**جامعة تشرين**

**كلية الهندسة المدنية**

**قسم هندسة المواصلات والنقل**

# الأسس التصميمية للشوارع والتقاطعات

**د.م.أكرم رستم**

## الطرق الحضرية urban roads:

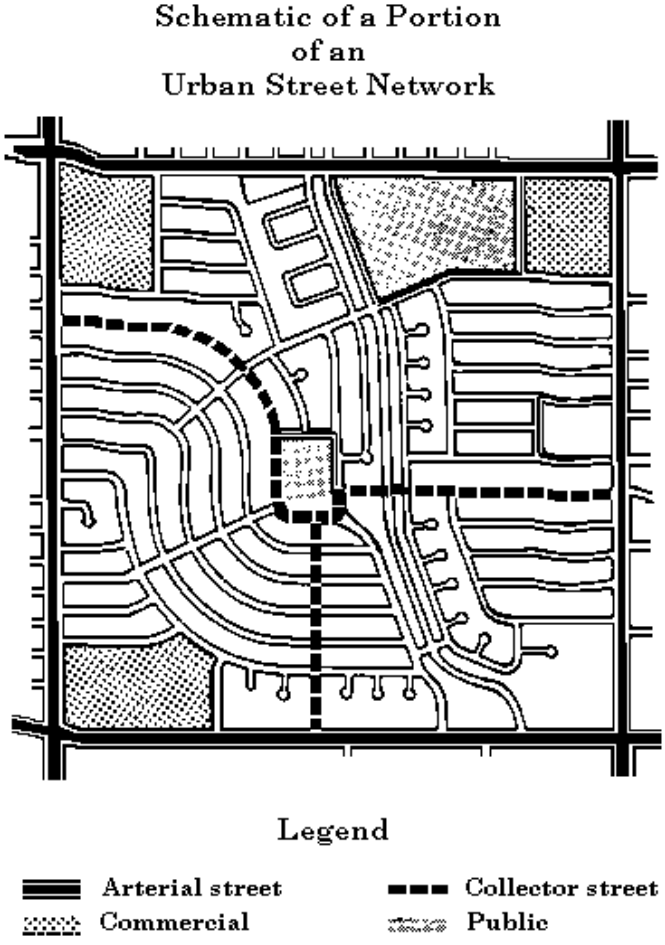
تتألف الطرق الحضرية من حارات عدة، والحركة عليها باتجاهين. وتغطي المدن والضواحي وتُستخدم من قبل السيارات الخاصة، والمرور العام، والدراجات والمشاة، وتُستخدم أيضاً لتمرير خطوط الخدمات، وعلى طرفيها **أرصفة لحركة المشاة** side walk، ويمكن تصنيفها إلى ثلاثة أنواع:

1- **الطرق الشريانية الحضرية** streets urban arterial: ويكون حجم المرور عليها أكبر، وتُستخدم في المدن الكبيرة، وهي تشبه الطرق السريعة، من حيث احتواؤها على حارتي مرور أو أكثر، ويكون الدخول إليها والخروج منها من الأراضي المجاورة عبر محولات، وتوجد على جوانبها مواقف للطوارئ.

2- **الطرق التجميعية الحضرية** urban collector streets: وهي تنقل الحركة من الشوارع المحلية إلى الشوارع الشريانية، وتتألف من حارتين أو أكثر، وتكون مفصولة بجزيرة وسطية أحياناً.

3- **الشوارع المحلية الحضرية** :urban local streets وتوجد في المواقع السكنية والتجارية والصناعية، وعند مداخل الأراضي المجاورة لها، وتتألف من حارات عدة، وتضم مواقف للسيارات على الجوانب.

ويوضح الشكل التالي بشكل تخطيطي تصنيف الطرق وظيفياً ضمن شبكة الشوارع الحضرية .



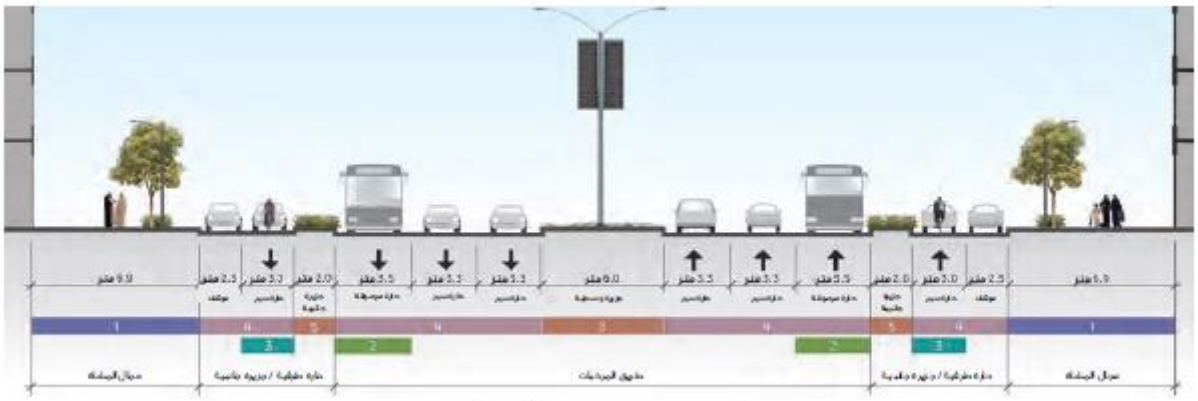

يجب أن تراعى النقاط الأساسية التالية خلال عملية التصميم لشوارع وتقاطعات المدن:

**التصميم الفعال:** يضمن التصميم الجيد حلولاً مستمرة ومستدامة لنا وللأجيال القادمة في استخدام المنشآت بشكل فعال، حيث يزيد من قيمتها الاقتصادية والاجتماعية والبيئية.

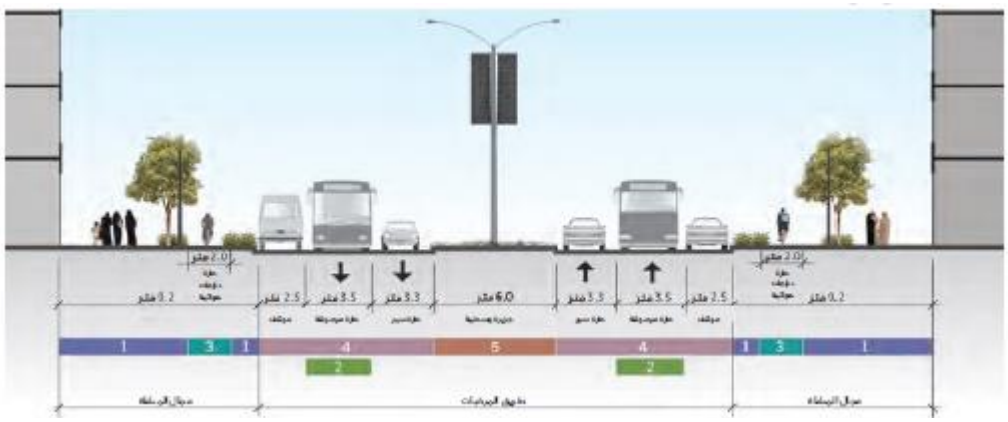
**العمل المشترك:** يتطلب التصميم الجيد العديد من المهارات ضمن مجال العمارة وتخطيط المدن وتخطيط الطرق والمنشآت المدنية والخدمات، إضافة إلى استشاريين في التراث

**إشراك المجتمع** (تخطيط من قبل الإنسان وللإنسان) يجب أن يكون من الأهداف الأساسية للتصميم تلبية احتياجات الناس، كل الناس مع اعتبار الأشخاص من مختلف الأعمار وذوي الاحتياجات الخاصة.

وتبين الأشكال التالية نماذج لمقاطع عرضية للشوارع حسب تصنيفها الوظيفي:



مقطع عرضي نموذجي لشارع شرياني



مقطع عرضي نموذجي لشارع مديني



مقطع عرضي نموذجي لشارع مديني

## تقاطعات الطرق:

تعتبر التقاطعات الطرقية مواقع حساسة في شبكة الطرق وذلك من وجهة نظر السلامة المرورية (وكذلك من حيث سعتها). يمكن التحكم بعمل التقاطعات المرورية عن طريق استخدام عدد من وسائل التحكم. قد يكون التقاطع حر (غير متحكم به)، قد يكون دوار، أو يكون منظماً بإشارات ضوئية، أو حتى مفصول على مستويين أو أكثر (باستخدام جسور أو أنفاق)، وتلعب السلامة المرورية الدور الأكبر في اختيار طريقة التحكم. حيث تشكل التقاطعات العناصر الأكثر حساسية – من حيث سلامة المرور – في شبكة الطرق، وذلك لأن مختلف مستعملي الطرق (عربات، مشاة، دراجات) تستعمل نفس الحيز المكاني، ويتم تفادي التصادمات عن طريق الفصل الزماني أو المكاني لمختلف الحركات.

يمكن حصر العوامل التي تؤثر في السلامة المرورية في التقاطعات بما يلي :

- عدد أذرع التقاطع.
- زاوية التقاطع.
- مسافات الرؤية.
- تخطيط التقاطع.
- الحارات.
- أقنية التوجيه.
- الاحتكاك.
- أنصاف أقطار الدوران.

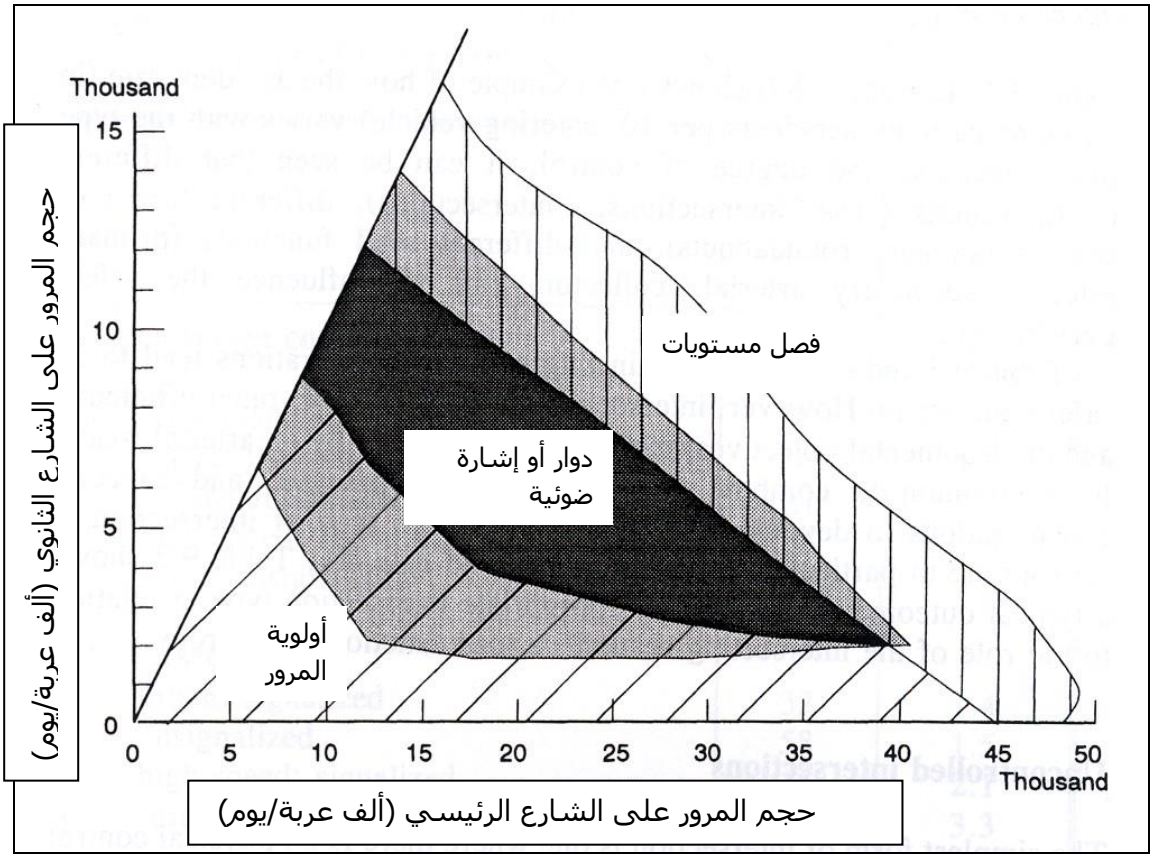
- الإضاءة.
- عرض الحارات والأكتاف.
- المسارات.
- الإشارات، الشاخصات.
- السرع.

