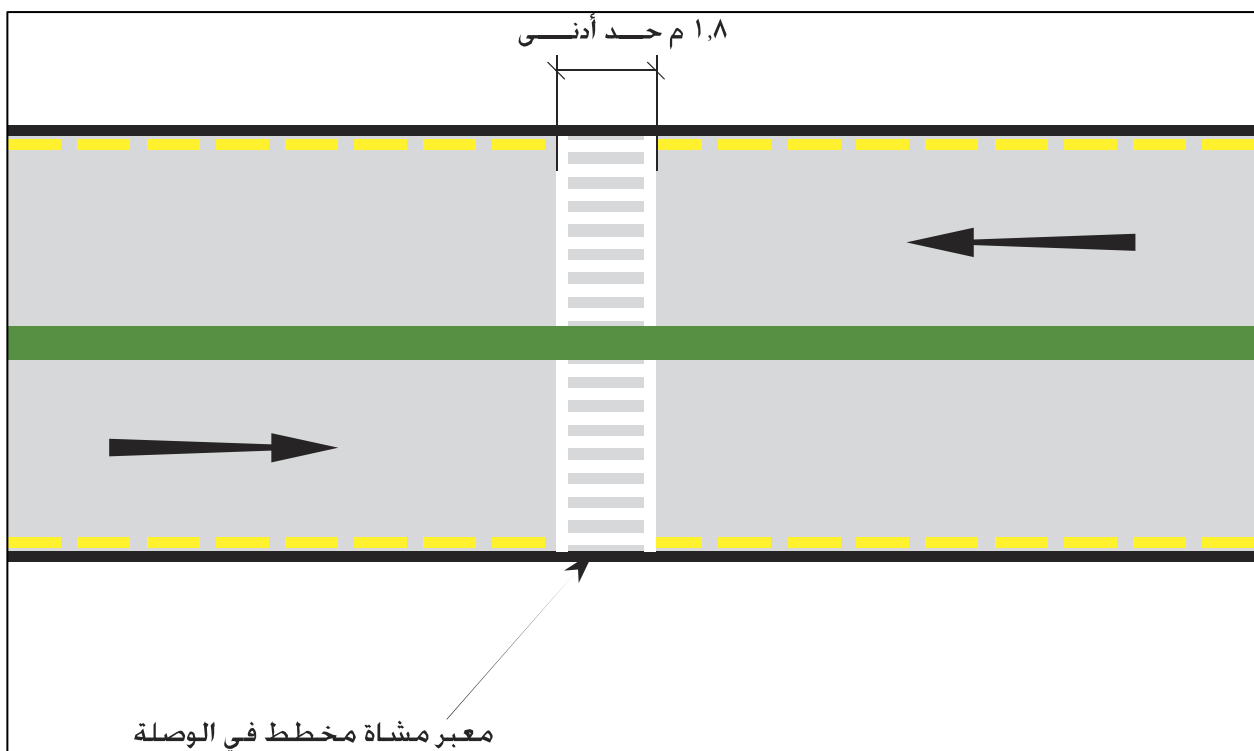
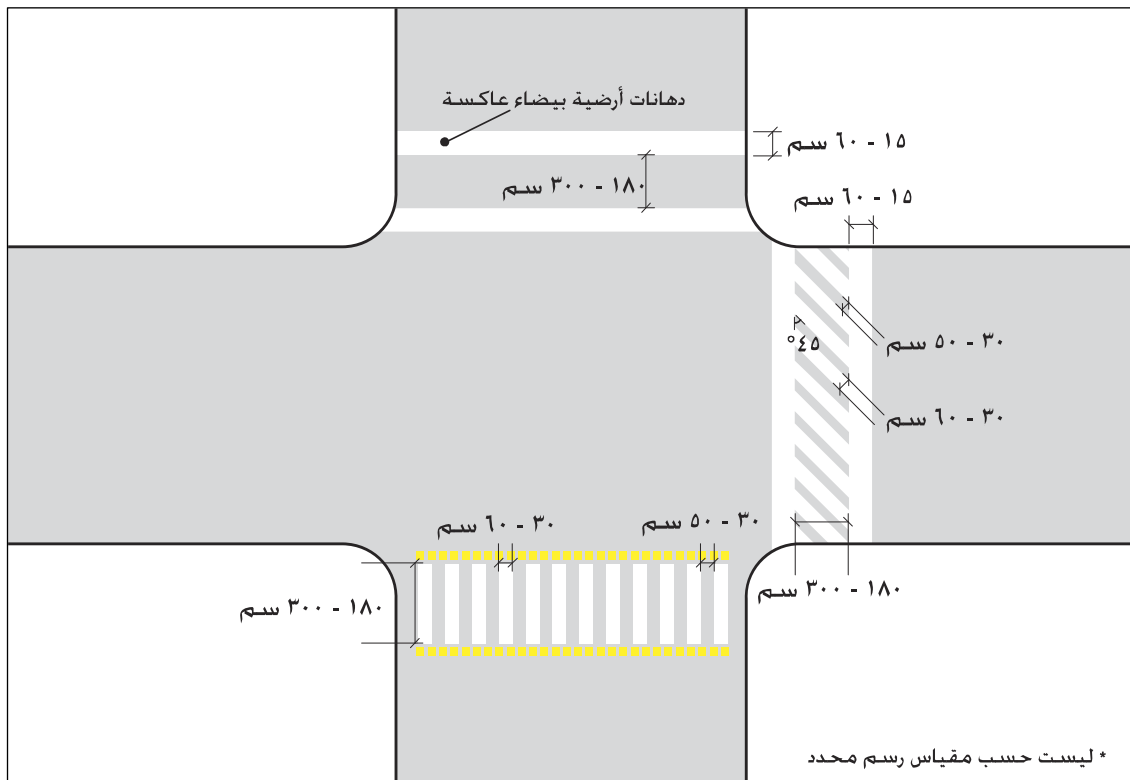
شكل 5-11: مبدأ استمرارية معبر المشاة

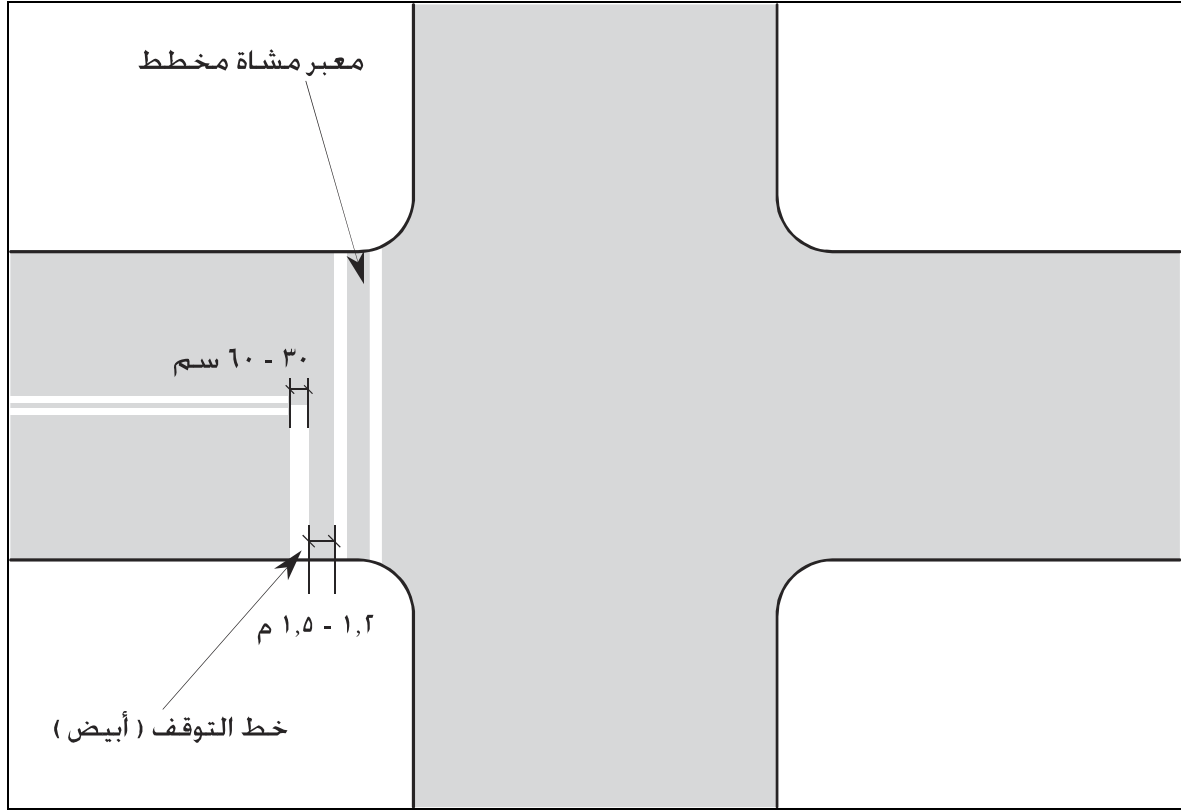


شكل 5-12: أنواع خطوط ممرات المشاة



شكل 5-13: نماذج ممرات المشاة على التقاطعات





شكل 5-16: خطوط التوقف (Stop Bars) عند معابر المشاة

2-5 أدوات إضافية لحماية المشاة

1-2-5 جزر الملاذ الآمن (Safe Refuge Islands)

يشار أحيانا إلى جزر الملاذ بجزر المشاة، وتستخدم هذه الجزر بصورة رئيسية في التقاطعات التي تقع في المناطق الحضرية لتشكل ملاذ للأشخاص الذين يستخدمون الكراسي المتحركة والمشاة على حد سواء، والذين يعبرون تقاطعات عريضة، ويمكن أن تستخدم جزر مرتفعة الأطراف وجزر وسطية وجزر فاصلة (Divisional Islands) ملاذاً آمناً للمشاة.

ويؤثر مكان ممر المشاة وعرضه والمكان المخصص لعبور الكراسي المتحركة في حجم جزر الملاذ الآمن ومكانها. إن الحد الأدنى لعرض هذه الجزر هو 1.8 م عندما يستخدمها سائقي الدراجات الهوائية، وينبغي أن يكون للمشاة وسائقي الدراجات ممر واضح من خلال الجزيرة، وأن لا تعيقهم أعمدة الكهرباء وأعمدة اللوحات المرورية، وغيرها. وفي المناطق الريفية والحضرية على حد سواء الكثير من الجزر التي صممت لأغراض توجيه السير وفصله يمكن أن تخدم أيضاً ملاذاً للمشاة من حيث النوع والمكان.

2-2-5 سياج حماية المشاة (Pedestrian Fence)

يفضل استخدام سياج حماية المشاة في جوار ممرات المشاة العرضية (Zebra Crossing) وأن يكون ذات طول كافٍ، ليحد من عبور المشاة للطريق في أماكن عشوائية وغير محددة. وبما أن سياج المشاة يحجز حركة المشاة إلى مسار سير محدد، فمن الواجب تأمين عرض كاف لمسار السير وتحديد استخدامه المشاة. ويبين الشكل 5-17 الترتيب النموذجي لمعابر المشاة العرضية وأسيجة المشاة في حالة وجود جزر توجيه حركة السير (Channelized islands).

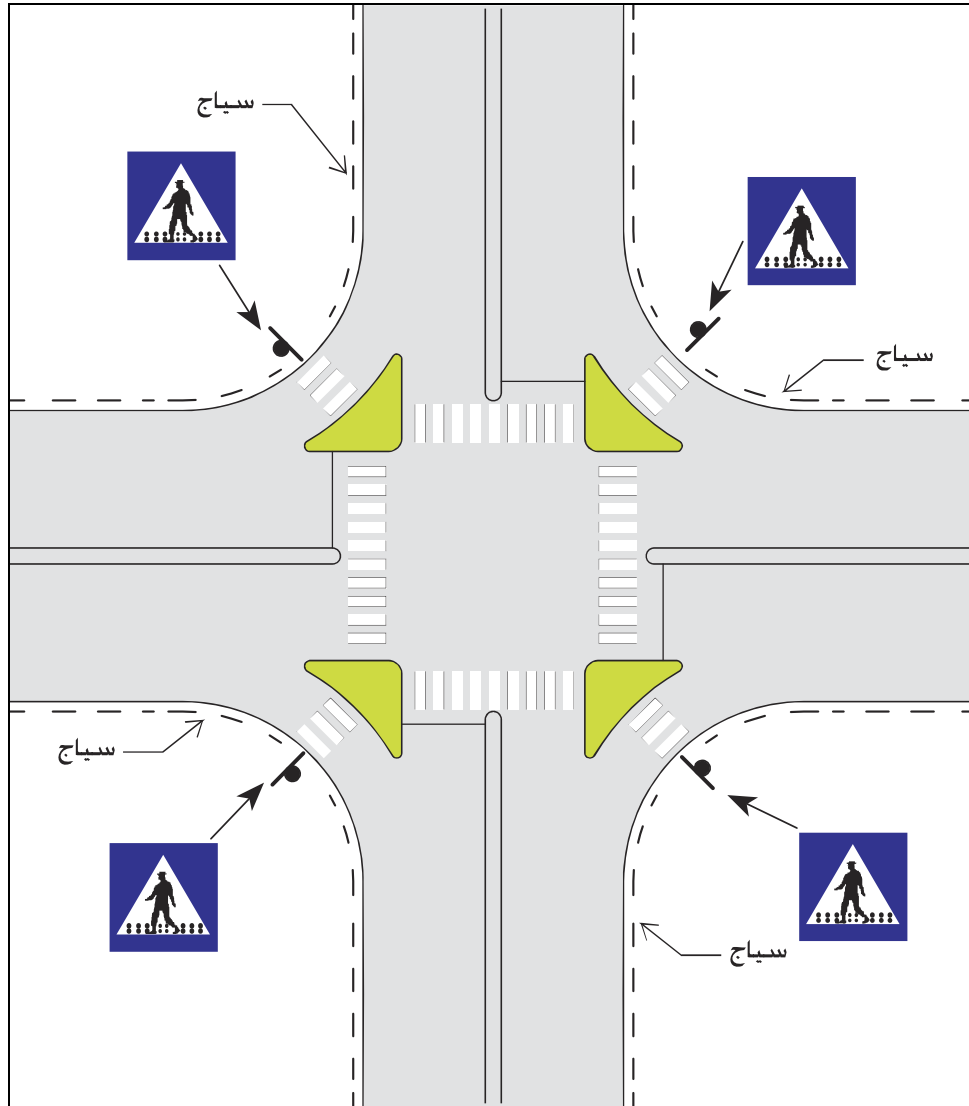
يمكن استخدام سياج حماية المشاة في الظروف الآتية:

- المواقع الخطرة في المقاطع المستقيمة من الطريق.
- يجذب تزويد التقاطعات بسياج حماية المشاة وذلك لمنع المشاة من قطع الطريق بشكل قطري على التقاطعات التي عليها إشارات مرورية ضوئية.
- من الضروري استخدام سياج حماية المشاة بالقرب من المدارس.
- من الضروري تزويد سياج حماية المشاة بالقرب من المعابر العلوية للمشاة (Pedestrian overpasses)، وذلك لضمان استخدام المشاة للمرافق الخاصة بهم.
- يجرى أحياناً توفير سياج المشاة في الجزر الوسطية (Medians)، وذلك لمنع المشاة من محاولة قطع الطرق الشريانية أو الرئيسة.

