

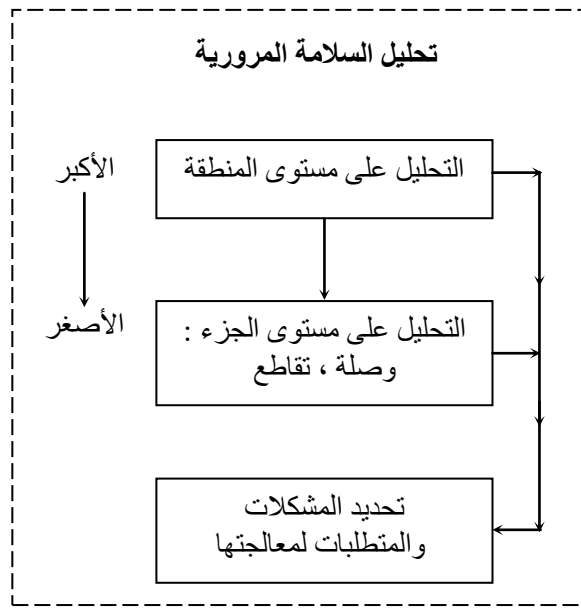


تقييم السلامة المرورية مدينة الرياض



2-3-1: مقدمة

يركّز هذا الجزء من المشروع على جانب السلامة المرورية في منطقتي الدراسة داخل مدينة الرياض وبالطبع فإن هذا التركيز يتناول ما يختص بهندسة الطرق وجوانبها وانعكاساتها على سلوكيات السائقين واستخدامات الأراضي المجاورة. تبدأ انسيابية منهجية التناول في هذا الجزء من الكبير وحتى الصغير، بمعنى البدء على مستوى منطقة الدراسة ككل ومن ثم النزول إلى مستوى الطريق والتقاطع وأجزاء منها بحسب المشكلات الهندسية الملاحظة، كما يوضح الشكل (2-3-1).



الشكل (2-3-1). منهجية التحليل في جانب السلامة المرورية لمنطقتي الدراسة.

من ذلك فسنبداً بنظرة شاملة لمنطقة الدراسة (المنطقتين) وذلك بأخذ الصورة كاملة من خلال المشاهدات والملاحظات المسجلة من الزيارات الميدانية ومن ثم التعمق في التفاصيل على مستوى مكاني أصغر سواء متعلق بوصلة أو تقاطع. وسيكون في ثانياً التناول تحديداً للمشكلات ومتطلبات العلاج. ويُشار إلى أن تحديد المشكلة قد يتطلب إضافة إلى المشاهدات الميدانية تحليلات كمية للسرعات وأوقات الإشارة الضوئية وغيرها، كما أن متطلبات العلاج ليست بالضرورة حلولاً جاهزة ولكن يمكن أن تكون في هيئة إرشادات ومعايير في المستطاع تعميمها على الأماكن الأخرى سواء في مدينة الرياض أو غيرها، أو تكون في هيئة دراسات هندسية مستقبلية وذلك بحسب طبيعة المشكلة



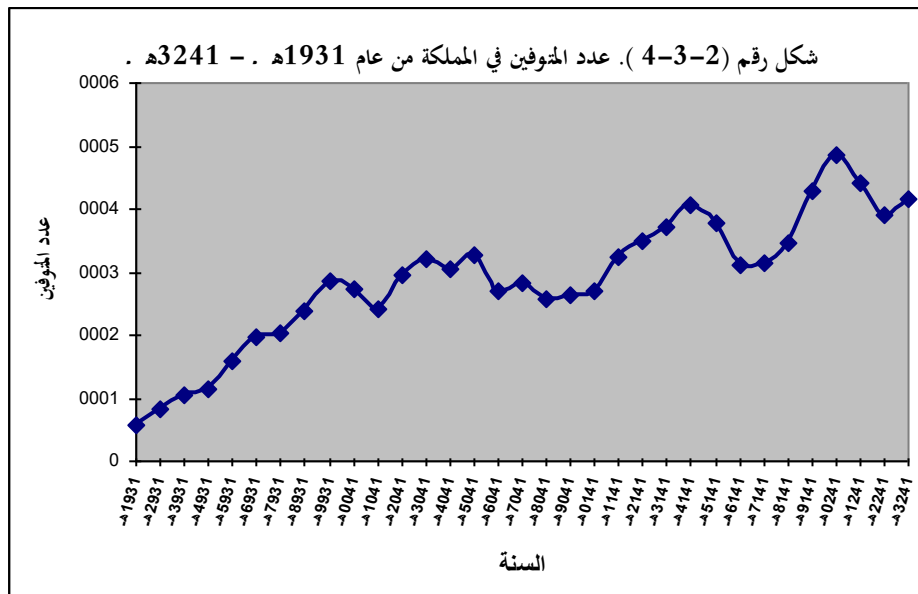
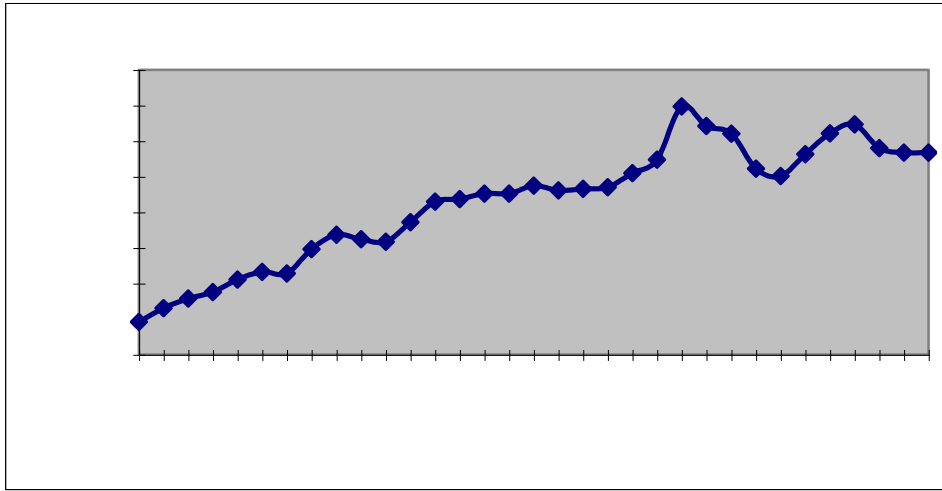
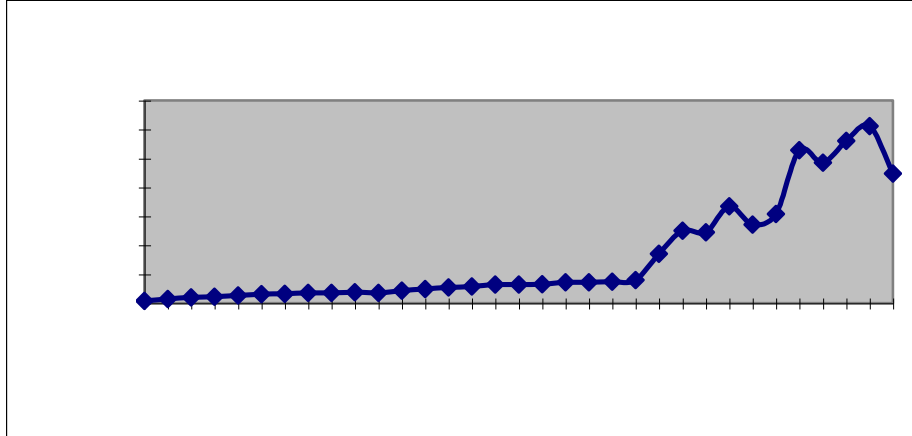
المحددة ودرجة تعقيدها. باختصار فإن المنهجية المتبعة في هذا الجزء بدأت بتشخيص عام للمشكلات ذات الصلة بالسلامة المرورية في منطقتي الدراسة من خلال مسوحات ميدانية وتحليلات لمعلومات مختلفة ومن ثم وضع رؤية لمعالجة هذه المشكلات تتمثل في إعداد معايير هندسية يمكن تطبيقها في مواقع أخرى مشابهة ما يعني أنها معالجة ليست ظرفية المكان وإنما يمكن تعميمها لتوسيع الفائدة مما سيخلص إليه هذا المشروع.

2-3-2 مراجعة أدبية

قبل الدخول في شرح منهجية عمل هذا المشروع فيما يخص السلامة المرورية كما أشير في المقدمة أعلاه كان لابد من تناول مقتضب لموضوع السلامة المرورية من زاوية أدبيات الدراسات السابقة خصوصاً ما يتصل بالنواحي الهندسية وعناصرها.

لم تعد مشكلة حوادث المرور في المملكة خافية على أحد فخصائرها البشرية والمادية تشكل خسارة اقتصادية للوطن، ففي العام المنصرم 1423هـ، سجلت الإحصاءات الرسمية 223816 حادثاً قتل فيها 4161 شخصاً وأصيب 28372 توضح الأشكال (2-3-2، 3-3-2، 4-3-2) التطور التاريخي لحوادث المرور وخصائرها في العشرين سنة الماضية، ويلاحظ النمو التصاعدي في هذه الخسائر، إذ أنه في المتوسط يصل عدد الوفيات السنوية نحو 4000 آلاف وهؤلاء فقط من يلقون حتفهم في موقع الحادث وفق تعريف الوفاة المرورية المستخدم في إحصاءات المرور الرسمية، كما أن هناك في المتوسط ما لا يقل عن 30000 ألف مصاب من بينهم نحو 2000 يخرجون بعاهات مستديمة، ويصل الفاقد الاقتصادي الوطني حوالي 4% من إجمالي الناتج القومي وهو ضعف الفاقد المسجل في الدول الصناعية ما يدل على خطورة المشكلة في بلادنا وانعكاساتها السلبية الملحوظة على اقتصاد المملكة.





وتتشعب المشكلة المرورية من حيث المسؤولية، فإن كان جانب الضبط المروري في الشارع يلقي بتبعاته على شرطة المرور فإن هناك جوانب أخرى ترتبط بمهندسة الطرق والتربية المرورية والعلاج الطارئ تقع المسؤولية فيها على الجهات ذات الصلة بها وما يهمنا في هذه الدراسة هو الجانب الهندسي المتعلق بالطرق. كشفت دراسة تحليلية لعينة كبيرة من حوادث المرور التي وقعت في مدينة الرياض خلال 1422هـ أن حوالي 50% من الوفيات المرورية وقع ضحاياها من المشاة وهو ما يثير تساؤل صارم حيال بيئة المشاة داخل المدينة فاللوم لا يقع على السائق وحسب وإنما على البيئة غير الآمنة في مواقع مختلفة داخل المدينة وهذا أمر هندسي في جله.

ثمة علاقة ثلاثية سائدة في وسط السلامة أضلاعها تتمثل في مستخدم الطريق والطريق نفسه والمركبة، وهي علاقة منتجة للحوادث المرورية وإن اختلف مدى تأثير كل عنصر من العناصر الثلاثة. وما من شك في أن دور الطرق في وقوع الحوادث لم يدرس بعمق في بلادنا نتيجة لضعف تسجيل الإحصاءات المرورية من جهة وقلة الخبرة الفنية في تحقيق الحوادث من جهة أخرى. إلا أن، الدراسات التخصصية والخبرة العالمية تؤكد دوماً على دور الطريق في وقوع الحوادث، حتى أن أشهر دليل في تصميم الطرق وهو دليل الآشتو (AASHTO, 2002) يؤكد على مفهوم "الطرق المتسامحة" (Forgiving Highways) ترسيخاً لدور مهندسي الطرق في جعل بيئة الطريق متسامحة مع أخطاء السائقين بحيث تدخل مواصفات السلامة المرورية في كافة العناصر الهندسية للطريق التي أن إما تساعد السائق على تفادي الحادث أو في أقل الأحوال تقلل من شدة الصدم. فعلى سبيل المثال خلو الجانب القريب من الطريق من أجسام ثابتة مثل أعمدة الخدمات يقلل من خطر الاصطدام بها وبالتالي من خطورة الحادث. كما أن أعمدة اللوحات والخدمات والإعلانات القابلة للانكسار والقريبة من الطريق تقلل من الضرر الناتج من صدمها فيما لو فقد السائق السيطرة على مركبته. كما أن مجال الرؤية الكافي في تقاطع غير محكوم بإشارة ضوئية أو علامات قف يعطي السائق وقتاً كافياً لتفادي الصدم بالمركبات المتقاطعة مع طريقه.