تُأخذ هذه العوامل بعين الاعتبار عند وضع المعايير التصميمية للتقاطعات.

يجب أن يسمح التقاطع لمختلف مستعمليه من السير عبره بزمن تأخير أصغري وبأقصى مستوى سلامة ممكن، لذلك يجب أن يكون التقاطع، وسائل التحكم المروري، وكذلك بقية العوامل المؤثرة على السلامة واضحة ما أمكن.

يحدد نوع التحكم المستخدم في التقاطع عن طريق عوامل مختلفة، لكن بشكل عام تلعب حجوم المرور، ونسبة الحجوم للطرق المُكونة للتقاطع دوراً هاماً في تحديد نوعه، فكلما زادت هذه النسبة، كلما زادت نسبة التحكم المطلوب.

يوضح الشكل نوع التقاطع وطريقة التحكم الملائمة تبعاً لحجوم المرور على الشارع الرئيسي والثانوي




## أنواع التقاطعات

بناءً على ما سبق يمكن تصنيف التقاطعات إلى :

- تقاطعات حرة، معتمدة على قاعدة متعارف عليها لأولوية المرور.
- تقاطعات مصممة على إعطاء أولوية من خلال شاخصات قف، أو أفضلية المرور للغير.
- الدوارات.
- تقاطعات منظمة بإشارات ضوئية، دون تخصيص أطوار للحركات المنعطفة (التي تستخدم الفجوات بين السيارات في الاتجاه المعاكس).
- تقاطعات منتظمة بإشارات ضوئية وذلك لكل الحركات.
- التقاطعات المفصولة على مستويات عدة.

التقاطعات الحرة

وهي الشكل الأبسط للتقاطعات، ولا تحوي أي تحكم، لا فيزيائي ولا وسيلة تحكم، للدلالة على أن أحد مستعملي الطرق له أفضلية على الآخر، يتم توزيع الأفضلية بين مستعملي الطريق على مختلف أذرع التقاطع عن طريق قواعد متعارف عليها.

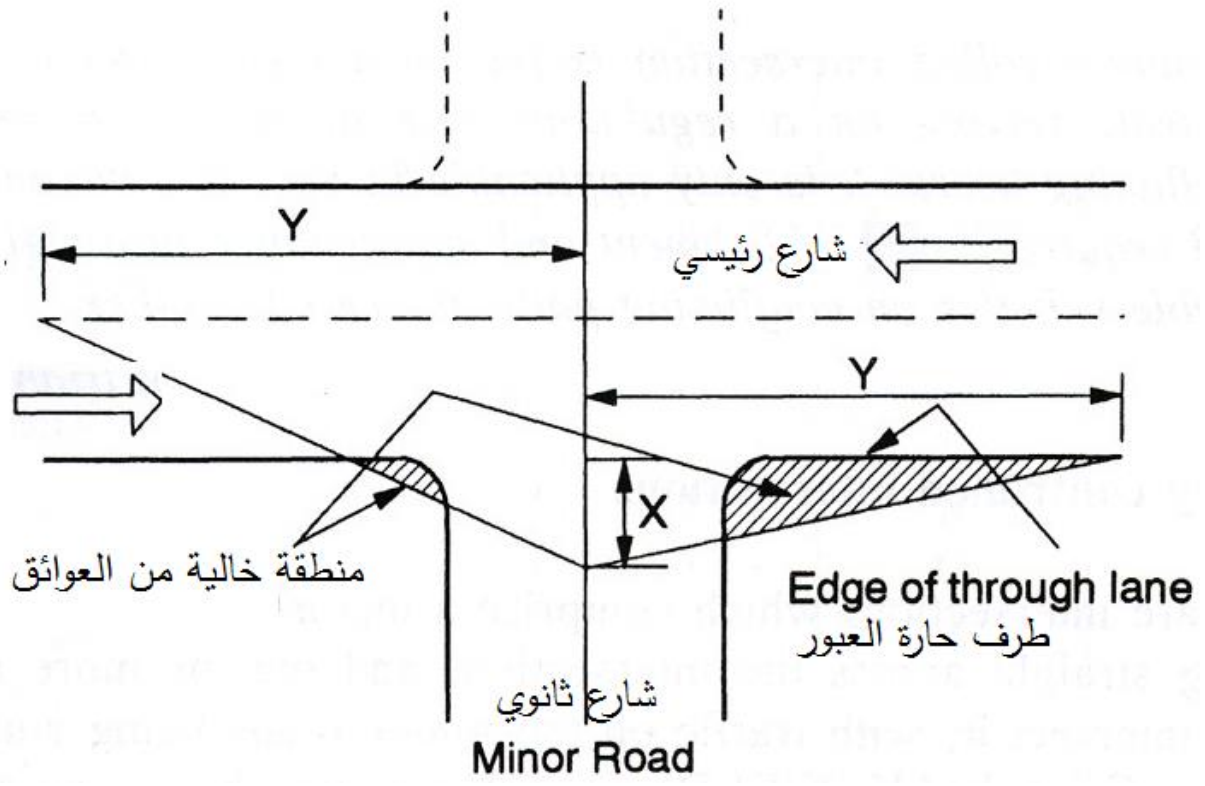
يُستخدم هذا النوع من التقاطعات للطرق ذات حجوم المرور المنخفضة في المناطق الريفية أو المدنية.

يعتمد هذا النوع من التقاطعات على وجود مسافات رؤية كافية في منطقة التقاطع، وذلك كي يتمكن مختلف مستعملي الطريق من رؤية بعضهم الأخر.

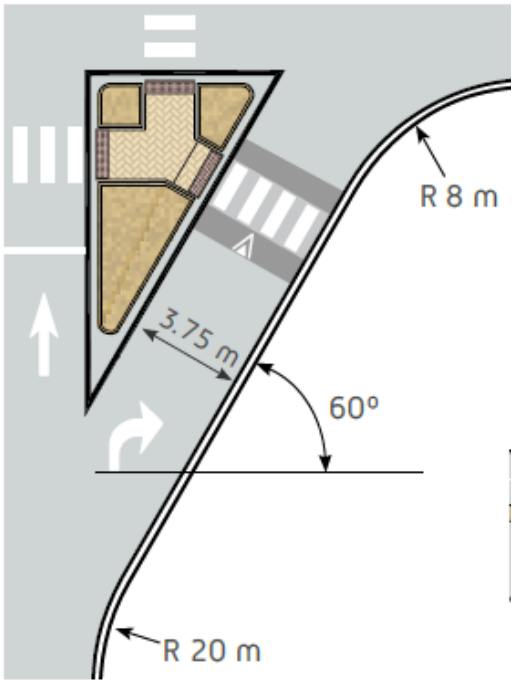
التقاطعات المنظمة بالشاخصات (أولويات مرور)

وهي تكون عادة مؤلفة من طريق رئيسي يحوي قدر أكبر من حجوم المرور، وطريق ثانوي بحجوم مرور أقل. في هذه الحالة يتم إعطاء أفضلية للعربات على الطريق الرئيسي باستعمال شاخصات توقف أو أفضلية المرور للاتجاه الآخر، وذلك على الطريق الثانوي. وذلك دون وجود عائق على الطريق الرئيسي فقط إشارة تدل على وجود تقاطع بعد مسافة معينة.

تحدد مسافة الرؤية المتاحة استخدام شاخصة توقف أو أفضلية المرور للاتجاه الآخر، وذلك حسب كفاية مسافة الرؤية لكشف الطريق مبكراً، عندئذ تستخدم شاخصة أفضلية المرور، أما إذا كان كشف الطريق يتم بشكل متأخر نتيجة عدم كفاية مسافة الرؤية عندئذ تستخدم شاخصة توقف لإعطاء السائق الزمن اللازم لكشف الطريق.




يمكن تحسين السلامة على التقاطعات عن طريق استخدام أقنية وجزر التوجيه (الشكل).




Right-turn Slip Lane Dimensions

## الدوّارات

الدوارات هي إحدى وسائل التحكم المروري، وتتيح الدوران باتجاه واحد حول جزيرة وسطية.

الأفضلية ضمن التقاطع محكومة بشاخصة أعط الأفضلية للغير، (وبأحيان قليلة، إذا كان حجم الدوّار كبير تستخدم الإشارات الضوئية)، الأولوية تكون للسيارات ضمن التقاطع.

كما تلعب الدوارات دوراً في تهدئة المرور عند مداخل المدن والمناطق الكثيفة سكانياً. من الناحية التشغيلية، الدوارات قد تكون مناسبة في الحالات التالية :

- في التقاطعات المنظمة بالشاخصات، والتي تؤدي إلى أزمنة تأخير غير مقبولة على الطريق الثانوي، أو على كل الأذرع في حال التقاطعات المنتظمة بإشارات ضوئية.
- للتقاطعات المكونة أكثر من أربعة أذرع. حيث لا تتمكن التقاطعات المزودة بالشاخصات من حل الموضوع، والمجهزة بإشارة ضوئية تصبح أقل فاعلية بسبب العدد الكبير من الأطوار اللازمة لتمرير العربات على كل الأذرع.
- للتقاطعات بين الطرق التخديمية، أو طريق تخديمي مع طريق محلي، حيث وقوع الحوادث عالي نسبياً.
- في الشوارع المحلية، كإجراء لتهدئة السرع والتحكم بها.
- في التقاطعات الريفية، حيث توجد حوادث للعربات على الأذرع، أو العربات المنعطفة.
- عندما ينعطف تيار المرور الرئيسي نحو اليمين.
- للتقاطعات بشكل **T** أو **Y** ، لأنها تحوي نسب عالية من حركات الانعطاف.

بالمقابل لا ينصح باستخدام الدوارات في الحالات التالية :

- عندما لا يمكن توفير متطلبات التصميم الهندسي بسبب طبوغرافية المنطقة أو الفراغ المتوافر.
- عندما يكون هناك سيطرة (حجوم مرور عالية جداً ) لأحد الأذرع، بالنسبة للأذرع الباقية، هذا يؤدي إلى استخدام الدوّار بشكل أساسي من قبل هذا الذراع على حساب بقية الأذرع.
- عندما يكون هناك حركة مشاة كثيفة، مرافقة لسرع سيارات عالية، أو حجوم مرور كبيرة، مما يجعل حركة المشاة عبر التقاطع صعبة ( إلا في حال توافر آلية تسهل عبور المشاة).
- في تقاطع معزول من شبكة تقاطعات منظّمة بإشارات ضوئية، يُفضل في هذه الحالة استخدام الإشارات الضوئية كوسيلة تحكم، وربط التقاطع ببقية التقاطعات.
- عندما يستخدم نظام عكسي لاستخدام الحارات في أوقات الذروة.

- عندما يُعاق المرور الخارج من التقاطع بوسيلة تحكم مروري، مما يؤدي إلى تشكل ازدحام يعطّل التقاطع.

للدورارات تاريخ جيد من وجهة نظر السلامة المرورية، لأنها تمارس تحكم مكاني على سرع العربات الداخلة للتقاطع، مما يؤدي لنقاط تصادم أقل بين تيارات المرور المتعارضة، و سرع منخفضة عند نقاط التصادم هذه، وبساطة ووضوح اتخاذ القرار المطلوب من قبل السائق.