متطلبات تصميم سياج المشاة وخياراتها

- هناك اعتباران أساسيان يجب الاهتمام بهما في عملية التصميم، وهما: ارتفاع السياج، وإعاقة الرؤية. فيجب أن يكون ارتفاع السياج كافياً لمنع الناس من التسلق عليه، ويجب أن تكون المركبات المقترية مرئية بشكل مناسب من قبل المشاة، وأن يكون المشاة مرئيين من قبل المركبات.
- من الضروري ملاحظة أنه في حالة كون سياج الحماية طويلاً أكثر من اللازم، فإن ذلك يخلق بيئة وشعوراً لدى المشاة بالحجز والضيق، وهذا غير محبذ.
- من المفضل أن يكون ارتداد سياج الحماية مسافة لا تقل عن 150 ملم من حافة مسرب السير الخارجي.

- عند توفير سياج المشاة على الرصيف يجب أن يكون السياج على بعد 0.6 متر من حافة حجر شك الطريق، ويجب تمديد السياج بما لا يقل عن 10 م يمين ويسار معبر المشاة، وأن لا يقل ارتفاعه عن 1 متر (أنظر شكل 5-18).



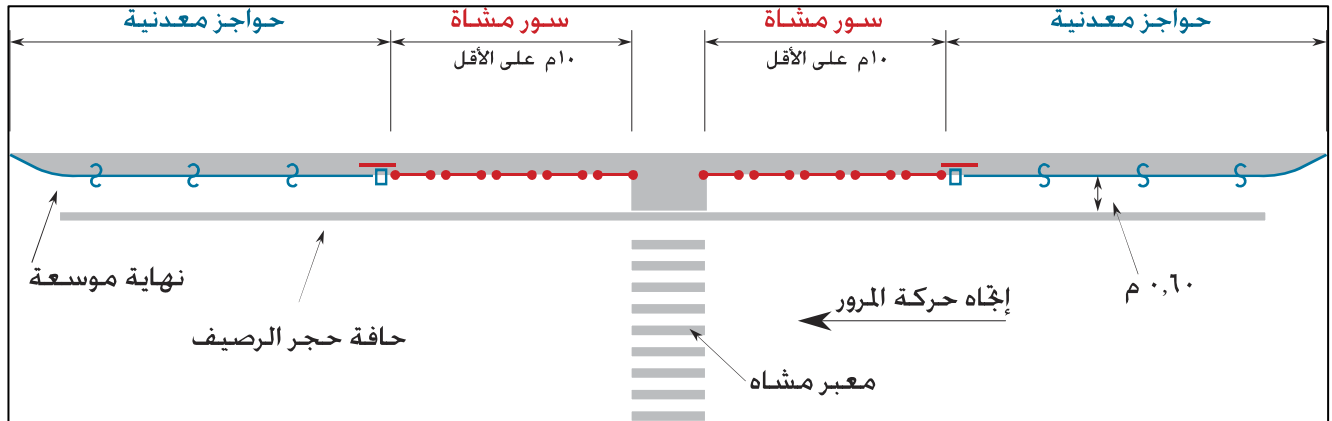
شكل 5-17: الترتيب النموذجي لسياج المشاة على معابر المشاة العرضية

1-5 متطلبات ذوي الإحتياجات الخاصة

1-1-5 الإعاقة الحركية - منحدرات الأرصفة (Sidewalk Ramps)

ينبغي التنبيه الصحيح لحاجات الأشخاص الذين لديهم إعاقات حركية، خاصة الذين يعتمدون على وسائل حركة كالكراسي المتحركة، ولا ينبغي أن يكون تقاطع الطريق الذي فيه حواجز حجرية مرتفعة (Elevated)

(Curb) عقبة أمام هؤلاء الأشخاص من ذوي الإعاقات. فيمكن توفير إمكانية الوصول لهم بشكل مناسب ومعقول بعمل منحدرات (Ramps) على هذه الأرصفة.

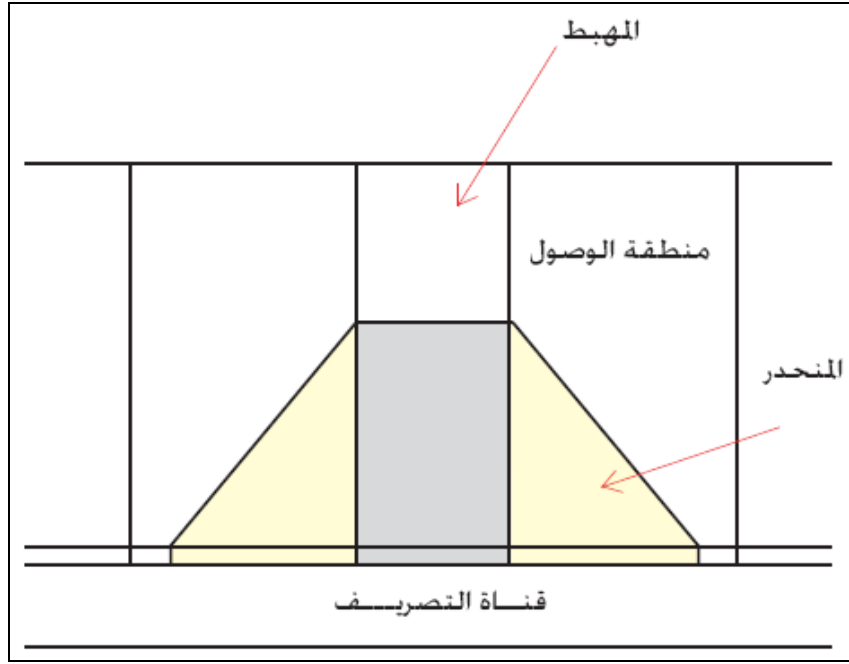


شكل 5-18: معايير سياج حماية المشاة على الأرصفة

1-1-3-5 مكونات منحدرات الرصيف

يشمل تصميم منحدرات الرصيف على العناصر الآتية الموضحة بالشكل 5-19:

1. المهبط (Landing): هي المنطقة المستوية من الرصيف في أعلى المنحدر، وهي تقابل مسار المنحدر.
2. منطقة الوصول (Approach): وهي المقطع من الرصيف الممهّد الذي يحيط بالمنحدر، ويمكن أن تكون منطقة الوصول بميل قليل إذا كان منسوب المهبط أدنى من منسوب الرصيف المجاور.
3. الميل الجانبي للمنحدر (Flare): وهو منحدر الاجتياز الجانبي المائل بين حجر شك المنحدر والرصيف، ويعدّ مسار الميل الجانبي غير ممهد للسير نسبة للميل العرضي العميق فيه والذي لا يتجاوز 10%.
4. المنحدر (Ramp): عبارة عن ميل انتقالي بين الطريق والرصيف، إذ يجب تثبيت الميل الطولي والعرضي عند أقل قيمة (يفضل أن لا يزيد ميل المنحدر عن 8%).
5. قناة التصريف الجانبية (Gutter): وهي عبارة عن انخفاض يستخدم لتصريف المياه التي تجري بموازاة الرصيف أو بشكل طولي مع الطريق.



شكل 5-19: مكونات منحدر الرصيف (Curb Ramp)

2-1-3-5 المتطلبات التصميمية اللازم توفيرها في منحدرات الرصيف:

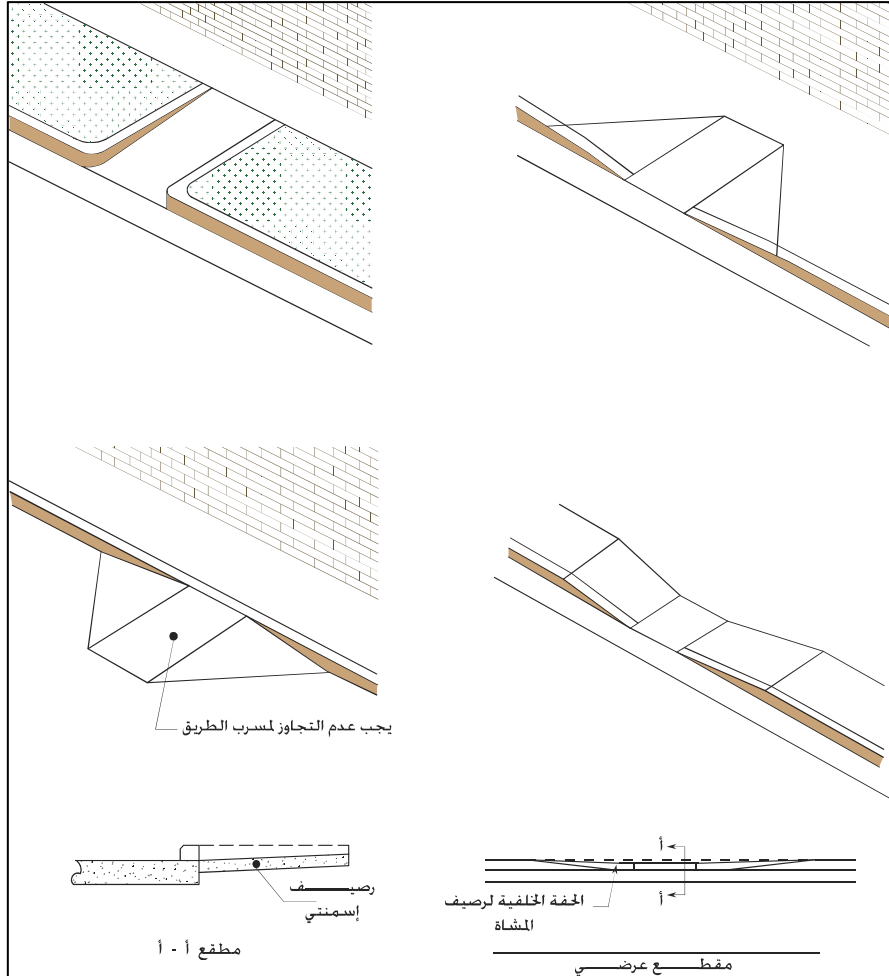
- عرض المنحدر 0.9 م في حدّه الأدنى و8% للحد الأقصى للميل الطولي (Grade)
- ينبغي للميول العرضية (Cross slopes) على ممرات المشاة المجاورة أن تكون أكبر من 2%.
- يجب أن تكون هناك منطقة أرضية مستوية (Level Landing Area) فوق كل منحدر رصيف.
- ينصح بوجود مسافة 0.6 م عند أسفل منحدر الرصيف، ليكون تحذيراً واضحاً يمكن الاستشعار به من قبل الناس الذين لديهم إعاقات بصرية.
- لا ينبغي لحجر حد الطريق المنحدر أن يتجاوز مسار الحركة (Traveled way).
- ينبغي تنسيق مكان منحدر الرصيف مع ممر خطوط ممرات المشاة.

يوضح الشكل 5-20 التصميمات المختلفة لمنحدرات أرصفة ممرات المشاة، ويبين جدول 5-1 القيم العظمى والدنيا لعناصر تصميم منحدرات الأرصفة.

2-3-5 الإعاقة البصرية

يتم في حالات خاصة عمل تسهيلات للمشاة ذوي الإعاقات البصرية، مثل أن يكون قطاع (strip) من الرصيف ذات ملمس (texture) خاص، بحيث يكون من بلاط محفر بطريقة معينة، وعلى أن يكون بعض البلاط على التقاطعات محفر بطريقة أخرى، بحيث يدرك الضريير وصوله للتقاطع ومعبر المشاة.

وفي حالات أخرى يتم تركيب جرس يصدر صوت منخفض معين، أو منضدة هزازة لتعلم الضريير بأن الإشارة الضوئية لمعبر المشاة خضراء.