إن الإجراءات الهندسية لتحسين سلامة المرور متعددة ويمكن تصنيف مجالاتها في الآتي:

- **التصميم الهندسي للطرق:** العناصر الهندسية للطريق مثل تحقيق مسافة الرؤية الآمنة، عرض المسارات، كتف الطريق.
- **التصميم الهندسي لجوانب الطريق:** الحماية الجانبية، المنطقة الخالية من أجسام ثابتة وأشجار، مواصفات أعمدة اللوحات، أرصفة المشاة.
- **التصميم الهندسي لأدوات التحكم المرورية:** الإشارات الضوئية وتشغيلها، لوحات المرور من حيث المكان والوضوح، التحذير والتنبيه بعلامات بارزة.



ونظراً لارتباط مخالفتي السرعة وقطع الإشارة (تجاوز الإشارة الحمراء) بنحو 45% من إجمالي الحوادث التي تقع في المملكة، أي حوالي نصف الحوادث، فإن ذلك محفز للعاملين في هندسة الطرق بأخذ ذلك في الاعتبار، فالإجراءات الهندسية للتصدي للسرعة وقطع الإشارة (سواء ضوئية أو علامة قف) ممكنة وحققت نجاحات ملموسة في أماكن متفرقة في العالم وهناك تطبيقات وممارسات مهنية مفيدة في هذا الشأن.

مما تقدم فإن جانب السلامة المرورية في هذا المشروع سوف يسلط الضوء على البعد الهندسي في ما يخص التصميم الهندسي للطرق وجوانبها ووسائل التحكم المروري من لوحات وعلامات أرضية وغيرها وسوف نعطي أهمية أكبر لتحليل جوانب السرعة والسلامة في التقاطعات سواء على الطرق الرئيسية أو داخل الأحياء السكنية عطفاً على ما أشير قبل قليل بأن السرعة وقطع الإشارة وراء نحو نصف الحوادث المرورية. ويجدر التنويه إلى أن توثيق أدبيات الدراسة سيكون التعرض له داخل التحليلات للعناصر الهندسية المختلفة وذلك وفق مقتضيات التحليل العلمي.





على مستوى المنطقة



2-3-3: المسح الميداني

بغرض إجراء تحليل معمق لوضع السلامة المرورية في منطقتي الدراسة تم القيام بزيارات ميدانية متكررة بغرض الآتي:

- رصد المشاهدات والملاحظات المؤثرة سلباً على سلامة المرور.
- تحديد أولويات تحسينية يمكن أن يكون مردوها على السلامة ملموس.
- تحليل المواقع الخطرة.

ولابد من الإشارة إلى أن الزيارات الميدانية المتكررة تساعد على وجه العموم في الكشف عن العيوب الهندسية والبيئية، وتعطي المحلل المروري معلومات بصرية تعرفه بالموقع وتجعل من تحليله المكتبي أكثر دراية وواقعية. فتشخيص مشكلات السلامة المرورية يتطلب معرفة حقيقية بالموقع تحت الدراسة، وأحد السبل الرئيسية لذلك هو القيام بالزيارات الميدانية ورصد ليس فحسب عيوب العناصر الهندسية وإنما أيضاً سلوك القيادة وعلاقته بهذه العيوب، فغياب خط التوقف عن علامة قف على سبيل المثال سيقود إلى سلوك خطر يتمثل في التوقف بقرب الطريق المتقاطع واستمرار هذا السلوك قد يكرسه مع مرور الوقت ويصبح من الصعوبة التخلص منه، لذا فإن ربط خط التوقف بعلامة قف ووجودهما معاً بالشكل معتاد ومألوف في ضمن هندسة الطريق فيه تفادي لمثل هذا السلوك. ولابد من القول أن توثيق الزيارات الميدانية يكون من خلال التسجيل في نماذج خاصة به، بالإضافة لصور رقمية وصور فيديو، إذ يتم مراجعتها لاحقاً في التحليل المكتبي. فيما يلي شرح مفصل لتحقيق الأغراض الثلاثة أعلاه.

2-3-3-1: رصد المشاهدات والملاحظات المؤثرة سلباً على سلامة المرور

كان القيام بذلك عبر مسح طرق موقع الدراسة (منطقتي الدراسة) ورصد الملاحظات الظاهرة ذات التأثير على سلامة حركة السير والمشاة معاً، وقد أعد لذلك نموذج رصد للتقاطعات، الشكل (2-3-5) لتسجيل تلك الملاحظات سواء في تقاطعات الطرق أو الوصلات فيما بينها، وكذلك تصوير الأخطاء الهندسية المتكررة التي تمت ملاحظتها ولها تأثير على سلامة السير. وبعد مراجعة معلومات الرصد اتضح أن أبرز المشكلات الظاهرة تتمثل في الآتي:

- عدم إتباع المواصفات القياسية في تركيب كثير من اللوحات.
- عدم وجود خط التوقف في التقاطعات.
- عدم وجود علامة قف في معظم التقاطعات غير المحكومة بإشارة ضوئية.
- عدم تخطيط معابر المشاة في معظم التقاطعات.

وقد تم تصوير الأخطاء الواضحة ولخص تحت كل صورة الخطأ وأسلوب المعالجة الهندسية القياسية وذلك كما يلي:

نموذج تقرير مشاهدة ميدانية			
الموقع :	اليوم:	التاريخ:	الوقت:
أولاً : طبيعة الموقع:			
ضع علامة ✓ إذا			



كانت المشكلة موجودة

1. معوقات رؤية لأدوات التحكم المروري في الموقع أو بالقرب منه؟
2. معوقات رؤية تعيق رؤية المرور المتعارض؟
3. وجود مواقف نظامية تعيق من الرؤية؟
4. لوحات المرور مناسبة من حيث العدد، الحجم، الرسالة، الموقع، الانعكاسية، الرؤية؟
5. إشارات المرور الضوئية مناسبة من حيث العدد، الحجم، الرسالة، الموقع، الانعكاسية، الرؤية؟
6. العلامات الأرضية مناسبة من حيث العدد، الحجم، الرسالة، الموقع، الانعكاسية، الرؤية؟
7. الجزر التقسيمية :
 - أ. تقليل مناطق التعارض؟
 - ب. تحديد مسار حركة السير؟
 - ج. فصل تدفقات السير؟
8. نصف قطر زوايا التقاطع كافي؟
9. ميلان أحد طرق التقاطع حاد؟
10. عرض المسارات وعرض الطريق كافي؟
11. سطح طبقة الرصف جيدة؟
12. جوانب الطريق خالية من أجسام خطرة؟
13. مواقع الطرق الجانبية مناسبة؟
14. معابر المشاة مواقعها وتصميمها مناسب؟
15. الإضاءة جيدة؟
16. لوحات الإعلانات تعيق نظر السائق؟

ثانياً : مشاهدات تشغيلية:

ضع علامة ✓ إذا كانت

المشكلة موجودة

1. استجابة السائقين لأداة التحكم المروري مناسبة؟
 2. مخالفات متكررة تنتهك أدوات التحكم المروري؟
 3. السرعات عالية لظروف الموقع؟
 4. المركبات تغير مساراتها بطريقة مفاجئة؟
 5. حركات مرور بعينها تحدث خطورة:
 - أ. المركبات المتجهة للسيار؟
 - ب. المركبات المتجهة للأمام؟
 - ج. المركبات المتجهة لليمين؟
 6. حركة المركبات الواقفة تتسبب في خطورة؟
 7. المركبات الداخلة أو الخارجة من طريق جانبي تتسبب في خطورة؟
 8. الازدحام المروري والتأخير يتسبب في خطورة؟
 9. المشاة في الموقع يتسببون في إرباك أو تعارض السير؟
- ملاحظات ووصف لكل مشكلة تم تحديدها في قائمة المراجعة:
- المشكلات المحددة أعلاه سوف تظهر من خلال مناقشة النقاط المتعلقة بها أثناء شرحها إذ سوف يتم تناولها بالتفصيل حسب أهميتها.

الشكل رقم (2-3-5) . تقرير مسح ميداني.





الخطأ : أعمدة معدنية صغيرة في مدخل سوق لإغلاقه بسلسلة.
المعالجة: تركيبها على الرصيف بعد حافة الرصيف بمسافة لا تقل عن 30سم.



الخطأ: لوحة إرشادية للدخول غير مطابقة للمواصفات في الشكل والموقع.
المعالجة: استخدام اللوحة القياسية وتركيبها في بدء المدخل بمسافة لا تقل عن 30سم عن حافة الرصيف.



الخطأ: لوحة إرشادية للخروج غير مطابقة للمواصفات في الشكل والموقع.
المعالجة: استخدام اللوحة القياسية وتركيبها في بدء المدخل بمسافة لا تقل عن 30سم عن حافة الرصيف.



الخطأ : عمود الإنارة في غير مكانه الصحيح.

المعالجة: ينقل إلى الرصيف بمسافة 30-60سم عن حافة الرصيف ويكون قابل للكسر.



الخطأ : إشارة الوقوف في غير اتجاهها الصحيح.

المعالجة: تعديل اتجاه اللوحة وهو مطلب صيانة.



الخطأ : لوحة مصلحة المياه في مكان غير صحيح.

المعالجة: تركيبها على الرصيف بعد حافته بمسافة لا تقل عن 30سم.



الخطأ : حاوية النفايات في غير مكانها المخصص لها.
المعالجة: تبعد في مكان يقلل من تداخلها مع السيارات.



الخطأ : عمود الإنارة في غير مكانه الصحيح.
المعالجة: ينشأ الرصيف ويتم تركيب العمود على الرصيف بمسافة 30-60سم
عن حافته، أو حمايته بحاجز معدني عليه عواكس.





- الخطأ : - إشارة الوقوف في غير مكانها الصحيح.
- لا يوجد خط وقوف.
- المعالجة: - تنقل إلى فوق الرصيف على بعد 30سم على الأقل من حافته.
- يضاف خط وقوف.



- الخطأ : - إشارة قف في غير مكانها الصحيح ووجهتها غير مناسبة.
- لا يوجد خط وقوف.
- المعالجة: - تعديل اتجاه اللوحة ونقلها إلى الرصيف بمسافة لا تقل عن 30 عن حد الرصيف.
- يضاف خط وقوف.





- الخطأ : - إشارة الوقوف في غير اتجاهها.
- لا يوجد خط وقوف.
- المعالجة: - تعديل اتجاه اللوحة.
- يضاف خط وقوف.



- الخطأ : عداد الكهرباء في الشارع.
- المعالجة: إزالته وإبعاده عن مسار السيارات أو حمايته بحاجز معدني مع عواكس.





الخطأ : أحواض التشجير على رصيف المشاة.
المعالجة: إزالة الأحواض لمنع إعاقة حركة المشاة.



الخطأ : نيوجرسي في تقاطع الخدمة مع الطريق الرئيسي لمنع السائقين من العبور نحو التقاطع.
المعالجة: إزالة النيوجرسي ومد الرصيف لمنع السائقين من العبور عند التقاطع.