يمكن تحسين أداء الدوار أكثر، باستخدام الجزء الفاصلة على الأذرع، والتي تعطي السائق إنذاراً، وتصوراً عن مواقع تيارات المرور المتصادمة وتقدم ملجأ للمشاة سامحة لهم باجتياز الطريق على مراحل. على كل حال مشاكل السلامة قد تقع في حال :

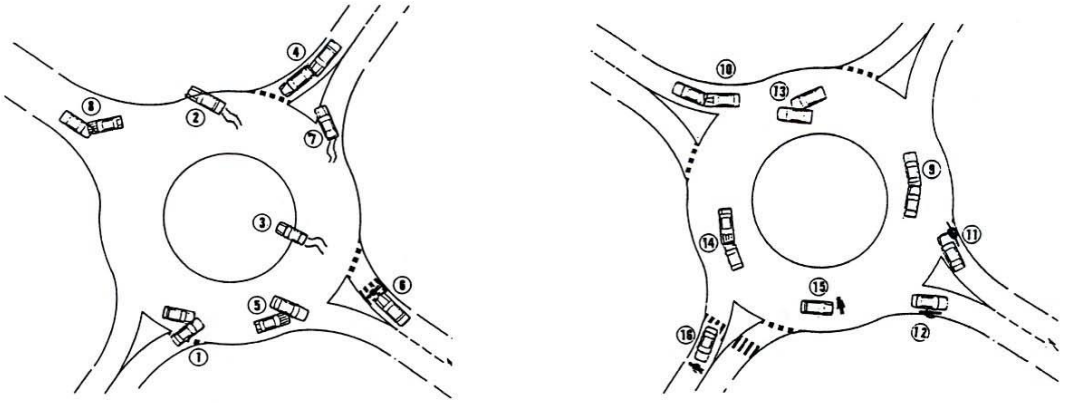
- إذا كانت زاوية الاندماج حادة جداً.
- إذا كان للدوار شكل غير مألوف.
- إذا كانت الشاخصات غير ملائمة أو محيرة.
- في حال وجود ميول طولية.
- وجود عربات بطيئة (كالدراجات).
- نصف قطر الذراع غير كافية لإجبار العربات على تخفيف السرعة.

أهم مشاكل السلامة المرورية للدوارات هي الدراجات والمشاة، إلى درجة نسبة أن الدراجات والمشاة في تيار المرور تلعب دور أساسي في اختيار الدورارات كوسيلة تحكم مروري للتقاطعات. للحرص على الدراجات يجب تجنب تضييق الأذرع عند الدوارات. اختيار أنصاف أقطار مناسبة للتحكم بالسرع (لا يجب أن تتجاوز السرع في الدوارات **50** كيلو متر في الساعة)، تجنب إنشاء دوارات كبيرة لعدم تشجيع السيارات على الدوران بسرع كبيرة، تجنب المبالغة في تعريض المسارات في الدوار، تأمين انسيابية الحارات، وتوفير الإضاءة الملائمة.

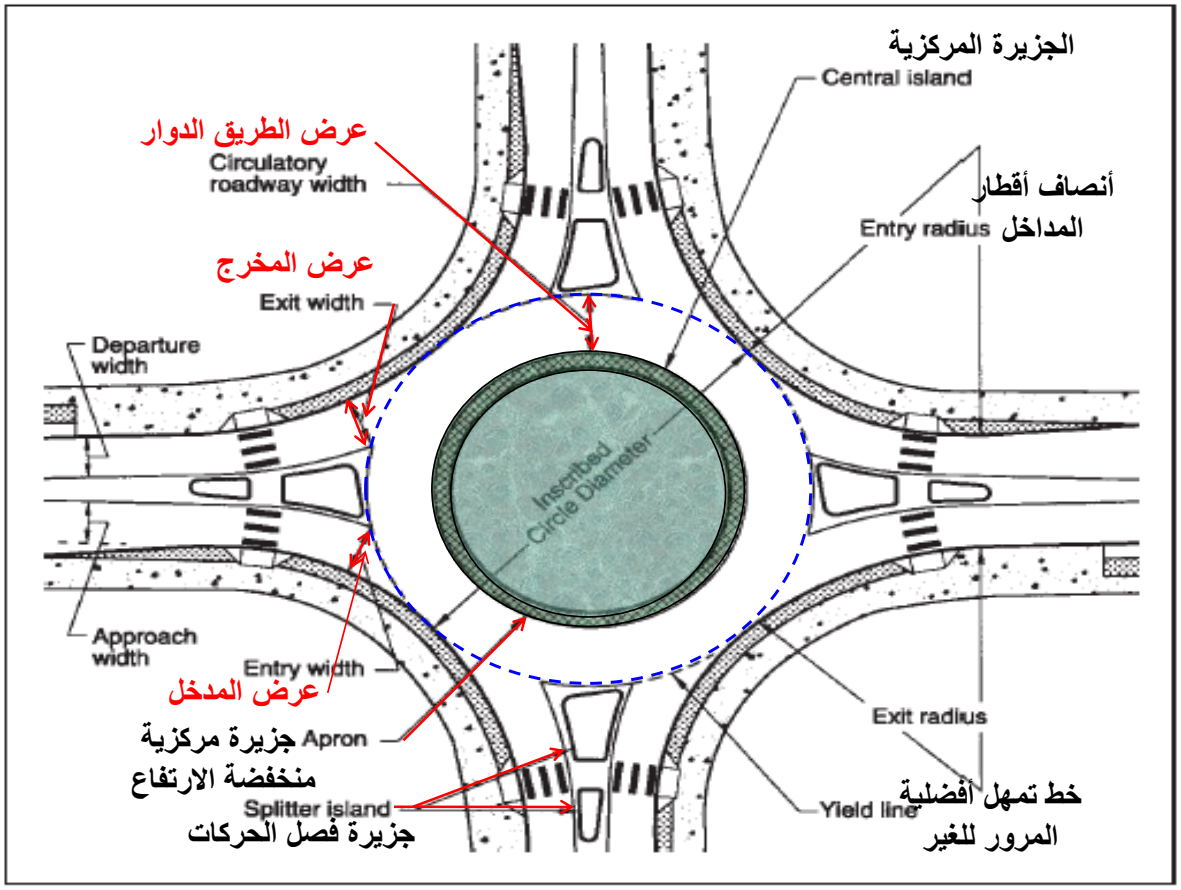
بالنسبة للمشاة، يمكن تأمين سلامتهم عبر أخذهم بعين الاعتبار أثناء التصميم (وذلك من خلال الجزر الفاصلة، سرع أقل للعربات في حال استخدام إشارة ضوئية للمشاة لتؤمن عبورهم الآمن، بنصح بجعلها على مسافة كافية من التقاطع كي لا تسبب بازدحامات في منطقة التقاطع نفسه، ولذلك ينصح أيضاً باستخدام حاجز لمنع العبور غير النظامي للمشاة).

يوضح الجدول التالي أنماط الحوادث الأكثر تكراراً في الدوارات

| Collision Type | Percentage of Crashes in Study |
|---|---|
| 1. Failure to yield at entry (entering-circulating) | 36.6% |
| 2. Single vehicle runs off the circulatory roadway | 16.3% |
| 3. Single vehicle loses control at entry | 11.4% |
| 4. Rear-end collision at entry | 7.4% |
| 5. Circulating/exiting collision | 5.9% |
| 6. Pedestrian on crosswalk | 5.9% |
| 7. Single vehicle loses control at exit | 2.5% |
| 8. Exiting/entering collision | 2.5% |
| 9. Rear-end collision in circulatory roadway | 0.5% |
| 10. Rear-end collision at exit | 1.0% |
| 11. Passing a bicycle at entry | 1.0% |
| 12. Passing a bicycle at exit | 1.0% |
| 13. Weaving in circulatory roadway | 2.5% |
| 14. Driving wrong direction in circulatory roadway | 1.0% |
| 15. Pedestrian on circulatory roadway | 3.5% |
| 16. Pedestrian at approach outside of crosswalk | 1.0% |



كما يوضح الشكل العناصر الهندسية للدوار،




الجدول () **نصف قطر الانعطاف حسب السرعة التصميمية للدوار**

| السرعة التصميمية (كم/ساعة) | نصف قطر منحنى الانعطاف ( متر ) |
|---|---|
| 20.00 | 18.50 |
| 24.00 | 30.50 |
| 32.00 | 55.00 |
| 40.00 | 88.50 |
| 48.00 | 131.00 |

| تصنيف الموقع | المركبة التصميمية النموذجية | القطر الإجمالي للدوار(m) |
|---|---|---|
| الدوارات الصغيرة | الشاحنة ذات المحور الوحيد | 13–25 |
| المناطق العمرانية المزدحمة Urban compact | الشاحنة ذات المحور الوحيد/(باص) | 25–30 |
| المناطق العمرانية بحارة وحيدة urban single lane | WB-15 (WB-50) | 30–40 |
| المناطق العمرانية بحارتين urban double lane | WB-15 (WB-50) | 45–55 |
| المناطق الريفية بحارة وحيدة rural single lane | WB-20 (WB-67) | 35–40 |
| المناطق الريفية بحارتين rural double lane | WB-20 (WB-67) | 55–60 |

التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية

الإشارات الضوئية واسعة الانتشار كوسيلة تحكم في التقاطعات المدينية، وفي بعض الأحيان في المناطق الريفية. إذ تتمكن عن طريق الفصل الزماني ما بين مختلف مستعملي الطرق من تقليل نقاط التصادم، وكذلك تؤمن حركة آمنة للمشاة والدراجات.

أبسط شكل للإشارات الضوئية هي أن يكون لها برنامج ثابت للأطوار، وصولاً إلى الإشارات متغيرة البرنامج للاستجابة للتغيرات التي تطرأ على حجوم المرور عن طريق حساسات تركب على الطريق.

يتم ربط التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية لتأمين التحكم المنسق والانسيابي للشبكة الطرقية (أو محاور منها) ككل.

## آثار استخدام الإشارات الضوئية على الطرق

من البديهي أن استخدام الإشارات الضوئية في الظروف الملائمة يقلل من عدد الحوادث وشدتها. هذه الظروف هي وقوع عدد هام من الحوادث، وأن هذه الحوادث من نوع يمكن تقليله باستخدام الإشارات الضوئية. لكن من المهم الانتباه إلى أنه على الرغم من هذه المقدرة، فإن الإشارات الضوئية تغير من نموذج وقوع الحوادث على التقاطع، وقد تزيد من عدد الحوادث لنوع كان قليل قبل وضع الإشارات بالخدمة. بكلمات أخرى تقلل من عدد الحوادث للنوع المسيطر، لكنها ستزيد من عدد حوادث لنوع آخر.

هناك اهتمام متزايد بفصل كل الحركات المنعطفة في التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية إلى أطوار منفصلة هذا صحيح تحديداً بالنسبة للانعطاف نحو اليسار، مع الانتباه إلى أن أزمنة التأخير ستزداد، لكن مع وجود التنسيق بين التقاطعات، أو ربط الإشارات بحساسات للتكيف مع حجوم المرور عبر التعديل الآلي لبرامجها، فإن هذا التأخير يصبح أقل ما يمكن.

ينصح بجعل الانعطاف نحو اليسار قبل طور الحركة المستقيمة للمسار، وذلك لتجنب خطر عدم رؤية السائق في الحركة المستقيمة لسائق آخر منعطف يساراً من الاتجاه المقابل.

عند تصميم برنامج الإشارة الضوئية يتم تخصيص زمن أصفر يتبعه زمن فاصل زمني هو الكل أحمر، مجموع هذين الفاصلين يسمى زمن التفريغ، وهو الزمن اللازم لتفريغ تيار من العربات قبل السماح للتيار التالي بالحركة وهذا لزيادة الأمان، وذلك بتفريغ السيارات التي قطعت في الأصفر، أو حتى بداية الأحمر على المسار المقابل، إذ أن معظم حوادث هذه التقاطعات نتيجة تجاوز الزمن الأحمر من قبل بعض السائقين. وهكذا كلما زاد زمن التفريغ، كلما قل عدد الحوادث الناتجة عن تجاوز الزمن الأحمر.

بالنسبة للتقاطعات المنسقة (المربوطة بموجة خضراء)، فلها أثر محدود على تخفيض الحوادث المرورية. هذا الأثر يكون بالنسبة للحركات المستقيمة.

إجراءات شرطة المرور تلعب دوراً هاماً في إجبار السائقين على التقيد بالأطوار، وذلك من خلال وجود دوريات الشرطة، أو من خلال كاميرات المراقبة.

