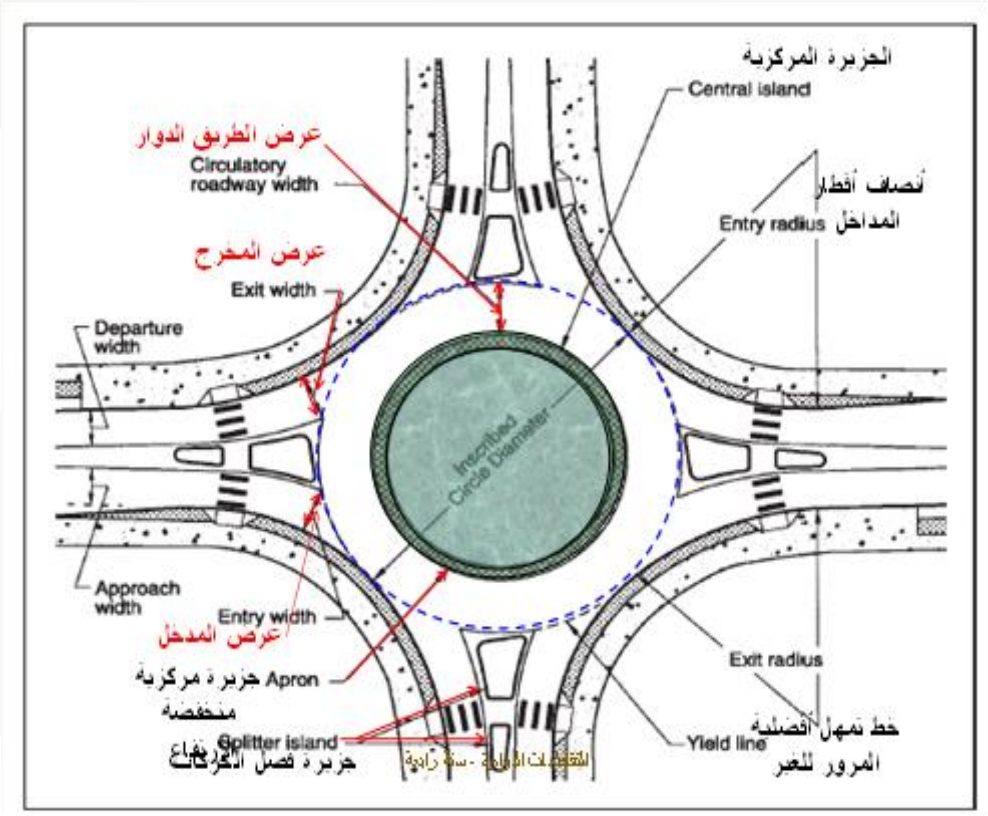
العناصر الهندسية Geometric elements:

عملية تصميم الدوار هي عملية تجريبية، وتختلف عن تصميم الأشكال الأخرى للتقاطعات، حيث أنها تتطلب تكراراً (تجريبياً) بين التخطيط الهندسي والتحليل التشغيلي وتقييم السلامة، كما أن التعديلات البسيطة في الوضع الهندسي يمكن أن تؤدي إلى تغيرات في السلامة وفي الأداء التشغيلي، ولذلك فإن المصمم يحتاج إلى مراجعة وتحسين مشروع التخطيط الأولي للتأكد من سعة الدوار ومن سلامته. وقبل تحديد تفاصيل الشكل الهندسي يجب تحديد ثلاثة عناصر أساسية في مرحلة التصميم الأولية: الحجم الأمثل للدوار،الموقع الأمثل، المنحنى الأمثل لأذرع الاقتراب من الدوار.

1- القطر الداخلي للدوار INSCRIBED CIRCLE DIAMETER

يتراوح حجم الدوران بين قيم صغيرة لدرجة كافية لعمل انعطاف كافي وبين تنفيذه بحجم كبير لدرجة استيعاب المركبات التصميمية، وقد وجد أن أقل نصف قطر داخلي حوالي 30.5 متر، معتمدة على مركبة تصميمية WB – 50، وربما يقل القطر الداخلي للدوار حسب أكبر مركبة تصميمية يتوقع أن تستخدم الطريق، وفي جميع الحالات يتم استخدام نماذج صغيرة تطبق على التصميم نماذج انعطاف حسب السيارة التصميمية.



العناصر الهندسية للدوارات

لقد لوحظ أن الجزيرة المركزية للدوار تكون مرتفعة وذات منظر طبيعي لأســـباب جمالية، وذلك من أجل إدراك الســـائق للدوار، كما أنها منطقة يمنع المرور عليها، فقد تكون دائرية الشـــكل، حيث نلاحظ أن الشريط الدائري الذي حولها ذو نصف قطر ثابت يساعد على رفع السرعات الثابتة حول الجزيرة المركزية، ومن جهة أخرى فإن الأشكال البيضاوية أو الشاذة قد تكون أكثر صعوبة للقيادة ومترافقة مع تزايد سرعة المركبات.

Inscribed Circle Diameter قطر الدائرة الخارجية	Minimum Circulatory Lane Width* عرض الشريط الدائري الأصغري	Central Island Diameter قطر الجزيرة المركزية
45 m	9.8 m	25.4 m
50 m	9.3 m	31.4 m
55 m	9.1 m	36.8 m
60 m	9.1 m	41.8 m)
65 m	8.7 m	47.6 m
70 m	8.7 m	52.6 m

2- القطر الإجمالي للدوار INSCRIBED CIRCLE DIAMETER

هناك متطلبات للمســـاحة المطلوبة لأهم المركبات التصـــميمية ويتراوح قطر الدوار من 29 م إلى 91.4 متراً. والحافلة التصـــميمية (BUS) يمكن أن تســـير في دوار قطره يبدأ من 29 متراً ويجب الأخذ في الاعتبار صـــعوبة إن لم يكن مســـتحيلاً تحقيق الانعطاف الكافي داخل الدوار ذو قطر أقل من 40 متراً، وفي هذه الحالة يجب وضـــع جزيرة مركزية منخفضـــة الارتفاع حوالي 50 مليمتر كحد أقصـــى، وبذلك يمكنها السماح للمركبات الطويلة (المقطورات ... الخ) أن تمر عجلاتها الخلفية عليها.