شكل 5-20: التفاصيل التصميمية لمنحدرات أرصفة المشاة (Sidewalk Ramps)

جدول 5-1: القيم العظمى والدنيا لعناصر تصميم منحدرات الأرصفة

الطول الأدنى لمهبط المنحدر (م)	عرض المنحدر		الميل الجانبي الأقصى للمنحدر (%)	الميل العرضي الأقصى للمنحدر (%)	الميل الأقصى للمنحدر (%)	العناصر التصميمية للمنحدر
	المفضل (م)	الأدنى (م)				
1.25	1.25	0.9	10	2	8	القيمة

4-5 السلامة المرورية عند المدارس

تكتسب السلامة المرورية في منطقة المدارس أهمية خاصة، وذلك لعدم إدراك الأطفال خطورة حوادث السير، لذا يجب عمل الإجراءات المناسبة لتحسين مستوى السلامة المرورية عند المدارس. وتشمل خطوات تحسين السلامة المرورية في منطقة المدارس، استخدام مبادئ ال (E's 3) وتشمل الهندسة (Engineering)، التوعية (Education)، والضبط والمراقبة (Enforcement). ومن الأمور التي يجب أخذها بعين الاعتبار عند دراسة السلامة المرورية عند المدارس ما يلي:

1. تعدّ زاوية الإبصار (Sight Angle) للأطفال أضيق بنحو الثلث من البالغين، كما أنهم أقل قدرة في تعرف اتجاه الصوت، ولديهم مشكلة في تقدير السرعة والمسافة للمركبات المتحركة، وكذلك كفاية الفجوة الزمنية (Sufficient Gap) للعبور الآمن في تيار المرور (Traffic Flow)، لذا ينبغي التحفظ عند تحديد مجال الرؤية وبخاصة عند مدارس المراحل المبكرة.
2. الأطفال في بعض الأحيان لا يُرون لصغر أجسامهم.
3. إن حركة الأطفال تعدّ أقل توقعا من حركة الراشدين.
4. يعدّ التركيز لدى الأطفال قليل وربما يكونون أقل صبرا للانتظار من أجل العبور.
5. الأطفال أقل خبرة ومعرفة بأنظمة وقواعد المرور وأنماط الحركة المرورية.
6. اللوحات الإعلانية الكبيرة قد تشتت انتباه السائق والطلبة بوجودها، وتحجب الرؤية بين السائقين والمشاة، ويجب إبعادها قدر الإمكان عن زاوية الإبصار المتبادلة بين السائقين والمشاة على معبر المشاة.

1-4-5 أسس السلامة المرورية عند المدارس

إن الحلول الهندسية ذات أهمية واضحة في رفع مستوى السلامة المرورية عند المدارس، إلا أنها لن تكون فاعلة بالدرجة المرجوة ما لم تصاحبها عوامل أخرى غير هندسية تهدف في الأساس إلى تطوير الثقافة المرورية لدى مستخدمي الطريق كافة، وبالتالي تعزيز الالتزام واحترام القانون والنظام ومراعاة كل

الطرق التي تضمن سلامة الأطراف المختلفة التي تشترك في حق الطريق. ويمكن إيجاز بعض هذه الجوانب المهمة على النحو الآتي⁴:

1. تخطيط مسار الطلبة: يجب التنبه إلى المسار المتوقع للطلبة من وإلى المدرسة وتوفير أرصفة ومعايير مشاة ملائمة.
2. التوعية المرورية: تهدف التوعية المرورية الخاصة بالمدارس في الأساس إلى تعزيز الالتزام الذاتي لمستخدمي الطريق بالقانون والنظام المروري، وبالتالي ينبغي توجيه أفراد المجتمع كافة، وبخاصة مجتمع الطلبة وأولياء الأمور. فمن الضروري تعليم الطلبة كيفية العبور السليم عن طريق الأنشطة الصفية واللاصفية وتدريبهم عمليا على ذلك بوساطة المعلمين والمعلمات وأولياء الأمور، وبخاصة في المراحل الدراسية المبكرة من الروضة إلى صفوف المراحل الأولى الأساسية. ومن المفيد أيضا توعية أولياء الأمور بأمور السلامة المرورية عند توصيل أبنائهم واستلامهم، وذلك عن طريق إقامة المحاضرات التثقيفية وتوزيع النشرات في هذا المجال. ويفضل أن تكون هناك تعليمات مكتوبة من قبل إدارة المدرسة بالتعاون مع لجنة الآباء أو الأهالي حول إجراءات السلامة المختلفة من المدرسة وإليها وفي محيطها، بما في ذلك تعليمات التحميل والتنزيل، وتوزع على أهالي الطلبة في بداية العام الدراسي ويجري ضبطها منذ البداية، حتى يتعود الأهالي عليها ويلتزموا بها على مدار العام.
3. تشجيع النقل المدرسي: ينتشر النقل المدرسي في المدارس الخاصة، ويعدّ هذا النقل وسيلة مفيدة لرفع مستوى السلامة المرورية، خاصة لتحميل الطلبة وتنزيلهم عند نقاط محددة بجوار رصيف المشاة، وهذا يسهم في تقليل فرصة حدوث التداخل والتعارض (Conflict) بينهم وبين حركة المرور على الطريق.
4. المراقبة المرورية (Traffic Monitoring): إن مدى تقيد السائقين بأنظمة قواعد المرور كإشارات تحديد السرعة وتخفيضها عند منطقة المدرسة، واحترام معايير المشاة الخاصة مرهون بمستوى المراقبة المرورية عند موقع المدرسة، لذا ينبغي التعاون والتواصل بين إدارة المرور والمدارس في هذا الصدد عن طريق توفير شرطة المرور عند المدارس، وبخاصة في المواقع التي يلاحظ عندها عدم الالتزام بأنظمة المرور كالسرعة الزائدة أو السواعة المتهورة أو تلك المواقع التي تعاني من الحوادث المرورية المتكررة.

⁴ ملحوظة: اقتُبِسَتْ بعض معايير وإجراءات السلامة المذكورة في هذا الفصل من "الدليل الإرشادي لتحسين السلامة المرورية عند المدارس بمدينة الرياض" - المملكة العربية السعودية.

2-4-5 تحديد أساليب المعالجة المرورية (Countermeasures)

- تهدئة السرعة عن طريق إنشاء الدورات على التقاطعات القريبة للمدرسة، أو تضيق عرض الطريق أو إجراء تعديل في التصميم الأفقي للطريق بحيث يتم فصل الحركة المتجهة للمدرسة عن الحركة العامة للمرور. بالإضافة إلى وسائل صارمة لإجبار السائقين على تخفيض السرعة مثل المطبات (Speed Humps) ومرتفعات عبور المشاة (Raised Pedestrian Crossings).
- خطوط التنبيه الأرضية (Rumble Strips): هي عبارة عن خطوط عرضية بالطريق تحدث ارتفاعاً نسبياً في سطح الطرق مما يحدث صوتاً واهتزازاً يشعر السائق بدخول منطقة مختلفة عن المنطقة السابقة لكي يقود مركبته بحذر.
- تعزيز وسائل تهدئة السرعة (Traffic Calming Techniques): بما في ذلك إضافة الشواخص التحذيرية (Warning Signs) والتنظيمية (Regulatory Signs) حيث تعرض رسالة واضحة تؤكد التزام الحيطه والحذر.
- الإشارات المرورية الضوئية لعبور المشاة (Pedestrian Traffic Signal): تستخدم للفصل الزمني في حالة وجود حركة مرور كثيفة.
- جسور وأنفاق المشاة: وهذه الإجراءات تلائم الطرق العالية السرعة وذات الكثافة المرورية العالية كالطرق الشريانية (Arterials) والتجميعية (Collectors)، وقد تكون غير ملائمة للطرق الأخرى لعدم رغبة المشاة في استخدامها، لذلك لا بد في هذه الحالة من وضع سياج حماية المشاة (Pedestrian Fence).
- تغيير نوع سطح الطريق (Surface Texture) لإحداث تغيير في سطح الطريق لإشعار السائق بأنه يدخل منطقة منخفضة السرعة.
- استخدام سياج المشاة (Pedestrian Fence) على الأرصفة.

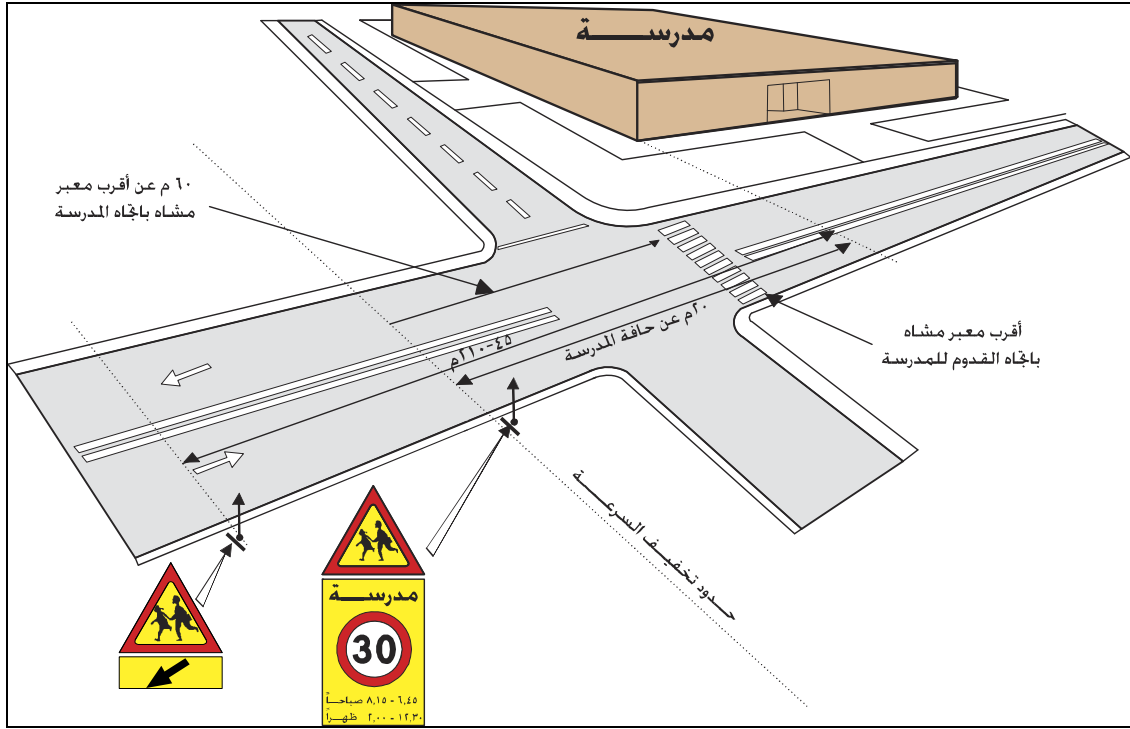
3-4-5 متطلبات السلامة المرورية الأساسية

- تحديد منطقة التحذير المبكر (Advance Warning Zone) ومنطقة تخفيض السرعة (Reduced Speed Zone) عند المدرسة، حيث تبدأ منطقة التحذير على مسافة تتراوح بين 45 - 210 م، أما منطقة تخفيض السرعة فتبدأ على مسافة 60 م من أقرب معبر للمشاة (إن وجد) في الطريق المؤدي إلى المدرسة، أو على بعد 30 م من حافة المدرسة، أيهما كان أقرب للقادم إلى المدرسة (انظر الشكل رقم 5-21).
- ينبغي استخدام لوحات التحذير المبكر في منطقة المدرسة قبل أي لوحة من لوحات العبور.

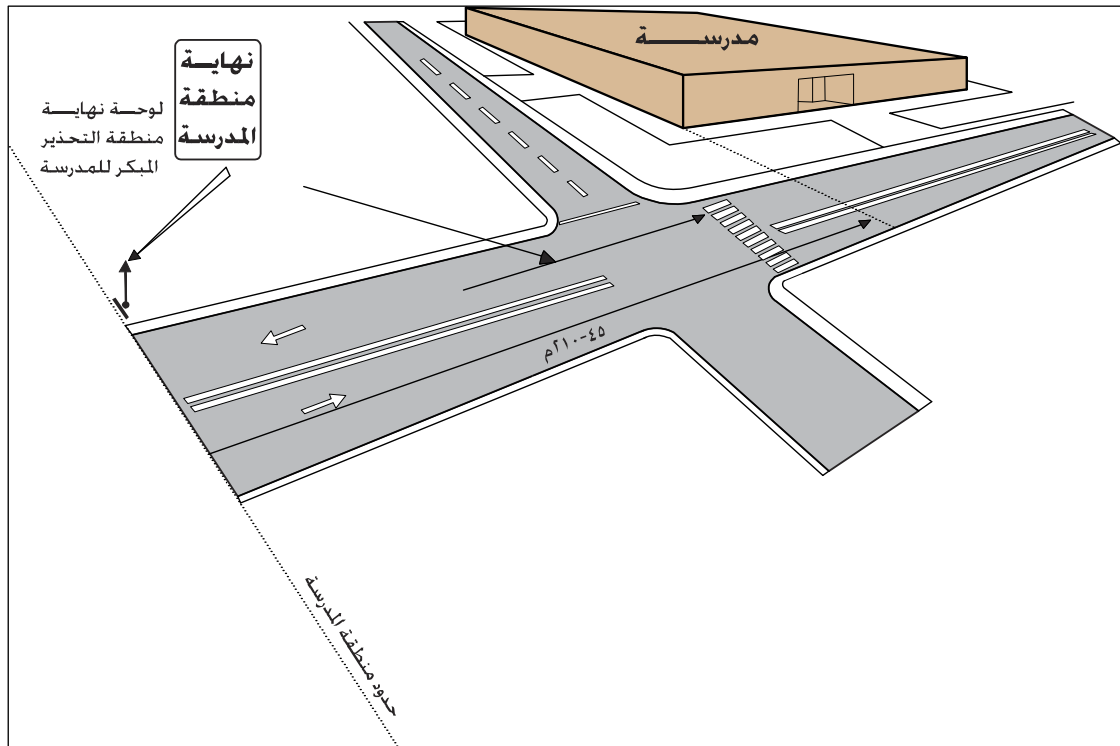
- عند استخدام لوحات التحذير المبكر ينبغي أن يضاف إليها " اللوحة المستطيلة" المكتوب عليها "أمامك مدرسة" (School Ahead) أو مسافة الأمتار لتنبه السائق مبكرا بوجود معبر على مسافة معينة في الأمام.
- إذا استخدمت "لوحة السرعة المخفضة في الأمام" (Reduced Speed Ahead) فينبغي أن تتكون من لوحة "سرعة مخفضة في الأمام" مع لوحة مستطيلة في الأعلى مكتوب عليها كلمة "مدرسة".
- ينبغي أن يتبع هذه اللوحة لوحة أخرى (أو أكثر من لوحة) تبين السرعة المحددة (Speed Limit) الخاصة بالمدرسة. إذا كانت منطقة المدرسة كبيرة نسبيا فينبغي تكرار العلامات المحددة للسرعة في منطقة المدرسة كل 150-200 متر.
- تُركَّب لوحة السرعة المحددة ثابتة الرسالة (Fixed Message) أو متغيرة الرسالة (Changeable Message).
- ينبغي تحديد نهاية منطقة السرعة المنخفضة وذلك بوضع لوحة "نهاية منطقة المدرسة" (شكل 5-22).

