

التقاطعات الطرقية

تعريف التقاطع المروري:

هو المنطقة التي يلتقي فيها طريقان أو أكثر على نفس المنسوب أو على مناسيب مختلفة، حيث تعتبر التقاطعات مناطق معقدة لحركة السائقين، وأجزاء حرجة من شبكة الطرق بسبب تركيز أحجام المرور المختلفة عليها، وما يرافق ذلك من إعاقة لحركة المركبات وزيادة احتمال وقوع الحوادث، فهي تشكل نقاط الازدحام الرئيسية في المدينة، وتشمل منطقة التقاطع المساحة المخصصة للسيارات وحركتها، بالإضافة إلى المساحة المخصصة للمشاة والجزر المرورية.

تعتبر التقاطعات الطرقية مواقع حساسة في شبكة الطرق، وتعتبر الوظيفة الأساسية لها هي إمكانية تغيير مسارات الحركة، أما من وجهة نظر السلامة المرورية، فإن الحركة عليها تترافق مع صخب وفوضى في المدينة وكوارث خارج المدينة، ويمكن التحكم بعمل هذه التقاطعات عن طريق استخدام عدد من وسائل التحكم. قد يكون التقاطع حر (غير متحكم به)، أو دوار، أو قد يكون منظماً بإشارات ضوئية، أو حتى مفصول على مستويين أو أكثر باستخدام جسور أو أنفاق، كما تلعب السلامة المرورية دوراً كبيراً في اختيار طريقة التحكم.



مميزات الحركة المرورية على التقاطعات:

تتميز الحركة المرورية على التقاطعات بما يلي:

- 1- كثافة مرور عالية جداً وتقاطعات كثيرة للاتجاهات المتدفقة للعربات، بالإضافة إلى تغيير كبير لتلك الاتجاهات، ومرتبب دائماً باحتمال أكبر لوقوع الحوادث.

- 2- عدم توفر الرؤية المناسبة في أماكن الاقتراب من التقاطع، والتي تكون عادةً أقل بكثير من الرؤية المتوفرة على امتداد الطريق الرئيسي، وخاصةً على المنعطفات المحدبة.
- 3- تغيير كبير لنظام مرور العربات، إذ لا يعرف المشاركون في حركة المرور دائماً مقاصد السائقين الآخرين فيضطرون إلى مناورات غير صحيحة.



أهداف تصميم التقاطعات:

- 1- تخفيف شدة التصادمات بين العربات والمشاة، بالإضافة إلى تسهيل وراحة عبور الأشخاص إلى منطقة التقاطع.
- 2- إمكانية ضبط الوصول إلى التقاطع بشكل ملائم ومتوافق مع وظيفة الطرق المشكلة للتقاطع.

متطلبات التشغيل (Operational Requirements):

- ✓ إيجاد مسافات رؤية كافية بين الحركات الداخلة إلى التقاطع والمغادرة له.

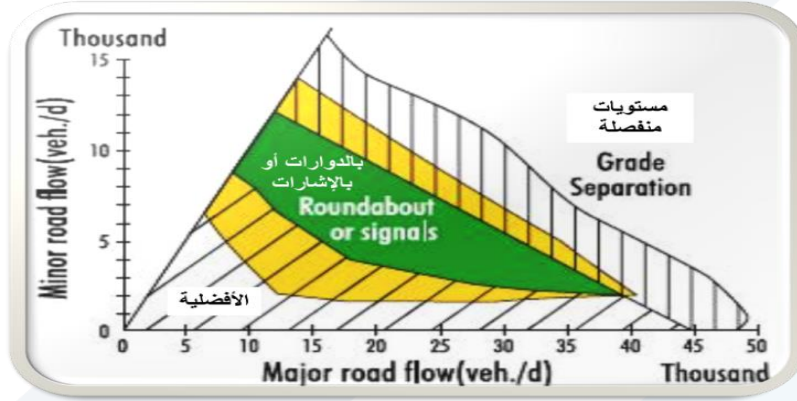
- ✓ تخفيف التصادم بين الحركات المنعطفة والحركات المستقيمة.
- ✓ إيجاد مسارات طبيعية للحركات المسموحة.
- ✓ تجنب الأوضاع الهندسية التي تعقد وتعيق القيادة وتؤثر على التسارع والتباطؤ من منعطفات حادة، وميول شديدة.

أنماط التقاطعات:

- تقسم التقاطعات المرورية من حيث الأهمية إلى عدة أقسام وهي:
- تقاطعات على مستوى واحد (At- grade)
 - تقاطعات تقليدية
 - تقاطعات دوارة
 - متعددة المستويات (Grade Separated) مع رامبات ومبادلات للحركة
 - متعددة المستويات (معايير علوية أو سفلية)، لا تحوي نقاط دخول أو خروج.
 - خليط من كلا النوعين أو أشكال أخرى (بحيث يكون جزء على نفس المستوى والجزء الآخر بمستويين).



ويتم اختيار شكل التقاطع المناسب حسب الغزارة الأعظمية على الطريق الرئيسي وعلى الطريق الثانوي (عربة/ اليوم)، كما يوضحه الشكل التالي.

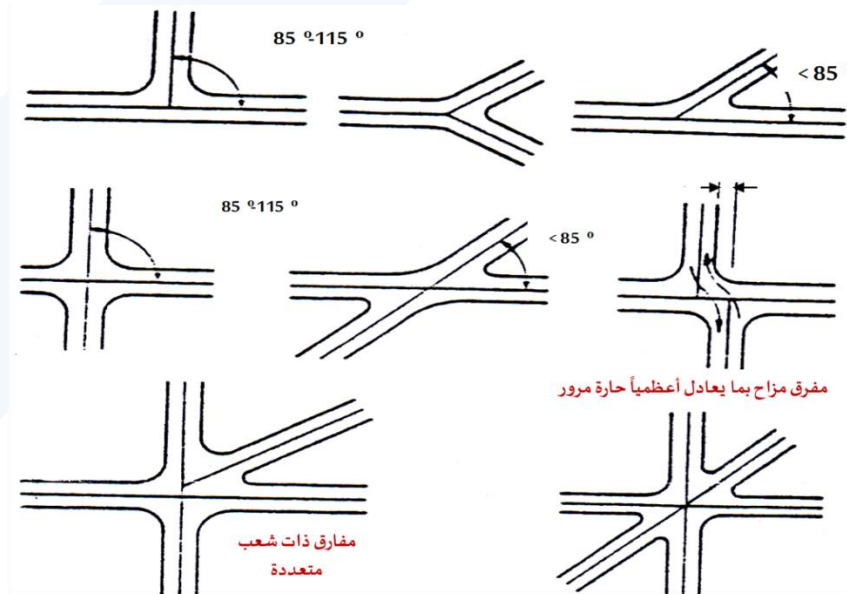


اختيار شكل التقاطع المناسب

اختيار شكل التقاطعات على نفس المستوى Grade Intersection

يعتمد اختيار التقاطع على عدة عوامل منها:

- حجم المرور على أذرع التقاطع.
- مكونات المرور على الأذرع ونسبة الشاحنات فيها.
- طبيعة حركة المركبات على التقاطع ودورانها.
- حركة المشاة.
- طوبوغرافية الأرض.
- النواحي الاقتصادية وتكاليف الإنشاء.
- مسافة الرؤية المتوفرة.
- المسقط الأفقي وزاوية التقاطع.

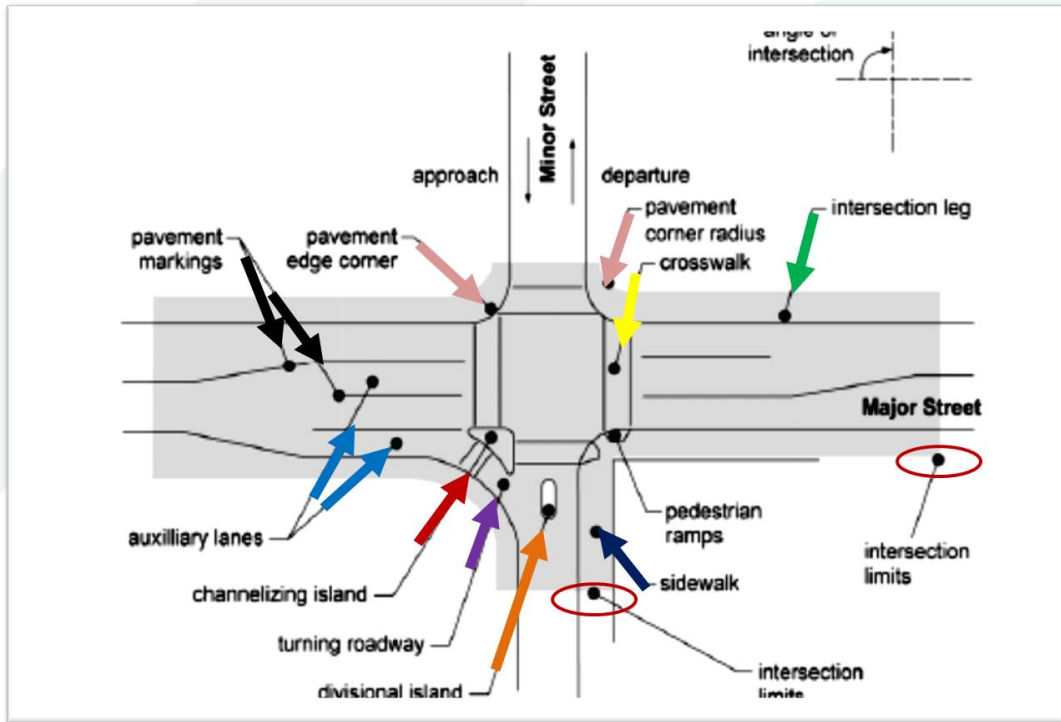


النماذج الأساسية للتقاطعات في مستوى واحد

ويجب أن تكون التقاطعات وتجهيزاتها بسيطة وغير معقدة، واضحة بالنسبة للسائق من النظرة الأولى، وضمن مجال الرؤية لديه وسهولة الاجتياز، تكون السرعة على هذه التقاطعات أقل من 70 كم/ساعة ومن الممكن أن تكون هذه الأشكال من التقاطعات بزواوية قائمة أو بزواوية مختلفة.