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*

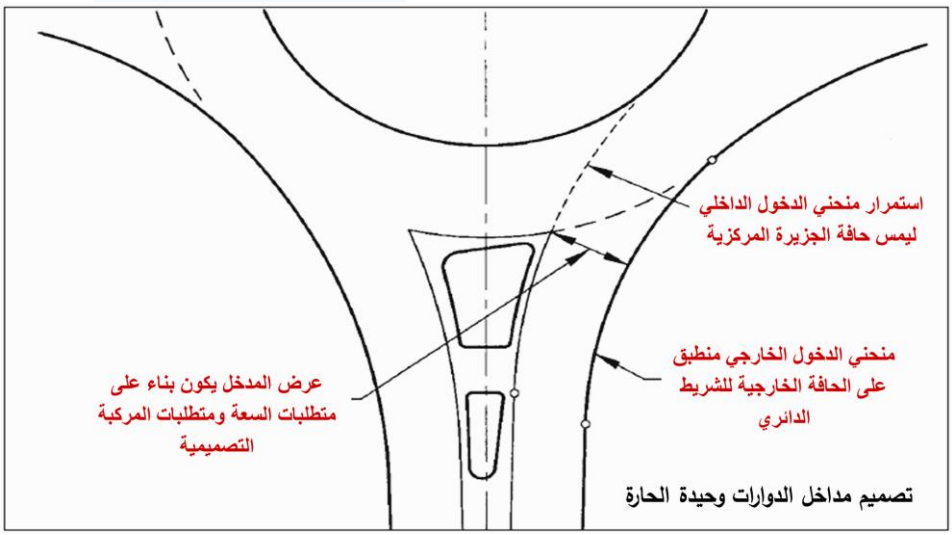
3- عرض الشريط الدائري CIRCULATING WIDTH

بينت الدراسات بأن تحديد عرض الشريط الدائري يتم بالاعتماد على عرض المدخل ومتطلبات الانعطاف للمركبة التصـميمية، وعموماً يجب ألا يقل عرض المسـار الدائري عن العرض الأعظمي للمدخل (بحيث يصـل إلى 120% من العرض الأعظمي للمدخل)، ويتراوح عرض المسـار الدائري للدوار بين مرة إلى مرتين ضـعف أكبر عرض مدخل، ويجب ألا يزيد عن 15متر، وفي الدوار الصـغير لا يزيد القطر عن 28 متراً، ويفضل أن يكون عرض الطريق داخل الدوار ثابتاً.

مسـار الدوار عموماً دائريٌّ ولكن الدوار ذا الشـكل البيضـاوي مقبول ومفضـل في حالة الجزيرة الكبيرة، والتصميم الجيد هو الذي يتجنب المنحنيات العكسية القصيرة بين المدخل والمخرج.

4- توسع المداخل عند الدوار FLARE DESIGN AT ENTRY:

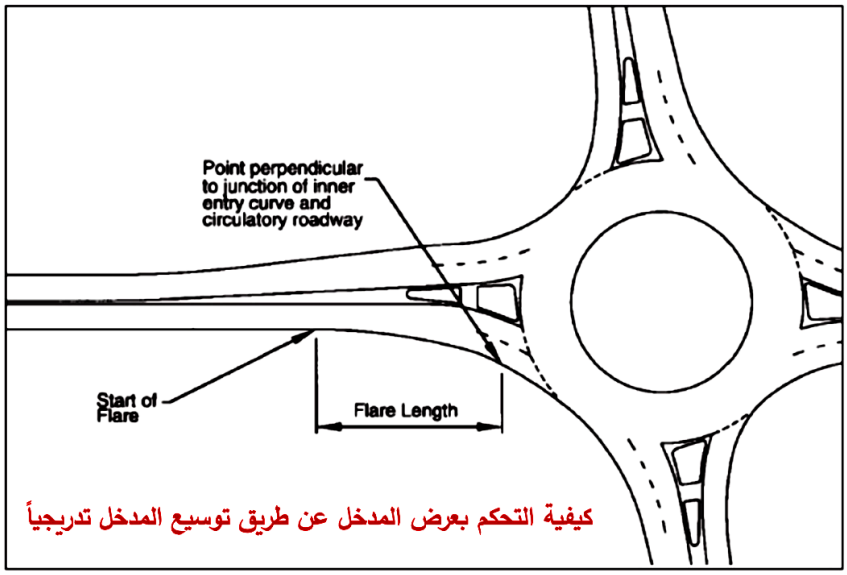
يتم توسيع مدخل الدوار لزيادة سعته بحيث لا تزيد عدد حارات الدخول إلى الدوار (Approach Lanes) عن الحـارات داخـل الـدوار، والطول الـذي يجرى فيـه التوسـيع في حـدود من 30 متراً إلى 95 متراً، ومنحنيات الدخول هي عبارة عن مجموعة منحنيات على طول الرصـيف الأيمن (أو حافة الرصـيف) لطريق الدخول المؤدي إلى الشـريط الدائري، ويعد نصـف قطر الدخول عاملاً مهماً في تحديد تشـغيل الدوار، حيث أن له تأثيرات كبيرة على كل من السـعة و السـلامة، كما يتحكم نصـف قطر الدخول، بالتزامن مع عرض المدخل و عرض الشـريط الدائري و هندسـة الجزيرة المركزية، في مقدار الانحراف المفروض على مسار دخول المركبة.