4-4-5 مسرب التحميل والتنزيل (Loading/Unloading Lane)

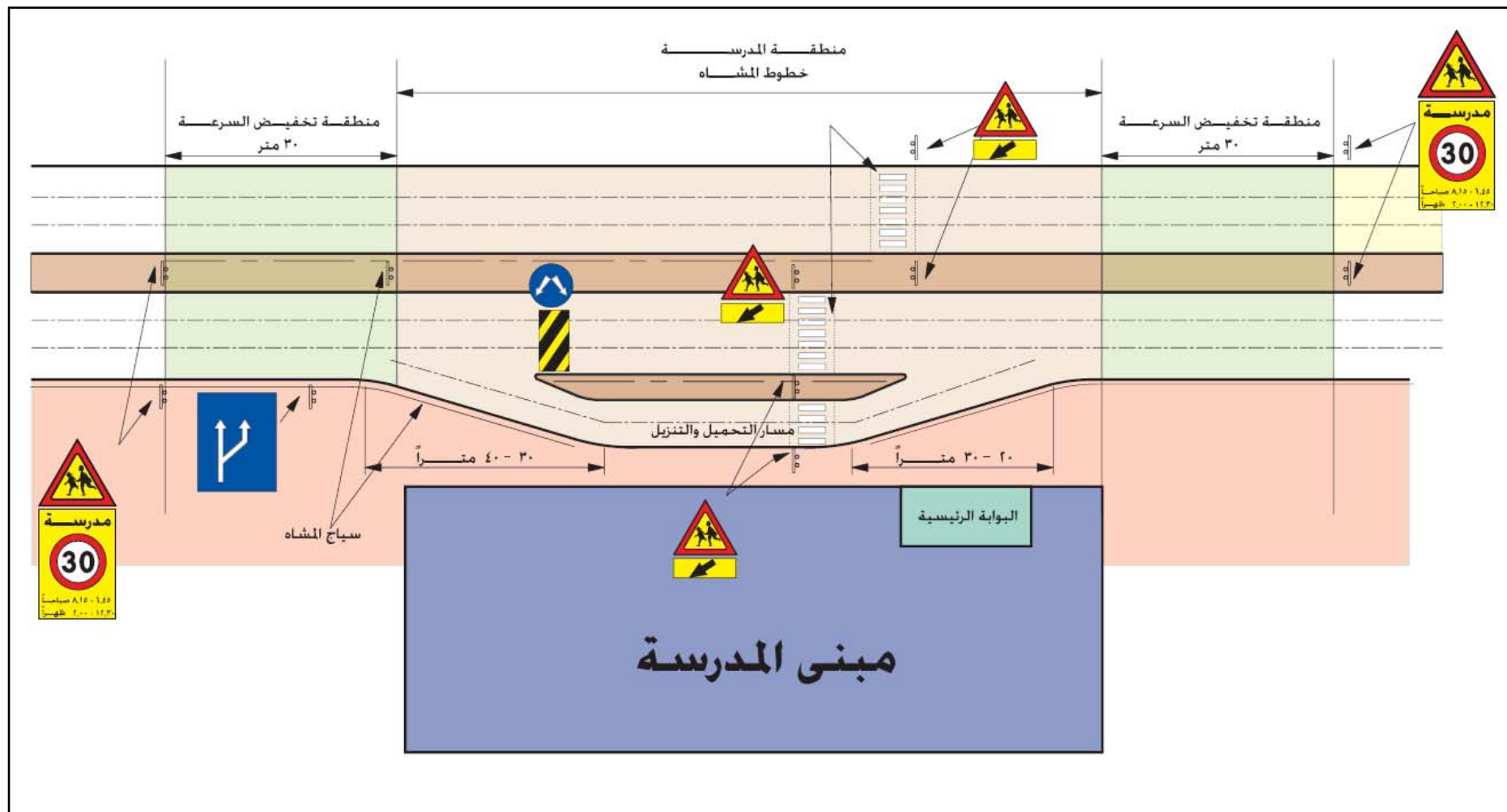
1. هو مسرب خاص بالمركبات القادمة إلى المدرسة لغرض تنزِيل أو تحميل الطلبة، يعمل على فصل الحركة المرورية للمركبات عن الطريق الرئيسي أمام بوابات المدرسة. ويهدف إلى التقليل من الإرباك المروري الذي قد يحدث عند المدارس في أثناء عملية التحميل والتنزِيل والانتظار، ويفضل في مسرب التحميل والتنزِيل أن يكون بعيدا قليلا عن بوابة خروج الطلاب من المدرسة، حتى لا يكون هناك تعارض بين الحركتين. ومن المفضل أن يكون مسرب التحميل والتنزِيل منفصل عن الحركة المرورية بعرض لا يقل عن 6 أمتار وذلك لتوفير مسرب للتوقف المؤقت (التنزِيل والتحميل)، ومسرب آخر للمركبات التي تريد الخروج من المسرب عند وجود مركبات متوقفة أمامها، انظر الشكل 5-23. وفي حالة عدم وجود عرض كاف للشارع فيهيأ مسرب للوقوف المؤقت (للتنزِيل والتحميل) دون فصل المسرب عن الحركة السائدة. ويفضل تحويل الحركة المرورية لاتجاه واحد إذا كان يصعب بقاء اتجاهي الحركة نتيجة لضيق عرض الطريق.



شكل 5-21: منطقة تخفيض السرعة بوجود معبر مشاة أو عدمه



شكل 5-22: موقع لوحة نهاية منطقة المدرسة



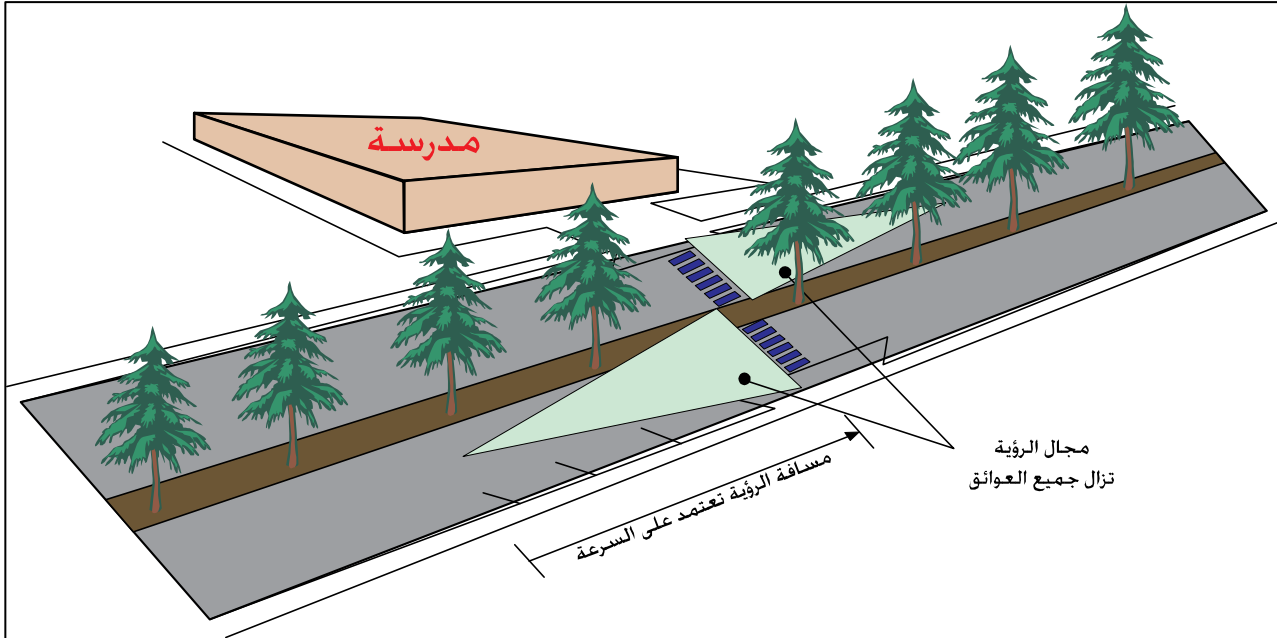
شكل 5-23 مسرب التحميل والتفريغ أمام المدرسة

5-4-5 مجال الرؤية (Sight Distance)

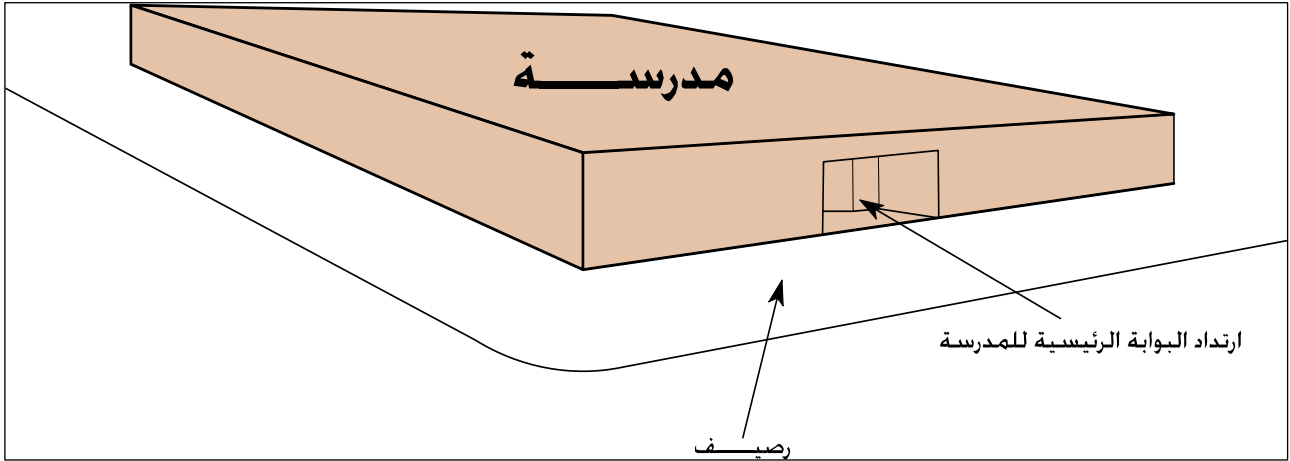
يقصد بمجال الرؤية المنطقة اللازمة التي تكون خالية مما يعيق مجال ومستوى الإبصار بين كل من السائقين والمشاة بما يوفر الوقت الكافي لأي منهم لاتخاذ الإجراء الآمن كالتوقف أو العبور أو غير ذلك. أما مسافة الرؤية (أنظر الشكل 5-24) فهي مسافة الرؤية المطلوبة للتوقف حسب المعادلة (1-1). عرض مثلث الرؤية يساوي معبر المشاة بالإضافة إلى عرض الرصيف من كلا الاتجاهين في حالة عدم وجود جزيرة وسطية، أما في حالة وجود جزيرة وسطية فعرض مثلث الرؤية يساوي معبر المشاة حتى الطرف الأبعد للجزيرة الوسطية بالإضافة إلى عرض الرصيف المجاور للمركبة (أنظر الشكل 5-24). ويشمل ما يعيق مجال الرؤية مواقف السيارات (Car parking)، لذا يجب منع مواقف السيارات في هذه المنطقة. وبشكل عام يمنع وقوف المركبات بالقرب من التقاطعات وممرات المشاة في منطقة المدارس، وذلك لتحسين الرؤية في تلك المناطق.

5-4-6 ارتداد (Set Back) البوابة الرئيسية للمدرسة

هو الارتداد إلى الداخل في موقع البوابة عن استقامة سور المدرسة (شكل 5-25)، حيث يوفر هذا الارتداد مساحة إضافية بين رصيف المشاة وبين البوابة الرئيسية لاستيعاب تدفق الطلبة وبخاصة في فترة انتهاء الدوام المدرسي، مما يقلل من احتمال تدافعهم عند رصيف المشاة وتداخلهم مع حركة المركبات.