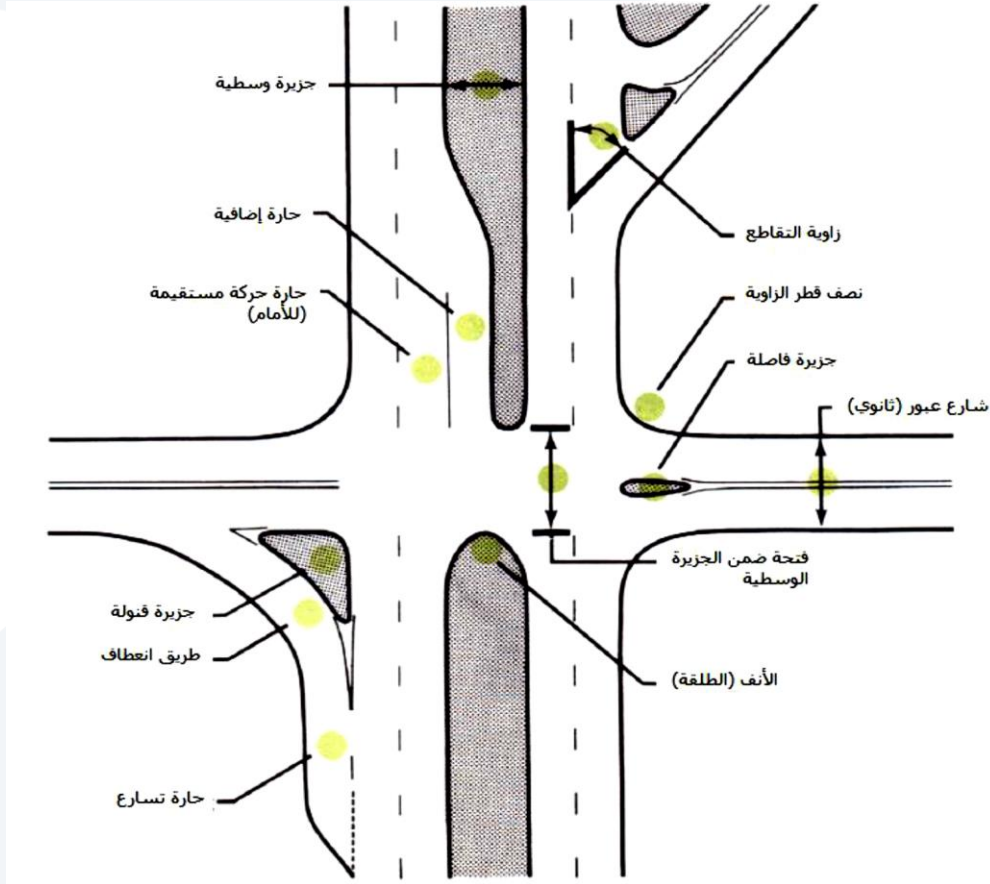
مكونات التقاطع التصميمية والهندسية:

يبين الشكل التالي المكونات الرئيسية لتقاطع نموذجي، وهي تلك العناصر التي لها التأثير الأكبر على تشغيل العربات من جزر وسطية، جزر للتوجيه، حارات التسارع والتباطؤ، بالإضافة إلى أنصاف أقطار الدوران.

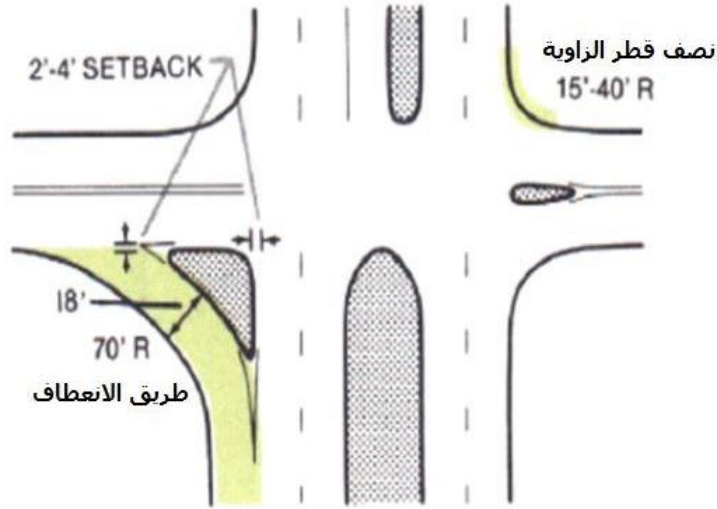


العناصر الهندسية للتقاطعات

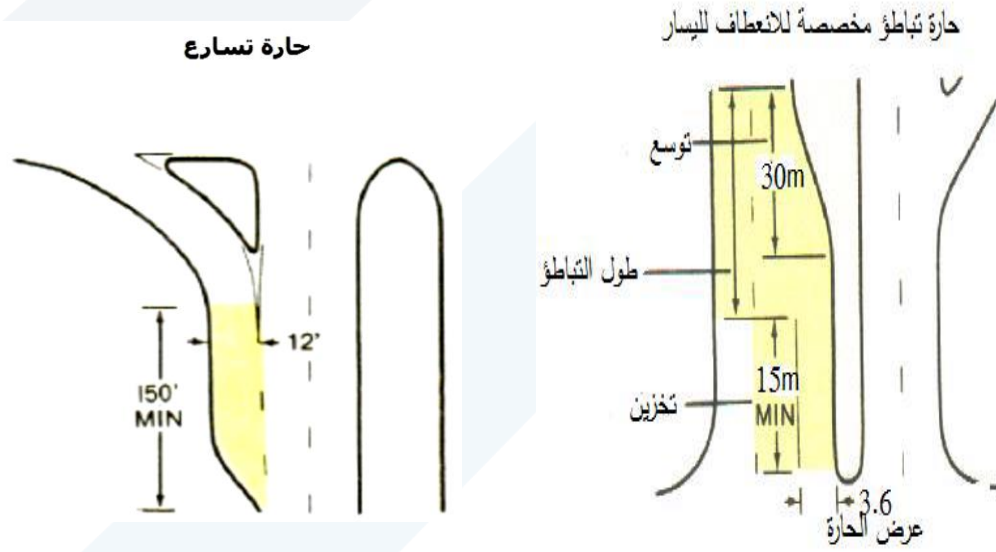
- **طريق الانعطاف:** وهو الطريق الذي يربط بين ذراعي التقاطع، ويقصر مسار حركة العربة المنعطفة، ويسهل عملية التحكم بالمرور عبر فصل الحركة المنعطفة، ويخفض من المساحة المعبدة باستخدام الجزيرة، أما العناصر الحرجة التصميمية لهذه الطريق، فهي نصف قطر الانعطاف، عرض الطريق. ويجب أن تكون الجزيرة كبيرة بشكل كبير للفت الانتباه، ويجب أن يكون نصف قطر الانعطاف 21 متر لطريق بعرض 5.4 متر من أجل حركة الباصات وعربات الشاحنات.



- **نصف قطر الزاوية:** يجب أن يكون متوافقاً مع متطلبات العربات التي تستخدم التقاطع، مع الأخذ بعين الاعتبار لمجموعة عوامل منها توفر حرم للطريق، زاوية التقاطع، استخدام المشاة للتقاطع، عرض وعدد الحارات، بالإضافة إلى قيمة السرعة على التقاطع. يكون نصف القطر من 4.5 – 7.5 متر كافيًا من أجل عربة للركاب، وفي حال زيادة غزارة المرور ومن أجل عبور الشاحنات، فإن هذه القيمة يجب ألا تقل عن 9 أمتار، وفي حال وجود شاحنات مركبة يجب ألا يقل عن 12 متر.
- **الحارات الإضافية:** وهي ترتبط بحارات الحركة المستقيمة، وتستخدم كمكملة لهذه الحارات وبشكل رئيسي لتخزين العربات التي ستنعطف باتجاه الشارع الفرعي، كما يمكن أن تكون كحارات للتسارع من أجل العربات المنعطفة باتجاه الشارع الرئيسي، أو حارات للتباطؤ من أجل العربات التي تغادر الشارع الرئيسي، ويكون العرض المفضل للحارة هو 3.6 متر.