فيما يلي بعض الملاحظات التصميمية للتقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية وأثرها على السلامة المرورية:

- أذرع أعرض وحارات أكثر تؤدي إلى معدل حوادث زاوية يسرى أعلى.
- زيادة حارات التخزين أدت لزيادة حوادث الدهس.
- مسافة رؤية أكبر للذراع تخفض معدل الحوادث للسيارات المنعطفة يميناً، وكذلك حوادث الدهس.
- إزاحة الذراع المقابل نحو اليمين أو اليسار تؤدي إلى تقليل حوادث العربات المنعطفة يساراً، وحوادث الزاوية اليسارية.
- زمن إشارة ضوئية أقل يزيد من معدلات حوادث الانعطاف لليسار، وكذلك المعدل الكلي للحوادث.
- استخدام الخطوط الصفراء المتقاطعة في منطقة التقاطع يقلل من معدل حوادث الانعطاف نحو اليسار.
- الزمن الأخضر الذي يومض قبل 2–3 ثانية قبل انتهاء الزمن الأخضر أدى لزيادة حوادث الصدم الخلفي، لأن بعض السائقين أبطئوا وبعضهم أسرعوا لتجاوز الإشارة.

إشارة أفضلية المرور للغير، وهي عبارة عن ومضان للضوء الأصفر، ويستخدم خلال الليل (أو خارج أوقات الذروة في بعض البلدان). وهي لتنبيه السائق لتخفيف سرعته، دون إجباره على الوقوف دون مبرر. يترافق معها زيادة في حوادث الزاوية اليمنى.

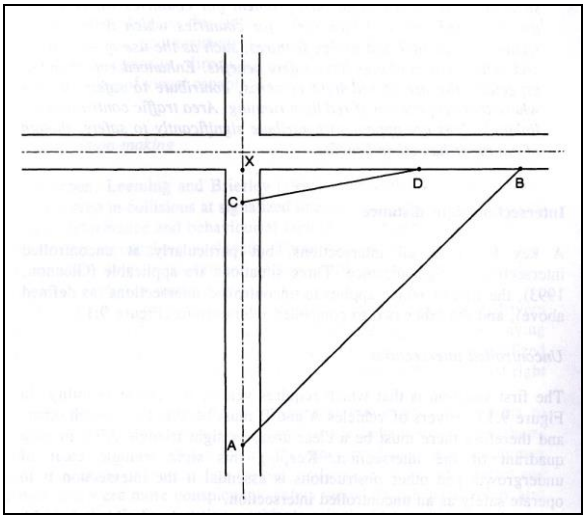
كلما كانت الإشارات واضحة من بعيد كلما كانت آثارها على السلامة المرورية أفضل.

كان سبب العديد من الحوادث في التقاطعات المجهزة بإشارات ضوئية تصرف أو أداء السائقين الخاطىء في تقدير السرعة، أو في تقدير موقع العربات على الاتجاهات الأخرى، أو الرغبة في تجاوز الإشارة قبل الزمن الأحمر أو حتى في بدايته أو عدم الانتباه.

## مسافة الرؤية ضمن التقاطعات

وهي من العوامل الأساسية المؤثرة في السلامة المرورية، خاصة في التقاطعات الحرة.

في التقاطعات الحرة يجب أن يرى سائقي العربات بعضهم البعض من مسافة كافية، لذلك يتم إزاحة العقبات في مثلث يدعى مثلث الرؤية.




تزداد مساحة هذا المثلث بازدياد السرعة، لأن على المركبات التباطوء أو حتى التوقف قبل بلوغ التقاطع (للسرعة **100** كيلو متر بالساعة، ضلع المثلث يكون **87**متر).

في حال التقاطعات المنظمة بشاخصات يجب أن يكون هناك مسافة رؤية كافية للعربات القادمة من الذراع الثانوي وذلك لرؤية العربات على الذراع الرئيسي ومختلف شاخصات التحكم، يجب أن تكون هذه المسافة على الأقل مساوية للمسافة اللازمة للتوقف بعد مشاهدة العربة على الذراع الرئيسي، ويجب أن يتم وضع الشاخصات بشكل يواجه سائق العربة على الطريق الثانوي، وذلك لضمان أن السائق يعرف مكان التقاطع.

في حال وجود ميول، سيكون هناك خطر أن لا يرى السائق العربات على الطريق الرئيسي إلا متأخراً بسبب فرق المنسوب.

في حال هذا النوع من التقاطعات في المدن ولا يوجد إمكانية لإزاحة العوائق (أبنية)، يتم تخفيف السرعة عند النقطة **C**، ويتم أخذ الوقت الكافي لدخول التقاطع بعض الفحص الكشف البصري للذراع الرئيسي من قبل السائق ثم الانطلاق.

## أقنية التوجيه

هي الآلية التي يتم فيها تحديد مسار ما للعربات وفق حركة مرورية ما على الذراع وللخروج من التقاطع. الأقنية تكون إما طلاء طرقي خاص ، أو منحنيات قليلة الارتفاع، أو حتى جزر قليلة العرض والارتفاع.

تفيد في التوجه الإيجابي للسائق، وفي تبسيط حركات الانعطاف، وتقليل هامش الخطأ في اختيار المسار، تقلل الحيرة لدى السائق، وتفصل نقاط التعارض. تقلل من عدد الخيارات التي يجب على السائق اتخاذها ،

تؤمن ملجأ للمشاة الذين يعبرون التقاطع، وتعتبر موقع ملائم للشاخصات، الإشارات الضوئية، وحتى للتصريف المطري.

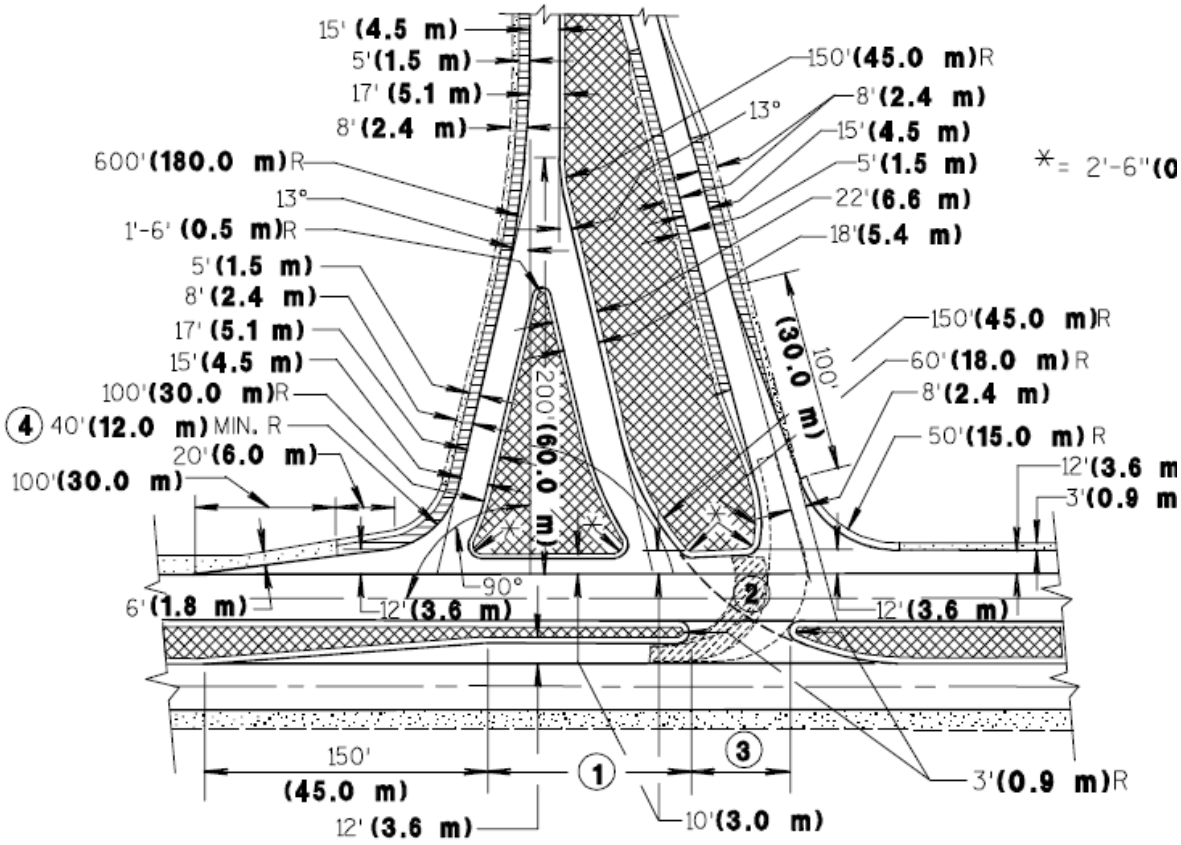
- تخفف من شدة الحوادث.
- تحمي العربات المنعطفة.
- لا تشجع على التجاوز.

تقدم الدراسات نتائج مشجعة لاستخدام أقنية التوجيه(بالأخص الدهان الطرقي للحركات المنعطفة).

## توصيات خاصة بتصميم القنولة channelization

- تقليل مساحة التصادم العامة وذلك بجعل التيار المتصادم أن يتقاطع عند (أو قريب) من الزاوية اليمنى الخلفية للسيارات الخلفية.

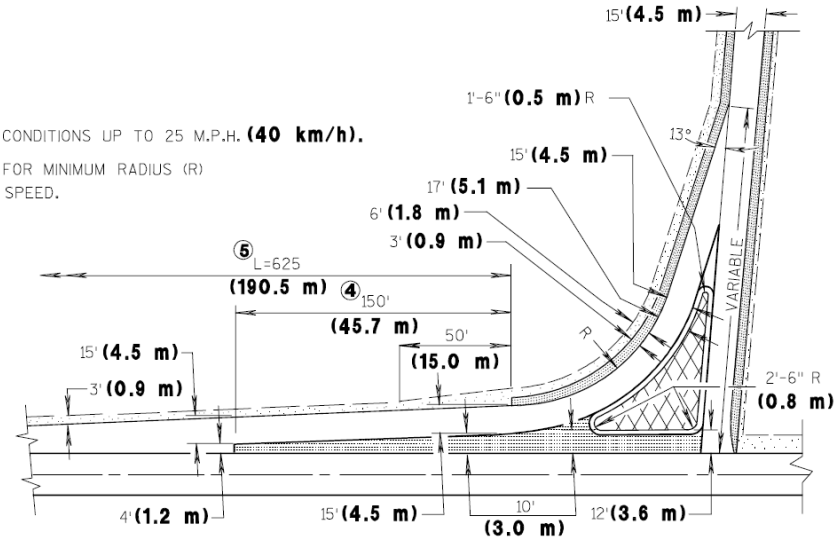
- دمج تيارات المرور بزوايا صغيرة لتخفيف السرعة النسبية بين تيارات المرور المتعارضة.
- التحكم بسرع السيارات الداخلة للتقاطع.
- التحكم بسرع السيارات بتقليل العرض.
- توفير الحماية للعربات المنعطفة.
- توفير مسار واضح عبر التقاطع.
- تجنب الانحناءات المفاجئة.
- عدم الإكثار من الجزر أكثر من الحد اللازم لتشغيل فعّال وآمن للتقاطع.
- أنصاف أقطار وعرض حارات ملائمة للنمط المنتشر من العربات.
- تسهيل حركة المشاة والدراجات.
- تأمين مواقع للشاخصات والإشارات.
- منع بعض حركات الالتفاف إذا لزم الأمر.
- تبين الأشكال التالية بعض نماذج لقنولة الحركة على التقاطعات باستخدام الجزر أو الطلاء الطرقي.