شكل 5-24: مجال الرؤيا بين السائقين والمشاة في منطقة المدارس

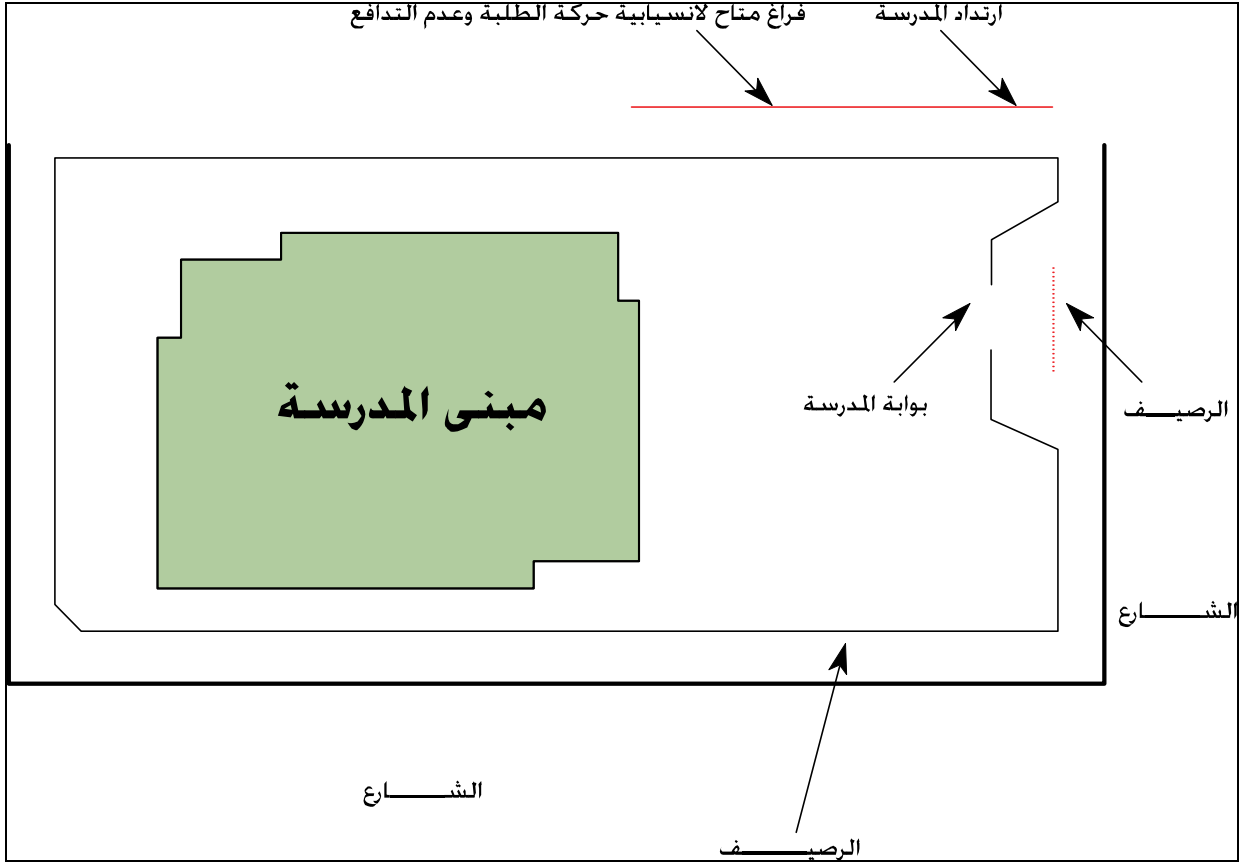


شكل 5-25: ارتداد البوابة الرئيسية للمدرسة

يجب أن يتناسب مقدار الارتداد للبوابة مع أعداد الطلبة، فكلما زاد عدد الطلبة وجب توفير ارتداد أكبر بحيث لا تقل المسافة بين بوابة المدرسة وحافة الرصيف الداخلة باتجاه المدرسة عن 3 أمتار. إن رصيف المشاة مقابل البوابة يجب أن يفصل عن مسار الحركة أو مسرب التحميل والتنزيل من خلال سياج حماية المشاة، وتحدد فتحات في هذا السياج عند مدخل التحميل والتنزيل وعند معابر المشاة فقط.

وفيما يلي بعض الملاحظات الإضافية بخصوص بوابة المدرسة:

1. أن يكون عرض مدخل البوابة كافياً بحيث لا يؤدي إلى تزاخم الطلاب والتدافع عند الدخول والخروج.
2. أن لا تكون البوابات عمودية بشكل مباشر على منطقة التحميل والتنزيل لتوفير منطقة امتصاص لأعداد الطلبة وتسهيل انسيابية الحركة عند الدخول والخروج.
3. المنطقة الإضافية والمستحدثة نتيجة الارتداد يجب أن يتوفر فيها وسائل الراحة والأمان وتساعد على حسن الاستغلال، كالتظليل مثلاً.
4. ينبغي اختيار موقع البوابة كي يوفر فراغاً مناسباً بين البوابة الرئيسية والمبنى الداخلي للمدرسة بحيث يسمح هذا الفراغ بانسيابية حركة الطلاب والتوزيع على أكثر من بوابة (شكل 5-26).
5. ينبغي إن أمكن عدم وضع البوابات على الطرق ذات التصنيف العالي كالشريانية (Arterial) أو التجميعية (Collector) التي تخدم أحجاماً مرورية عالية، إلا إذا كان هناك طرق خدمة (Service Roads) منخفضة السرعة.



شكل 5-26: الفراغ بين مبنى المدرسة والبوابة الرئيسية

7-4-5 مرشد العبور (Traffic Guide) والضبط الشرطي (Police Control)

يقصد بمرشد العبور ذلك الشخص الذي توكل إليه مهمة مساعدة الآخرين (وخصوصا الأطفال) على عبور الطريق بأمان، ويجب أن يمتلك المعرفة والتدريب اللازمين الذين يؤهلانه لتقدير الخطورة في ظروف المرور المختلفة وتحديد الفرصة المناسبة للقيام بعملية العبور. وينبغي توفير مرشدي العبور عند المعابر التي يصعب على المشاة عبور الطريق دون إيقاف حركة السير. ويفضل الاستعانة بشرطة المرور لضبط حركة السير عند بعض المدارس وبخاصة تلك التي يوجد بها أزمة مرورية واضحة، أو منطقة تجمع عدة مدارس، أو تلك المناطق التي يظهر فيها عدم الالتزام بقواعد السير أو الانصياع لتعليمات مرشدي المرور.

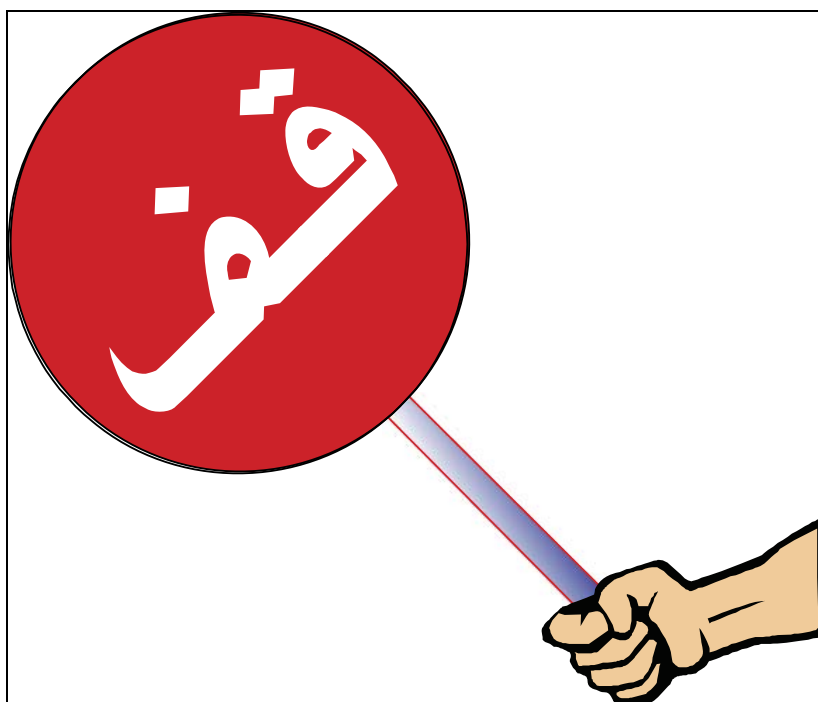
أدوات السلامة الخاصة بمرشد العبور:

- السترة العاكسة (Reflective Vest): وهي سترة من القماش العاكس (شديد العاكسية) مكتوب عليها مرشد العبور ويفضل أن تكون باللون الأصفر المخضر "fluorescent green" وذلك لكي يسهل رؤية مرتديها ومعرفته من مسافة كافية (أنظر شكل 5-27)، ويمكن أن تكون بدون كتابة أو علامات.

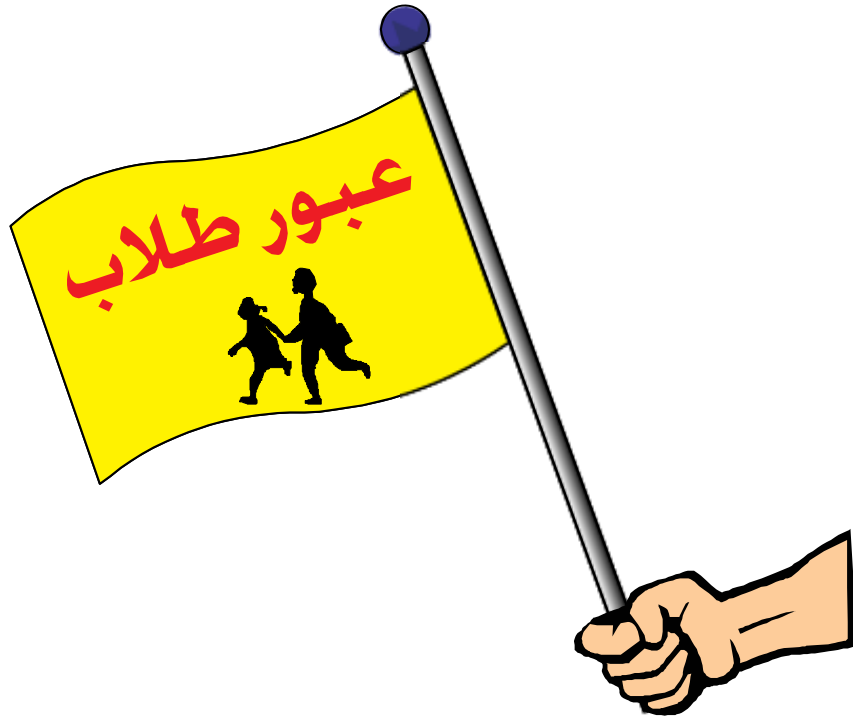
- العلامات المرورية: وهي علامات مرورية يحملها مرشد العبور لإيقاف حركة السير، علامة قف من الجهتين على شكل مضرب التنس، ويافطة تدل على عبور الطلبة الشارع (شكل 5-28 ، 5-29).



شكل 5-27: سترة مرشد العبور



شكل 5-28: العلامة المرورية التي يحملها مرشد العبور لإيقاف حركة السير



شكل 5-29: استخدام الأعلام للمرشدين غير المخصصين

الفصل السادس

التوعية والمراقبة والمحاسبة

6-1 التوعية وثقافة السلامة المرورية

إن الثقافة المرورية هي تربية وسمة حضارية حصيلة تراكمات معرفية، وحس بالمسؤولية الفردية والجماعية. وبالتأكيد لا توجد مجتمعات سيئة وأخرى جيدة وملتزمة بالفطرة، بل ما يميز المجتمعات في حيثية السلامة المرورية هو دور الدولة والمؤسسات العامة في التربية والتعليم والمراقبة والمحاسبة المرورية. إن التعليم لسن مبكر هو تربية الناشئة على قواعد السلامة المرورية وأهميتها البالغة، فلا بد أن تأخذ المدارس ورياض الأطفال دورا هاما في هذا المجال وذلك بالتعاون مع أولياء الطلبة. ومن أجل أن تترسخ التربية السليمة لا بد للمدارس من تهيئة عناصر السلامة المرورية في محيطها، كالتأكد من وجود أرصفة وسياج المشاة الفاصل بين الرصيف ومسارب الشارع، وتحديد أماكن تحميل وتنزيل الحافلات والسيارات الخاصة، وتحديد معابر معلمة (مخططة) للمشاة، وإفطاطات تحذيرية للسائقين بوجود مدرسة، وتحديد السرعة القصوى في فترات دخول وخروج الطلبة. كذلك يجب الاستعانة بشرطة المرور أو بطلبة الصفوف المتقدمة الذين يشرف عليهم المدرسون (مشرفو العبور) وذلك لتنظيم حركة عبور الطلبة. هذا الجو العام ضروري ليشعر الطلبة بشكل عام والطلبة الجدد بشكل خاص بأهمية السلامة المرورية. ومع ذلك يتم تخصيص حصة في بداية كل فصل دراسي (مرتين في السنة على الأقل) لشرح أسس السلامة المرورية وأخذ الطلبة في جولة بالمنطقة القريبة من المدرسة لتطبيق أسس السلامة المرورية المشروحة بالصف. ويجب أن يتضمن شرح حصة السلامة المرورية إرشادات خارج أوقات المدرسة، خاصة في الأمور التالية:

1. ضرورة عدم استخدام الدراجات الهوائية في الشوارع، بحيث يتم استخدامها فقط في ساحات أو شوارع غير مفتوحة للسيارات، أو على الأرصفة وبوجود الأهل.
2. ضرورة ارتداء الثياب الفاتحة أو استخدام طبعات عاكسة عند مشي الأطفال أثناء الليل.
3. يجب التأكد أن الشارع خال من السيارات قبل عبوره عند التقاطعات وعند معابر المشاة المحددة إن وجدت. وينصح الصغار بضرورة قطع الشوارع مع البالغين في كل فرصة سانحة.

أما بخصوص التوعية والتعليم بشكل عام فيجب استغلال وسائل الإعلام وإعطاء دورات إجبارية للسائقين الذين تتجاوز مخالقاتهم للسير حداً معيناً من النقاط، ومن الأمور التي يمكن التوعية بخصوصها التالي:

1. التذكير بقانون ربط الأحزمة ومخاطر عدم ربط الأحزمة للسائقين والركاب.
2. التأكيد على الخطورة البالغة للسياقة تحت تأثير الكحول، وخطورة العقوبة التي تصل إلى سحب الرخصة.
3. التأكيد على الالتزام بقوانين السير، خاصة حدود السرعة واحترام الإشارات الضوئية المرورية واحترام حق الأولوية للمشاة.

6-2 قوانين السير

قوانين السير بحاجة إلى وضوح ومراجعة وتحديث في وقفات بين سنتين إلى خمس سنوات على الأبعد، ويجب أن يشمل امتحان السياقة النظرية كافة قوانين السير والإشارات الموجودة، فمثلاً يجب التعريف بالنص القانوني للسهم الأصفر المتقطع نحو اليمين عند التقاطعات، وتحديد خطورة المخالفات بنقاط، وتحديد العقوبات لمجموع نقاط مختلفة والتي تصل إلى سحب الرخصة. إن مراجعة وتحديث القوانين هو من أجل التأكد من أنها فعالة وناجعة وعملية وقابلة للتطبيق. فلا داعي للاحتفاظ بأي قانون لا يتم تنفيذه، وبالمقابل يجب توضيح أي قانون يحتمل أكثر من تفسير.