العناصر الهندسية للتقاطعات



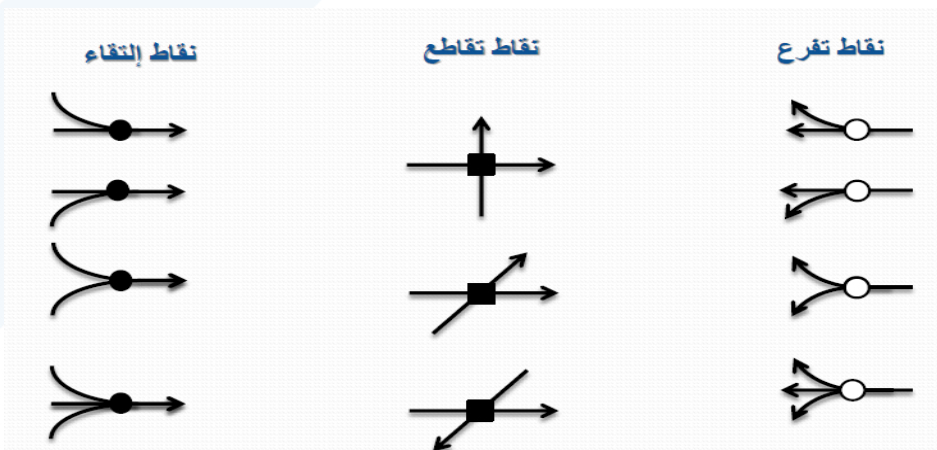
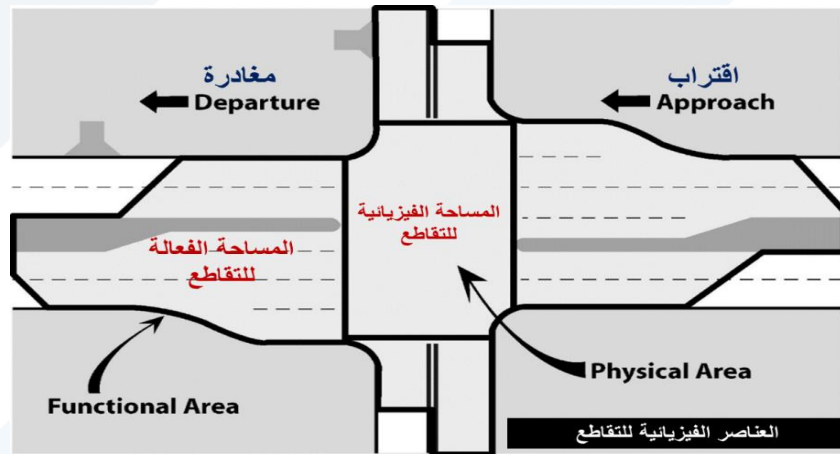
الحارات الإضافية على التقاطعات

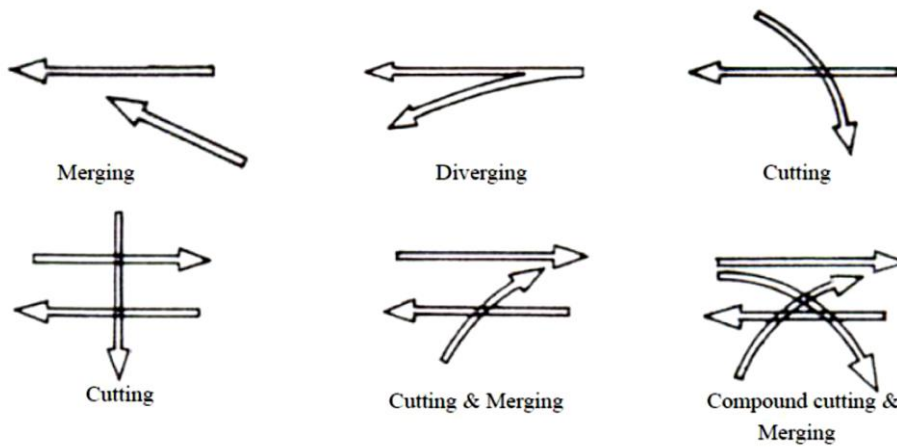
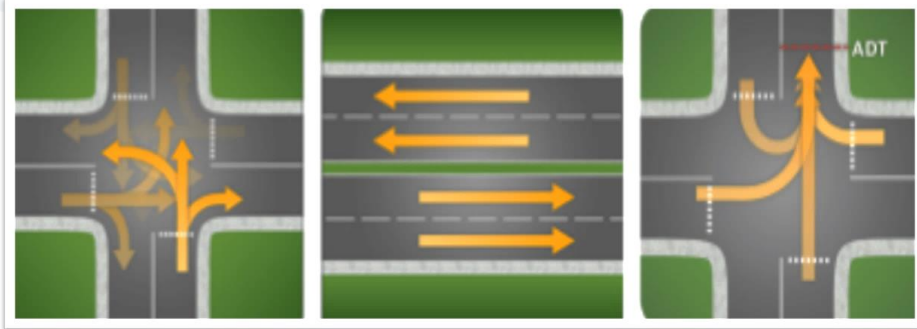
أطوال حارات التسارع متضمنة منطقة التوسع	
السرعة على الشارع الرئيسي (km/h)	الطول (m)
48	45
64	93
80	204

أطوال حارات التباطؤ (مع منطقة التوسع)	
السرعة على الشارع الرئيسي (km/h)	الطول (m)
32	48
48	75
64	111
80	150

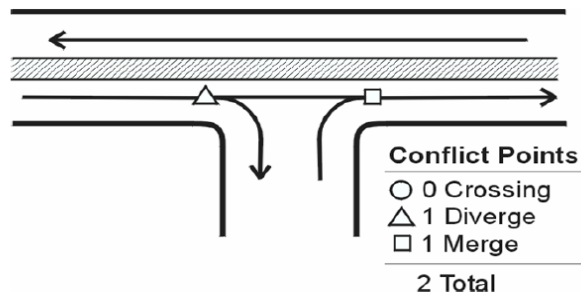
العناصر الفيزيائية للتقاطعات:

تشمل العناصر الفيزيائية للتقاطعات المنطقة الفيزيائية للتقاطع والمنطقة الفعالة التي تتم عليها كافة الحركات المرورية من حركة مستقيمة وحركات الانعطاف نحو اليمين أو نحو اليسار، وتوضح الأشكال التالية أنماط نقاط التعارض المروري (Conflict Points)، التي تحدث على التقاطعات بين هذه الحركات جميعها، حيث أن كل نقطة وصول تخلق نزاعات محتملة ما بين تيارات الحركة أثناء تحركها في التيار الواحد، وأثناء انعطافها نحو اليمين ونحو اليسار.

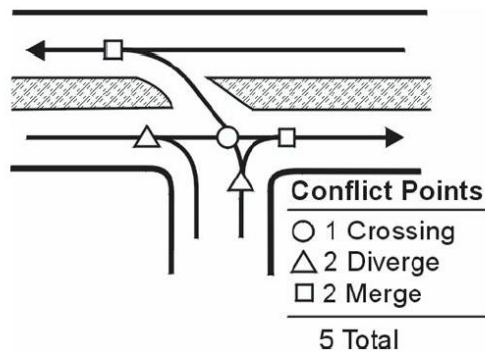




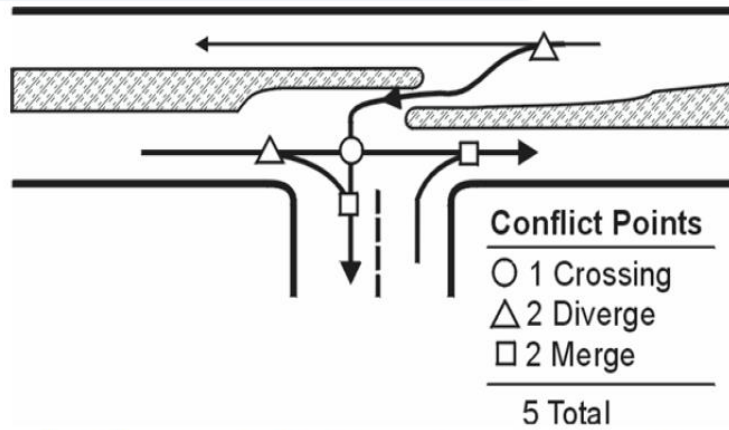
وتبين الأشكال التالية نقاط النزاع المحتملة (تفرع، تلاحم، تصادم)، لتقاطعات رباعية وثلاثية الأذرع.