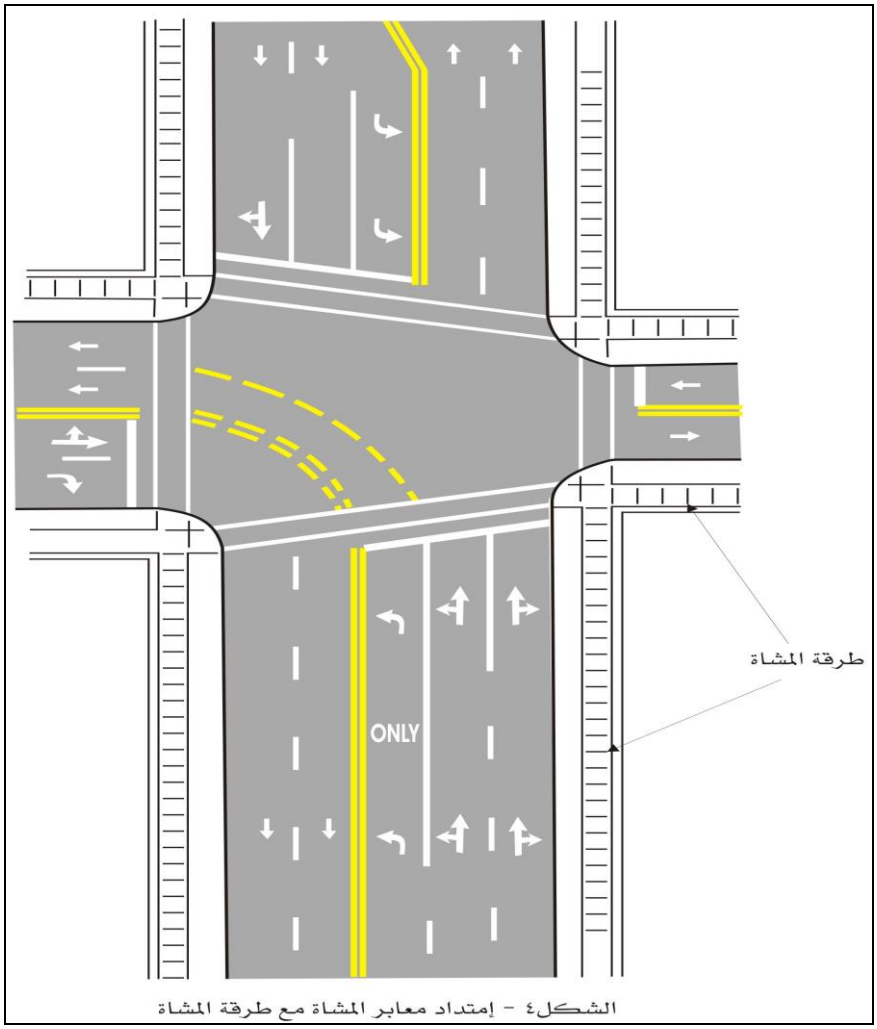



**NOTES:**

USE THIS DETAIL FOR FREE FLOW CONDITIONS UP TO 25 M.P.H. **(40 km/h).**

SEE TABLE III-17, PAGE 197, GDHS FOR MINIMUM RADIUS (R) NECESSARY FOR DESIRED TURNING SPEED.






الشكل٤ – إمتداد معابر المشاة مع طرقة المشاة

مقارنة مدى ملائمة وسائل التحكم المرورية للتقاطعات مع نوع الطريق

| Control | Primary arterial | Secondary arterial | Collector road | Local street |
|---|---|---|---|---|
| **Traffic signals** | | | | |
| primary arterial | A | A | O | X |
| secondary arterial | | A | O | X |
| collector road | | | X | X |
| local street | | | | X |
| **Roundabouts** | | | | |
| primary arterial | O | O | X | X |
| secondary arterial | | O | O | X |
| collector road | | | A | O |
| local street | | | | A |
| **STOP or GIVE WAY signs** | | | | |
| primary arterial | X | X | A | A |
| secondary arterial | | X | A | A |
| collector road | | | A | A |
| local street | | | | A |
| Legend: A Most likely to be an appropriate treatment<br>O May be an appropriate treatment<br>X Usually an inappropriate treatment | | | | |

## إجراءات التهدئة المرورية Traffic Calming Procedures

تهدف إجراءات التهدئة المرورية إلى تخفيض سرعات المركبات على الشوراع التي تصنف كشوارع محلية ضمن مناطق السكن وغيرها، وتمتد هذه الإجراءات لتشمل الشوارع التجميعية التي تشترك في العديد من الخصائص مع الشوارع المحلية.

### نقاط أساسية وهامة في تهدئة المرور:

1- تحديد المشكلة الرئيسية المطروحة وعادة تكون ضمن إطار شكوى من زيادة السرعة، حجوم المرور المرتفعة، الضجيج الطرقي،

2- مشاركة المجتمع في الحلول والخيارات المطروحة، وذلك يحفز على الالتزام وإنجاح خطط تهدئة المرور،

3- تثقيف متخذي القرار وتجنب القرارات القسرية الجامدة غير المستندة على رأي وتحليل فني مقنع،

4- أخذ بالاعتبار وضع الشبكة الطرقية وحالتها من حيث حجوم المرور التي تجبر العديد من السائقين للمرور عبر طرق محلية لاعتقادهم بعدم وجود ضغط مروري عليها،

5- اعتماد إجراءات ووسائل يتم تطبيقها عبر القناعة الذاتية للمستخدمين وبدون الحاجة لى استخدام السلطات المختلفة للمراقبة والتطبيق،

6- مشاركة الجهات المختلفة وأخذ رأيها في أية إجراءات سيتم تطبيقها ( الشرطة، الإطفاء، الخدمات الصحية وخدمات النظافة ،.....).

7- استخدام الإشارات التحذيرية والشاخصات الملائمة لتنبيه مستخدمي الطريق إلى الإجراءات التي يتم تطبيقها وذلك بشكل واضح ومرئي،

8- تنفيذ الإجراءات على مساحات واسعة وقطاعات كبيرة وبحيث لا تسبب في نقل بعض المشاكل من موقع إلى آخر، مع تجميع الإجراءات المتشابهة وتنفيذها في نفس الوقت على كامل القطاع المدروس،

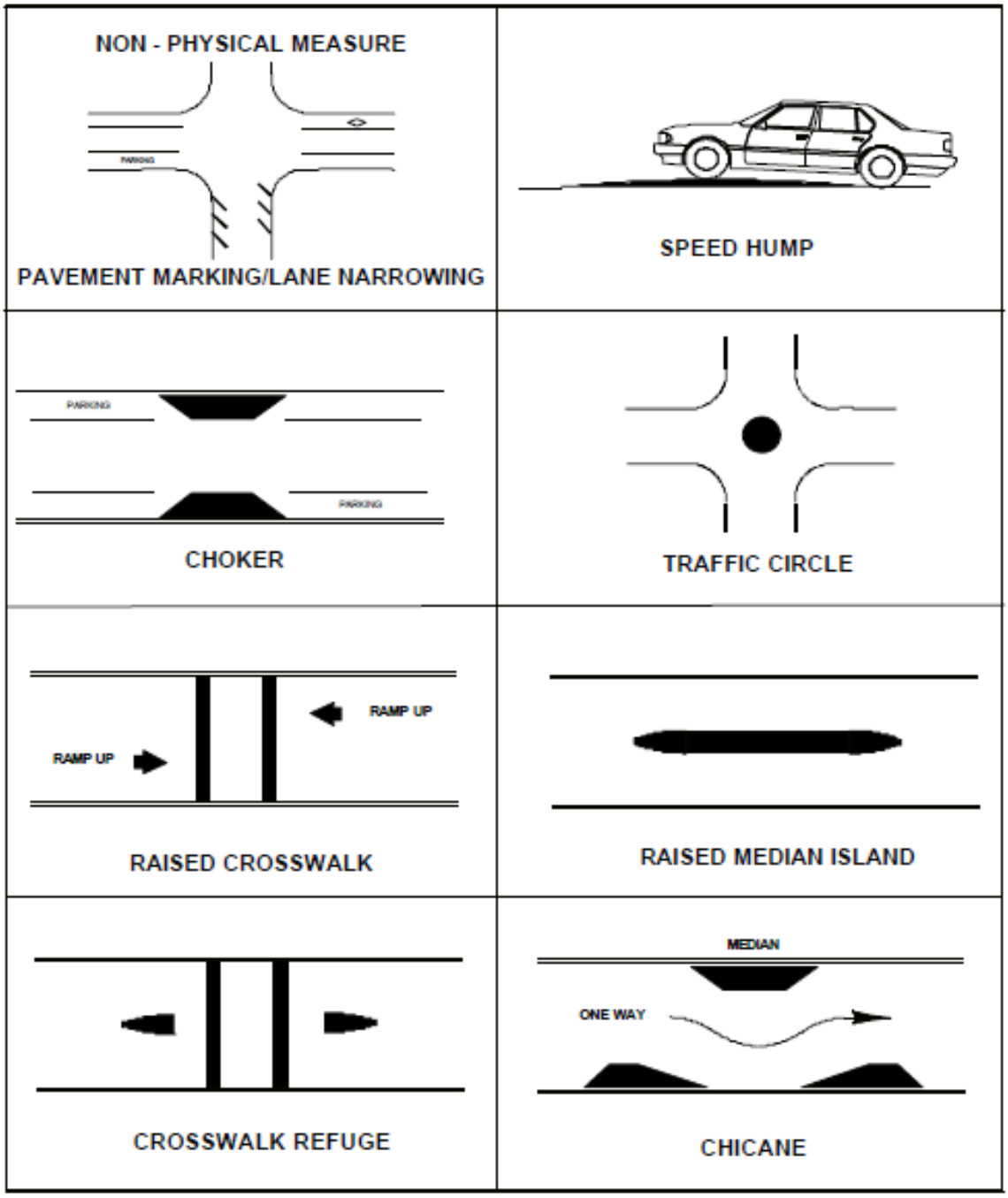
9- متابع آثار الإجراءات المنفذة ومراقبة النتائج وتلقي الملاحظات والشكاوي التي قد يتقدم بها القاطنين أو أصحاب العربات على حد سواء، والعمل على تطوير وتحسين الحلول المنفذة،

10- تذكر دوماً أن كل شخص يقود مركبته بطريقته الخاصة والمختلفة عن الآخر، وهناك من سيخالف هذه الإجراءات وهناك من يقاوم هذه التغيرات، ويتوقع حصول بعض الإشكاليات على مستوى أبعد من المستوى المحلي لتشمل الإقليمي ونظرته المختلفة في إدارة حركة المرور وتنظيمها.

## إجراءات وأشكال التهدئة المرورية:

يبين الشكل أكثر إجراءات التهدئة المرورية استخداماً، وتشمل:

- المطبات،
- تضيق حارات المرور باستخدام علامات الطريق ( الطلاء الطرقي)،
- الدوارات المرورية،
- التضيق في المقطع العرضي للطريق (choker)،
- ممرات المشاة المرفوعة،
- جزر الالتجاء،
- الجزر الوسطية المرتفعة،




## تصنيف مهدئات السرعة:

**1- <u>الإغلاق الجزئي:</u>**

يعتبر إغلاق الطريق جزئيا شكلا من أشكال مهدئات السرعة، ومهمته إعادة توجيه الحركة باتجاه آخر وفي هذه الحالة يتم إغلاق شارع فرعي في نقطة تقاطعه مع شارع رئيسي، بحيث نجبر المركبات على الانعطاف بالاتجاه المسموح به، مع تأمين مساحة كافية لهذا الانعطاف .



**2- <u>الاغلاق الكلي:</u>**

يتم تهدئة السرعة من خلال إغلاق الطريق بشكل كلي ، بواسطة وضع حواجز ثابتة مع تأمين مساحة كبيرة للانعطاف والعودة ، خصوصا في حال وجود مركبات طويلة ، وهذه الطريقة تؤمن مواقف للمركبات في نهاية الطري أيضا، ولكننا نواجه مشكلة مع مرور سيارات الخدمة أو الطوارئ ، لذلك تم اقتراح وجود بوابات متحركة يمكن فتحها وإغلاقها لحل هذه المشكلة .