6-3 مراقبة قوانين السير (دور شرطة المرور)

إن المراقبة والمحاسبة جزءان من التعليم والتربية، فمهما كثفت حملات التوعية دون مراقبة ومحاسبة للمخالفين فلن تحقق التوعية نتيجة ملموسة في أي مجتمع. إن دور شرطة المرور هام جداً في المحافظة على السلامة المرورية، لذا يجب الاهتمام بشكل كبير بتدريب وتأهيل شرطة المرور للقيام بواجباتهم بمهنية ومسؤولية على أكمل وجه. ومن الأمور المهمة لتدريب كواادر الشرطة المرورية المعرفة التامة بقوانين وأنظمة المرور واستخدام أجهزة تحديد السرعة وأجهزة تحديد نسبة الكحول بالدم والتعامل المهني مع السائقين والمخالفين واستخدام قواعد البيانات (data basis) لمعرفة وجود سوابق للمخالف والتأكد من قانونية المركبة، كذلك استخدام أجهزة حفظ المعلومات (data collectors) خاصة في مخالفات الوقوف والتوقف. ففي حالة علم الشرطي بتكرار مركبة لمخالفات الوقوف عن حد معين فيمكن ربط عجلات المركبة أو سحبها للتأكد من دفع صاحب المركبة للمخالفات السابقة، خاصة إذا كانت المركبة مسجلة خارج المناطق الفلسطينية.

ومن الأمور المهمة تدريب الشرطة على التعامل الصحيح والسريع مع حوادث السير وذلك للتعامل مع جرحى الحوادث قبل وصول الإسعاف ومتابعة وصول أجهزة الطوارئ الضرورية (إسعاف، إطفائية، وغيرها)، وكذلك إدارة حركة المرور عند منطقة الحادث. ومن الأهمية بمكان تدريب الشرطة على تحديد مسؤولية حوادث السير وتدوين معلومات الحوادث وإدخالها بشكل محوسب ومنظم. إن السجلات الالكترونية لحوادث السير يجب أن تحتوي على مكان الحادث (يمكن استخدام أجهزة GPS لتحديد مكانها)، ووقته وكيفية الحادث (اصطدام من الخلف، اصطدام جانبي،... الخ)، وسببه وخطورته (خسارة مادية فقط، عدد المصابين ودرجة الخطورة، عدد الوفيات) وإعداد "رسم توضيحي للتصادم" (Collision Diagram) وغيرها من المعلومات ذات العلاقة. إن نموذج تدوين حوادث السير المتكامل ولكن العملي في نفس الوقت، بالإضافة لآليات التدوين السليمة هما الأساس لعملية معرفة واقع السلامة المرورية في أماكن وأوقات مختلفة وبالتالي تحديد طرق لتحسينها. ولا شك أن عملية إدخال معلومات حوادث السير بشكل منظم ومحوسب (Data Input) وبخاصة تدخيل أماكن الحوادث على خرائط محوسبة (digital maps) أو في برنامج نظم المعلومات الجغرافية (Geographic Information System, GIS) يسهل عملية تحليل المعلومات (Data Analysis) بشكل كبير. إن هذه المعلومات كنز لمهندس المواصلات لعمل تحسينات مرورية ترفع من مستوى السلامة المرورية. إن نظام تدوين (input) وتخزين (storage) واسترجاع (retrieval) معلومات الحوادث المرورية وترتيبها (sorting) هو نظام متكامل يجب مراجعته بهدف تحسينه كل خمس سنوات على الأكثر.

4-6 المحاسبة والمساءلة

إن محاسبة المخالفين بأنظمة وقوانين السير هي حقيقة ما يؤسس لثقافة متقدمة في احترام قوانين السير والتوعية للسلامة المرورية في أي مجتمع. فمواضيع التربية والتوعية والتعليم والمراقبة والمحاسبة والمساءلة هي سلسلة متكاملة، فإذا ما ضعفت إحدى حلقاتها تؤدي إلى كسر هذه السلسلة وبالتالي انهيار ثقافة السلامة المرورية. فتنفيذ عقوبات مخالفات السير على كل مخالف بدون واسطات أو محسوبيات لإعفاء أي كان من العقوبة (مادية كانت أو سحب رخصة أو سجن) بعد تطبيق سلسلة الإجراءات السليمة السابقة، لا بد أن تعمل على تجسيد وتكريس ثقافة السلامة المرورية الواعية. فموضوع دفع المخالفات غاية في البساطة، فإذا لم تدفع في وقتها المحدد يتم إضافة غرامة، ويتم التحصيل عند تجديد رخصة المركبة أو رخصة السائق. أما في حالات مخالفة التوقف المتكررة فيمكن ربط عجلات السيارة أو سحبها إلى ساحة حجز حتى يتم دفع كافة المخالفات. إن عملية المراقبة وإعطاء المخالفة من الشرطة وتحصيلها من الدوائر المختصة (مع إتاحة المجال للمواطن للطعن بقرار المخالفة أمام المحاكم) لا بد أن يكون عليها مراقبة ومساءلة من أجل التأكد مما يلي:

1. إمكانية عدم إعطاء الشرطي المسؤول المخالفات لمستحقيها لقاء معرفة أو تأثير من أي كان.

2. إمكانية وجود قنوات خلفية للتراجع عن المخالفات المدونة من خلال شطبها بحجة الخطأ أو التراجع عنها مباشرة بإيعاز من مسؤول أعلى.
 3. إمكانية عدم تحصيل المخالفات عند تجديد رخصة السياقة أو رخصة المركبة لأي سبب كان.
- إن مثل هذه الممارسات كفيلة بأن تقوض دعائم أي نظام متكامل لثقافة السلامة المرورية، لذلك يجب أن تكون المراقبة الداخلية والمساءلة جزئيين مهمين لاستكمال نجاح هذه السلسلة لثقافة السلامة المرورية.

الفصل السابع

دراسة حوادث الطرق ومقترحات محددة للحد منها

إن تأسيس برنامج سلامة المرور (Traffic Safety Program) ضروري لتحسين السلامة والأمان على طرق فلسطين. ويعدّ التخطيط العنصر الأساسي لمثل هذا البرنامج، والعملية الرئيسية في هذا التخطيط تتكون من جمع المعلومات عن الحوادث لتكوين قاعدة بيانات، وبالطبع الجهة المسؤولة عن جمع البيانات وحفظها هو جهاز الشرطة، كما يفضل وجود برامج سلامة مرور على مستوى البلديات. إن تحليل بيانات حوادث الطرق يتيح المجال لعرض توصيات لتطبيق إجراءات وقائية مضادة (Countermeasures) لتفادي هذه الحوادث، وبهذا سيؤدي تطبيق برنامج السلامة على الطرق إلى تحسينات واضحة في السلامة المرورية.

1-7 تحديد مواقع وتكرار وخطورة حوادث الطرق

إن قواعد بيانات حوادث الطرق تحتوي على معلومات عديدة منها مواقع الحوادث، وقتها ضمن اليوم، نوعية الحوادث وخطورتها (خسائر مادية فقط، إصابات، وفيات) وغيرها. ويمكن فرزها (sorting) حسب الموقع والزمن وأمور أخرى.

يمكن ترتيب مواقع الحوادث المرتفعة بدلالة تكرار الحوادث، ولكن هذه الطريقة لا تأخذ بالحسبان حجم المرور أو عدد السكان. وبشكل عام يمكن المقارنة بين الدول من حيث نسبة الحوادث (أو الوفيات) لعدد السكان، ولكن قد تكون المقارنة غير عادلة إذا كانت المقارنة بين دولة عدد السيارات فيها نسبة لعدد السكان عالي ومعدل السفر بالمركبات سنويا عالي ودولة عدد السيارات فيها نسبة لعدد السكان منخفض ومعدل السفر بالمركبات سنويا منخفض. أما الطريقة الأفضل للمقارنة فهي أن يؤخذ حجم المرور بالحسبان كالتالي:

- عدد الحوادث لكل مليون مركبة-كيلومتر على مسارات الطرق.
- عدد الحوادث لكل مائة ألف مركبة على التقاطعات.
- عدد وفيات الحوادث لكل مليون مركبة-كيلومتر على مسارات الطرق.
- عدد وفيات الحوادث لكل مائة ألف مركبة على التقاطعات.

إن أفضل معدلات للحوادث ولوفيات الحوادث هي في دول الإتحاد الأوروبي، فمعدل وفيات الحوادث لكل مليار مركبة-كيلومتر في عام 2008 في ألمانيا 7.2 مقارنة مع 55.9 للبرازيل. ولكن هناك العديد

من الدول التي لا توجد لها معدلات لعدم وجود سجلات دقيقة لحوادث الطرق أو/و عدم وجود تقديرات جيدة لمسافات السفر السنوية (vehicle – kilometer). وبالرغم من أن هذا الأسلوب مميز ليس فقط للمقارنات بين الدول، بل يمكن استخدامه للمقارنات بين طرق مختلفة أو حتى أجزاء من الطريق الواحد أو مقارنات بين تقاطعات مختلفة، فإن استخدام هذا الأسلوب المميز لمقارنات حوادث الطرق يستوجب أن تكون هناك معلومات دقيقة لحوادث الطرق وكذلك لأحجام المرور.

طريقة خريطة الموقع لتحديد مواقع الحوادث (Spot Map Method)

تعتمد هذه الطريقة على تحديد تكرار الحوادث بمواقع معينة، وتعيين الحوادث على خريطة البلدية أو منطقة إدارية معينة (لنقل بواسطة الدبابيس)، والمواقع التي تزدحم عليها الدبابيس تصبح مقاطع طرق أو تقاطعات ذات تركيز عالٍ للحوادث، ويستطيع مهندس المرور في المدينة على سبيل المثال أن يراقب بسهولة المواقع ذات التركيز المرتفع للحوادث (الدبابيس) على خريطة المدينة، كما يمكن استخدام دبابيس ملونة لترميز خطورة الحوادث، فمثلاً الدبوس الأحمر يمثل حوادث وفيات والدبوس الأصفر يمثل حوادث إصابات والدبوس الأسود يمثل حوادث خسائر مادية فقط، ويمكن استخدام تقنيات أنظمة المعلومات الجغرافية (Geographic Information System - GIS) بديلاً عن استخدام الدبابيس.

2-7 أنواع الحوادث (Accident Types)

يشتمل الجدول 1-7 على قائمة تلخص أنواع الحوادث الشائعة. هذه الأنواع من الحوادث غالباً ما تُرسم على "رسم توضيحي للتصادم" (Collision Diagram) إذ يُرسم كل نوع من الحوادث باستخدام رمز معين يبين نوعه، ويبين الشكل 1-7 الرموز النموذجية المستخدمة للإشارة إلى أكثر أنواع الحوادث شيوعاً، وقد تُضاف رموز أخرى حسب الحاجة للإشارة إلى أنواع أخرى من الحوادث.

3-7 مقترحات هندسية لمعالجة أنواع شائعة لحوادث الطرق

إن دراسة بيانات حوادث الطرق تقضي إلى تحديد المواقع التي توجد فيها حوادث متكررة وخطرة وأوقاتها وأنواعها وأسبابها وغير ذلك، ولقد تم تلخيص التحسينات الممكنة للطريق للتخفيف من الحوادث في جدول 2-7، أما الجدول 3-7 فيبين تدابير عامة مضادة لأنماط الحوادث وأسبابها المحتملة.

جدول 7-1: أنواع الحوادث الشائعة

1	ضربة على الجانب من الاتجاه المقابل (تصادم جانبي) Sideswiped opposite direction	10	تصادم بزاوية قائمة في تقاطع عليه إشارة مرورية ضوئية Right angle collision at signalized intersection
2	تصادم مؤخرة السيارة على تقاطع بدون إشارة مرورية ضوئية (تصادم خلفي) Rear-end collisions at un-signalized intersection	11	تصادم بزاوية قائمة في تقاطع بدون إشارة ضوئية Right angle collision at un-signalized intersection
3	مركبة متحركة تصطدم بمركبة واقفة متحركة Moving vehicle collided with parked moving vehicle	12	تصادم وجها لوجه عند الانعطاف يسارا Left-turn head on collisions
4	مركبة متحركة بجسم ثابت Moving vehicle with fixed object	13	تصادم وجها لوجه عند الانعطاف يمينا Right-turn head on collisions
5	مركبة متحركة مع مركبة ثابتة Moving vehicle with stopped vehicle	14	تصادم مؤخرة السيارة عند تقاطع عليه إشارة مرورية ضوئية Rear-end collisions at signalized intersection
6	رجوع مركبة متحركة عكس حركة السير Moving vehicle backing against traffic	15	ضربة على الجانب في نفس الاتجاه Sideswiped same direction
7	تصادم مركبة متحركة مع دراجة Moving vehicle and bicycle in collisions	16	تصادم المشاة - المركبة (على الطريق) Pedestrian-vehicle collision (at roadway)
8	انزلاق المركبة Skidding of vehicle	17	تصادم المشاة-المركبة (على رصيف) Pedestrian-vehicle collision (at sidewalk)
9	تصادم وجها لوجه Head-on collisions	18	انقلاب المركبة Over-turn vehicle

تصادم خلفي	
تصادم وجهاً لوجه	
ضربة جانبية	
فقد السيطرة	
انقلاب مركبة	
تصادم وجهاً لوجه عند الالتفاف يسار	
تصادم زاوية يمنى	
مسار المركبة	
اصطدام مركبة ترجع الى الخلف	
مركبة غير مشتركة في الحادث	
مسار المشاة	
جسم ثابت	
مركبة متوقفة	
اصابة شخصية	
وفيات	