الخطأ : حاوية النفايات في زاوية التقاطع مما يعيق الانعطاف.
المعالجة: إزالة حاوية النفايات بعيداً من التقاطع في كل الأحوال.



الخطأ : إشارة السرعة في غير اتجاهها الصحيح ومنتهية الصلاحية.
المعالجة: تعديل اتجاه اللوحة وإجراء الصيانة اللازمة لها.



الخطأ : وقوف السيارة في زاوية التقاطع يعرقل الحركة ويلاحظ عدم وجود لوحة منع الوقوف.
المعالجة: تركيب لوحة ممنوع الوقوف في زاوية التقاطع، ويمكن تحديد منطقة المنع بدهانات أرضية مع وجود لوحة المنع.



الخطأ : إشارة قف في غير اتجاهها الصحيح والسيارة في زاوية التقاطع.

- المعالجة: تعديل اتجاه اللوحة.
- إنشاء خط وقوف.
- رقابة مرورية لمثل مخالفة هذه السيارة.



الخطأ : عمود الإنارة في غير مكانه الصحيح.

المعالجة: يركب حاجز حماية بعواكس.





الخطأ : اللوحة في زاوية التقاطع من دون حماية.
المعالجة: مد الرصيف لتكون اللوحة ضمنه بما لا يؤثر على زاوية التقاطع.



الخطأ : الإشارة وكابينة الإشارة في زاوية التقاطع من دون حماية.
المعالجة: مد الرصيف لتكون الإشارة والكابينة عليه، أو استخدام حاجز حديدي بعواكس.



الخطأ : عدم وجود خطوط المشاة في التقاطع.
المعالجة: إنشاء خطوط مشاة.



الخطأ : الإشارة على طبقة الرصيفة مباشرة.
المعالجة: مد الرصيف لتكون الإشارة على الرصيف.



الخطأ : طفاية الحريق في مكان مكشوف في زاوية التقاطع.
المعالجة: إنشاء رصيف و أبعاد الطفاية عن حافته في اتجاه الرصيف بمسافة لا تقل عن 30سم.





- الخطأ : - الصيانة في الموقع قطعت استمرارية خطوط المشاة.
- خطوط المشاة (سيراميك) بلون أصفر.
- المعالجة: - إلزام منفذ الصيانة بإعادة خطوط المشاة.
- خطوط المشاة تكون ذات لون أبيض.



- الخطأ : - حاوية النفايات في زاوية التقاطع في مسار الانعطاف إلى اليمين.
- عدم وجود خطوط المشاة وخط وقوف.
- المعالجة: - إبعاد حاوية النفايات من زاوية التقاطع.
- إنشاء خطوط المشاة وخط وقوف.





الخطأ : خط الدهان الأصفر في حد الطريق الجانبي غير موجود.
المعالجة: إضافة خط أصفر لفصل مسار السيارات عن جانب الطريق.



الخطأ : الإشارة من دون حماية.
المعالجة: إنشاء رصيف وتركيب الإشارة عليه بحيث تبعد بمسافة لا تقل عن 30سم من حافته.



2-3-3-2: تحديد الأولويات التحسينية التي لها مردود ملموس على السلامة المرورية

ويمكن من خلال الرصد الميداني المشروح في الجزء السابق الوقوف على أبرز المشكلات المتعلقة بسلامة المرور، وتحديد لها كجوانب مؤهلة للمعالجة وهي:

- عدم تركيب الشواخص واللوحات في مواقعها القياسية.
- فقدان خطوط المشاة، وإن وجدت لا تكون قياسية، وغياب بيئة المشاة الآمنة.
- فقدان خط التوقف.
- غياب التحكم المروري بعدم تركيب لوحة قف في التقاطعات الداخلية.
- العشوائية في مواقع حاويات النفايات.
- غياب التهذئة المرورية.
- عدم قياسية المطبات الاصطناعية.
- عدم تحديد المواقف الجانبية داخل الأحياء.
- غياب العناصر الهندسية الخاصة بذوي الاحتياجات الخاصة.
- السرعات الزائدة لحالة الطريق.
- تأثير وقت الإشارة الضوئية في سلوكيات السائقين المقتربين من التقاطع.

وسوف يتم تناول التحسينات لمعالجة هذه المشكلات بوضع المتطلبات والمعايير الهندسية القياسية لها.

2-3-3-3: تحليل حوادث المرور للوصول إلى المواقع الخطرة

تعد تقارير حوادث المرور المسجلة حصر الزاوية في المعالجة الهندسية للمواقع الخطرة التي تتكرر فيها الحوادث بشكل لافت، ذلك أن تحديد المواقع الخطرة ومعالجتها أساس في تحسين السلامة المرورية على شبكة الطرق. نقدم في هذا الجزء لمحة عن المواقع الخطرة ومعالجتها ومدى تقدم الدراسة في هذا الاتجاه.

تعرف المواضع التي يتكرر فيها وقوع الحوادث على شبكة الطرق بالمواقع الخطرة أو البقع السوداء وذلك لكونها بؤراً للحوادث، ويسعى مهندسو المرور الضالعين بسلامة المرور إلى استئصال الخطورة في هذه المواقع باتخاذ أساليب معالجة هندسية تصحح الأخطاء فيها والتي أدت إلى هذه الخطورة، وهو ما يعرف بمعالجة المواقع الخطرة.

وبتبسيط شديد فإن عملية معالجة المواقع الخطرة تمر بخطوات أساسية يمكن تلخيصها في التالي:





1. تحديد المواقع الخطرة والتعرف عليها بدقة.
2. تشخيص المشكلة في المواقع الخطرة.
3. وضع بدائل معالجة المشكلة.
4. اختيار البديل.
5. تنفيذ المعالجة.
6. تقييم المعالجة.

وتقوم هذه العملية في الأساس على توافر معلومات الحوادث التي تستخرج من تقرير كل حادث، وتمثل المعلومات التالية أهمها:

- موقع الحادث.
- نوع الصدم (زاوي، أمامي، خلفي، جانبي).
- وقت الحادث.
- حالة الجو.
- الخسائر الناجمة عن الحادث.

إذ يقوم المحلل المروري من خلال هذه البيانات للحوادث المتكررة بالتعرف على النمط السائد من الحوادث في الموقع تحت الدراسة وكشف العلاقة بين هذا النمط وظروف الموقع الهندسية والتشغيلية ليكون في مقدوره تشخيص المشكلة بوضوح يساعده في استقصاء العوامل المسببة الأكثر احتمالاً في تكرار ذلك النمط من الحوادث ومن ثم وضع البدائل المقترحة لمعالجة مسببات المشكلة. فإذا كان النمط السائد من الحوادث في تقاطع ما هو الصدم الخلفي (على سبيل المثال) فإن أحد الأسباب المحتملة يمكن أن يكون نعومة سطح طبقة الرصف وهو ما يتطلب فحص مقاومة الانزلاق في مكان الدراسة للتأكد من ذلك. وتتفاوت بدائل المعالجة في الغالب من بسيطة مثل تغيير وقت الإشارة أو إزالة موانع الرؤية أو إلغاء وتعديل إحدى حركات المرور في التقاطع إلى أكثر تعقيداً كأن تتطلب تغييراً جذرياً في هندسة الموقع. وثمة معايير يتبعها المهندس في تقييم البدائل والاختيار فيما بينها تعتمد على كلفة البديل والربحية المتوقعة منها، وتحدد أدبيات هذا الموضوع تقديرات للربحية أو المردود المتوقع من تطبيق هذا البديل عن غيره، فمثلاً يمكن تحقيق انخفاض مقداره 20% في عدد الحوادث في موقع حجم المرور اليومي فيه من 5000 إلى 15000 مركبة/يوم وتكثر الطرق الجانبية فيه إذا تم بناء جزيرة وسطية مرصوفة في الطريق وهو انخفاض جيد إذا ما تحقق وقد يبرر التكلفة لإنشاء الجزيرة.



والخبرة المتخصصة البارزة من الدراسات في هذا المجال تبين أنه ليس بالضرورة في كل الأحوال أن يحقق الحل المطبق الهدف المرجو منه والمتمثل في انخفاض نسبة الحوادث في الموقع، فقد يكون نجاح المعالجة الهندسية مرتبطاً بالقيام بإجراءات أخرى مثل المراقبة الأمنية المرورية أو ببقاء ظروف الموقع كما كانت قبل تطبيق المعالجة، لذا فإن تقييم البديل بعد التطبيق أمر مهم وضروري في جانب فائدته في التعرف على مدى نجاح الحل المطبق وفاعليته فإنه يساعد المهندس في بناء خبرة متراكمة في موضوع معالجة المواقع الخطرة الأمر الذي يساعده في معالجة مواقع أخرى تتطلب المعالجة. وسوف يتضمن التقرير النهائي من هذه الدراسة تفصيلاً تطبيقياً للمنهجية التي تساعد المهندس في تطبيق عملية تحديد ومعالجة المواقع الخطرة إذ أن هناك أسلوباً علمياً يمكن ترجمته إلى برنامج عمل كامل في هذا الصدد. ولا بد من الإشارة إلى أن تحليل المواقع الخطرة يكون أولاً بتحديد ما على مستوى المنطقة يتبعه التحليل على مستوى بقعة سواء كانت على مستوى الوصلة أو مستوى التقاطع، كما أن عينة الحوادث التي تخضع للتحليل ينصح بأن تكون لمدة ثلاث سنوات.

2-3-3-1 معلومات الحوادث المرورية

يدرك العاملون والمهتمون بشأن السلامة المرورية في المملكة معضلة المعلومات المتعلقة بحوادث المرور، ويمكن إبراز هذه المعضلة في الآتي:

1. صعوبة الحصول على المعلومات بسبب أسلوب الأرشفة التقليدي المتبع في حفظ سجلات وتقارير حوادث المرور.
2. عدم دقة تحديد موقع الحادث ما يحول دون تحديد المواقع الخطرة.

وقد واجه فريق الدراسة صعوبة في الحصول على معلومات الحوادث لمنطقتي الدراسة في مدينة الرياض نظراً للبدء مؤخراً بتطبيق التقرير الجديد، وما تم الحصول عليه من التقارير لم يسجل فيها الموقع بدقة تمكن من التعرف على مكان الحادث بدقة حتى ولو بخطأ مقبول. وأدى ذلك إلى سعي الفريق البحثي إلى البحث عن بديل لمعلومات الحوادث المسجلة، وأتفق على بديل له وهو تحليل التصادمات المحتملة و الذي سنسلط عليه الضوء باقتضاب في الجزء التالي. لكن منهجية التحليل للمواقع الخطرة المحددة بمعيار الحوادث سنتناولها بالتفصيل لاحقاً وبمثال تطبيقي وذلك، كما أشير، لأن تقرير الحوادث الجديد تم البدء بتطبيقه منذ أشهر قليلة وسيكون بإمكان الجهات المختلفة الحصول على معلومات إلكترونية بدءاً من العام القادم.





القطر : _____ /

المنطقة : _____ /

إدارة / بلدية : _____ /

قسم / مركز : _____ /

مجموعه

شمال



غرب
شرق

الترسيم

رقم الخريطة

نوع : ☐ لينة ☐ عسكراً

ملاحظات



2-3-3-3 أساليب تحديد المواقع الخطرة

ينبغي التأكيد على أن معالجة المواقع الخطرة تكون أكثر فاعلية من تحليل التصادمات الذي عرضناه في الجزء السابق على أن هناك من يستخدم تحليل التصادمات كمساند مع تحليل الحوادث في المواقع الخطرة، لذا ننصح بأن يسعى المحلل دوماً للحصول على تقارير الحوادث والاعتماد على التحليل المبني على الحوادث المرورية.