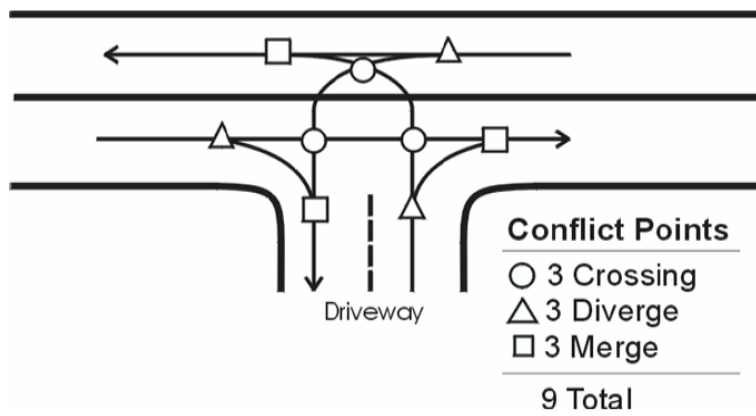
طريق بحارتين مع جزيرة مرتفعة (بدون انعطاف لليسار)



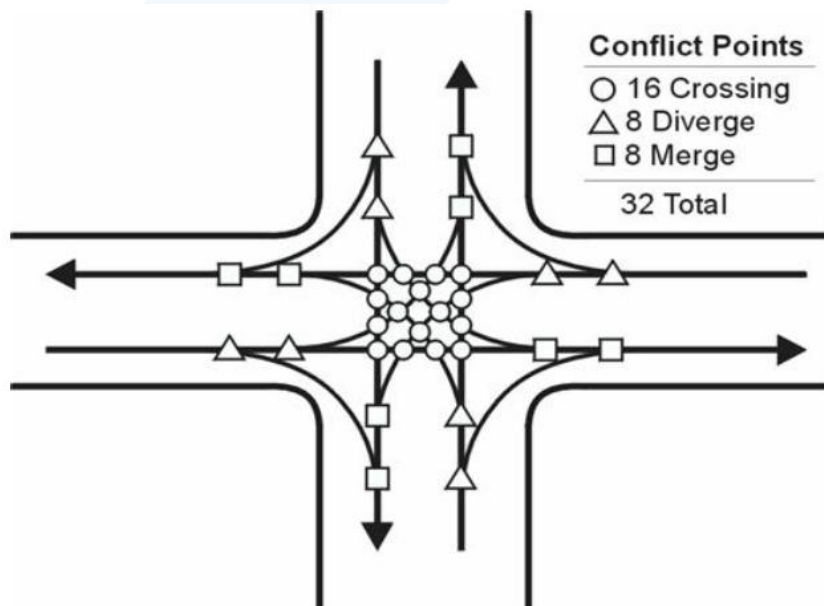
طريق بحارتين مع جزيرة مرتفعة (مع حركة انعطاف لليسار فقط من الشارع الفرعي)



طريق بحارتين مع جزيرة مرتفعة (مع حركة انعطاف لليساار من الشارع الرئيس)

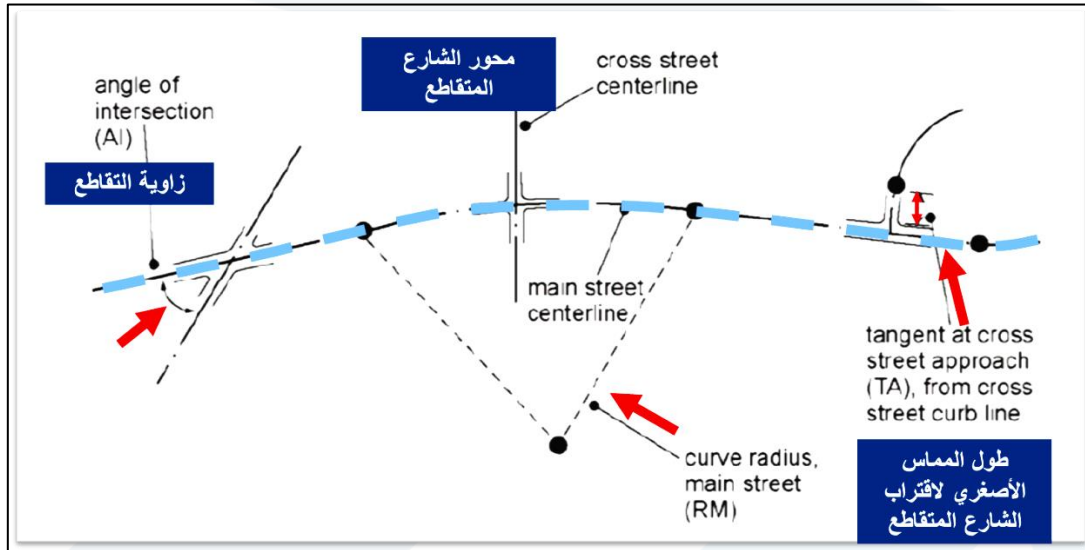


طريق بحارتين بدون جزيرة مرتفعة (مع كافة حركات الانعطاف)



تقاطع رباعي لطريقين بحارتين

المحور الأفقي للطريق عند التقاطعات:

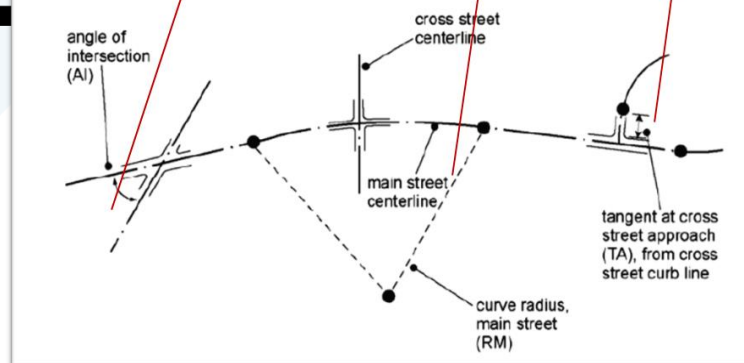


المحور الأفقي للطريق الرئيسي عند التقاطعات

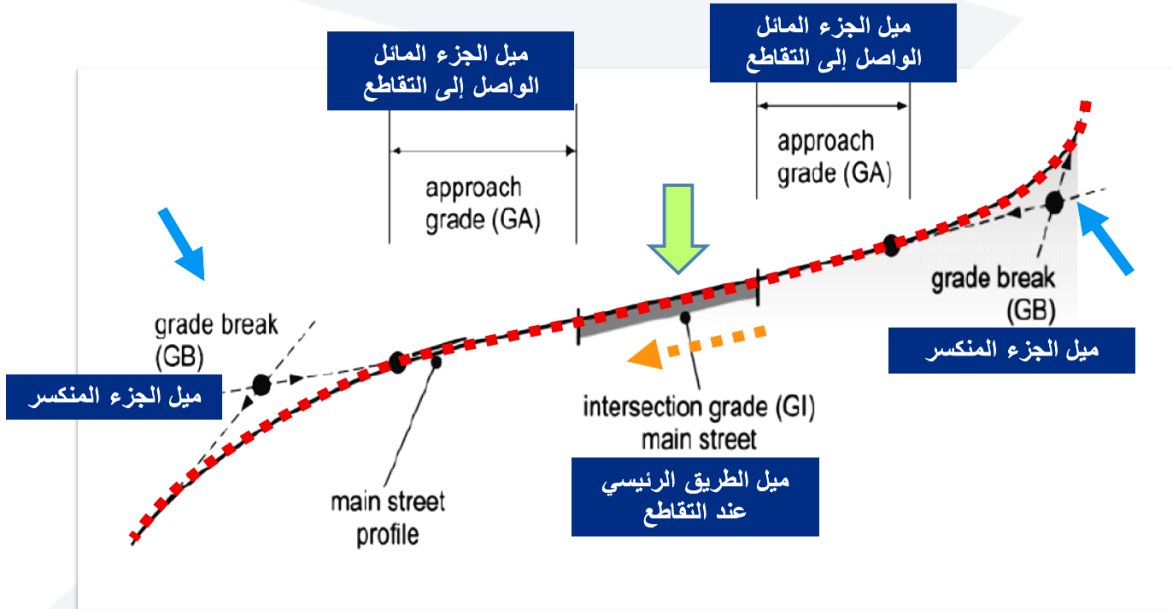
Design Speed (MPH)	Minimum Angle of Intersection (AI, degrees)			Minimum Curve Radius, Main Street (RM, feet)	Minimum Tangent Cross Street Approach (TA, feet)
	Arterial Major Street	Collector Major Street	Local Major Street		
15	60	60	60	45	30
20	60	60	60	85	30
25	60	60	60	155	30
30	60	60	60	250	30
35	60	60	60	365	45
40	60	60	60	500	45
45	65	60	60	660	45
50	65	65	60	835	60
55	65	65	65	1065	60
60	70	65	65	1340	60

الميل يساوي 1.6 كم

القدم تقريباً 30 سم

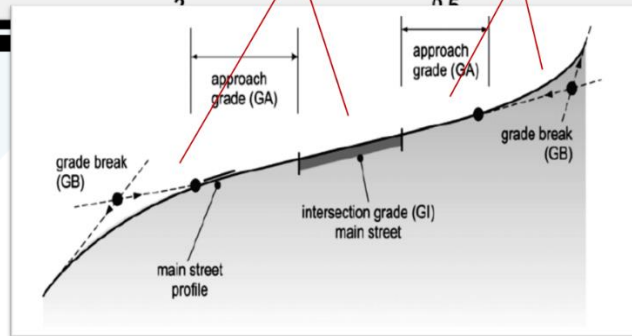


المقطع الشاقولي للطريق الرئيسي عند التقاطعات:



المقطع الشاقولي للطريق الرئيسي عند التقاطعات

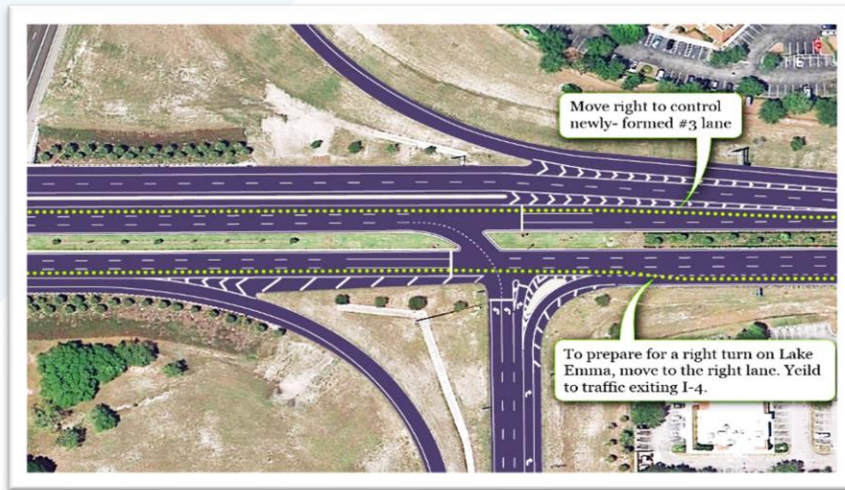
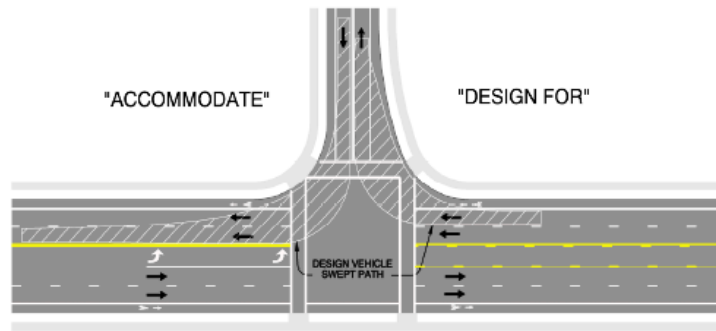
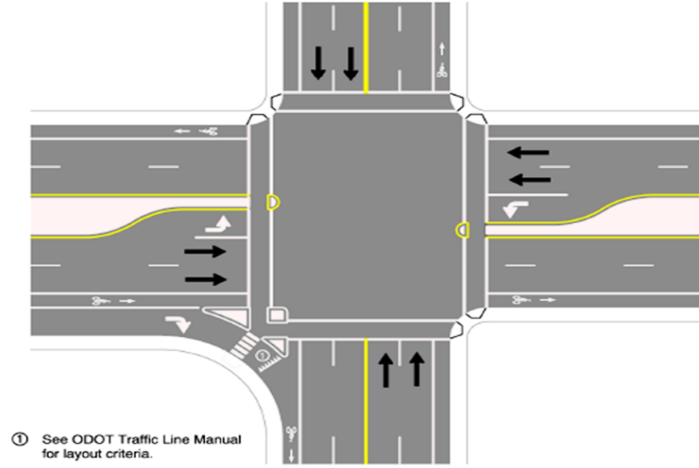
Design Speed (mph)	Maximum Intersection Grade (GI, %)	Maximum Grade Break (GB, %)	Minimum Length of Approach Grade (GA, feet)
15	5	6	20
20	5	5	40
25	5	4	40
30	5	3	60
35	5	2	60
40	4	2	70
45	4	2	70
50	3	2	70
55	3	1	70
60	3	1	70
65	2	0.5	70
70	2	0.5	70



نقاط تفاعل الحركة المرورية

قنولة التقاطعات (Channelization):

هي عبارة عن توسيع التقاطع وتقسيمه إلى مسارب وقنوات بواسطة جزر أو بواسطة خطوط ترسم أو حواجز تقام، حيث تعطي هذه القنولة الأولوية للحركات الرئيسية، وتؤمن حارة انتظار مستقلة أو حارة تسارع للعربات المنعطفة، كما تضبط حركات الانعطاف الممنوعة وتقيّد سرعة العربات.



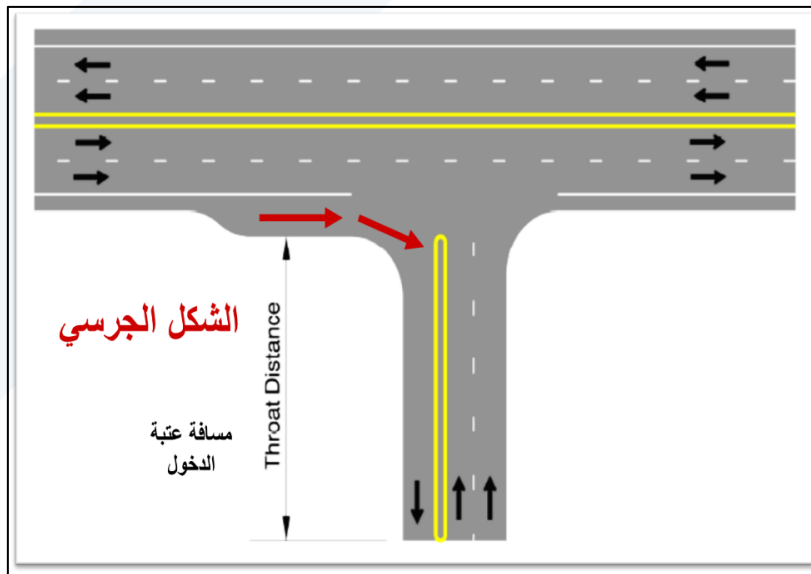
أهداف القنولة:

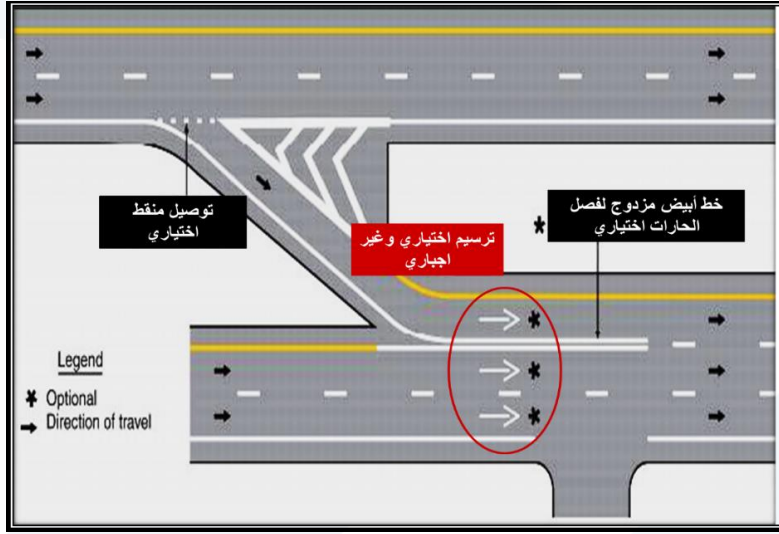
- 1- تأمين حركة آمنة ومنسقة عبر الفصل بين الاتجاهات، وتحديد المسارب وفق سرعات واتجاهات مختلفة
- 2- تحديد مسار واضح لحركة المرور
- 3- استخدام جزر توجيهية أو علامات طرقية كالطلاء أو المسامير العاكسة بهدف الأمان في الحركة
- 4- التقليل من الحوادث وحماية السائقين والمشاة والمركبات المنعطفة
- 5- الإقلال من عدد نقاط التعارض وتخفيف تكرار عمليات التعارض
- 6- تخفيف التعقيد في منطقة التعارض
- 7- تخفيف شدة التصادمات عن طريق زوايا صغيرة، طول كاف لمنطقة الانعطاف، نصف قطر الرصيف).