**3- <u>التحويلات الصغيرة:</u>**

وهي عبارة عن جزر متوضعة عند نهاية الرصيف وبداية التقاطع ، بحيث تغلق أحد مسارب الطريق مما يجبر المركبات على الالتزام بالمسرب الآخر ، وتوضع شاخصة لمنع الدخول إلى المسرب المغلق وكذلك يتم تخطيط الطريق بالتماشي مع حركة المركبات الداخلة إلى التقاطع ويمكن أن نضع إشارة توقف عند المسرب المسموح لتخفيف السرعة



**4- <u>التحويلات الكاملة:</u>**

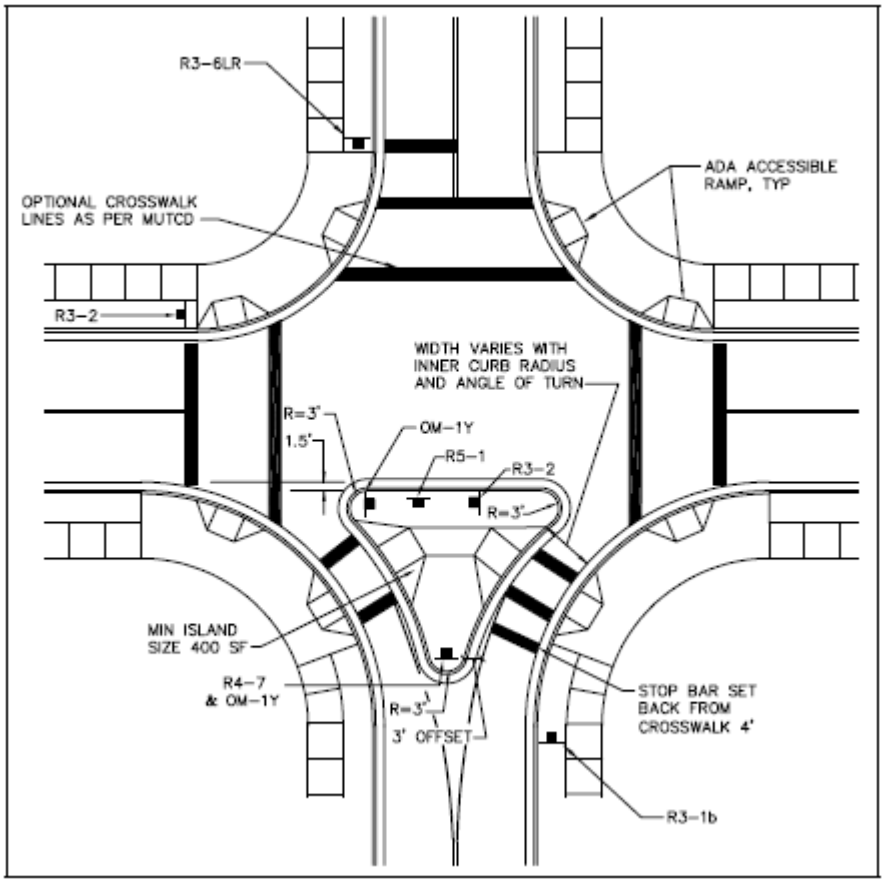
هي عبارة عن حواجز ثابتة مثل الجزر المزروعة بالنبات أو الأحواض التزينية المزروعة بالنباتات ، تعمل على إغلاق الطريق في مركز التقاطع بحيث يتم منع المرور كليا من خلاله كما يخطط المسار المسموح للمركبات بالمرور عليه مع وضع أسهم توجيه الحركة وشاخصات للإشارة إلى وجود منطقة مغلقة .

**5- <u>حواجز التنصيف الوسطية:</u>**

هي عبارة عن جزر موضوعة على طول الخط المنصف للطريق وتستمر خلال التقاطع ، الهدف منها هو منع عبور المركبات عبر التقاطع بحيث تصبح حركتها متوازية بدون الانتقال من مسرب إلى آخر، وبهذا يتم تأمين منطقة توقف للمشاة وتصبح مسافة عبور هم أقصر ويكون الطريق مكشوفا بالكامل

**6- <u>مسارب الانعطاف الإجبارية ( القنولة):</u>**

وهي عبارة عن جزر موجهة للحركة توضع في بداية التقاطع، تعمل كحاجز يجبر الساقين على تخفيف السرعة ويمكن أن يكون شكلها متماشيا مع إنسانية حركة المرور، أو انحناء المسار لإجبار المركبات على السير عليه، وتوضع شاخصات لتوضيح الاتجاه المسموح السير به للمركبات



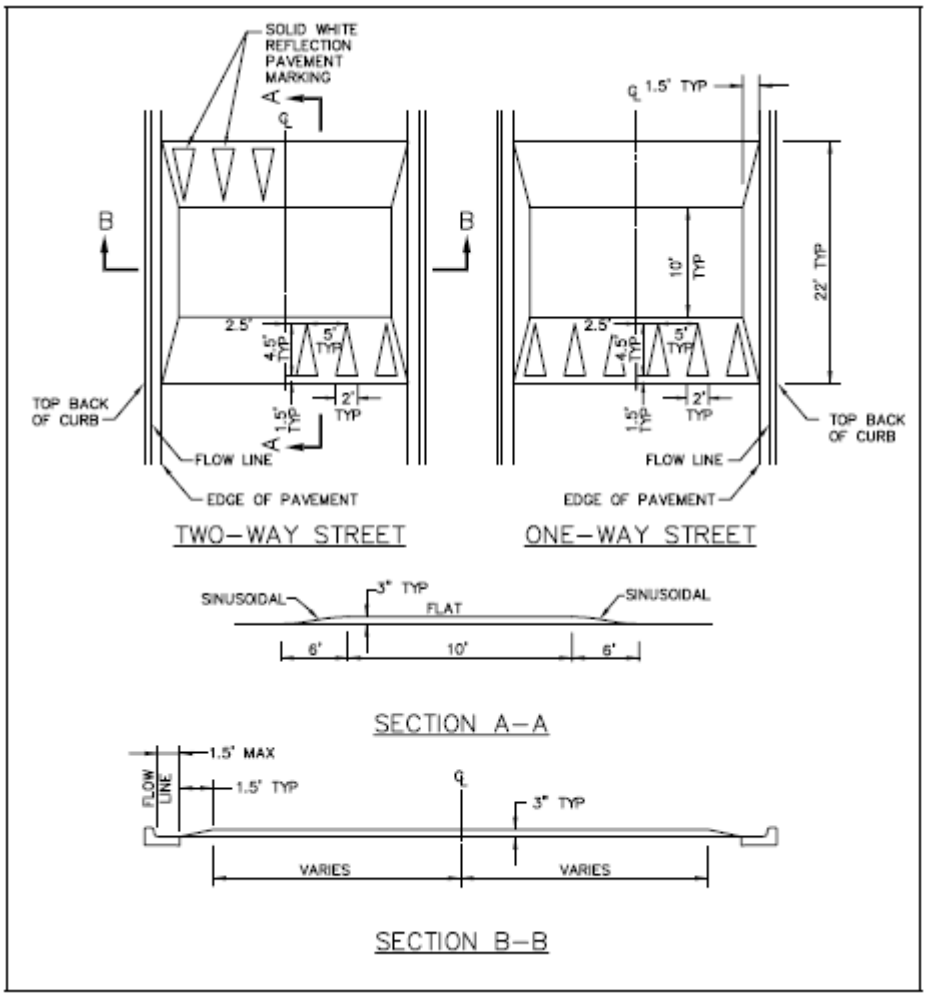

**7- <u>المطب الانسيابي:</u>**

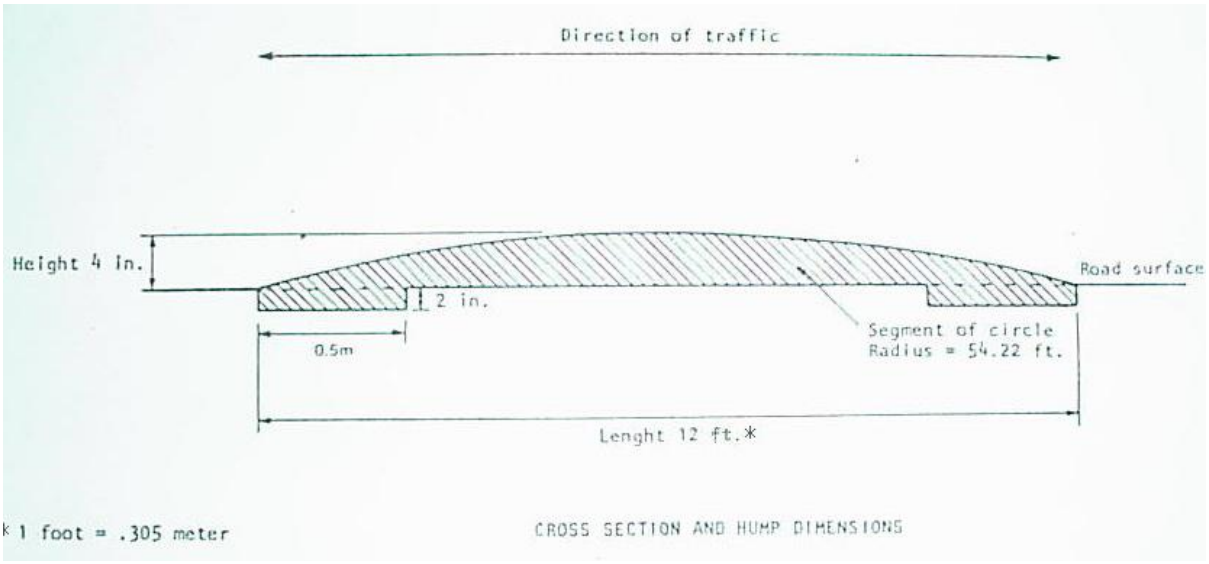
عبارة عن هضبات انسيابية تتميز بوجود السطح علوي مستوي، يخطط عادة ليصبح ممرا للمشاة عند المعابر، وعرض المطب لا يقل عن 2 متر ويمكن أن يصل إلى 4.5 متر وارتفاعه في المنتصف ( 7,5 – 10) سم، مهمته أن يسبب الشعور بعدم الراحة للساقين عند المرور فوقه مما يضطرهم إلى تخفيف سرعتهم للوصول إلى السرعة التصميمية وهي تتراوح بين 24 – 32 كم/سا



**8- <u>مطب السطح المستوى:</u>**

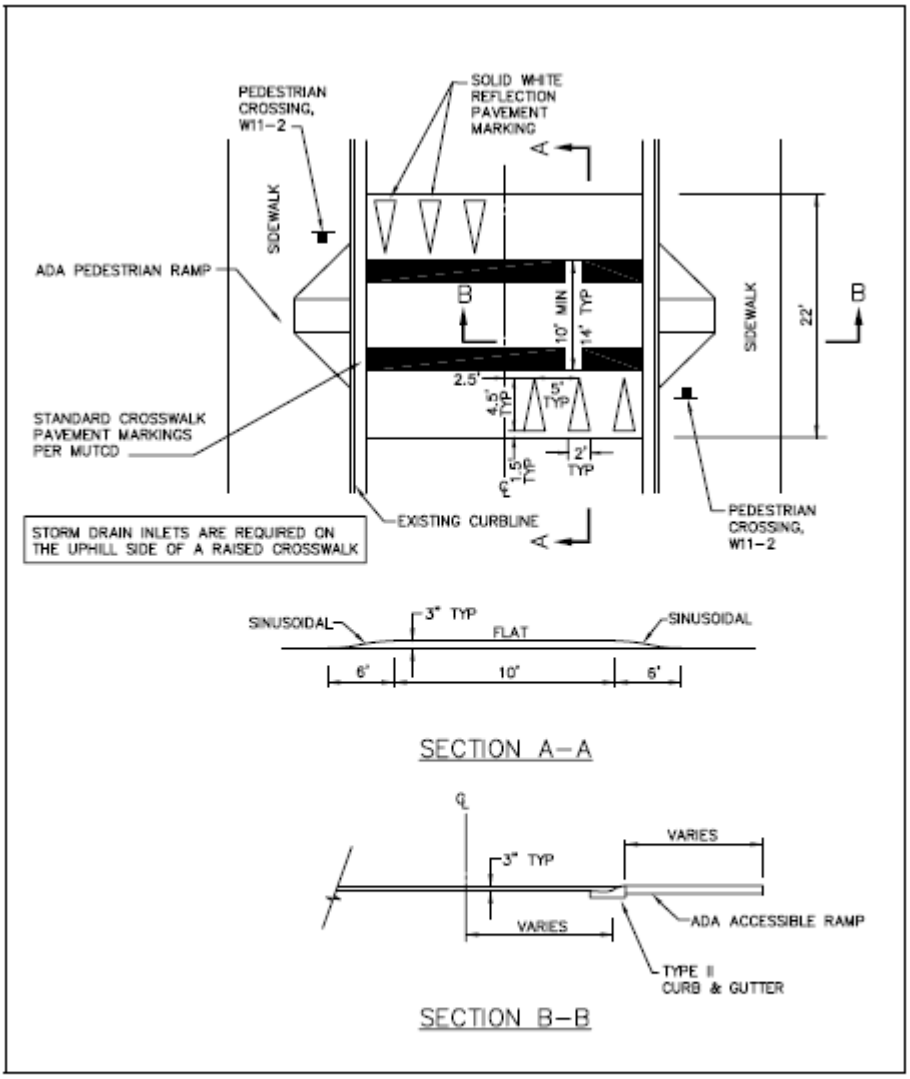
وهي عبارة عن مطبات انسيابية متتابعة على شكل سلسلة، بحيث يكون عرض كل مطب ( على الجانبين) 2متر وارتفاعه في النتصف ( 7.5 – 10) سم، أما المسافة الافقية بين مطبين متتاليين فتتراوح بين 2 متر إلى 6 متر ، مهمة هذه المطبات تخفيف سرعة المركبات الطويلة والكبيرة حتى تصل إلى السرعة التصميمة المسموحة وهي تتراوح بين 40 – 48 كم/سا