تصميم مداخل الدوارات وحيدة الحارة

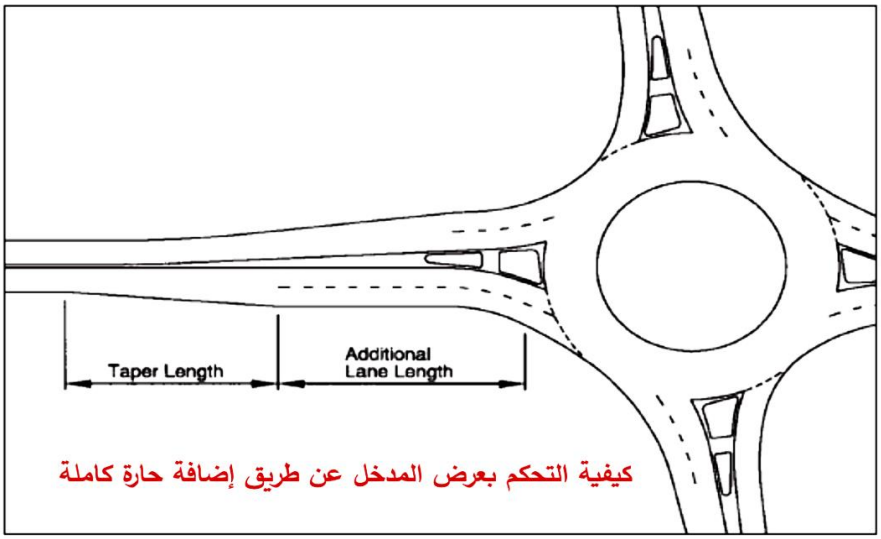
5- عرض المدخل ENTRY WIDTH

عرض المدخل هو أكبر محدد لسعة الدوار، ولا تعتمد سعة المدخل على عدد الممرات فقط، بل على العرض الكلي للدخول، (على الأقل 6.0 متر)، ويتم تحديد عرض كل مدخل حسب احتياجات تدفق حركة المرور الداخلة للدوار. يختلف عرض المدخل حسب المركبة التصميمية وعرض الطرق الداخلة إلى الدوار، وتبعاً للغزارة المرورية التي تعبر المدخل، عموماً يتراوح عرض المدخل بين 3.65 متراً إلى 4.60 متراً لكل حارة من حارات المدخل، مع المحافظة على الحد الأدنى لعرض المداخل وذلك من أجل زيادة سلامة الحركة المرورية في منطقة الدوار



كيفية التحكم بعرض المدخل عن طريق توسيع المدخل تدريجياً

وقد يكون نصف قطر المنحني المؤدي إلى الدوار أقل أو يساوي نصف قطر المسار الذي يتوقع أن تسير المركبة عليه، والذي يصمم بحيث يكون مماساً للجزيرة المركزية.



كيفية التحكم بعرض المدخل عن طريق إضافة حارة كاملة

6- الانعطاف داخل الدوار DEFLECTION

الانعطاف الكافي للمركبات الداخلة إلى الدوار من أهم العوامل المؤثرة في أمان تشغيل الدوار، ويتم تصميم الدوار بحيث تكون السرعة لجميع المركبات أقل من 45 كم / ساعة. وهذه تنفذ بواسطة ضبوط هندسية للمدخل، وضمان مسار المركبات المارة طولياً، وتنعطف السيارات طبقاً لأحد العوامل التالية:

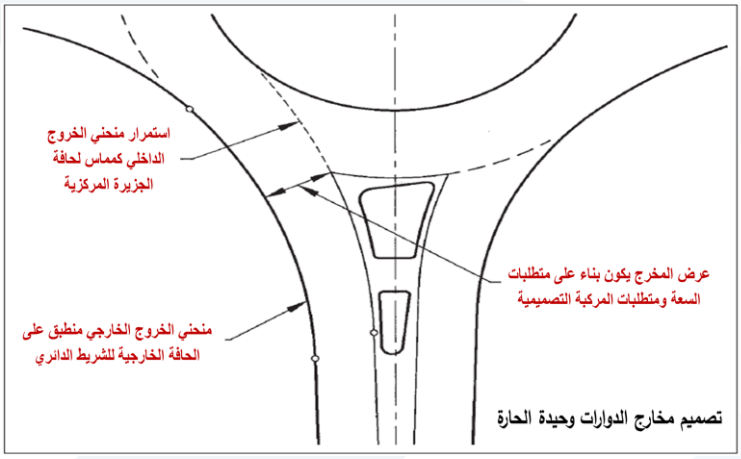
- تخطيط المدخل والشكل والحجم والمكان الخاص بجزر الفصل للأفرع.
- تأمين الجزيرة الوسطية ذات الحجم والمكان المناسب.
- إدخال تخطيط غير متوازي بين أي مدخل ومخرج.

لمعظم الحالات العملية في الطرق يصمم الدوار لانعطاف بسرعة 40 – 48 كم / ساعة، مع الأخذ في الاعتبار حالات الطرق ذات الدرجات الأقل والطرق المحلية.