أشكال القنولة:

- توجيهية: تحكم، توجيه، إرشاد
- فاصلة: الفصل بين المسارات
- الالتجاء: تحمي وتساعد حركة المشاة والدراجات

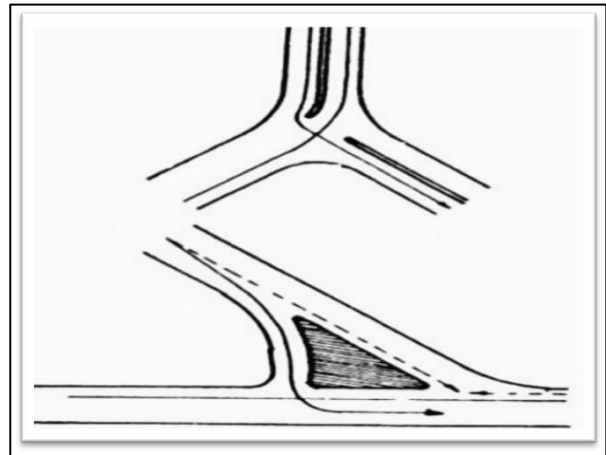
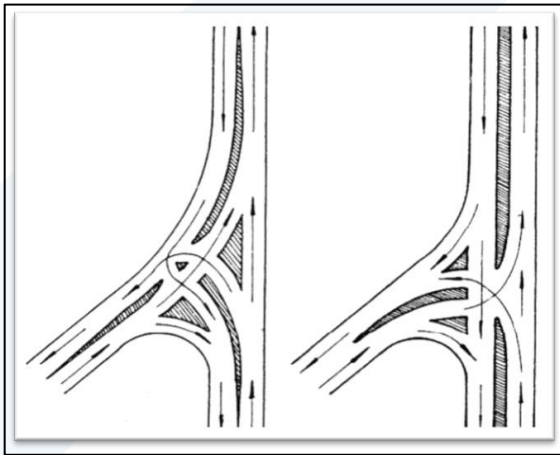
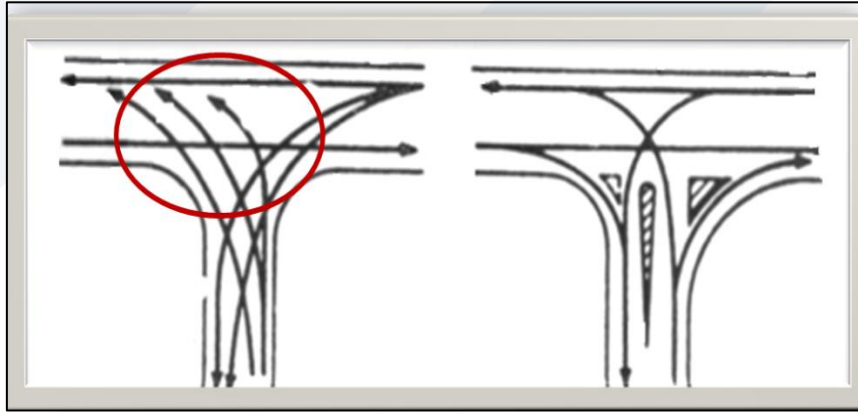
في التقاطعات نعد إلى التوسع للطريق الفرعية عند الانعطاف نحو اليمين، لتنظيم حركة السير وفصل السير إلى اليمين عن السير المتجه إلى اليسار أو عن السير المتجه إلى الأمام، وبهذا تقلل الحوادث وتزداد سعة التقاطع ليستوعب أكبر عدد ممكن من المركبات، ويشبه هذا التوسع شكل الجرس.





التقاطعات مع الجزر التوجيهية:

تبنى هذه التقاطعات من أجل توفير الأمان في الحركة عندما تزداد غزارات المرور على التقاطعات.





صفات التقاطع للحركة على مستوى واحد بين طريق رئيسي وطريق فرعي:

يجب أن تستخدم لوحات دلالة التوقف أو أفضلية المرور للغير على الطريق الفرعي، والطريق الذي لا يحوي دلالات لوحات الأفضلية للغير هو الطريق الرئيسي، أما التقاطعات على شكل حرف T، فإننا نفترض أن الطريق الفرعي هو الطريق المتعارض، ويزود بلوحة دلالة أفضلية المرور للغير.



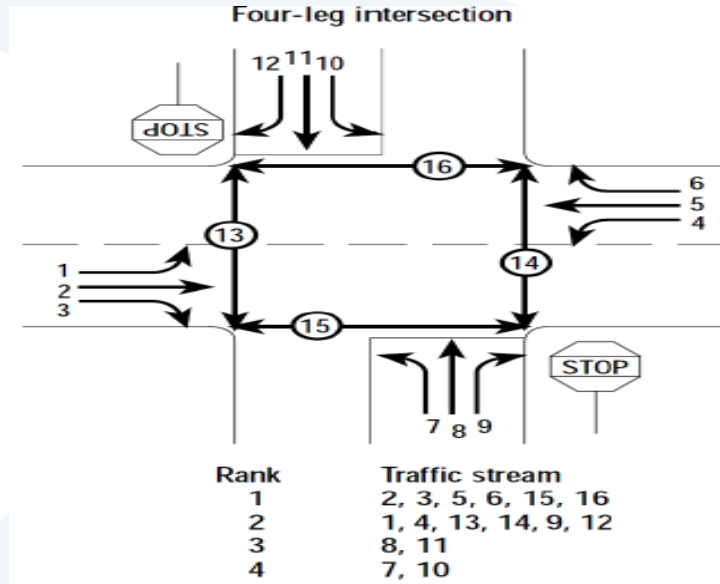
من الضروري تحديد أولويات الحركة المرورية، وذلك من خلال تقسيم الحركة المرورية إلى أربع مستويات:

المستوى الأول (Rank 1): حيث تكون الحركة على الطريق الرئيسي العابرة للتقاطع، والحركة على الطريق الرئيسي المنعطفة نحو اليمين.

المستوى الثاني (Rank 2): حيث تكون الحركة على الطريق الرئيسي المنعطفة نحو اليسار، والحركة على الطريق الفرعي المنعطفة نحو اليمين باتجاه الطريق الرئيسي.

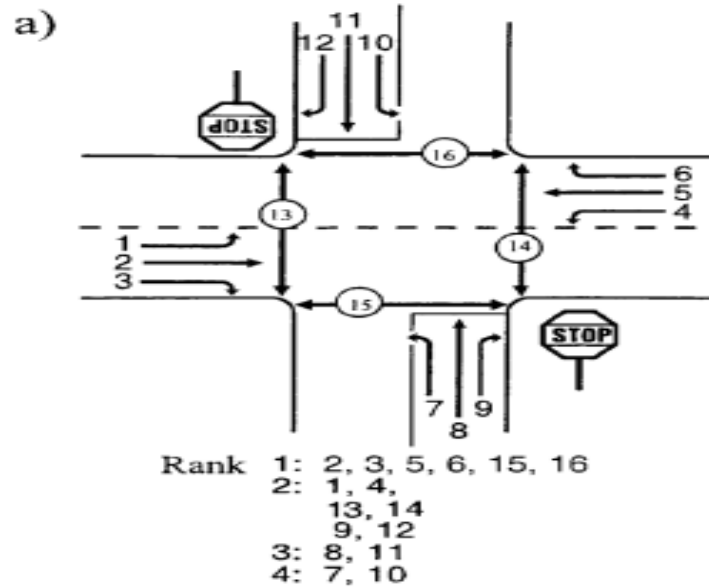
المستوى الثالث (Rank 3): حيث تكون الحركة على الطريق الفرعي العابرة للتقاطع.

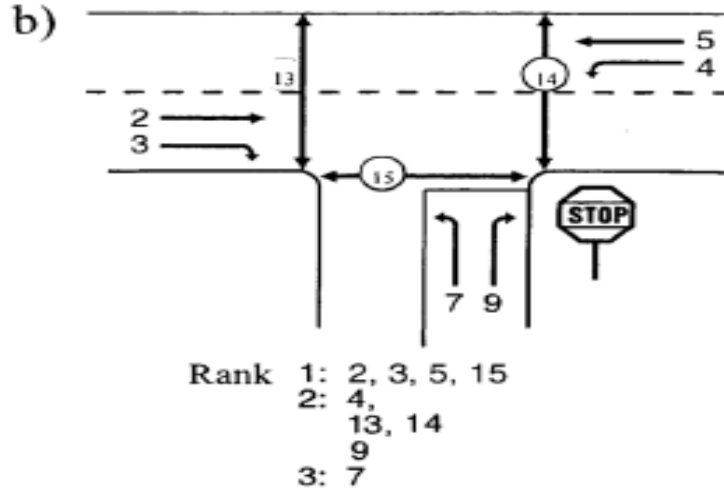
المستوى الرابع (Rank 4): حيث تكون الحركة على الطريق الفرعي المنعطفة نحو اليسار باتجاه الطريق الرئيسي.



أما ترتيب أفضليات حركة المرور فهي:

- 1- حركة العبور في الشوارع الرئيسية (الحركات 5، 2).
- 2- الانعطاف يمينا من الشارع الرئيسي (الحركات 6، 3).
- 3- عبور المشاة من الشارع الفرعي (الحركات 15، 16).
- 4- الانعطاف يساراً من الشارع الرئيسي (الحركات 1، 4).
- 5- الانعطاف يمينا إلى الشارع الرئيسي (الحركات 9، 12).
- 6- عبور المشاة للشارع الرئيسي (حركة 13، 14).
- 7- حركة العبور في الشارع الفرعي (في حالة وجود تقاطع رباعي، الحركات 8، 11).
- 8- الانعطاف يساراً من الشارع الفرعي في حالة التقاطع T.
- 9- الانعطاف يساراً من الشارع الفرعي (الحركات 7، 10).