**9- ممرات المشاة المرفوعة:**

وهي عبارة عن مطب عريض مسطح بعرض 300 – 450 سم وارتفاع 7.5 سم في المنتصف ، وعادة يتم تخطيطه أو رصفه بمواد خاصة مع رفعه عن مستوى الطريق حتى تصل إلى مستوى الرصيف ، أو يبرز عن مستوى جانب الطريق ، مهمته أن يعمل كمطب السطح المستوي لتخفيف السرعة وكمعبر للمشاة بأن واحد، وتوضع الشاخصات تشير إلى وجود معبر للمشاة وكذلك السرعة المسموحة للمركبات.




| Distance (ft) | 0.000 | 0.41 | 0.82 | 1.23 | 1.64 | 2.05 | 2.46 | 2.87 | 3.28 | 3.69 | 4.10 | 4.51 | 4.92 | 5.33 | 5.74 | 6.15 | 6.55 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Finished Height (in) | 0 | 0.04 | 0.12 | 0.26 | 0.47 | 0.71 | 0.98 | 1.26 | 1.57 | 1.89 | 2.17 | 2.44 | 2.68 | 2.87 | 3.03 | 3.11 | 3.15 |

**Sinusoidal Speed Hump Development**

**Figure 29: Typical Raised Crosswalk**



## 10-التقاطع المرفوع:

إن طريقة رفع مستوى التقاطعات أمر جوهري غي تصميم التقاطعات الدالخية، وهي تمثل احد أشكال المطبات المرفوعة المستوية السطح، وهنا يتم رفع كامل مساحة التقاطع إلى مستوى الرصيف مع وجود وضع شاخصات واضحة لتوجيه الحركة.

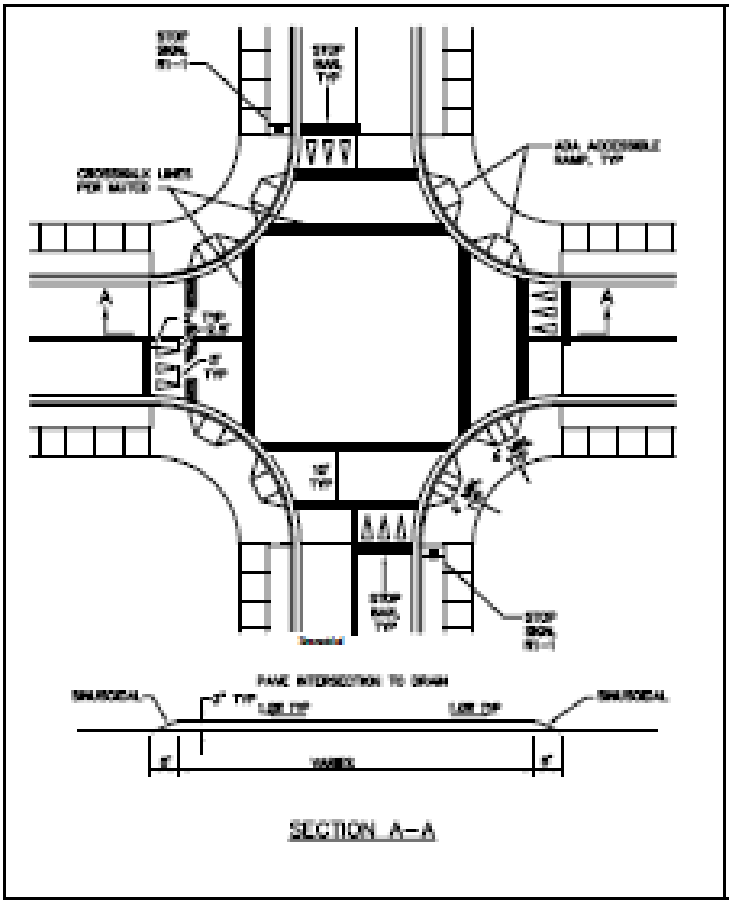



Figure 30: Typical Raised Intersection



**11-وضع طبقات رصف مميزة:**

توضع مواد رصف خاصة مثل البلاط الخرساني سواء على الطريق أو على جانبه وهي تعمل بحد ذاتها كمهدئ للسرعة، ولكن يجب الانتباه إلى نوعية المواد المستخدمة ومكان استخدامها ، لأن البعض منها يصدر ضجة أو يكون غير مريح بالنسبة لساقي الدراجات أو للمشاة أو لمستخدمي الكراسي المحركة

**12-الجزر الدائرية الصغيرة:**

وهي عبارة عن جزر متوضعة في مركز التقاطع يتراوح قطرها بين 4 – 5 متر توضع على الطرق الداخلية ، مهمتها تخفيف سرعة السيارات من خلال عملية الدوران والانعطاف إلى اليسار ثم أخذ الاتجاه المطلوب إلى أحد فروع التقاطع ، وعادة تنوب هذه الجزر عن إشارات التوقف في التقاطعات ، ويتم زراعتها بالنباتات ووضع شاخصات توضح اتجاه الدوران والانعطاف.

**13-الدورات :**

يجب التمييز بين هذه الدورات وبين الجزر الدائرية الصغيرة فهي تصميم حديث مزروع بالنباتات بقطر يتراوح بين 10 – 12 م، وتوضع عند تقاطع طريق رئيسي مع طريق فرعي، وتترافق عادة مع وجود جزر صغيرة موجهة للحركة ( القنولة) عند الخروج من التقاطع أو الدخول إليه، مهمتها تغيير اتجاه السيارات عن المسار المستقيم بحيث يضطر السائقين إلى تخفيف السرعة.

**14-الشرائح الجانبية:**

وهب عبارة عن جزر جانبية توضع على جانب واحد من الطريق بشكل منحنيات متتالية، بحيث تعمل على كبح جماح المرور وإجبار المركبات على السير ببطء مع تأمين مكان لوقوف المركبات على احد جوانب الطريق، مع الطريق الرئيسي ، وتتم زراعة هذه الجزر بالأشجار أو النباتات

**15-إعادة هندسة التقاطعات:**

وعي عبارة عن توضع جزر في الشوارع الداخلية المحاطة بالأبنية وتترافق عادة مع شكل آخر من أشكال مهدئات السرعة، مهمتها إجبار المركبات على تخفيف السرعة لاجتياز التقاطع قبل الانضمام ثانية إلى الطريق الرئيسي ، مع وجود الشاخصات التي تشير إلى ضرورة تخفيف السرعة قبل الدخول إلى التقاطع.

**16-تضييق مساحة التقاطع لعبور آمن:**

وهب عبارة عن جزر تحيط بالتقاطع من جميع الاتجاهات ، مهمتها تضيق عرض الطريق الداخلة إلى التقاطع والخارجة منه مما يقلل من المسافة التي يجب على المشاة قطعها ، ويسمح للسائقين والمشاة واحد بمساحة رؤية كافية



**17-التضييق بالحواجز المركزية:**

وهي عبارة عن جزر مركزية توضع على الخط المنصف للطريق ، بحيث تؤمن السلامة المرورية للمشاة وتسمح لهم بالتوقف على الجزيرة لانتظار خلو الطريق قبل عبوره ، كما تقلل من طول المسافة الواجب على المشاة قطعها ، وتوضع هذه الجزر على الطرق التي بدون إشارات ضوئية أو إشارات توقف ويمكن استخدامها مع نوع آخر من أنواع مهدئات السرعة





**الحواجز الجانبية:**

وهي عبارة عن طريقة لتقليل عرض الطريق من الطرفين، بوضع جزر جانبية متقابلة بطول 450سم، بحيث يقل عدد المسارب على الطريق في مكان وجود الجزيرة ، ويستخدم هذا التصميم عندما يكون حجم قليل وفي الشوارع ذات السراعات المنخفضة.

**18-أسماء وتصاميم أخرى ( الحواجز المثلثية):**

يمكن أن تأخذ الحواجز التي تعمل كمهدئات للسرعة أشكال متعددة تتناسب/ أولا مع الشكل والطريق وثانيا مع الغاية الموجودة من مكان توضعها ونوعها ، بحيث تخفف سرعة المركبات للوصول إلى السرعة التصميمة المسموحة

**19-إجراءات مختلطة:**

يمكن أن يتم وضع أكثر من نوع لمهدئات السرعة على نفس التقاطع، لتحقيق نفس الهدف من تخفيف سرعة المركبات وتأمين السلامة المرورية للمشاة ومستخدمي الدراجات.

## مطبات السرعة

تُعتبر المطبات (مطبات السرعة) إحدى أدوات التهدئة المرورية في تطبيقات هندسة المرور، وإن وجود مطبات لا تحقق المواصفات الهندسية القياسية عند إنشائها يؤثر سلباً على الحركة المرورية وعليه فإن وضع الإرشادات الهندسية القياسية لاختيار موقع المطب وتصميمه أمر هام،

## بعض الإرشادات الخاصة عند وضع المطبات:

إن استخدام مطبات السرعة لابد وأن ينطلق من إتباع إرشادات يأخذها المهندس بعين الاعتبار، وهذه الإرشادات هي:

**1. دراسة هندسية:**

يجب أن يكون إنشاء المطب منطلقاً من ضرورة تستدعيها ظروف سلامة وتشغيل المرور في الموقع قيد الدراسة، ولابد من كشف هذه الضرورة بعد التأكد من عدم ملائمة بدائل أخرى ممكنة، فالمطب له تأثير سلبي في الغالب على المركبات التي تعبره وكذلك على السكان القاطنين بالقرب منه من حيث الضوضاء والتلوث البيئي المحتمل من جراء تغير سرعة السير المفروضة من وجود المطب. كما أن وجود المطب، بخاصة في تكراره، قد يدفع السائقين إلى تحويل اتجاه سيرهم إلى طرق أخرى مجاورة لاسيما السكنية وهذا له تبعاته السلبية سواء من ناحية السلامة المرورية أو من الناحية البيئية.

**2. تصنيف الطريق:**

تُستخدم المطبات على الطرق المحلية فقط (Local Streets) وذلك بحسب تعريف آشتو، وهي الطرق التي تسمح بالوصول إلى استعمالات الأراضي المجاورة ويطبع عليها غالباً الطريق السكنية المؤدية إلى الأحياء ولا تستخدم للمرور العابر.

**3. عرض الطريق وعدد المسارات:**

توصي الخبرة الهندسية بأن يقتصر إنشاء المطبات على الطرق ذات المسارين فقط والتي يكون عرض الطريق فيها نحو 12م (أو أكبر من ذلك العرض ولكن بمسارين فقط)، ويشترط أن يكون سطح الطريق جيد ويسمح بتصريف المياه.

**4. ميلان الطريق:**

يوصى عند استخدام المطب بألا يزيد ميل الطريق على 8%، وعندما يكون الميل أكبر من ذلك فإن احتياطيات أخرى يجب أن تعمل لضمان عدم وصول المركبة إلى المطب بسرعة عالية. وفي حال كثرة الأجواء الممطرة أو تسرب مياه الصرف فإن ذلك يتطلب تحليل خاص لإقرار الإنشاء أو عدمه.

**5. المنعطفات الرأسية والعمودية:**

على المهندس الابتعاد عند إنشاء المطبات ضمن المنعطفات الأفقية الحادة والرأسية لتأثير ذلك على ديناميكية القوى المؤثرة على المركبة عند عبور المطب. وينبغي تفادي إنشاء المطب في المنعطفات التي يقل نصف قطرها عن 100م (نصف القطر من خط المنتصف للطريق) ذلك أن نصف القطر بهذا المقاس يبطئ سرعة السيارة تلقائياً دون الحاجة إلى مطب لتهدئة السرعة، وإذا لزم إنشاء المطب فيجب أن يكون ذلك على مماس المنعطف.