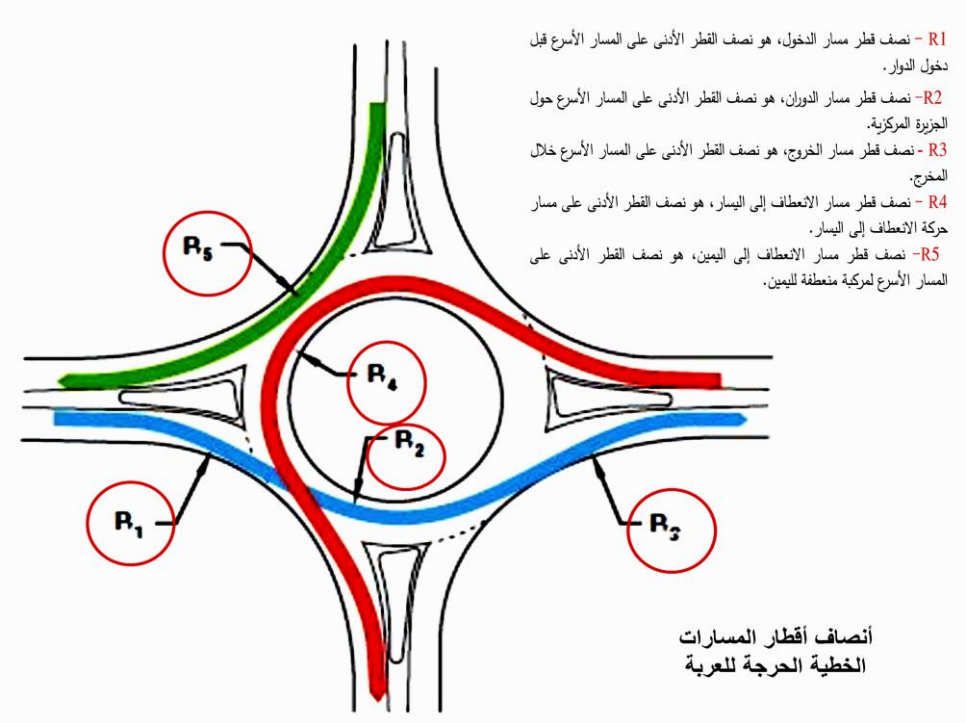
السرعة التصميمية (كم/ساعة)	نصف قطر منحنى الانعطاف (متر)
20.00	18.50
24.00	30.50
32.00	55.00
40.00	88.50
48.00	131.00

7- المخارج EXITS

المخارج من الدوار لابد أن تكون سهلة كلما أمكن، وكما أن المداخل مصممة لإبطاء سرعة المركبات الداخلة للدوار فإن المخرج يصمم بحيث يزيد من سرعة المركبة الخارجة من الدوار، ومن ثم يكون نصف قطر المخرج أكبر من نصف قطر المدخل. وعادةً ما يكون لمنحنيات الخروج نصف قطر أكبر من منحنيات الدخول لتقليل احتمالية حدوث اختناق في المخرج، ومع ذلك يكون ذلك متوازن مع الحاجة إلى الحفاظ على سرعات منخفضة عند معبر المشاة عند المخرج.

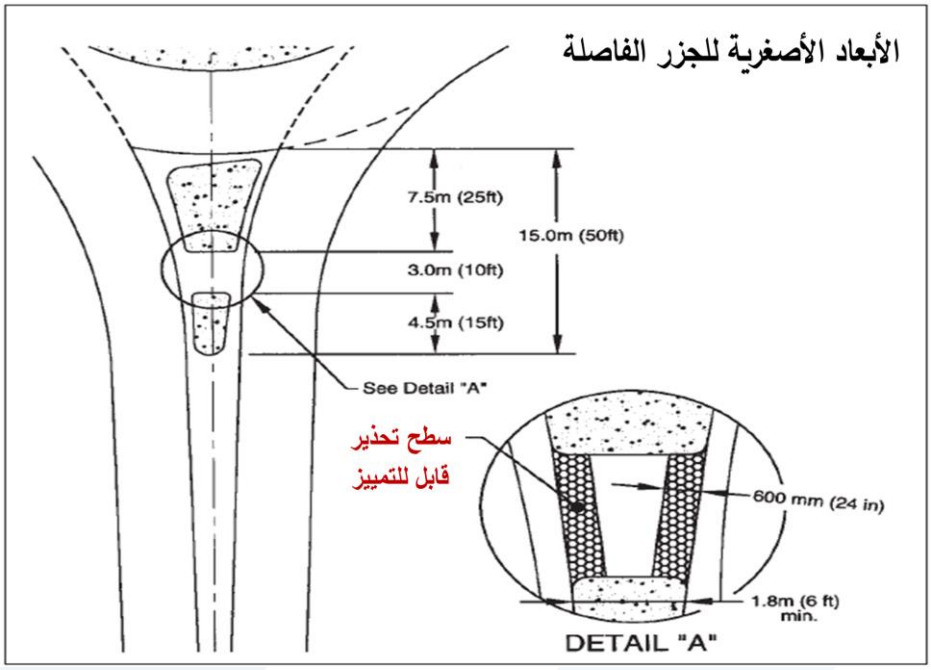


والشكل التالي يوضح أنصاف الأقطار لمسارات الدخول والخروج والالتفاف حول الجزيرة المركزية.



8- جزر الفصل SPLITTER ISLANDS

يتم عمل جزر فصل في الدوار، وهي تمثل دليل للمرور الداخل والخارج للدوار وكملجأ للمشاة في المناطق ذات السرعات العالية، وتستخدم جزر الفصل بطول كافي لإعطاء تحذير مبكر. يتم تزويد كافة الدوارات بالجزر الفاصلة ماعدا الدوارات ذات الأقطار الصغيرة، وذلك لأنها تمنع السائقين من رؤية الجزيرة المركزية، تساعد الجزر الفاصلة في التحكم بالسرعة، وتقوم بتوجيه حركة المرور ضمن الدوار وبفصل حركة المرور الداخلة والخارجة، كما تمنع المركبات من القيام بالحركات الخاطئة.