يعرف الموقع الخطر بأنه ذلك الموقع الذي يتكرر فيه وقوع الحوادث المرورية بشكل لافت للنظر نسبة إلى مواقع أخرى خلال مدة زمنية محددة. وليس تكرار الحوادث هو المقياس الأوحده المستخدم في تحديد المواقع الخطرة، بل يمكن استخدام مقاييس أخرى مثل :

- معدل الحوادث .

- خطورة الحوادث (أعداد الوفيات والمصابين).

إن وظيفة تحديد المواقع الخطرة ليست سهلة، بل تحتاج إلى المعلومة الدقيقة بالإضافة إلى اتباع أسلوب تحليل واضح للبيانات المرتبطة بالموقع فليس كل مكان تتكرر فيه الحوادث يعد موقعاً خطراً بل يمكن إرجاع تكرار الموقع لأسباب كثيرة مثل :

- حدوث عشوائي (صدفة) لحوادث المرور .

- حجم الحركة المرورية العالي .

- ظروف محيطية مؤقتة .

وهناك من يتجاوز حدود التعريف السابق للموقع الخطر ليوسع نطاق هذا التعريف كي يشمل تلك المواقع التي لم تتكرر فيها حوادث حتى الآن، ولكنها تحظى باحتمالية عالية لوقوع الحوادث فيها مستقبلاً. ويمكن التعرف على تلك المواقع بتشابهها مع المواقع التي تدخل في نطاق التعريف السابق، وهذا التشابه قد يكون في الموصفات الهندسية أو الظروف المحيطة بالموقع .

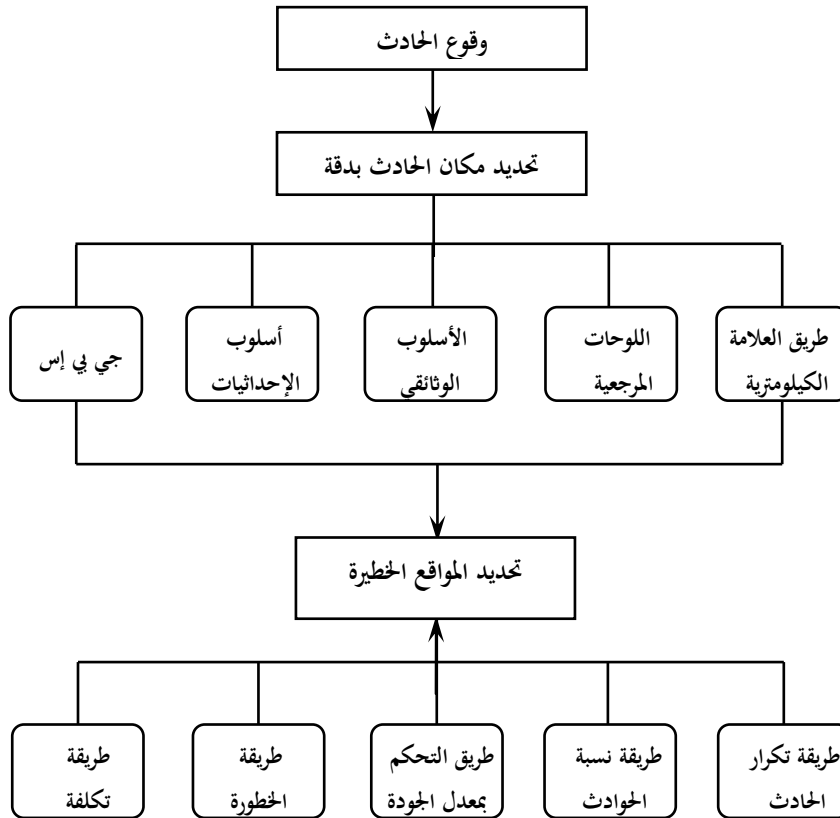
يجدر القول إن موضوع تحديد المواقع الخطرة نال اهتماماً كبيراً من الباحثين في حقل السلامة المرورية، إذ يوجد اتجاهان في كيفية التحديد. الاتجاه الأول تبني منهجيته على حوادث المرور (Accident-based methods)، أي طرق مبنية على الحوادث المرورية. بمعنى آخر، فإن هذا الأسلوب يتطلب احصائية عن عدد الحوادث المتكررة في الموقع كمتغير أساسي في حساباته. ويعد هذا الأسلوب هو الشائع في العالم، لذلك سنركز عليه. أما الاتجاه الآخر فيعرف بالأسلوب غير المبني على الحوادث (Non-accident based methods)، وهو لا يتطلب توافر عدد الحوادث كما هو الحال في الأسلوب السابق. فمثلاً يمكن رصد المناورة الخطرة مثل نقاط التصادم المحتملة لاستخدامها معياراً لهذا الأسلوب .



هناك عدة أساليب مبنية على الحوادث لتحديد المواقع الخطرة ومن أكثرها شيوعاً ما يلي:

1. طريقة تكرار الحوادث .
2. طريقة نسبة الحوادث .
3. طريقة التحكم بمعدل الجودة.
4. طريقة خطورة الحوادث .
5. طريقة تكلفة الحوادث.

وسنشرح هذه الطرق بشيء من التفصيل في الأجزاء التالية. ولكن قبل ذلك ينبغي التأكيد هنا على أن استخدام أيٍّ من هذه الطرق لابد وأن يسبقه تحديد دقيق لموقع الحادث، كما شرح آنفاً، فبدون تحديد موقع الحادث لا يمكن التقدم إلى تحديد المواقع الخطرة، كما يلخص الشكل (2-3-7) هذه العملية.



الشكل رقم (2-3-7). طرق تحديد المواقع الخطيرة وتحديد موقع الحادث بدقة.



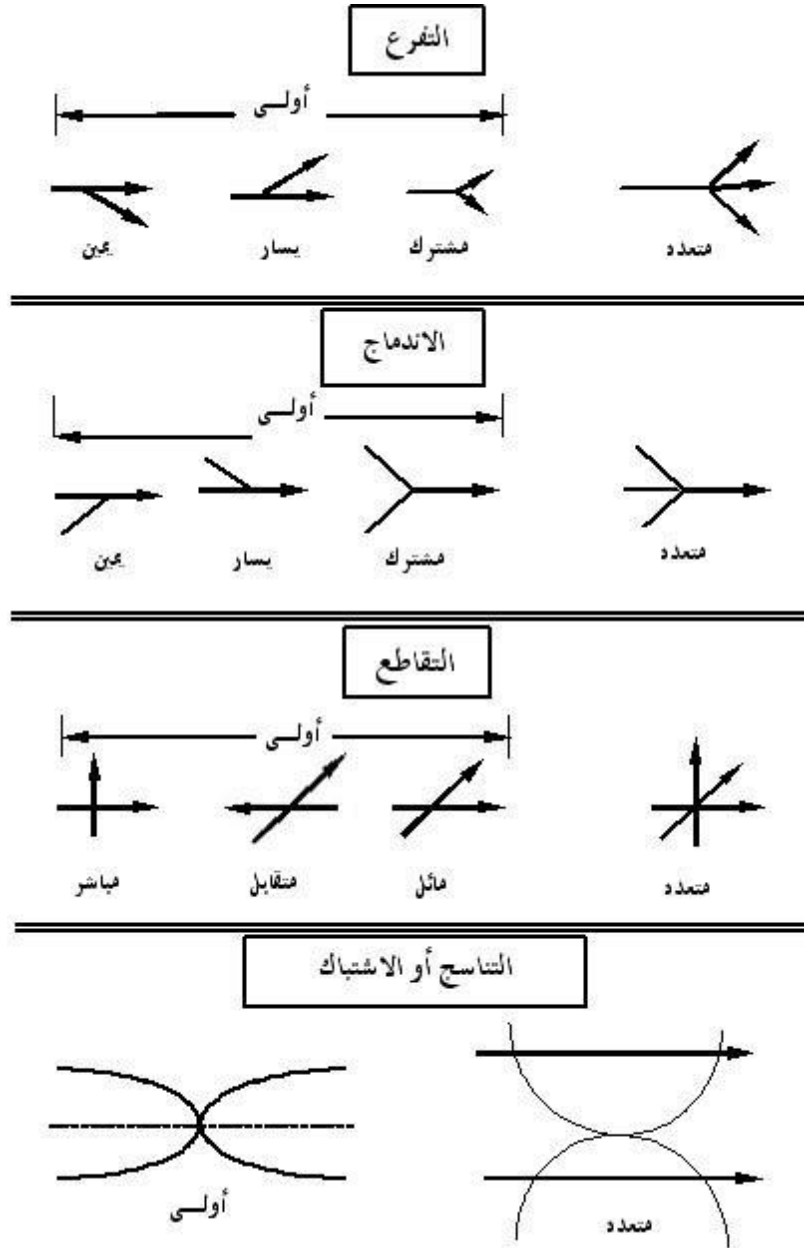
2-3-3-3 تحليل التصادمات المحتملة Conflict Technique

تعتبر طريقة تحليل التصادمات المحتملة (ويعرف كذلك بالنقاط المتعارضة) بديلاً آخر لدراسة خطورة موقع ما على شبكة الطرق في حال عدم توافر عينة من الحوادث تكفي لأغراض الدقة الإحصائية. هناك أربعة أنواع أساسية من المناورات المرورية التي يمكن أن تقوم بها المركبات عند التقاطعات المستوية كما في الشكل (2-3-8) (موهان، 1992م):

- الانحراف (التفرع) (Diverging).
- الاندماج (Merging).
- التقاطع (Crossing).
- التناسج أو الاشتباك (Weaving).