شكل 7-1: رموز أنواع بعض الحوادث الشائعة

جدول 9-2: قائمة رصد للتحسينات الممكنة للطريق للتخفيف من الحوادث

مقاطع الطريق - Sections	
<ul style="list-style-type: none"> إزالة الاصطفاف - Eliminate parking تركيب علامات الحدود (delineators) إضافة حواجز حماية للمنحدرات الجانبية guardrail for embankments وضع دعامات حماية (أجسام ثابتة) - guardrail-fixed objects إزالة الأجسام الثابتة Remove fixed objects تسوية منحدرات جوانب الطريق Flatten fill slopes إضافة الجزر (بالدهانات الأرضية أو الجزر البارزة) painted or raised median معالجة الطريق الملساء skid resistance measures إعادة سفلتة الطريق - Resurface road 	<ul style="list-style-type: none"> تحسين أو وضع علامات جوانب الطريق edge marking تركيب وتحسين الشواخص التحذيرية والتوجيهية warning and/or directional signs إقامة الحواجز الفاصلة median barrier تركيب وشاخص وأعمدة الإنارة قابلة للكسر breakaway sign posts and light poles تركيب الإنارة Installation of street lights تثبيت أكتاف الطريق Stabilize shoulder إعادة إنشاء الطرق Road Rehabilitation توسيع مسارات السير Widen traveled way
المنحنيات - Curves	
<ul style="list-style-type: none"> تركيب علامات الحدود - Install delineators إضافة حواجز حماية - guardrail إعادة سفلتة الطريق - Resurface road 	<ul style="list-style-type: none"> تركيب الشواخص التحذيرية - Install warning signs إعادة إنشاء المنحنيات - Reconstruct curves
الجسور والطرق السفلية Bridges/Underpasses	
<ul style="list-style-type: none"> تركيب علامات الحدود تركيب إنارة تركيب أجهزة لامتصاص الصدمة energy absorption devices 	<ul style="list-style-type: none"> إضافة حواجز حماية توسيع الجسور

التقاطعات Intersections	
<ul style="list-style-type: none"> • تركيب الإشارات التحذيرية والتوجيهية وتحسينها • تركيب إشارات قف على الطرق الفرعية • تركيب الإنارة • تركيب إشارات مرورية ضوئية للمشاة • تحسين الشواخص المرورية • تركيب إشارات مرورية ضوئية جديدة • تركيب إشارات مرورية ضوئية تحذيرية • تركيب خطوط رجرجة على الطريق rumble strips 	<ul style="list-style-type: none"> • تركيب وشاخص "التوقف أماما" Stop Sign Ahead • تركيب وشاخص إعطاء الأولوية في الطريق Yield Sign • تركيب وشاخص التوقف في جميع الاتجاهات all-way stop signs • تقليل حركات الانعطاف يسارا • تركيب إشارات مرورية ضوئية تحذيرية • إضافة حركات الانعطاف يسارا • تسوية الطريق الملساء

جدول 9-3: تدابير عامة مضادة لأنماط الحوادث وأسبابها المحتملة

نمط الحادث	السبب المحتمل	التدابير العامة المضادة
تصادم بزاوية قائمة عند تقاطع بدون إشارة مرورية ضوئية (Right-angle collisions at un-signalized intersections)	مسافة رؤية محدودة Restricted sight distance	إزالة المعوقات البصرية remove sight obstructions تقييد الوقوف عند الزوايا Restrict parking near corners تركيب إشارات "قف" stop signs تركيب إشارات تحذيرية warning signs تركيب/تحسين الإنارة على التقاطع تركيب إشارات مرورية ضوئية تركيب إشارات إعطاء حق الطريق yield signs استخدام جزر توجيه الحركة channelize intersection
تصادم بزاوية قائمة عند تقاطع	حجم مروري كلي ضخم عند التقاطع	تركيب الإشارات المرورية الضوئية إعادة توجيه حركة المرور Reroute traffic
سرعة عالية عند الدخول (high approach speed)	*تخفيض حدود السرعة (speed limit) تركيب خطوط اهتزازية (rumble strips)	
تصادم بزاوية قائمة عند تقاطع عليه إشارات	رؤية ضعيفة للإشارات الضوئية Poor visibility of signals	تركيب أجهزة تحذيرية متقدمة (advanced warning devices) تركيب إشارات بعدسات أكبر (larger signal lenses)

نمط الحادث	السبب المحتمل	التدابير العامة المضادة
ضوئية Right-angle collisions at signalized intersections		تركيب إشارات ضوئية معلقة - رأسية (overhead signals) تركيب لوحات خلفية للإشارات الضوئية (back plates) تحسين مواقع رؤوس الإشارات الضوئية (signal heads) إضافة المزيد من رؤوس الإشارات الضوئية تخفيض حدود السرعة عند المداخل
	توقيت غير ملائم للإشارة الضوئية Inadequate signal timing	تعديل مرحلة ضوء الأصفر (Adjust amber phase) تزويد مرحلة "حمراء للجميع" لإخلاء التقاطع (all-red clearance phases) تركيب نظام حث للإشارة (signal actuation) إعادة توقيت الإشارات برمجة الإشارات بحيث تضمن استمرار الحركة عبر مجموعة من تقاطعات المتتالية (progression or green wave)
تصادم خلفي على تقاطع دون إشارات ضوئية Rear-end collisions at un-signalized intersections	عبور مشاة	تركيب أو تحسين الخطوط والشاخص والإشارات عند مناطق عبور المشاة تغيير مكان العبور
	عدم انتباه السائق للتقاطع	تركيب أو تحسين الإشارات التحذيرية warning signs
	سطح زلق Slippery surface	إعادة سفلتة سطح الطريق Overlay pavement توفير تصريف مناسب للمياه adequate drainage تحزيز سطح الطريق Groove pavement * تقليل حدود السرعة عند المداخل توفير وشاخص تحذيرية يكتب عليها: "سطح زلق عندما يكون رطباً" - SLIPPERY WHEN WET -
	أعداد كبيرة من المركبات المنعطفة Large numbers of turning vehicles	إقامة مسارب للانعطاف left-or-right turn lanes منع الانعطافات Prohibit turns زيادة أنصاف أقطار حد الطريق curb radii
تصادم خلفي على	رؤية ضعيفة للإشارات المرورية	تركيب أجهزة تحذيرية متقدمة (advanced warning devices)

نمط الحادث	السبب المحتمل	التدابير العامة المضادة
تقاطع عليه إشارات ضوئية Rear-end collisions at signalized intersections	الضوئية Poor visibility of signals	تركيب إشارات بعدسات أكبر (larger signal lenses) تركيب إشارات معلقة - رأسية (overhead signals) تركيب حواف لعدسات الإشارات visors تركيب لوحات خلفية للإشارات (back plates) تغيير مكان الإشارة إضافة المزيد من رؤوس الإشارات (signal heads) إزالة المعوقات البصرية * تخفيض حدود السرعة عند المداخل
	توقيت غير ملائم للإشارة المروية الضوئية Inadequate signal timing	تعديل مرحلة ضوء الأصفر (Adjust amber phase) برمجة الإشارات بحيث تضمن استمرار الحركة عبر مجموعة من تقاطعات المتتالية (progression)
عبور مشاة		تركيب أو تحسين الخطوط والإشارات عند مناطق عبور المشاة برمجة الإشارة الضوئية لتسمح بمرور المشاة WALK phase
سطح زلق	Slippery surface	إعادة سفلتة سطح الطريق Overlay pavement توفير تصريف مناسب للمياه adequate drainage تحزيز سطح الطريق Groove pavement * تقليل حدود السرعة عند المداخل توفير إشارات تحذيرية يكتب عليها: "سطح زلق عندما يكون رطباً" - SLIPPERY WHEN WET
	إشارة ضوئية غير ضرورية Unwarranted signals	إزالة الإشارة الضوئية
حوادث مشاة على تقاطعات Pedestrian accidents at intersections	أعداد كبيرة من المركبات المنعطفة Large numbers of turning vehicles	إقامة مسارب للانعطاف left-or-right turn lanes منع الانعطافات Prohibit turns زيادة أنصاف أقطار حد الطريق curb radii
	مسافة رؤية محدودة Restricted sight distance	إزالة المعوقات البصرية sight obstructions إنشاء معابر المشاة Install pedestrian crossings

نمط الحادث	السبب المحتمل	التدابير العامة المضادة
		<p>تركيب أو تحسين وشاخص معبر المشاة pedestrian crossing signs</p> <p>إعادة توجيه مسارات المشاة Reroute pedestrian paths</p>
	<p>حماية غير كافية للمشاة</p> <p>Inadequate protection for pedestrians</p>	<p>إضافة جزر ملاذ للمشاة pedestrian refuge islands</p>
	<p>توقيت الإشارة الضوئية غير ملائم</p> <p>Inadequate signal timing</p>	<p>برمجة الإشارة الضوئية لتسمح بمرور المشاة WALK phase</p>
	<p>منطقة عبور طلبة مدارس</p> <p>School crossing area</p>	<p>استخدام مرشدي عبور الطريق school crossing guards</p>
<p>حوادث مشاة بين التقاطعات</p> <p>Pedestrian accidents between intersections</p>	<p>ليس لدى السائق تحذير مناسب</p> <p>حول تكرار قطع الطريق ما بين التقاطعات</p> <p>Driver has inadequate warning of frequent mid-block crossings</p>	<p>منع وقوف المركبات</p> <p>تركيب وشاخص تحذيرية warning signs</p> <p>*تخفيض حد السرعة Lower speed limit</p> <p>تركيب سياج حماية المشاة pedestrian barriers or fence</p>
	<p>مشاة تسير على الطريق</p> <p>Pedestrians walking on roadway</p>	<p>إنشاء رصيف مشاة sidewalks</p>
	<p>مسافة طويلة لأقرب معبر مشاة</p> <p>Long distance to nearest crosswalk</p>	<p>إنشاء معبر مشاة pedestrian crosswalk</p> <p>إنشاء إشارة ضوئية تشغل من قبل المشاة pedestrian actuated signals</p>
<p>حوادث مشاة على معابر مداخل طرق</p> <p>Pedestrian accidents at driveway crossings</p>	<p>أعداد كبيرة من المركبات منعطفة يسارا</p> <p>Large volume of left turns</p>	<p>عمل إشارة خاصة بالانعطاف يسارا Provide left-turn signal phases</p> <p>منع الانعطاف يسارا Prohibit left turns</p> <p>إعادة توجيه المركبات المتجهة يسارا Reroute left-turn traffic</p> <p>استخدام جزر توجيه الحركة Channelize intersection</p> <p>تركيب وشاخص قف STOP signs</p> <p>عمل نظام طرق السير باتجاه واحد one-way streets</p>
	<p>مسافة رؤية محدودة</p> <p>Restricted sight distance</p>	<p>إزالة المعوقات البصرية sight obstructions</p> <p>تركيب وشاخص تحذيرية warning signs</p> <p>*تخفيض حد السرعة Lower speed limit</p>

نمط الحادث	السبب المحتمل	التدابير العامة المضادة
تصادم عند الانعطاف يمينا على التقاطعات Right-turn collisions at intersections	نصف قطر دوران صغير Short turn radius	زيادة نصف قطر الدوران
تصادم مع جسم ثابت Fixed-object collisions	الجسم الثابت بالقرب من مسار الطريق	إزالة المعوقات بالقرب من الطريق إنشاء حواجز حجرية عند حواف الطريق barrier curbing تركيب معالم للدلالة على اللافتات أعمدة الإنارة ... الخ استخدام وشاخص وأعمدة إنارة قابلة للكسر use breakaway light poles and sign posts حماية الجسم الثابت بالحواجز (guardrail)
تصادم جسم ثابت أو خروج المركبة عن الطريق Fixed-object collisions and/or vehicles running off roadway	سطح زلق Slippery surface	إعادة سفلتة سطح الطريق Overlay pavement توفير تصريف مناسب للمياه adequate drainage تعزيز سطح الطريق Groove pavement * تقليل حدود السرعة عند المداخل توفير وشاخص تحذيرية يكتب عليها: "سطح زلق عندما يكون رطبا" - SLIPPERY WHEN WET -
	تصميم الطريق غير كاف لظروف حركة المرور Roadway design inadequate for traffic conditions	توسيع المسارب نقل الجزر من مكانها إغلاق مسرب حد الطريق curb lane
	ترسيم أو تخطيط ضعيف Poor delineation	تحسين أو تركيب علامات الدهان الأرضية pavement markings تركيب علامات تحديد الطريق roadside delineators توفير وشاخص تحذيرية - advance warning signs -
اصطدام جانبي بين المركبات المسافرة في الاتجاهات المعاكسة أو اصطدام وجه لوجه Sideswipe	تصميم الطريق غير مناسب لظروف حركة السير	تركيب أو تحسين علامات الدهان الأرضية pavement markings استخدام جزر توجيه الحركة عند التقاطعات Channelize intersection إنشاء طرق ذات اتجاه واحد one-way streets

نمط الحادث	السبب المحتمل	التدابير العامة المضادة
collisions between vehicles traveling in opposite directions or head-on collisions		إزالة العوائق مثل المركبات المتوقفة توسيع المسارب widen lanes
اصطدام بين المركبات المسافرة في نفس الاتجاه: مثل الضرب من الجنب، الانعطاف أو تغيير المسرب Collisions between vehicles traveling in same direction (sideswipe, turning or lane changing)	تصميم الطريق غير مناسب لظروف حركة السير	توسيع المسارب استخدام جزر توجيه الحركة عند التقاطعات تهيئة خلجان للانعطاف turning bays تركيب/تقديم شواخص دالة على الطريق أو مسارات السير advance route or street signs تركيب/تحسين خطوط مسارب السير lane lines إزالة مواقف المركبات *تخفيض حد السرعة
الاصطدام عند الطرق الخاصة (المداخل) Collisions at driveways	المركبات المنعطفة يسارا مكان غير مناسب للطريق الخاص Improperly located driveway	إقامة فاصل جزيرة وسطية median divider تنظيم الحد الأدنى للمسافات بين مداخل الطرق الخاصة Regulate minimum spacing of driveways تنظيم الحد الأدنى لوضوح الرؤية عند زاوية الطريق minimum corner clearance نقل الطريق الخاص لشارع جانبي تركيب حجر حد الطريق لتحديد مكان الطريق الخاص اختصار/تقليل المداخل المجاورة
المركبات المنعطفة يمينا		إقامة مسارب للانعطاف يمينا تقييد الوقوف قرب مدخل الطريق الخاص توسيع مسارب السير العابرة through lanes زيادة أنصاف الأقطار الدوران عند حجر حدد الطريق
حجم سير كبير لحركة المركبات العابرة Large volume of through traffic		نقل الطريق الخاص إلى شارع جانبي بناء طريق خدمة محلية local service road إعادة توجيه حركة السير العابرة Reroute traffic
الحجم الكبير لحركة السير على		وضع إشارة ضوئية على الطريق الخاص