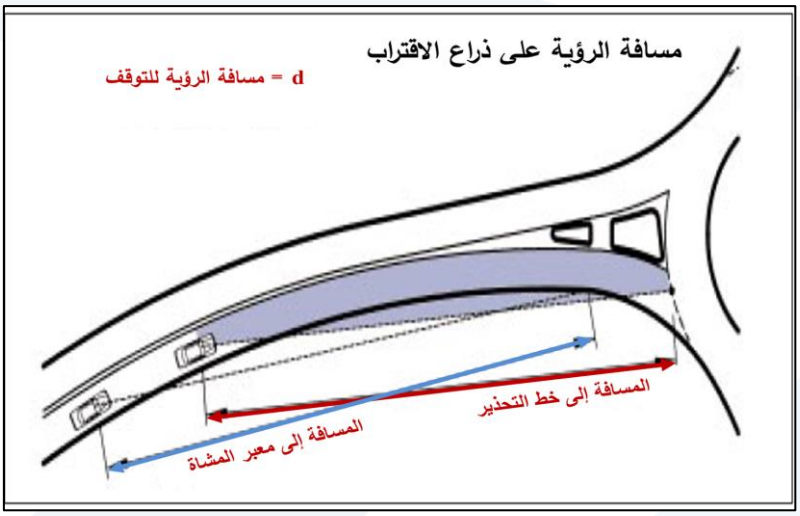
9- مسافة الرؤية SIGHT DISTANCE

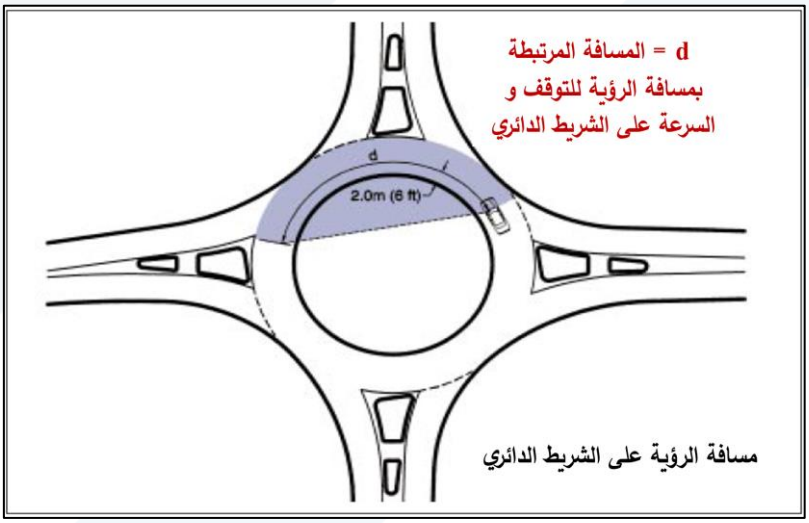
مسافة الرؤية للتوقف هي المسافة المطلوبة للسائق كي يدرك ويتفاعل مع شيء ما في الطريق، ويقوم بعدها بالفرملة والتوقف الكامل قبل الوصول إلى ذلك الجسم، حيث يجب توفير مسافة الرؤية للتوقف في كل نقطة داخل الدوّار وعلى كل مدخل ومخرج للدوار. يتم تطبيق مسافة الرؤية للحالات المختلفة لجميع المنحنيات الرأسية والأفقية عند الدوار، وهذه الحالات تؤثر تأثيراً فعالاً على أمان التشغيل للدوار وعلى أماكن وضع العلامات وتنسيق الموقع.

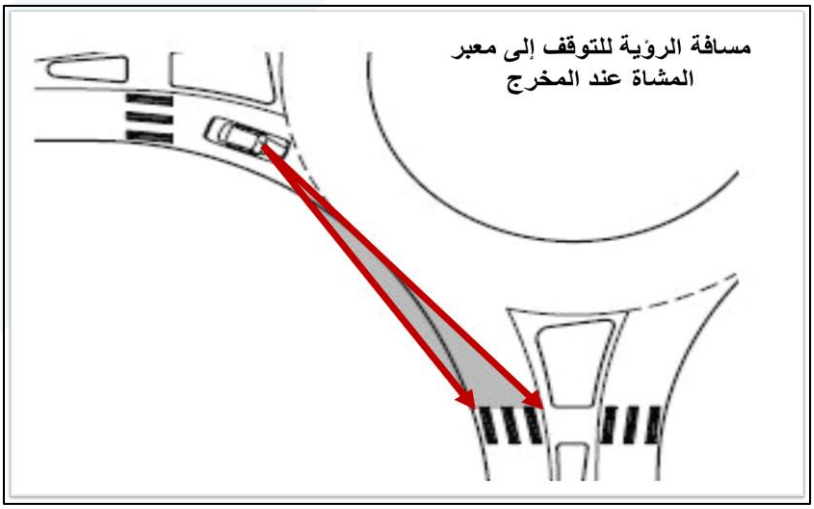
Speed (km/h) السرعة	Computed Distance (m) المسافة المحسوبة
10	8.1
20	18.5
30	31.2
40	46.2
50	63.4
60	83.0
70	104.9
80	129.0
90	155.5
100	184.2 *

عند الدوارات، يجب التحقق من ثلاثة مواقع حرجة كحد أدنى:

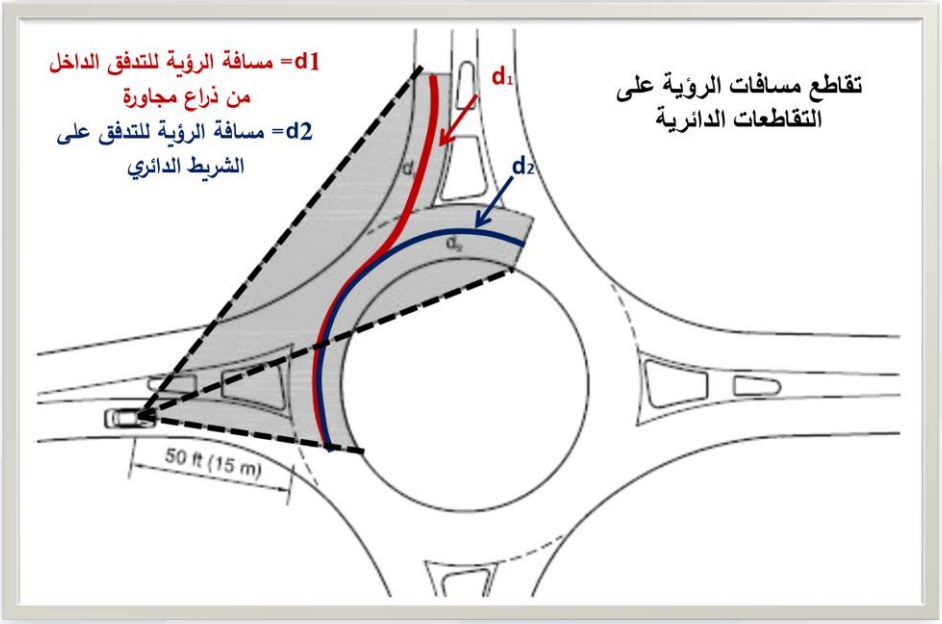
- ❑ مسافة الرؤية عند الاقتراب.
- ❑ مسافة الرؤية على الشريط الدائري.
- ❑ مسافة الرؤية إلى معبر المشاة عند المخرج.


مسافة الرؤية على ذراع الاقتراب
d = مسافة الرؤية للتوقف
المسافة إلى خط التحذير
المسافة إلى معبر المشاة


d = المسافة المرتبطة
بمسافة الرؤية للتوقف و
السرعة على الشريط الدائري
d
2.0m (6 ft)
مسافة الرؤية على الشريط الدائري

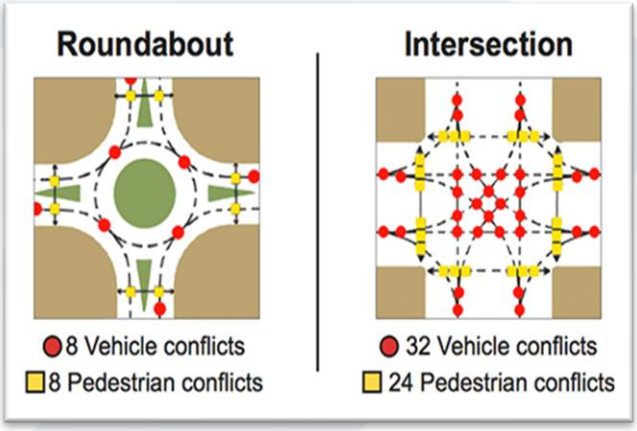

مسافة الرؤية للتوقف إلى معبر
المشاة عند المخرج

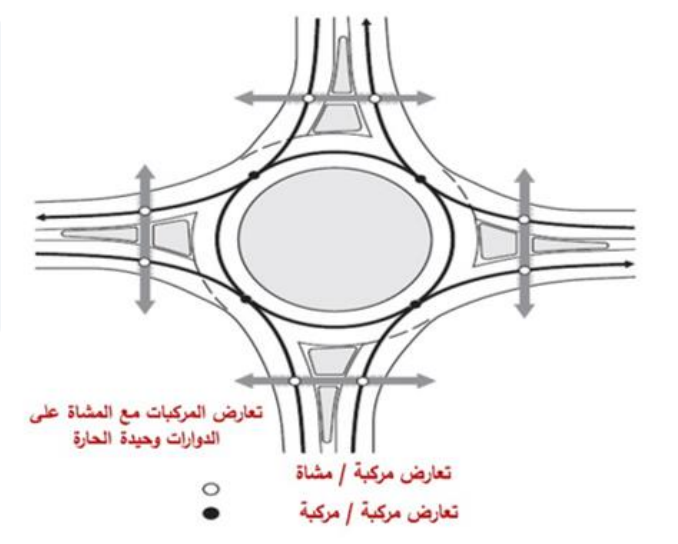
وعند تقاطعات مسافات الرؤية/ وبالنسبة للدوارات، ينبغي افتراض أن هذه "الأذرع" تتبع انحناء الطريق، وبالتالي يجب قياس المسافات ليس كخطوط مستقيمة ولكن كمسافات على طول مسار المركبات.



السلامة على الدوارات

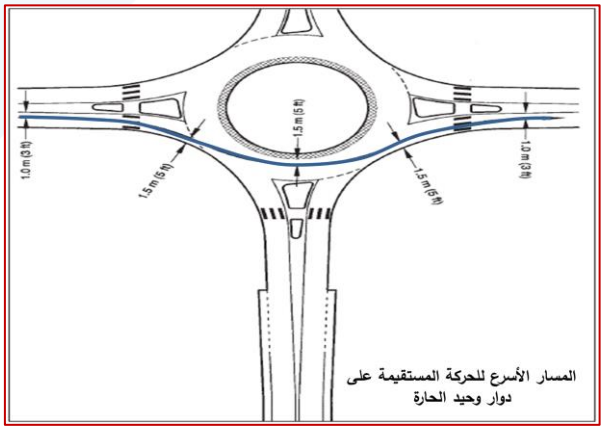
أظهرت نتائج دراسات ومعطيات عن حوادث الطرق أن عدد الحوادث قد قل بست مرات بعد استبدال التقاطعات العادية بتقاطعات دائرية، واستناداً إلى معطيات متعلقة بحوادث الطرق قبل الإنشاء وبعده لـ 22 تقاطع تم تحويلهم إلى تقاطعات دائرية، فإن نسبة انخفاض معدل الحوادث بلغت 70%، وفي الدوارات تكون نقاط التصادم الرئيسية ونقاط الانعطاف نحو اليمين ذات السرعات العالية معدومة عملياً.