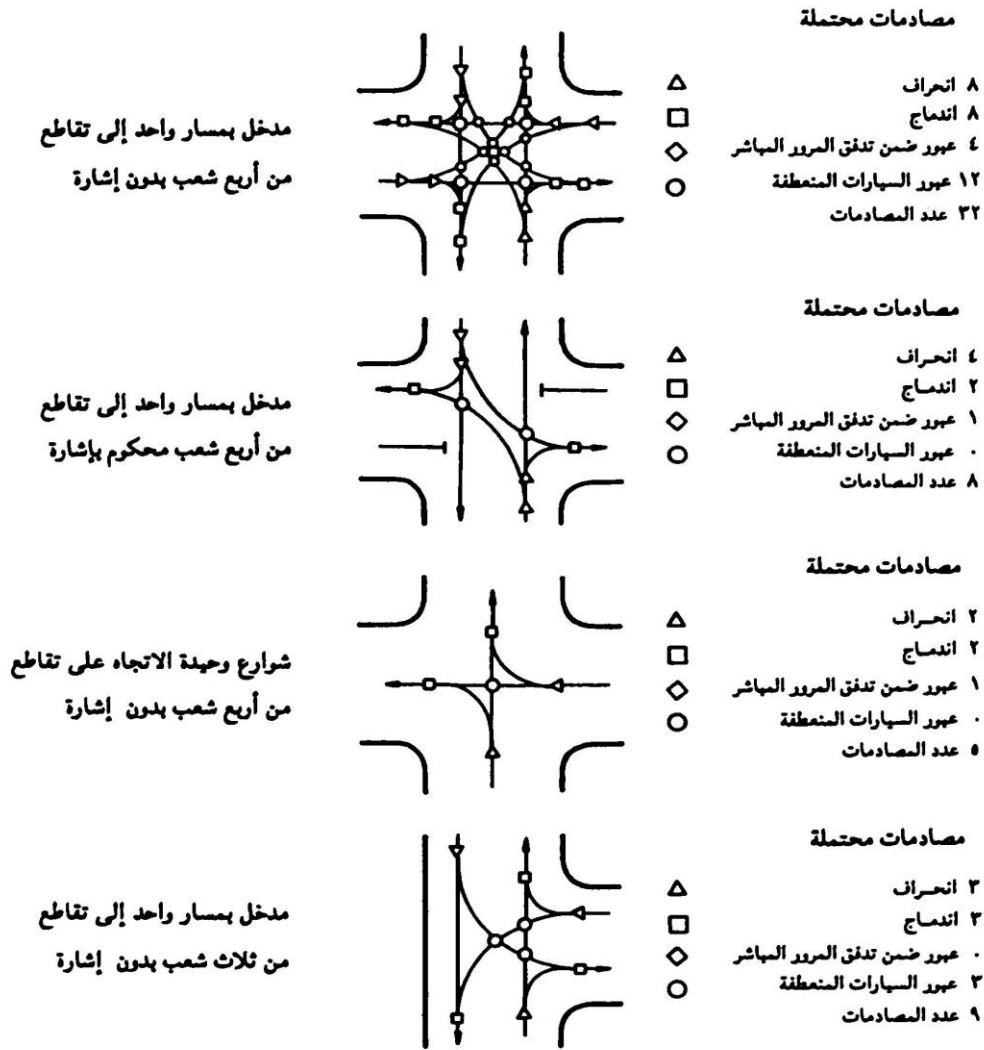
وكما يتضح من الشكل، فإن المناورات تصنف إما أولية (أي حركتان في مسار مفرد على طريق ذات اتجاه واحد) أو متعددة (أكثر من حركتين في مسار مفرد على طريق ذات اتجاه واحد). وتزيد هذه المناورات من احتمالية وقوع حوادث مرورية بين المركبات، إذ أنها قد تؤدي إلى إرباك السائقين فضلاً عن دورها في تقليل السعة التشغيلية للتقاطع، لذلك ينبغي محاولة استبدال المناورات المتعددة بسلسلة من المناورات الأولية قدر الإمكان عند تصميم التقاطع. تفرز المناورات المرورية السابقة ما يعرف بنقاط التصادم أو التعارض، يعبر عنها أحياناً بالتصادمات أو التعارضات، إما بين مركبة وأخرى أو بين المركبات والمشاة. ويمكن أن يصل عدد نقاط التصادم المحتملة في التقاطع إلى 32 نقطة كما يوضح الشكل (2-3-9) (موهان، 1992م). ويعتبر مفهوم نقاط التصادم أحد الأساليب الذي يساعد في تقييم مستوى السلامة المرورية في التقاطعات، ذلك أن المصمم يسعى إلى البحث عن التصميم المنطوي على أقل عدد من نقاط التصادم.





الشكل رقم (2-3-8) . أنواع المناورات.





الشكل رقم (2-3-9). نقاط التصادم (التعارض) في التقاطع.

ويتوقف عدد نقاط التصادم على عدة أمور منها عدد طرق الاقتراب من التقاطع (عدد الطرقات التي تصب في التقاطع)، عدد المسارات على كل طريق، نوع التحكم المروري، والحركات (المناورات) المسموح بها. فمثلاً عند منع الاتجاه اليسار في تقاطع ذي أربع شعب، فإن عدد نقاط التصادم يكون 12 نقطة مقابل 32 نقطة تصادم لو سمح بالتحرك في جميع الاتجاهات. ويأتي تحليل نقاط التصادمات عند التقاطعات ومواقع الاتصال (مثل مداخل الطرق الفرعية ومخارجها مع طرق رئيسية) من الأمور المهمة في دراسات السلامة المرورية. إذ يساعد هذا التحليل في فهم عملية تشغيل تلك المواقع وتحديد السبلات المحتملة فيما يتعلق بسلامة الطريق.



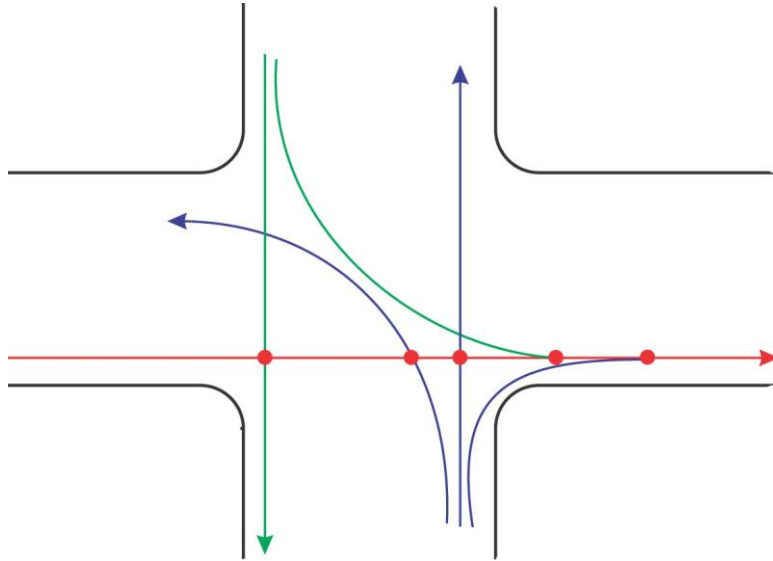
إن تطبيق تحليل نقاط التصادمات مباشر ولا يحتاج إلى بيانات تفصيلية سوى رسم تخطيطي للموقع وتحديد كل المناورات فيه. وتكون النقاط التي تتقاطع فيها خطوط المناورات على الرسم التخطيطي هي النقاط المحتمل أن يقع عندها التصادم، ولتوضيح ذلك نسوق المثال التالي.

مثال

يريد المحلل المروري تحديد نقاط التعارض للاتجاه العابر نحو الشرق (الشمال نحو الأعلى) مع الطريق الفرعية كما يوضح الشكل رقم (2-3-10).

الحل

بعد رسم خطوط المناورات فإن نقاط تقاطعها مع خط مناورة الحركة العابرة المتجهة شرقاً تمثل نقاط التصادم المحتملة وعددها خمس نقاط.

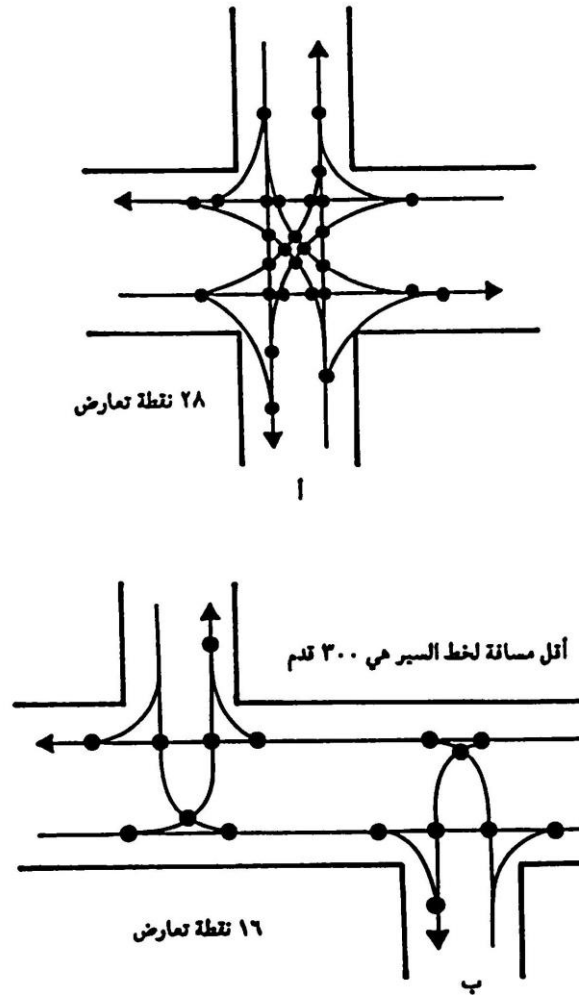


الشكل رقم (2-3-10). نقاط التصادمات المحتملة للمثال.

ويمكن التعرف على نقاط التصادم المحتملة من واقع تجربة ميدانية تقوم فكرتها على رصد عدد المرات التي يظهر فيها ضوء الفرمامل الأحمر وحصرها في مواقع التقاطعات ونقاط الاتصال .



ويمكن تطبيق تحليل نقاط التصادم المرورية لتحديد تغيرات تشغيلية أو تقويم بدائل لمداخل ومخارج. فمثلا افترض أن إدارة الطرق تريد عمل خط جانبي لحي سكني جديد يصب في طريق رئيسية، فإذا كان هناك طريق جانبية قائمة تصب في الطريق الرئيسية في الجهة المقابلة (NHI, 1986)، وكان لدى مهندس المرور خياران إما إنشاء الطريق الجانبية الجديدة أمام الموجودة أو إزاحتها مسافة. لو اختار البديل الأول (مقابل الطريق الجانبية الموجودة) فإن نقاط التصادم تصل إلى 28 نقطة، كما في الشكل رقم (2-3-11 : أ). بينما لو أزاح الطريق كما في الشكل رقم (2-3-11 : ب) فإن نقاط التصادمات تنخفض إلى 16 نقطة، بمعنى أن احتمالات التصادم تقل في الموقع. إذن فبديل الإزاحة أفضل من ناحية السلامة المرورية.



الشكل رقم (2-3-11). مثال لنقاط التصادم:
(أ): 28 نقطة تعارض، (ب): 16 نقطة تعارض.



2-3-3-3-4 المثال الأول: فتحة جانبية على طريق الأمير عبدالله

يصف هذا المثال تحديد ومعالجة التصادمات المرورية المحتملة لفتحة جانبية (مدخل ومخرج) من مواقف محلات السدحان على طريق الخدمة للأمير عبد الله كما تبين الصورة في الشكل رقم (2-3-12). تسبب هذه الفتحة خمس نقاط تصادم محتملة Conflict points (كما يوضح الشكل 2-3-13)، وهي:

- نقطة تصادم ناتجة عن مناورة اندماج مع تيار المرور في طريق الخدمة.
- نقطة تصادم ناتجة عن مناورة تقاطع مائل مع تيار المرور في طريق الخدمة.
- نقطة تصادم ناتجة مناورة اندماج مع تيار المرور في طريق الأمير عبد الله.
- نقطة تصادم ناتجة عن تصادم سيارة داخلية مع أخرى خارجة.
- نقطة تصادم ناتجة عن اندماج خلفي لمركبة تخرج من طريق الخدمة إلى طريق الأمير عبد الله، وأخرى خلفها تصطدم بها.



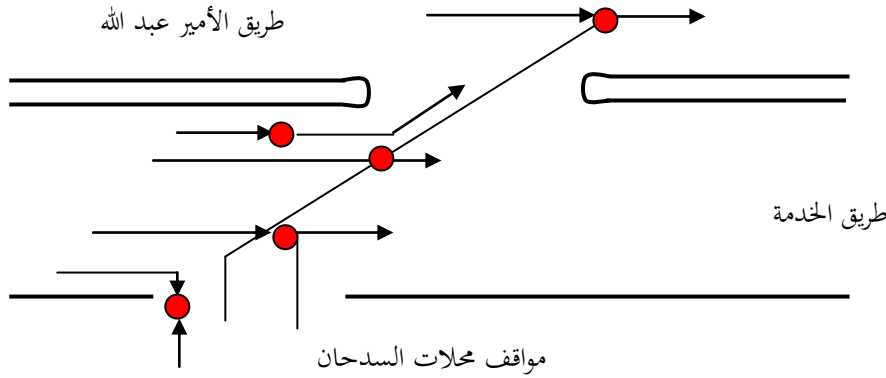
الشكل رقم (2-3-12). بوابة (فتحة) محلات السدحان على طريق الخدمة الخاص بطريق الأمير عبد الله في مدينة الرياض.