نمط الحادث	السبب المحتمل	التدابير العامة المضادة
	الطريق الخاص Large volume of driveway traffic	إقامة مسارب تسارع وتباطؤ acceleration & deceleration lanes استخدام جزر توجيه حركة سير الطريق الخاص Channelize driveway
	مسافة الرؤية المحدودة Restricted sight distance	إزالة معيقات الرؤية تقييد الوقوف قرب الطريق الخاص تركيب أو تحسين إنارة الطريق تخفيض حد السرعة*
الحوادث الليلية Night accidents	الرؤية الضعيفة Poor visibility	تركيب/تحسين إنارة الطريق تركيب/تحسين دهان تخطيط حدود الطريق والمسارات تركيب/تحسين شواخص تحذيرية
حوادث الطرق الرطبة Wet pavement accidents	سطح طريق زلق Slippery pavement	إعادة سفلتة الطريق بمادة مقاومة للانزلاق Overlay with skid resistant surface إقامة تصريف مناسب للمياه تحزيز سطح الطرق القائمة Groove existing pavement تخفيض حد السرعة* تركيب شواخص يكتب عليها: "سطح زلق عندما يكون رطبا" - - SLIPPERY WHEN WET

* ينبغي إجراء دراسة تحديد السرعة في الموقع لتبرير تخفيض حد السرعة

المراجع العربية

أمانة منطقة الرياض، "الدليل الإرشادي لتحسين السلامة المرورية عند المدارس بمدينة الرياض"، المملكة العربية السعودية، 2008

جامعة الدول العربية. محاور الطريق العربي - التقرير النهائي. 2010

الغامدي، علي بن سعيد، مفاهيم أساسية في علم المرور، 1421هـ

وزارة الشؤون البلدية والقروية، "دليل تصميم الأرصفة والجزر بالطرق والشوارع"، المملكة العربية السعودية، 1426 هـ

وزارة الشؤون البلدية والقروية، دليل التصميم الهندسي للطرق، المملكة العربية السعودية

وزارة الشؤون البلدية والقروية، المواصفات الفنية والشروط العامة لإنارة الشوارع والطرق والميادين، المملكة العربية السعودية، 1415 هـ

وزارة الشؤون البلدية والقروية، دليل وسائل التحكم المروري في مناطق العمل، المملكة العربية السعودية

وزارة الشؤون البلدية والقروية، المواصفات العامة لإنشاء الطرق في المناطق الحضرية. المملكة العربية السعودية، 2005م

وزارة الشؤون البلدية والقروية، دليل معايير التخطيط لمواقف السيارات، المملكة العربية السعودية، 1426هـ

دليل تصميم عناصر فرش الطريق، وزارة الشؤون البلدية والقروية، السعودية، عام 1426 هـ

وزارة المواصلات، التحكم المروري في مناطق العمل، المملكة العربية السعودية، 1995

وزارة المواصلات، المواصفات العامة لإنشاء الطرق والجسور، المملكة العربية السعودية، 1998

المراجع الأجنبية (References)

Alberta Transportation, Canada. Highway Lighting Guide, 2003.

American Association of State Highway and Transportation Officials, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets – AASHTO Green Book, Washington, D.C., 2011.

American Association of State Highway and Transportation Officials, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets – AASHTO Green Book, Washington, D.C., 2004.

American Association of State Highway and Transportation Officials. Planning, Design, and Operation of Pedestrian Facilities. Washington, D.C., 2004.

Asian Development Bank. Road Safety Guidelines for the Asian and Pacific Region.

Awadallah, F., “Intersection Sight Distance Analysis and Guidelines.” *Transport Policy* (Elsevier), Volume 16, Issue 4. August 2009, pp. 143-150 (DOI: 10.1016/j.tranpol.2009.04.001).

California Department of Transportation, Highway Design Manual, 2008.

California Department of Transportation. Pedestrian and Bicycle Facilities in California.

City of Fresno Parking Manual (1987). <http://www.fresno.gov/NR/rdonlyres/4E8DAB11-5117-4358-8945-C891EA1E3F7E/0/PARKINGMANUAL.pdf>

Delhi Development Authority. Draft Guidelines and Design Specifications For Crash Barriers, Pedestrian Railings and Dividers New Delhi, India, 2008.

Federal Highway Administration, Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways (MUTCD), U.S. Department of Transportation, 2008.

Federal Highway Administration, Roundabouts: An Informational Guide, FHWA-RD-00-67, U.S. Department of Transportation, Washington, D.C., 2000.

Fitzpatrick, K., Parham, A., and Wooldridge, M. Issues to Consider in Developing an Intersection Design Guide. FHWA/TX-03/4365-1, Texas Transportation Institute, 2002.

Florida Department of Transportation. Florida Pedestrian Planning and Design Handbook, 1999.

Fricker and Whiteford. Fundamentals of Transportation Engineering – A Multi-modal Systems Approach

Highway Design Manual, Chapter 12 - Highway Lighting, 1995

Highway Special Investigation Report: Truck Parking Areas. (2000) National Transportation Safety Board, Washington, D.C. <http://www.nts.gov/doclib/safetystudies/SIR0001.pdf>

Institution of Lighting Engineering. A Manual of Road Lighting in Developing Countries. TRRL, England.

International Dark-Sky Association. Outdoor Lighting Code Handbook. 2002

Iowa Traffic Safety Manual, [http:// www.iowadot.gov/traffic/manuals/tsmanual.aspx](http://www.iowadot.gov/traffic/manuals/tsmanual.aspx), 2004.

Massachusetts Department of Transportation, Highway Design Manual, 1997.

Ministry of Public Works and Housing, Manual on Uniform Traffic Control Devices, Amman, Jordan, 2005.

Minnesota Department of Transportation. A Guide to Establishing Speed Limits in Highway Work Zone. January 2002.

Minnesota Department of Transportation. Roadway Lighting Design Manual, May 2006.

Oregon Department of Transportation, Traffic Lighting Design Manual, 2009.

The Palestinian Economic Council for Development and Reconstruction. Traffic Systems Management: Concepts and Applications on Palestinian Cities. Abu-Eisheh, S. and Al-Sahili, K., 2001.

Policy and Standards for Pedestrian Crossings. City of Columbia, Missouri, 2000

Roadway Lighting Design Guide, AASHTO.

Road Traffic Signs and Regulations in the Netherlands, 1995

Smith, D. and Appleyard, D. State of the Art Report: Residential Traffic Management, 1980.

South African National Roads Agency. The Geometric Design Manual. <http://www.road-safety.co.za>. Accessed on 15/10/2009.

A Technical Reference and Technology Transfer Synthesis for Caltrans Planners and Engineers, July, 2005

The Traffic Signs Regulations and General Directions, United Kingdom, 2002.

Transportation Research Board, Highway Capacity Manual, Special Report No. 209, Washington, D.C., 1994.

Traffic Safety Manual, Cole County, Missouri, [http:// www.colecounty.org](http://www.colecounty.org), 1998.

Trip Generation Manual, Institute of Transportation Engineers, 8th Edition, 2008

Vermont Agency of Transportation. Pedestrian and Bicycle Facilities Planning and Design Manual.

Wisconsin Department of Transport. WSDOT Design Manual, December 2009

Zegeer, C., Seiderman, C., Lagerwey, P., Cynecki, M., Ronkin, M. and Schneider, B. Pedestrian Facilities Users Guide - Providing Safety and Mobility, Federal Highway Administration, 2000.

Zegeer, C. Design and Safety of Pedestrian Facilities – Recommended Practice of the Institute Transportation Engineers, 1998.

ملحق "أ"

نماذج لبعض الإشارات المرورية المستخدمة

(الرمز هو حسب ترميز وزارة النقل والمواصلات الفلسطينية)



ب - 37



ب - 36



ب - 20



ب - 20



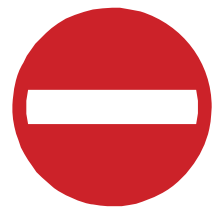
ب - 3



ب - 3



ب - 6



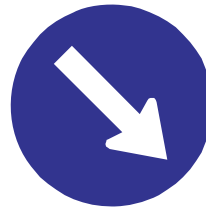
ب - 2



ب - 43



ب - 46



ب - 51



ب - 8



ب - 9



ب - 29

1. شواخص تنظيمية



ب - 43



أ - 3



أ - 8



أ - 7



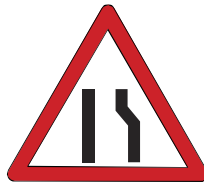
ب - 41



و - 9



أ - 22



أ - 9



أ - 38



أ - 34



أ - 46



أ - 35



أ - 49



ب - 18



ب - 20

2- شواخص تحذيرية

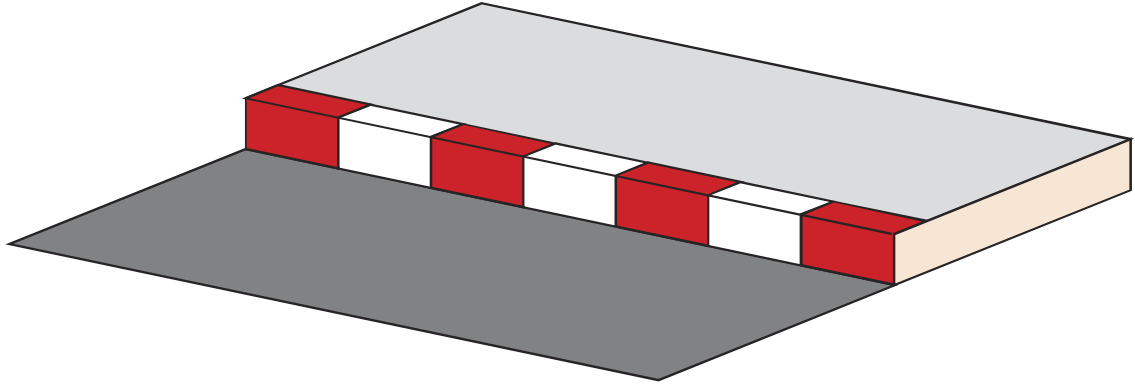


نهاية أعمال الطريق

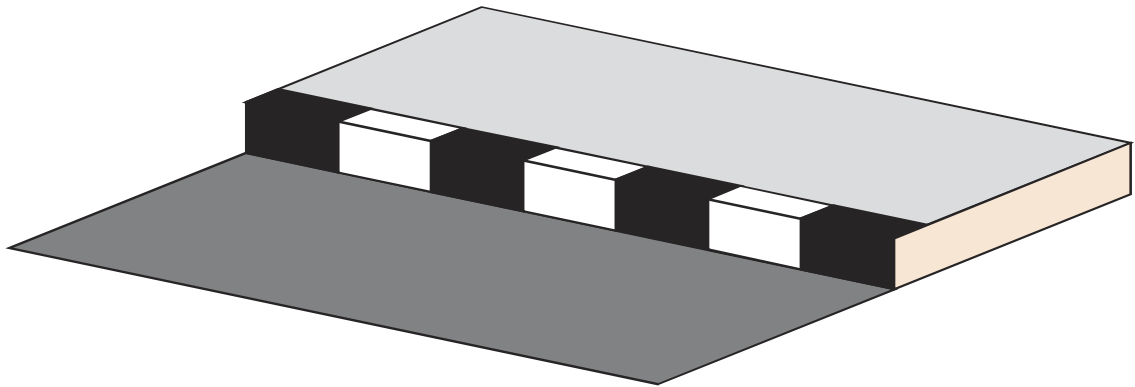


بداية أعمال الطريق

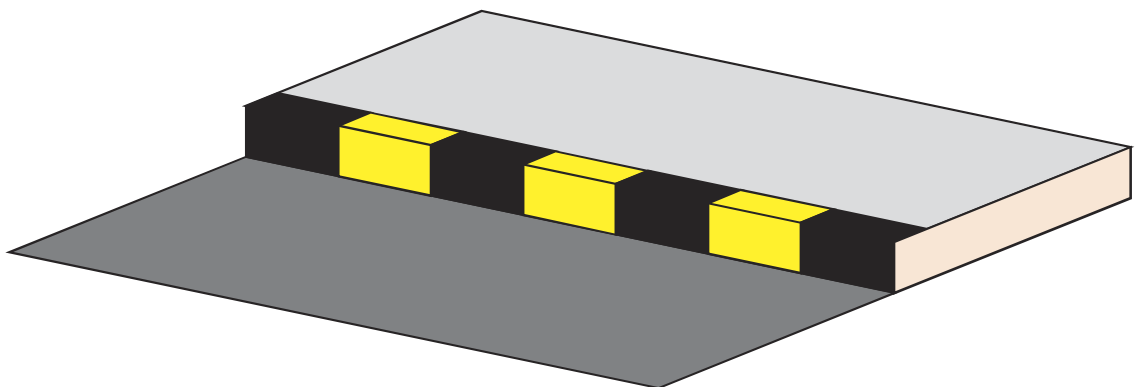
3- شواخص فتح وإغلاق مداخل التحويلات في منطقة العمل



أ - ممنوع الوقوف (أبيض وأحمر)



ب - لتوضيح حد الطريق (أبيض وأسود)



ج - الوقوف للمواصلات العامة فقط (أصفر وأسود)

4. أمثلة لعلامات حجر حد الطريق

ملحق "ب"

نماذج لبعض وسائل تهدئة السير



مطبات مسطحة (Speed table)



استخدام رصفة الشارع من طوب أو حجارة بناء (Brick paved road or texture roads)



مطبات أقل صعوبة (Speed humps)



معابر مشاة مرتفعة (Raised crosswalk)



منحنيات أفقية متعكسة (Chicanes)



تضييق المسارب بين التقاطعات بواسطة امتداد للرصيف من الاتجاهين (Chokers)



تضييق المسارب بواسطة عمل أو تعريض الجزيرة الوسطية (Center Island Narrowing)

تفاصيل تصميم المطب الأقل صعوبة (Detail design specifications of speed hump)