تقييم مستوى سلامة المرور عند التقاطعات: هو أكثر صعوبة بكثير مما هو عليه عند الأقسام الأخرى

من الطرق وذلك للأسباب التالية:

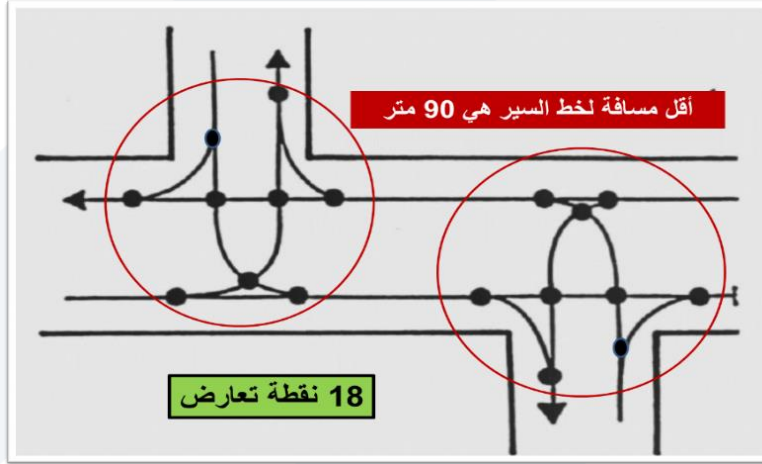
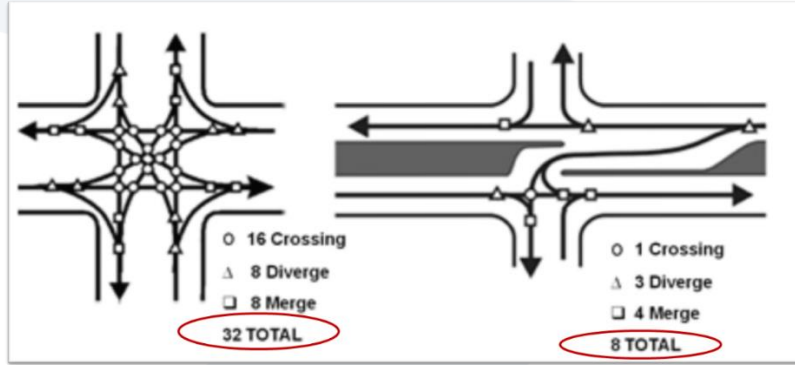
1- تقاطعات كثيرة للاتجاهات المتدفقة والمتغيرة للعربات، وارتباط ذلك دائماً باحتمال أكبر لوقوع الحوادث؛

2- تتميز أقسام الطرق عند التقاطعات بوجود كثافة مرور عالية جداً، وبعرقلة بعض العربات عند الانعطاف لمرور العربات الأخرى التي تسير في الاتجاه المستقيم؛

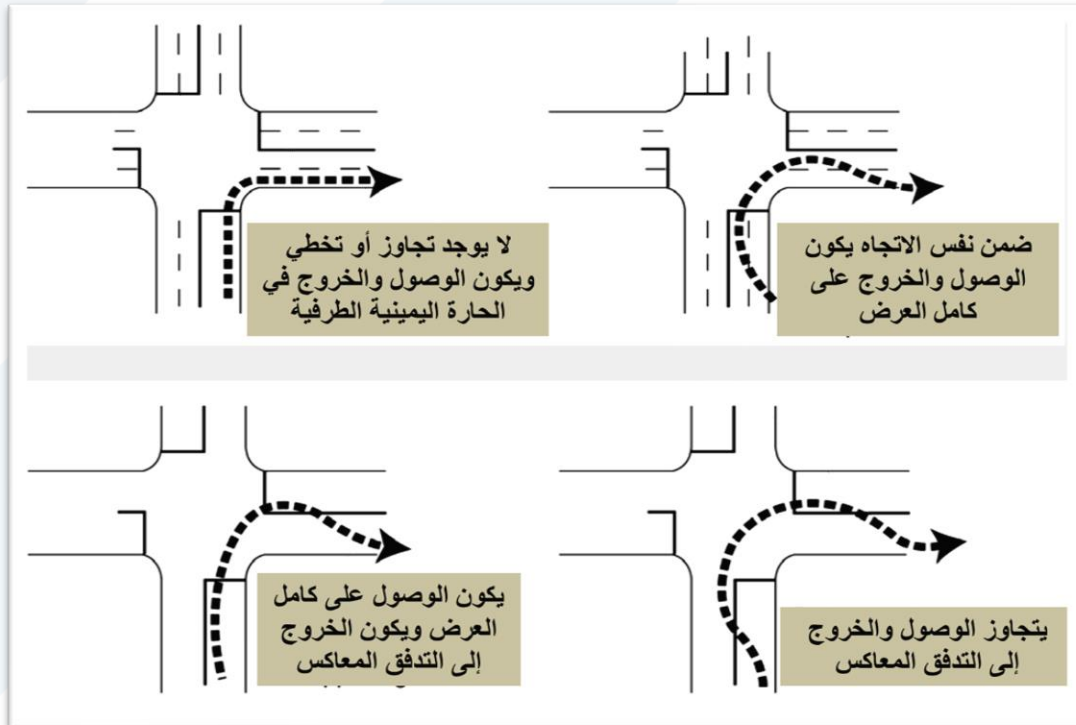
3- تغير كبير لنظام المرور للعربات عند التقاطع، لأن المشاركين في حركة المرور لا يعرفون دائماً مقاصد السائقين الآخرين الذين لا يقومون بالمناورات الصحيحة، أو قد يقوم هؤلاء السائقون بمناورات في الوقت غير المناسب للانتقال من حارة مرور إلى أخرى، أو قد تتأخر الإشارة الضوئية الخاصة بالانعطاف؛

4- عدم توفر الرؤية المناسبة في أماكن الاقتراب من التقاطع، والتي تكون عادةً أقل بكثير من الرؤية المتوفرة على امتداد الطريق الرئيسي، وهناك أهمية كبيرة للمقطع الطولي عند التقاطع لأن مسافات الرؤية المناسبة هي تلك التي تقع على الأقسام المقعرة للطريقين المتقاطعين، أما المسافة الدنيا للرؤية فهي تلك التي تقع على الأقسام المحدبة، لذلك تزداد حوادث الطرق عند التقاطعات كلما زادت كثافة المرور وكلما كانت مسافات الرؤية على الطرق المتقاطعة غير محققة.

يمكن التقليل من عدد نقاط التصادم والفصل فيما بينها، بالإضافة إلى تضييق احتمالية التصادم وتجنب المناورات المتعددة في منطقة محدودة، وذلك بتغيير تصميم التقاطعات، أو منع انتهاكات الحركة على التقاطعات، كما هو موضح في الأشكال التالية.



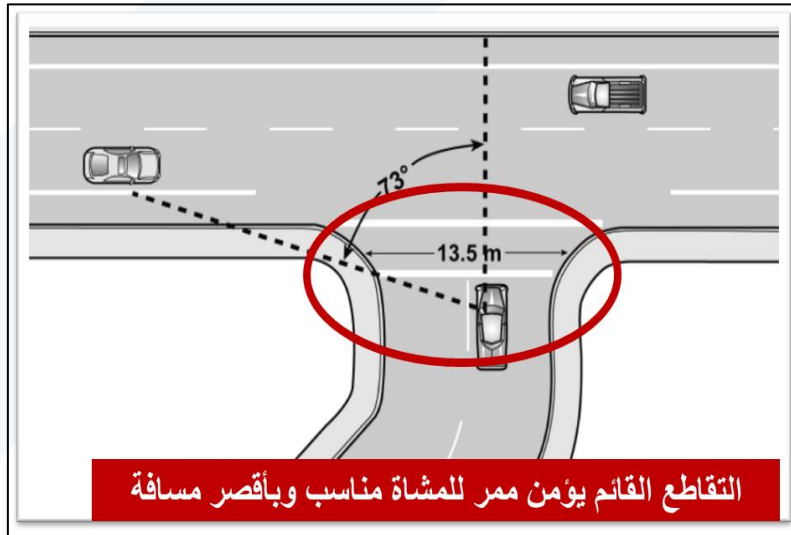
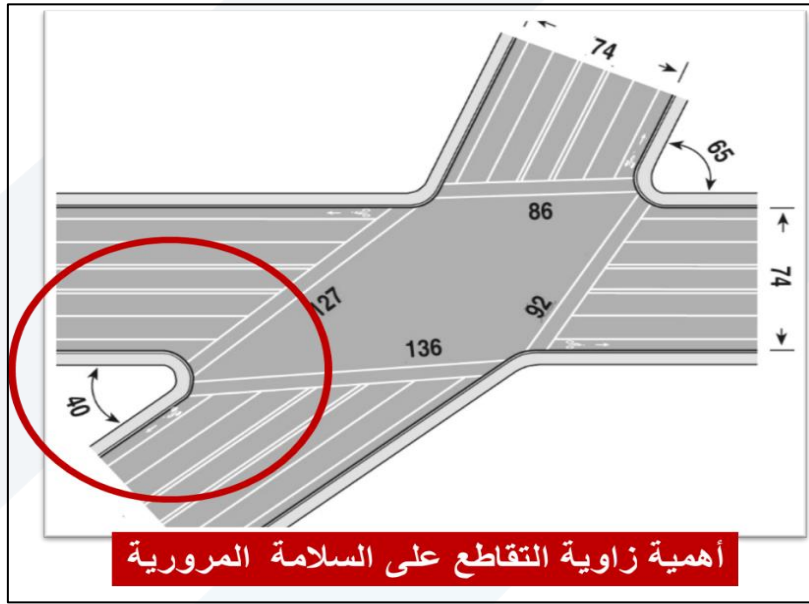
تغيير في هندسة التقاطع