يلاحظ أن المشكلة الرئيسية لهذه الفتحة أنها تقابل فتحة الخروج من طريق الخدمة إلى طريق الأمير عبدالله.



المعالجة

إن إلغاء هذه الفتحة سيلغي ثلاث نقاط تصادم متعلقة بالبوابة وتشكل نقاط خطرة على المركبات التي تمر في هذه المنطقة من طريق الخدمة وطريق الأمير عبد الله، بالإضافة للمركبات التي تستخدم هذه البوابة، وتبقى نقطة تصادم في كل من طريق الخدمة و طريق الأمير عبد الله (في هذه المنطقة). وعليه ينصح بإلغائها لوجود بوابة أخرى تقوم بنفس الغرض دون حدوث مشاكل أخرى.



الشكل رقم (2-3-13): مخطط يوضح نقاط التصادم للبوابة غير النظامية لمحلات السدحان

2-3-3-3-5 المثال الثاني: فتحة على طريق الملك عبد العزيز

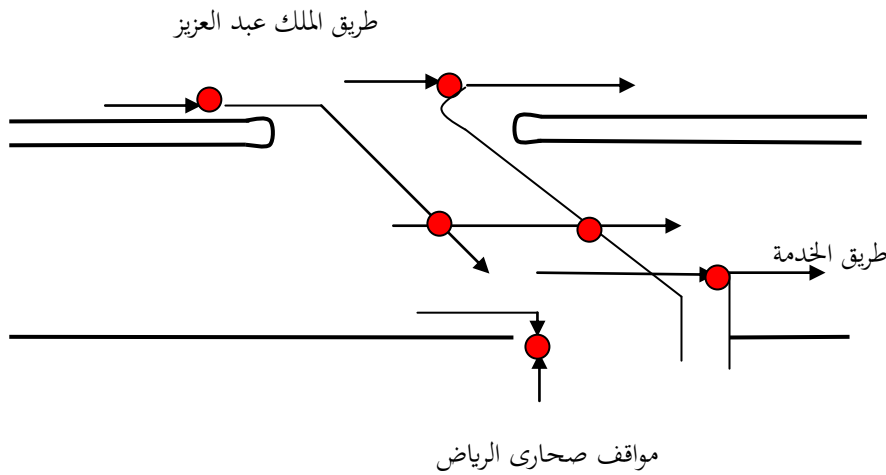
في منطقة توسيع مواقف السيارات في مركز صحارى الرياض هناك بوابة مقفلة بالشكل مؤقت بكتل اسمنتية. هذه البوابة يمكن أن تسبب ست نقاط تصادم محتملة Conflict points (كما يوضح الشكل 2-3-14)، وهي:

- نقطة تصادم ناتجة عن مناورة اندماج مع تيار المرور في طريق الخدمة.
- نقطة تصادم ناتجة عن مناورة تقاطع مائل مع تيار المرور في طريق الخدمة.
- نقطة تصادم ناتجة مناورة اندماج مع تيار المرور في طريق الملك عبد العزيز.
- نقطة تصادم ناتجة عن تصادم سيارة داخلية في البوابة مع أخرى خارجة.
- نقطة تصادم ناتجة عن اندماج مركبة تدخل طريق الخدمة مع تيار المرور في طريق الخدمة.
- نقطة تصادم ناتجة عن اندماج مركبة تخرج من طريق الملك عبد العزيز إلى طريق الخدمة، وأخرى خلفها تصطدم بها.

يوضح الشكل رقم (2-3-15) نقاط التصادم هذه.



الشكل رقم (2-3-14). بوابة غير صحيحة الموقع، مواقف سيارات مركز صحارى الرياض في مدينة الرياض



الشكل رقم (2-3-15). مخطط يوضح نقاط التصادم لبوابة صحارى الرياض الجديدة على طريق خدمة الملك عبد العزيز في مدينة الرياض

يجب إغلاق هذه الفتحة بالشكل نهائي (أو على الأقل إزاحتها)، عن فتحة الدخول من طريق الخدمة الى طريق الملك عبد العزيز بمسافة لا تقل عن 30 متر لمنع السائقين من عكس الطريق وهو ما سيقفل تقاطع التصادم إلى نقطتين فقط.

وتجدر الإشارة إلى أن التحليل المعروض في هذا الجزء هو تحليل مبسط أولى ولإجراء دراسة متكاملة للتصادمات المرورية فإن ذلك يخضع لإجراءات وخطوات دقيقة تتطلب تدرجاً بجمع بياناتها.

2-3-4 طرق تحديد المواقع الخطرة

2-3-4-1 طريقة تكرار الحوادث Accident Frequency Method

تستخدم هذه الطريقة للبحث في ملف الحوادث عن المواقع التي تتركز فيها الحوادث بكثافة لافتة للنظر، حيث يتم تقسيم شبكة الطرق إلى مقاطع ذات أطوال متساوية (0.5 كم أو 1 كم أو أخرى) وتوزع الحوادث على هذه المقاطع، ومن ثم يمكن ترتيب المقاطع حسب تكرار الحوادث في كل مقطع. وبعد إعداد قائمة مرتبة حسب التكرار يمكن للمحلل المروري اعتماداً على ترتيب المواقع تحديد الأخطر منها، أو يمكنه الاعتماد على مقياس يحدده من خلال خبرته أو لاعتبارات أخرى أن يحدد المواقع الخطيرة من قائمة المواقع المرتبة، وذلك بمقارنة عدد الحوادث (التكرار) في كل موقع بالمقياس الذي حدده، إذ يكون الموقع خطراً حسب العلاقة التالية :

$$C_K \leq M \quad (1)$$

حيث :

C_K = تكرار الحوادث في الموقع ك .

M = المقياس الذي يحدده المحلل المروري .

يمكن أن يكون المقياس متوسط عدد الحوادث لكل المواقع تحت الدراسة .

2-3-4-1-1 مثال

المواقع من أ إلى هـ تمثل خمسة مقاطع على شبكة طرق داخل مدينة. من إحصاءات شرطة المرور استطاع المحلل المروري أن يعرف تكرار الحوادث المرورية التي وقعت على طول كل مقطع في تلك المواقع خلال سنة كاملة كما يلخص الجدول أدناه، مع العلم أن أطوال المقاطع متساوية. إذا كان المحلل اعتبر متوسط الحوادث في المواقع الخمسة مقياساً يحدد المواقع الخطرة في هذه القائمة فما هي تلك المواقع.

الموقع	تكرار الحوادث
أ	2



5	ب
0	ج
1	د
7	هـ

الحل :

المقياس هو متوسط الحوادث، والذي يمكن حسابه كالتالي :

$$م = \frac{7+1+0+5+2}{5} = 3 \text{ حوادث}$$

الآن يمكن مقارنة تكرار الحوادث في كل موقع بالمتوسط أعلاه لتحديد المواقع الخطرة وترتيبها، فالموقع الخطر هو الذي تجاوز عدد الحوادث فيه لهذا المتوسط، كما يبين الجدول التالي :

الموقع	تكرار الحوادث	الموقع خطر
أ	2	لا
ب	5	نعم
ج	0	لا
د	1	لا
هـ	7	نعم

إن تحديد الموقع الخطر في هذا الجدول تم على أساس أن المعيار هو متوسط الحوادث. إذن فالموقعان ب، هـ يدخلان قائمة المواقع الخطرة والتي تحتاج للعلاج. كما يتضح فإن المقياس يؤدي دوراً مهماً في تحديد خطورة الموقع، فلو كانت قيمة المقياس صغيرة فإن قائمة المواقع الخطرة ستطول والعكس صحيح. يأخذ المحلل المروري بعين الاعتبار والأهمية طول قائمة المواقع الخطرة حيث إن هدف برنامج السلامة المرورية تقليل الخطورة في كل موقع في هذه القائمة، ولكن يجب إدراك أن أي برنامج لمعالجة المواقع الخطرة تكون له ميزانية مالية محددة، لذلك فلا بد من تحديد



طول القائمة أو اختصارها بما يتناسب مع حدود هذه الميزانية. بمعنى آخر فإن العامل الاقتصادي يلعب دوراً رئيساً في تحديد طول قائمة المواقع.

2-4-3-2 طريقة معدل (نسبة) الحوادث Accident Rate Method

من أبرز عيوب طريقة التكرار اعتمادها بشكل كلي على العدد المطلق للحوادث مما يؤدي بالحلل في بعض الحالات إلى الوصول إلى نتائج خاطئة ومضللة. فقد تعزى كثرة الحوادث في موقع ما مقارنة بموقع آخر إلى الحجم العالي للحركة المرورية في ذلك الموقع، وليس لأن الموقع خطر. إذ يمكن القول بأن احتمالية أو فرصة وقوع الحادث المروري في موقع ما تكبر عندما تزداد أعداد المركبات المارة في هذا الموقع، وهذه الاحتمالية ترتبط بمفهوم مهم في حقل السلامة المرورية يعرف بالتعرض المروري (Traffic Exposure). تصحح طريقة معدل الحوادث المرورية من عيب طريقة التكرار وذلك بأخذها في عين الاعتبار للتعرض المروري بوصفها عاملاً مهماً في حساب نسبة الحوادث المرورية في الموقع. ولسنا هنا بصدد تعريف مفهوم التعرض المروري. ما يهمنا هنا هو تقديم وحدات قياس التعرض المروري التي يمكن استخدامها في طريقة معدل نسبة الحوادث المرورية، وقبل ذلك لابد من تعريف معدل الحوادث. يعرف معدل الحوادث رياضياً في العلاقة التالية :

$$م ك = \frac{ح ك}{ض ك} \quad ك = 1, 2, 3, \dots, ه \quad (2)$$

حيث :

- م ك = نسبة الحوادث أو معدلها في الموقع ك .
- ح ك = عدد الحوادث في الموقع ك .
- ض ك = التعرض المروري في الموقع ك .
- ه = عدد المواقع.

ويلاحظ هنا أن مصطلح نسبة جاء من نسبة عدد الحوادث إلى التعرض المروري. إذن نسبة الحوادث لا تتعامل مع تكرار الحوادث بوصفه عدداً فقط، بل باعتبار وحدة قياس التعرض (Exposure).

2-4-3-2 وحدة قياس التعرض المروري Traffic Exposure

نوع الموقع المراد حساب نسبة الحوادث فيه هو الذي يحدد وحدة قياس التعرض المروري المستخدمة لحساب هذه النسبة، ويتضح ذلك لنوعين من المواقع في شبكة الطرق:



1. البقعة المرورية (Spot) : عبارة عن نقطة تحدد على شبكة الطرق مثل تقاطع شارعين. يستخدم عدد المركبات العابرة لهذه البقعة أو النقطة خلال الفترة الزمنية التحليلية (حجم الحركة المرورية) مقياساً للتعرض المروري. ويفضل أن يستند المحلل المروري على متوسط حجم المرور السنوي اليومي (AADT) وهو المتوسط اليومي لعدد المركبات التي تعبر هذه البقعة خلال عام كامل. ويحسب معدل الحوادث في هذا النوع من المواقع بعد اعتبار حجم المرور كوحدة قياس التعرض المروري كالتالي:

$$م = \frac{1.000,000 \times ح}{365 \times ز \times ج} \quad (3)$$

حيث:

م = نسبة الحوادث في البقعة لكل مليون مركبة.

ح = عدد الحوادث .

ز = طول فترة التحليل بالسنوات (جزء من السنة أو سنة كاملة) .

ج = حجم المرور (المتوسط السنوي اليومي لحجم المرور) الذي يعبر البقعة (مركبة / يوم) .