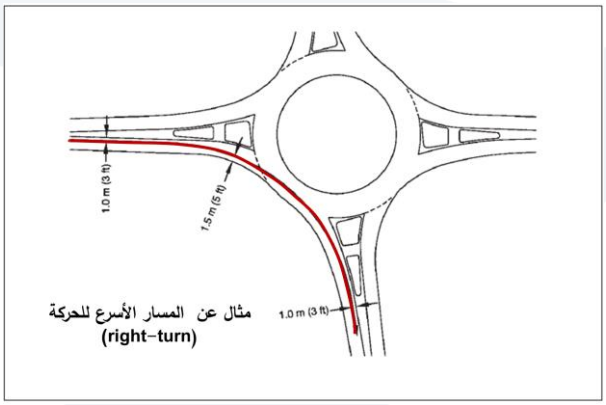




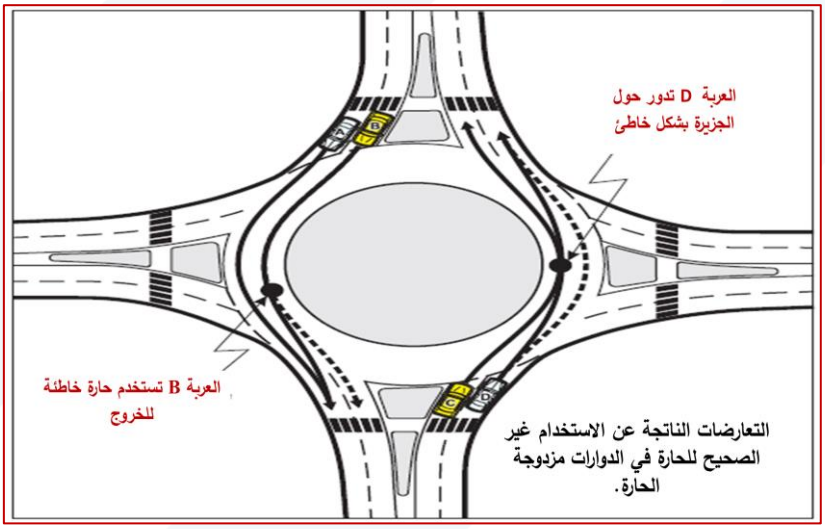
السرعة على الدوارات

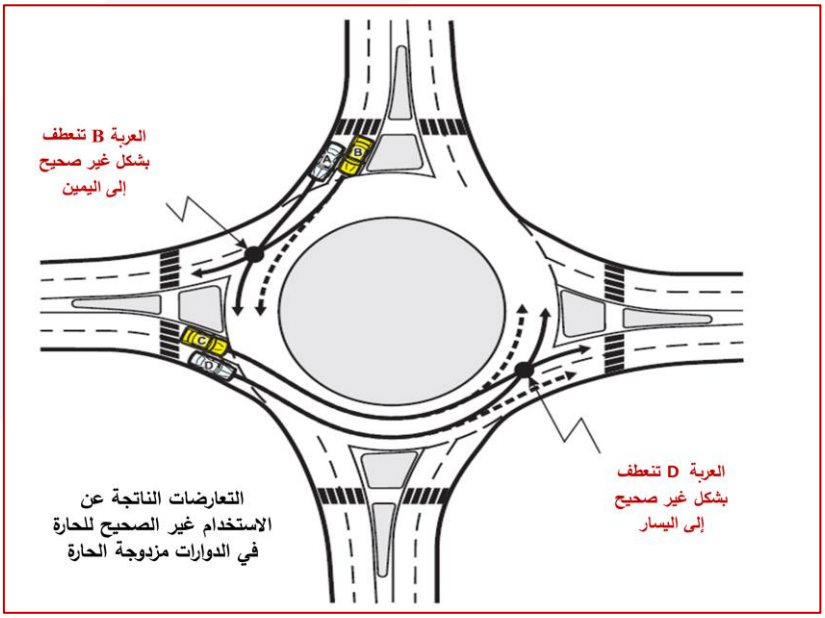
لتحديد السرعة على الدوار، يتم رسم المسار الأسرع المسموح به، وهو المسار الأكثر سلاسة لسيارة واحدة، مع عدم وجود حركة مرور أخرى، ومع تجاهل جميع علامات الممرات والعبور عبر المدخل وحول الجزيرة المركزية والخروج.