انتهاكات حركات الانعطاف نحو اليمين

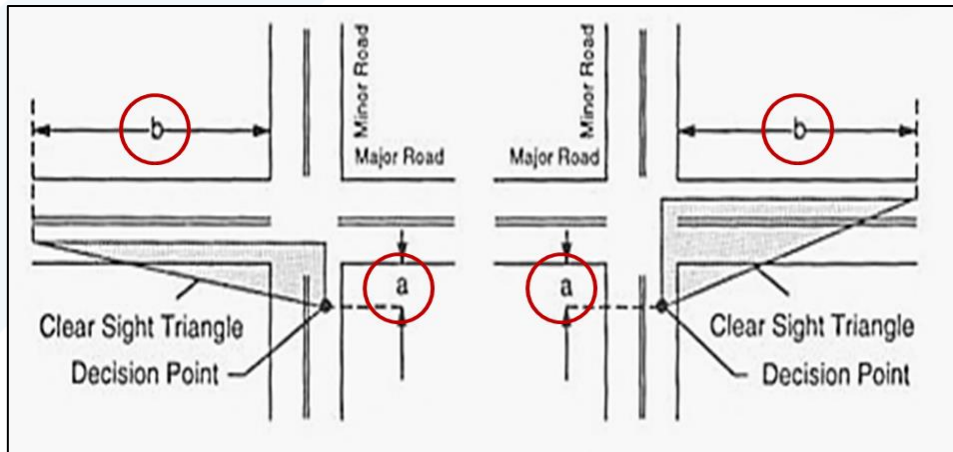
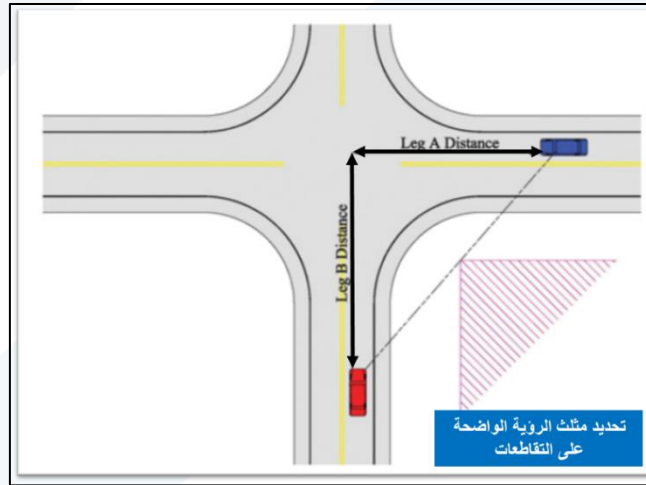
تأثير زوايا التقاطعات في مستوى واحد

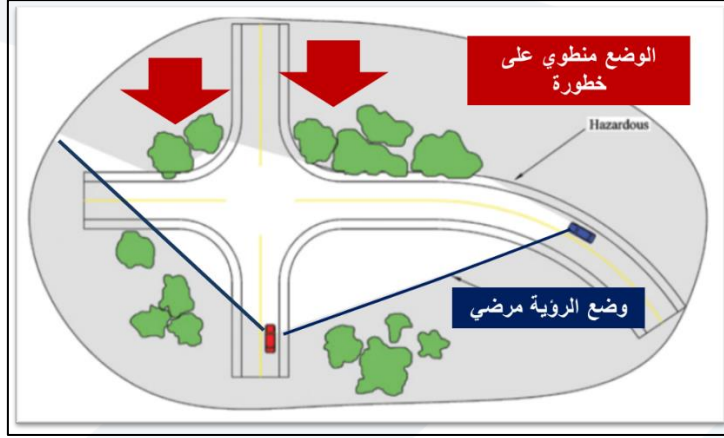
تدل الدراسات المفصلة لخصائص حركة المرور على الطرق المتقاطعة في مستوى واحد، والتي يكون لها أشكال كثيرة ومختلفة - على التأثير الكبير لقيم الزوايا التي تتقاطع وفقها التدفقات المرورية على سلامة المرور تحديداً، ويمكن اعتبار التقاطعات وفق الزاوية التي تقل عن 25° هي تقاطعات تكثر فيها حوادث السير ووفق الزاوية 10° هي تقاطعات خطيرة للغاية.





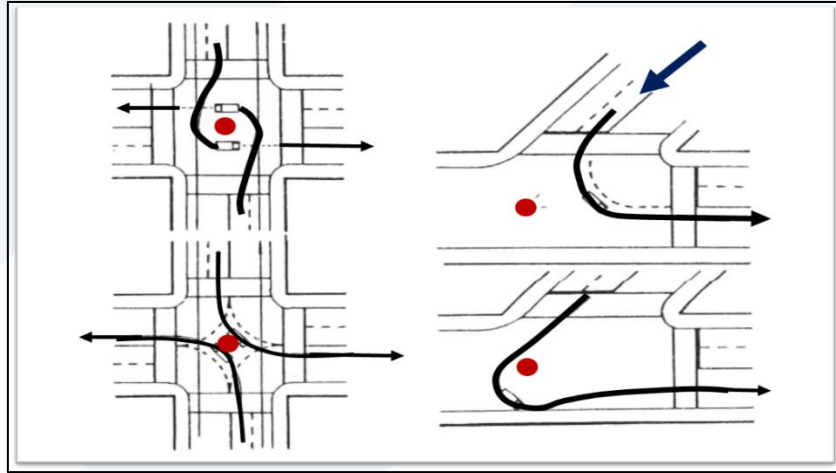
يجب أن يسمح التصميم الآمن للتقاطعات للسائقين على كلا الطريقين برؤية مساحة التقاطع وتيارات المرور خلال زمن كافي لتوقيف العربة قبل الدخول إلى التقاطع.





خطوط الرؤية الخطيرة والمرضية على التقاطعات

وعند القدوم من طريق فرعي في التقاطعات الحرة، يجب على السائق أن يقف حتى يسمح أولاً بمرور العربات على الطريق الرئيسي، وألا يبدأ في الدخول إلا بعد تأكده من عدم تعريض المرور فيه للخطر.



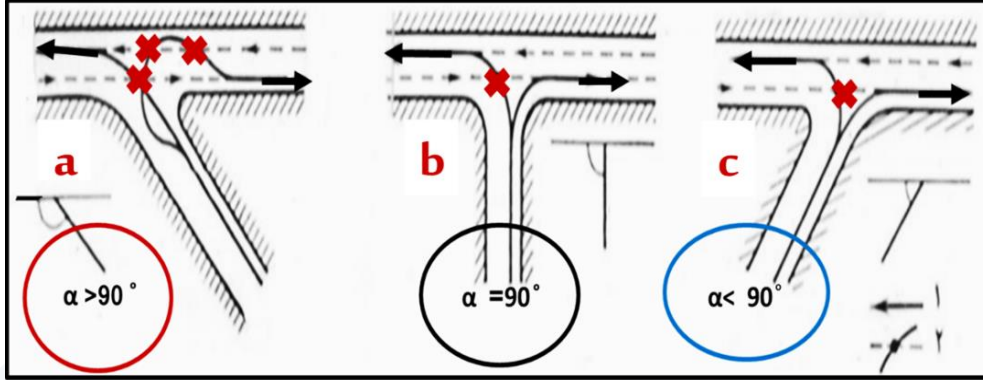
حركة الانعطاف نحو اليسار على التقاطعات الحرة

وتبين معطيات مختبر أبحاث الطرق البريطاني أن التقاطعات ما بين 30° , 90° هي تقاطعات مثالية بالنسبة للسلامة المرورية، وإن أخطر التقاطعات هي تلك التي لا تستطيع عندها العربة المنعطفة نحو اليمين أن تبقى في حارة المرور المخصصة لها، وتضطر للدخول إلى حارة المرور في الاتجاه المعاكس، أما الانعطاف نحو اليسار فيتم بالسير على منحني بنصف قطر كبير، (كما يوضحه الشكل الأول a).

ويكون هذا التقاطع مصحوباً بوقوع أكبر عدد من الحوادث وذلك للأسباب التالية:

- المرور عبر التقاطع مع الانعطاف نحو اليسار مباشرة دون تخفيض في السرعة وبسرعة عالية نسبياً؛
- الصعوبة التي تواجه السائق في تقدير سرعة السيارة القادمة من الطريق في الاتجاه المعاكس، وبالتالي صعوبة المعرفة فيما إذا كانت السيارة القادمة في الاتجاه المعاكس ستقطع خط سيره أم لا؛

- قطع اتجاه تدفق العربات المعاكس عن الطريق المقطوع في حالة الانعطاف نحو اليمين؛
 - الصعوبة التي تواجه السائق في تحديد السائق الآخر، الذي يجب أن تعطى له أفضلية المرور قبل غيره عبر التقاطع.
- أما الشكل **b** فهو أقل خطورة، ولكن العيب في التقاطع العمودي هو رداة الرؤية من مقعد السائق، والشكل **c** يوضح تقاطعاً من أكثر التقاطعات ملائمة وأمان.



نقاط التصادم أو التعارض عند التقاطع