1. مقطع الطريق (Roadway Section): هنا نأخذ مقطعا من الطريق وليس نقطة (بقعة) ، ويحدد مقطع الطريق بمسافة طولية مثل 0.5 كم أو 1 كم أو نحو ذلك. وتختلف وحدة قياس التعرض المروري هنا عن تلك التي في بقعة الطريق باعتبار طول المسافة لمقطع الطريق في وحدة قياس التعرض المروري، لذلك فإن المعادلة السابقة تصبح:

$$م = \frac{1.000,000 \times ح}{365 \times ز \times ط \times ج} \quad (4)$$

حيث:

ط = طول المقطع (كم) .

وباقى الرموز كما ذكرت في المعادلة السابقة.

نلاحظ عندما يريد المحلل المروري حساب نسبة الحوادث فإنه يحتاج إلى الاتصال بملف الحركة المرورية ضمن نظام التحليل، حيث يتم تخزين حجم الحركة المرورية في كل بقعة أو مقطع على شبكة الطرق. وإذا لم يتوافر ذلك فمن الممكن رصد حجم المرور لعدة أيام وحساب متوسطه ليستخدم في حساب نسبة الحوادث بالشكل تقريبي.



2-3-4 طريقة التحكم بمعدل الجودة Quality Control Rate Method

تستخدم هذه الطريقة اختباراً احصائياً لتحديد ما إذا كان معدل الحوادث في موقع معين أعلى، وبدلالة احصائية، من متوسط معروف لمعدلات الحوادث في مواقع لها خصائص مشابهة لهذا الموقع. يقوم هذا الاختبار الإحصائي على افتراض أن وقوع الحوادث يتبع تقريباً توزيع بوسون الإحصائي (Poisson Distribution). في هذه الطريقة يقارن معدل الحوادث في موقع الدراسة بـ "المعدل الحرج"، وهو متوسط معدلات الحوادث لنوع الطريق، ويحسب هذا المعدل الحرج بواسطة المعادلة التالية:

$$(5) \quad R_c = R_a + K \sqrt{R_a / M} + 1 / (2M)$$

حيث:

R_c = المعدل الحرج للحوادث.

R_a = متوسط معدلات الحوادث المرورية للمواقع المشابهة لموقع الدراسة (حادث لكل مليون مركبة - كيلومتر).

M = عدد المركبات (بالمليون) التي عبرت النقطة تحت الدراسة خلال زمن الدراسة، أو حركة المرور بمليون مركبة - كيلومتر إذا كان موقع الدراسة مقطعاً.

K = عامل الاحتمال وذلك حسب مستوى الدلالة الإحصائية المرغوب.

يلخص الجدول التالي قيم عامل الاحتمال K حسب مستوى الدلالة α :

0.10	0.075	0.05	0.025	0.005	α
1.282	1.440	1.645	1.960	2.576	K

أكثر قيم هذا المعامل استخداماً هما 1.645 و 2.576. تعبر α عن مستوى الدلالة الإحصائية.

2-3-4 طريقة خطورة الحوادث Accident Severity Method

ترتب هذه الطريقة المواقع التي تتكرر فيها حوادث المرور على شبكة الطرق اعتماداً على الحوادث الخطرة من تلك الحوادث. كما نعلم فإن الحادث يوصف بأنه مهلك عندما تنتج عنه إصابات أو وفيات بينما يوصف بأنه حادث بسيط عندما توصف الأضرار الناتجة عنه بكونها مادية، أي حوادث تلفيات فقط. ويمكن تصنيف الحوادث المهلكة



إلى درجات مختلفة من الخطورة، مثلاً يُصنف الحادث إلى أعلى درجة خطورة عندما ينتج عنه حالة وفاة واحدة أو أكثر بينما يُصنف إلى درجة خطورة أقل إذا نتج عنه إصابات جسدية دون وقوع وفيات. أحد الأساليب المتبعة في الولايات المتحدة الأمريكية [HSIP,1981] أسلوب مكافئ الضرر المادي فقط أو مكافئ التلفيات فقط (EPDO) Equivalent Property Damage Only : بحيث يحول عدد الحوادث التي تنتج منها إصابات أو وفيات إلى ما يكافئها من حوادث أضرار مادية فقط، وترتب المواقع حسب قيمة حوادث الضرر المادي المكافئ (EPDO) وذلك حسب المعادلة الآتية :

$$EPDO = 9.5 (ف + ص1) + 3.5 (ص2 + ص3) + \text{تلفيات} \quad (6)$$

حيث:

EPDO = الحوادث المكافئة للضرر المادي فقط (مكافئ التلفيات فقط).

ف = عدد حوادث الوفيات.

ص1 = حوادث الإصابات البليغة الشديدة.

ص2 = عدد حوادث الإصابات الجسيمة.

ص3 = عدد حوادث الإصابات البسيطة.

تلفيات = عدد الحوادث ذات الضرر المادي فقط.

يمكن أن تضم حوادث الوفيات (ف) الحوادث التي بها إصابات بليغة جداً والمحتمل أن تنتهي بالوفاة، وسنوضح ذلك في التطبيق بعد قليل. تقوم الفكرة هنا على أساس تحويل حوادث الإصابات والوفيات إلى ما يكافئها من حوادث التلفيات.

2-3-4-4-1 مثال

تكررت حوادث المرور في ثلاثة مواقع بالشكل لافيت للنظر، وقد سجلت الإحصاءات خلال عامين متتاليين تلك الحوادث كما يلخصها الجدول.



الموقع	تكرار الحوادث حسب نتيجة الحادث		
	تلفيات	إصابات (بسيطة)	وفيات
أ	15	5	2
ب	10	7	4
ج	12	5	2

سوف نقوم بحساب EPDO في المواقع الثلاثة لمقارنتها .

في البداية يتم حساب قيمة حوادث الضرر المادي المكافئ (EPDO) لكل موقع حسب المعادلة ونلخص النتائج في الجدول التالي:

الموقع	مكافئ التلفيات فقط	الترتيب
أ	51.5	2
ب	72.5	1
ج	48.5	3

نلاحظ من هذا الجدول أن موقع (ب) أخطر المواقع يليه (أ) ثم (ج) .

2-3-4-5 طريقة تكلفة الحوادث Accident Cost Method

في هذه الطريقة تحسب تكلفة الحوادث المرورية في الموقع تحت الدراسة ثم تقسم على مقدار التعرض المروري في خلال زمن الدراسة. ولحساب هذه التكلفة فإن الحوادث يجب تصنيفها حسب خطورتها. وفقاً لتقديرات مجلس السلامة الوطني في أمريكا على أساس سعر صرف الدولار الأمريكي في عام 1984م، فإن وحدة تكاليف حوادث المرور تقدر كما يلي:

نوع الحادث المروري	التكلفة بالدولار لكل وحدة
حادث وفاة	220.000
حادث إعاقة	9.300
تلفيات فقط و/أو إصابة بسيطة	1.190



و بعد تقدير تكلفة الحوادث فإن المواقع ترتب خطورتها حسب هذه التكلفة. ويمكن استخدام تقديرات التكلفة المحلية إذا ما توفرت المعلومات عن ذلك.

2-3-4-6 اختيار الطريقة

لم نتعرض لجميع الطرق المتبعة في تحديد المواقع الخطيرة وذلك لتعددتها كما أن بعضها له صيغة رياضية معقدة لا يسعنا هنا الدخول في تفاصيلها ، كما أن الحافز الرئيس لتعرضنا للطرق السابقة كان بسبب انتشار استخدامها، وقبل أن نتحدث عن هذا الانتشار والذي سيقودنا لاستخدام أفضل الطرق فإنه لا بد من الحديث عن الأسلوب البدائي لتحديد المواقع الخطيرة، والذي يُعرف بالنقاط السوداء، على خريطة تحدد شبكة الطرق.

قبل الثورة العلمية في تقنية الحاسب الآلي وبدء انتشاره الواسع خاصة في بداية الثمانينات الميلادية، كان أسلوب النقاط السوداء (البقع السوداء) هو السائد إذ تقوم الجهة المسؤولة عن السلامة المرورية بوضع نقطة (بلون معين أو أحيانا تستخدم الدبابيس بدلا من النقاط) لكل حادث حسب موقعه على الخريطة. وبعد فترة زمنية يمكن تحديد المواقع الخطرة بأنها تلك التي تتجمع فيها هذه النقاط، ويمكن تمييزها بسهولة على الخريطة بالعين المجردة. من أبرز عيوب هذه الطريقة أنها لا تحدد بالضبط موقع الحادث، بل أنها تبين المواقع التي تتركز فيها الحوادث دون تحديد لمكان كل موقع بدقة. كما أن هذه الطريقة غير ملائمة في المدن الكبيرة.

أما الطرق السابقة (تكرار الحوادث ومعدل الحوادث والتحكم بمعدل الجودة وخطورة الحوادث وتكلفة الحوادث) فإنها تحتاج لبيانات تكون محفوظة في الحاسب الآلي حتى تتم مقارنة مواقع كثيرة بيسر وسرعة في الوقت نفسه. ويتم اختيار احداها حسب نوع البيانات المتوفرة. فمثلا إذا كانت أعداد حوادث المرور هي المتوفرة فقط فإن طريقة تكرار الحوادث هي المرشحة للتطبيق. ولو توافرت بيانات عن أحجام حركة المرور على شبكة الطرق بجانب أعداد الحوادث فإن أسلوب معدل الحوادث يكون هو الأفضل تطبيقاً، أي أن الحاسب الآلي يساعد المحلل المروري في استخدام البيانات المتوفرة وإجراء حسابات رياضية كثيرة على هذه البيانات بسهولة ويسر.

في أماكن مختلفة من العالم يقوم المحللون المروريون باستخدام أكثر من طريقة في الوقت نفسه لعمل مقارنة أدق بين المواقع وتحديد المواقع التي تحتاج فعلا إلى معالجة. فمثلاً يمكن استخدام طريقة تكرار الحوادث مع طريقة معدل الحوادث لأن كل طريقة قد تعطي ترتيباً مختلفاً للمواقع عن الطريقة الأخرى، كما سنرى في التطبيق بعد قليل. ولتجنب الخطأ في ذلك يمكن استبعاد المواقع التي وقع بها عدد قليل جداً من الحوادث مثل حادث إلى ثلاثة حوادث في عام واحد. كما أن طول الفترة الزمنية التي يستخدمها المحلل المروري في رصد حوادث المرور يؤدي دوراً في ذلك.



فمثلاً قد تكون الفترة سنتين، وذلك لرصد عدد كبير من الحوادث حتى يصبح الموقع مؤهلاً للمعالجة، ولكن يجب التنبيه إلى أن طول المدة أحياناً (خاصة إذا كان أكبر من ثلاث سنوات) قد يقود إلى نتائج خاطئة ومقارنة غير عادلة نظراً لاحتمالية تغير الظروف في الموقع خلال هذه المدة الزمنية (ظروف مرورية أو هندسية أو متعلقة باستعمالات الأراضي حول الموقع). ولكن ماذا عن الخبرة في اختيار أي الطرق في الدول الأخرى، ذكر زيقر (Zegeer,1982) في دراسة مسحية شملت هيئات المرور والطرق في كل الولايات الأمريكية ما يلي:

- أن 89% من الهيئات تستخدم طريقة تكرار الحوادث على الطرق الرئيسة بينما 73% على الطرق الفرعية.
- أن 84% من الهيئات تستخدم طريقة معدل الحوادث على الطرق الرئيسة بينما 50% على الطرق الفرعية.
- أن 65% من الهيئات تستخدم طريقة خطورة الحوادث على الطرق الرئيسة بينما 45% على الطرق الفرعية.