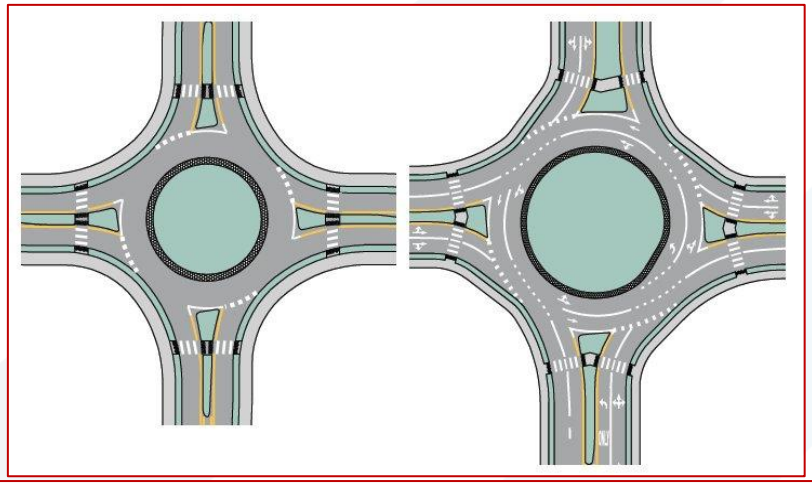


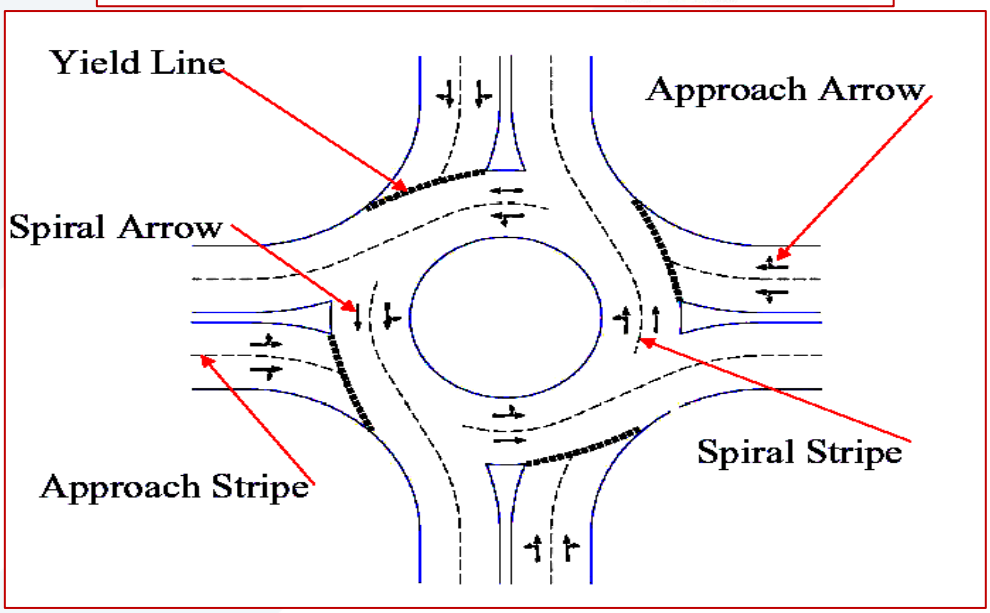
وقد تحدث الكثير من التعارضات نتيجة الاستخدام الخاطئ في الدوارات تؤدي إلى وقوع الحوادث.





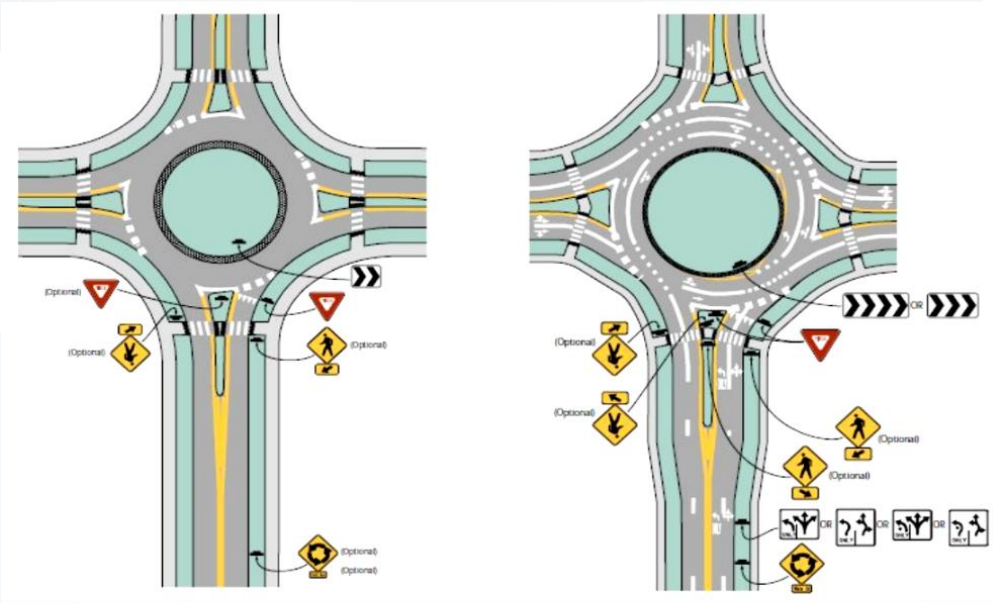
توضح الأشكال التالية كيفية ترسيم الدوارات وتقسيم حارات الانعطاف نحو اليمين ونحو اليسار والالتفاف حول الجزيرة المركزية، حيث أن هذا الترســـيم يعمل على تنظيم الحركة وقنولتها والالتزام بالمســـارات المحددة، مما يخفف من نقاط التصادم والتعارض.





ترسيم التقاطعات الدوارة

كما توضح الأشكال التالية أهم الإشارات التحذيرية والتنظيمية التي يجب ترتيبها قبل الدخول بالدوار، تكون الغاية الأساسية من وجودها هي تخفيف السرعة قبل الوصول إلى الدوار والانتباه إلى ممرات المشاة للحفاظ على سلامتهم، كما أنها تمنع الحركة حول الدوار بشكل خاطئ وتنبه السائقين إلى ضرورة الالتزام بالسرعات المحددة حسب صنف ونوع الدوار.



ترتيب الإشارات التنظيمية والتحذيرية على الدوارات