**6. مسافة الرؤية:**

تنشأ المطبات عندما تكون أدنى مستوى مسافة رؤية للتوقف متاحة أمام السائقين كما في الجدول أدناه ، وعلى المهندس رصد سرعة 85 المئوية لهذا الغرض.

**7. السرعة:**

تنشأ المطبات على الطرق ذات السرعة 50 كم/ساعة أو أقل، وينبغي الحذر عندما تكون السرعة السائدة للسير أكبر من 70 كم/ساعة.

| السرعة 85 المئوية كم/ساعة | أدنى مسافة رؤية مطلوبة (متر) |
|---|---|
| 30 | 50 |
| 40 | 65 |
| 50 | 85 |
| 60 | 110 |
| 70 | 140 |
| 80 | 165 |
| 90 | 195 |
| 100 | 220 |

**8. أحجام المرور:**

لم تلاحظ التجارب الهندسية تأثير كبير لحجم المرور على إنشاء المطب فالتطبيقات في مواقع تفاوت فيها حجم المرور، في المتوسط، من بضعة مئات إلى 10.000 مركبة/اليوم لم تستدع إلى تحديد معيار محدد في هذا الغرض، ولكن لابد من الإشارة إلى أهمية دراسة كل موقع على حدة لتبرير الإنشاء.

**9. سلامة المرور:**

عندما تنشأ المطبات للحؤول دون وقوع حوادث مركبات أو حوادث مشاة فإن الأسباب لتلك الحوادث ينبغي تحديدها للتأكد من أن إنشاء المطب سيساعد في الحد منها، فقد يكون المطب عاملاً في زيادة الحوادث بدلاً من تخفيضها.

**10. تركيبة المرور:**

ينبغي تفادي إنشاء المطبات إذا كانت نسبة المركبات الكبيرة (مثل الحافلات) تزيد على 5% إلا إذا كان هناك طريق بديل يمكن أن تسلكه. كما ينبغي الأخذ في الاعتبار عند تصميم المطب حركة الدراجات الهوائية والنارية.

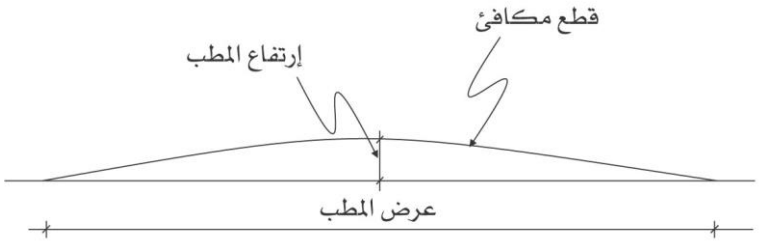
**11. سيارات الطوارئ:**

إذا كان الطريق مستخدم بكثرة من قبل سيارات الطوارئ مثل الإسعاف والمطافئ، فينبغي عدم إنشاء المطبات فيه. كذلك إذا كان الطريق خط لحافلات النقل العام فلابد من اعتبار ذلك في تصميم المطب.

## تصميم مطب السرعة

- **تصميم المقطع:**

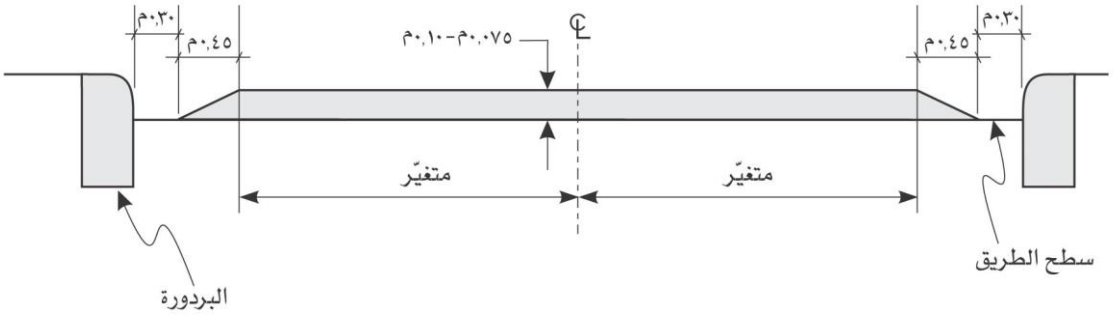
يعتبر الشكل البيضاوي كما في الشكل الأكثر شيوعاً في تصميم مقطع المطبات وذلك بارتفاع 10سم (ويمكن أن يكون 7.5سم إذا كانت نسبة المركبات الكبيرة مرتفعة).



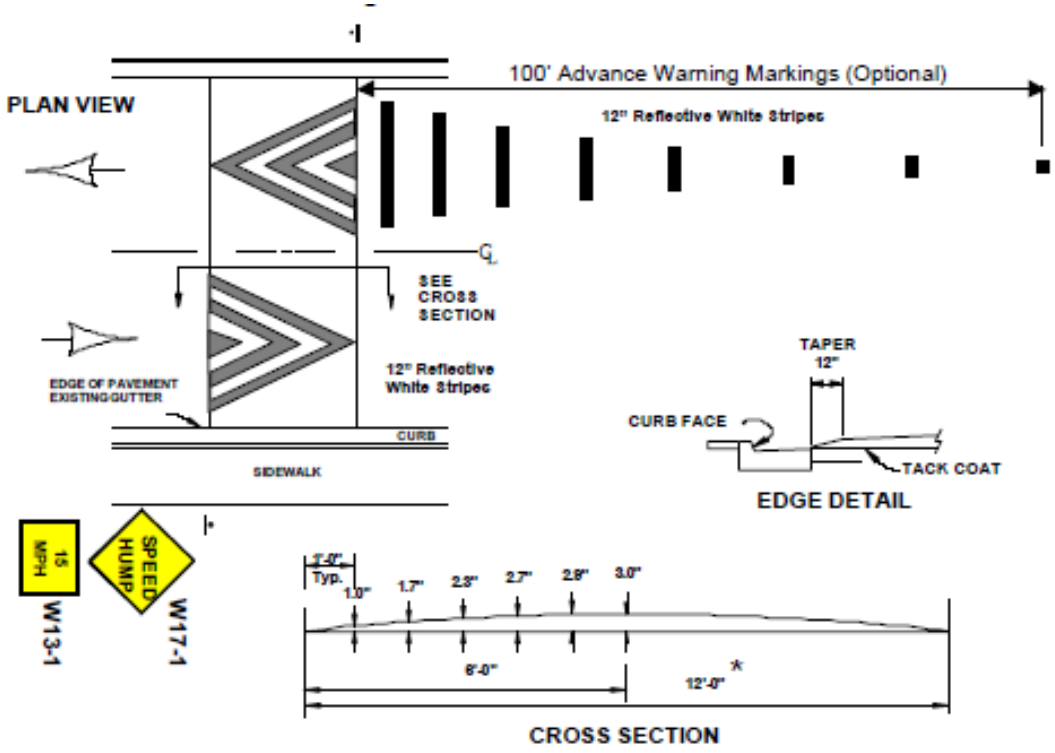

الشكل ( ) **مقطع عرضي للشكل البيضاوي.**



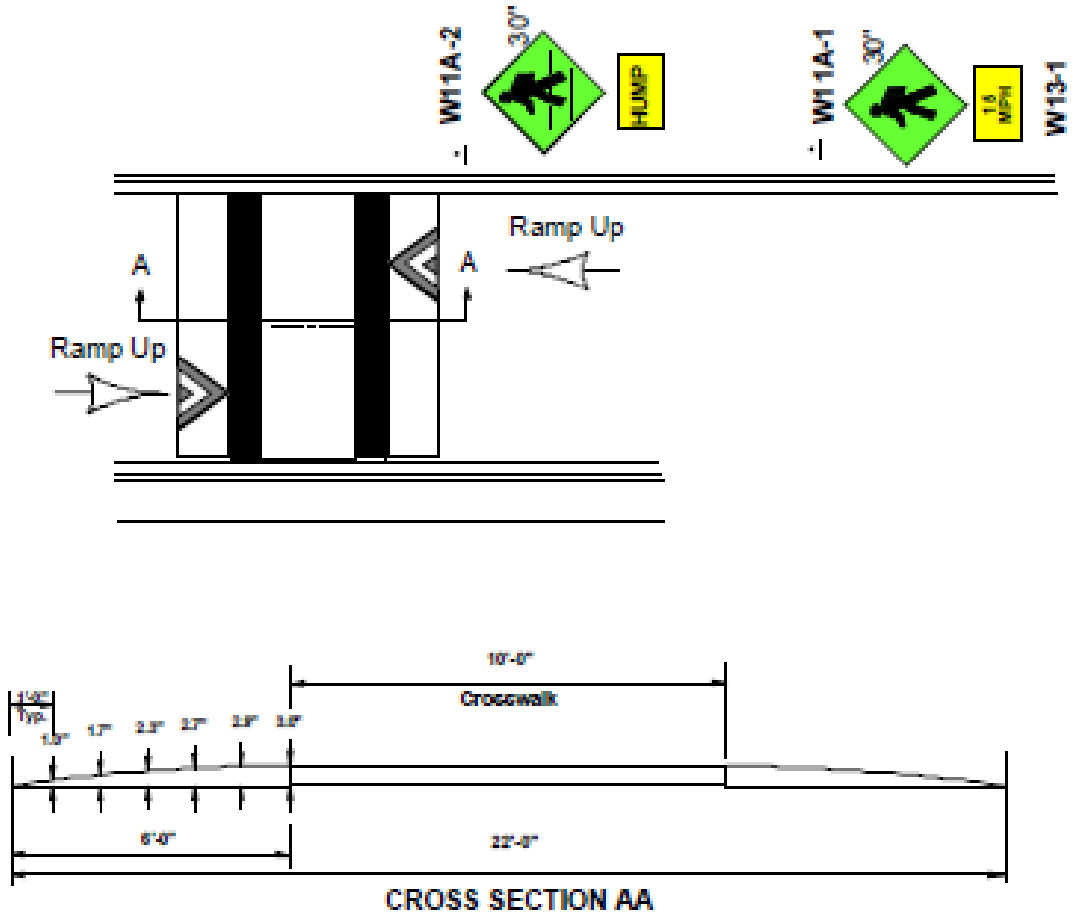
كما يمكن أن يأخذ المطب شكلاً مستوي السطح كما في الشكل




**الشكل ( ) مقطع عرضي للشكل مستوي السطح.**




**الشكل ( ) مقطع عرضي مع طلاء طرقي وشاخصات**




**الشكل ( ) مقطع عرضي لممر مشاة مرفوع**

- **التكرار:**

عند تكرار مطبات السرعة فينصح أن تبتعد مسافاتها من 60م إلى 225م.

- **التحكم المروري:**

إن إنشاء مطبات السرعة لابد وأن يرتبط معها تحكم مروري لتحذير السائقين بوجودها مثل استخدام اللوحات والعلامات الأرضية والإشارات الوامضة. ترتبط اللوحة التحذيرية للمطب بموقعه، ويمكن تركيب اللوحة في موقع المطب وكذلك قبل المطب (مثلاً في طريق سرعة 50 كم/سا تركب اللوحة قبل المطب بمسافة 35م). ويمكن الاكتفاء باللوحة التي تسبق المطب. وبالإمكان دهان المطب حتى يبدو واضحاً للسائق إذا لم يوجد لوحة في نفس مكان المطب أو خطين (دهن أو سيراميك) بلون أصفر قبل

المطب بمسافة 1م كما يمكن، بحسب أهمية المكان، تركيب لوحة إضافية أسفل من اللوحة التحذيرية للمطب وعلى نفس الشاخص تبين السرعة التي ينبغي التهدئة عندها.

- **مراعاة تصريف المياه:**

على المهندس مراعاة تصريف المياه عند إنشاء المطب بحيث لا يعيق الأخير تصريف المياه، كما عليه تفادي تركيب المطب على فتحات التصريف أو قريباً جداً منها، أو قريباً من طفايات الحريق. وهنا لابد من التنبه لمعالجة طرفي المطب لاعتراض التصريف ولمرور الدراجات الهوائية وألا تشجع المعالجة السائق من العبور من حافة المطب لتفادي المطب، لذا فلابد من أن يمتد المطب من حافة الطريق إلى حافته (حتى عبر الكتف).