أما في المملكة المتحدة فقد ذكر سيلكوك وسميث (Silcock and Smyth,1984) أن 74% من الهيئات تستخدم طريقة تكرار الحوادث و 4% طريقة معدل الحوادث و 6% طريقة تكرار الحوادث موزونة بخطورة الحوادث وباقي النسبة المئوية تذهب لطرق أخرى.

2-3-4-7 عناصر الطريق ذات الاحتمالية الخطيرة

كما ذكرنا فإن هناك عدة أساليب أخرى لتحديد المواقع الخطيرة على شبكة الطرق لكنها لا تبني على حوادث المرور. فمثلاً يمكن للمسئول عن سلامة المرور اعتبار المواقع التي يصله بلاغات وشكاوى عنها من الجمهور على أنها خطرة. كذلك يمكن الاستفادة مما يكتب في وسائل الإعلام في التعرف على مثل هذه الأماكن. واحدى الطرق الرئيسة في الأسلوب غير المبني على الحوادث هو الجرد الميداني للعناصر الهندسية (Engineering Elements) للطريق (مثل سطح الطريق وأكتافه، الحواجز الجانبية، مسافة الرؤية، عوائق الرؤية الموجودة على جانبي الطريق، وأدوات التحكم). فغالباً ما تقوم الجهات المسؤولة عن تشغيل الطريق وصيانته، مثل إدارات النقل، بمسح روتيني لشبكة الطرق وأثناء هذا المسح يتم جرد عناصر الطريق التي تحتاج للإصلاح قد تكون تلفت بأسباب طبيعية أو نتيجة لحوادث مرورية. وتعد الأماكن التي توجد بها تلك العناصر مواقع خطرة حتى يتم إصلاح العناصر وإعادتها لوضعها الطبيعي. كما أنه من الممكن الاستفادة من تشابه المواقع التي تتكرر بها حوادث مرورية بتلك التي لم تقع فيها حوادث بعد، وذلك لمحاولة التعرف على عناصر الطريق التي قد تكون سبباً في وقوع الحوادث في المواقع الخطرة حتى يمكن تفادي وقوع حوادث مستقبلاً في المواقع المشابهة لها والتي لم تقع فيها حوادث بعد.



يمكن لأخصائي السلامة المرورية أن يقوم بعملية جرد بسيطة لتحديد معالم الطريق التي ليست بالضرورة مواقع تكرر فيها الحوادث بالشكل لافت للنظر ولكنها تستحق الاهتمام نظراً لإمكانية تحسين مستوى السلامة فيها اعتماداً على أنها قد تساهم في وقوع الحادث أو في زيادة خطورة الحادث عند وقوعه، ويمكن تحديد مثل تلك المعالم من خلال الزيارات الدورية الميدانية أو دراسات محددة لهذا الغرض. من أبرز معالم الطريق ذات الاحتمالية الخطرة والتي يمكن أن تكون أحد أسباب وقوع الحادث المروري ما يأتي:

- المنحنيات الأفقية.
- طبقة الأسفلت.
- أطراف الحواجز الجانبية سواء حديدية أم خرسانية.
- معوقات الرؤية على جانبي الطريق (أشجار ومبان ولوحات إعلانية ... إلخ).
- ضيق عرض المسار أو كتف الطريق أو كليهما.
- أعمدة الجسور والخدمات (أعمدة الكهرباء واللوحات التنظيمية والإعلانية ... إلخ).
- الانحدار الحاد لجانب الطريق.
- منشآت الصرف الصحي.
- الانحدار الشديد للطريق.

2-3-4-8 تطبيق على تحديد المواقع الخطرة

حدد محلل مروري (LHSIB, 1986) خمسة مقاطع (أ إلى هـ) على طريق ما بأنها مواقع خطيرة، تشترك تلك المواقع في الآتي:

- عدد المسارات.
- عرض المسار 3.65 متر.
- كتف الطريق أقل من 3.65 متر.
- كل المقاطع على سطح مستوٍ مع وقوعها على منعطف.



- متوسط معدل الحوادث على هذا الطريق تساوي 3.5 حادث/مليون مركبة/كم، سيتم استخدام الطرق

التالية في تحليل تلك المواقع:

- طريقة التكرار.
- طريقة معدل الحوادث.
- طريقة التحكم في معدل الجودة.
- طريقة الضرر المكافئ .
- طريقة تكلفة الحادث لكل وحدة تعرض .

يلخص الجدول التالي المعلومات التي يحتاجها المحلل لاستخدام الطرق أعلاه. لاحظ من الجدول أن عدد سنوات الحوادث غير متساوية وأن أطوال مقاطع الطريق تتباين من 0.8 إلى 3.4 كم للمقطع كذلك حجم المرور (المتوسط اليومي السنوي لحجم المرور) يتدرج من 1750 إلى 4200 مركبة/يوم.

الموقع	طول المقطع (كم)	حجم المرور	حوادث التلفيات	عدد الحوادث (إصابات)				إجمالي الحوادث	عدد السنوات
				ص1	ص2	ص3	ف		
أ	0.8	4.200	12	(1)1	(3)1	(2)1	0	15	3
ب	1.2	3.500	15	0	(4)2	(4)3	(1)1	21	2
ج	3.4	1.750	35	(2)2	(4)4	(3)2	0	43	2.5
د	2,2	2.400	24	0	0	(3)3	0	27	1.5
هـ	1.6	3.000	12	(7)4	(7)5	(6)4	(3)2	27	3

لاحظ:

ف = حوادث وفيات ، ص1 = حوادث إصابة بليغة مهلكة ، ص2 = حوادث إصابات ليست بليغة (جسيمة) ، ص3 = حوادث إصابات بسيطة والأرقام بين الأقواس تشير إلى عدد الأشخاص.

2-3-4-8-1 طريقة التكرار



كما ذكرنا فإن طريقة التكرار تعتمد على مقارنة عدد الحوادث، ولكن في هذا المثال يلاحظ أن المقارنة المباشرة لعدد الحوادث بين المواقع لن تكون عادلة لسببين. أولهما أن طول المقطع يختلف من موقع لآخر، ثانيهما أن الفترة الزمنية التي جمعت خلالها الحوادث والمثلة بسنوات تختلف من موقع لآخر. لذلك فلا بد من تحويل عدد الحوادث إلى كمية لها أساس مشترك لكل المواقع، نقضي من خلالها على الفروقات في طول المقطع والفترة الزمنية، وتسمى هذه العملية والتي بواسطتها نضمن مقارنة عادلة بين المواقع عملية المعايرة أو التسوية (Normalization). ويمكن الحصول على هذه الكمية بنسبة عدد الحوادث في كل موقع لكل كم لكل سنة (حدث/كم/سنة).

فمثلا للموقع أ :

$$15 \text{ حادثاً} \div 0.8 \text{ كم} \div 3 \text{ سنوات أو كتابتها مثل : } (15) / (0.8) (3) \\ = 6.25 \text{ حادث / كم / سنة}$$

وبالمثل لكل المواقع :

$$\begin{aligned} \text{موقع أ : } & (15) / (0.8) (3) = 6.25 \text{ حادث / كم / سنة .} \\ \text{موقع ب : } & (21) / (1.2) (2) = 8.75 \text{ حادث / كم / سنة .} \\ \text{موقع ج : } & (43) / (3.4) (2.5) = 5.06 \text{ حادث / كم / سنة .} \\ \text{موقع د : } & (27) / (2.2) (1.5) = 8.18 \text{ حادث / كم / سنة .} \\ \text{موقع هـ : } & (27) / (1.6) (3) = 5.62 \text{ حادث / كم / سنة .} \end{aligned}$$

من هذه الطريقة يتضح أن موقع ب هو الأخطر بين د ، أ ، هـ ، ج.

2-3-4-8-2 طريقة معدل الحوادث

نحسب نسبة الحوادث للخمسة مواقع بمعادلة المقاطع المذكورة سابقا:

$$م = (ح) (1.000,000) / (365) (ز) (ج) (ط)$$

$$\text{فمثلا للمقطع أ : } م = (15) (1.000,000) / (365) (3) (4200) (0.8) \\ = 4.08 \text{ حادث / مليون مركبة - كم .}$$

وبالمثل لكل المواقع :

$$\begin{aligned} \text{موقع أ : } & (15) (1.000,000) / (365) (3) (4200) (0.8) = 4.08 \text{ حادث / مليون مركبة - كم .} \\ \text{موقع ب : } & (21) (1.000,000) / (365) (2) (3500) (1.2) = 6.85 \text{ حادث / مليون مركبة - كم .} \end{aligned}$$





- موقع ج : $(43) (1.000,000) / (365) (2.5) (1750) (3.4) = 7.92$ حادث / مليون مركبة - كم .
- موقع د : $(27) (1.000,000) / (365) (1.5) (2400) (2,2) = 9.34$ حادث / مليون مركبة - كم .
- موقع هـ : $(27) (1.000,000) / (365) (3) (3000) (1.6) = 5.14$ حادث / مليون مركبة - كم .
- من ذلك فإن د هو الموقع الأخطر ثم ج، ب، هـ، أ.

2-3-4-8 طريقة التحكم في معدل الجودة

يميز هذه الطريقة أنها تأخذ في الاعتبار المصدقية الاحصائية بمعنى هل معدل الحوادث في مكان ما مرتفع فعلاً أم نتيجة للصدفة بسبب الوقوع العشوائي لعدد من الحوادث. المعادلة الآتية تستخدم في تلك الطريقة:

$$R_c = R_a + K \sqrt{R_a / M} + 1 / (2M)$$

في المثال متوسط معدل الحوادث في مواقع مشابهة (R_a) يساوي 3.5 حادث / مليون مركبة - كم ويمكن إيجاد M للموقع (أ) كالتالي :

$$\frac{(ج) (365) (ط) (ز)}{1.000,000} = M$$

$$3.68 = \frac{(3) (0.8) (365) (4.200)}{1,000,000} = M$$

لو أراد المحلل أن تكون نتائجه بمصدقية إحصائية 95% كمستوى ثقة فبالتالي تكون $\alpha = 0.025$ ومنه $K = 1.96$ وبالتعويض في المعادلة فإن :

$$RC = 3.5 + 1.96 \sqrt{3.5 / 3.68} + 1 / 2(3.68)$$

$$= 3.5 + 1091 + 0.14$$

$$= 5.55 \text{ حادث / مليون مركبة - كم}$$

أي 5.55 حادث / مليون مركبة - كم.



فمثلا للموقع أ :

مادام معدل الحوادث الحقيقي في الموقع أ هو 4.08 وأقل من المعدل الحرج 5.55 فنستطيع القول إن معدل الحوادث في هذا الموقع طبيعي وليس لافتاً للنظر. وكبديل آخر فإنه يمكن أن ننسب المعدل الحقيقي إلى المعدل الحرج ، فإذا كانت النسبة أقل من 1، فهذا يعني أن معدل الحوادث في الموقع طبيعي والعكس عندما تساوي النسبة أو تزيد على 1. ففي موقع أ هذه النسبة $5.55 \div 4.08 = 0.74$ أقل من 1.

إذن فحسب طريقة التحكم بمعدل الجودة يمكن تلخيص نتيجة هذه الطريقة للمواقع الخمسة كالتالي:

الموقع	المعدل الحقيقي (R_{se})	M	$1.96 \sqrt{R_o/M}$	1/2M	R_c	النسبة (R_{se}/R_c)
أ	4.08	3.68	1.91	0.14	5.55	0.74
ب	6.85	3.07	2.09	0.16	5.75	1.19
ج	7.92	5.43	1.57	0.09	5.16	1.53
د	9.34	2.89	2.16	0.17	5.83	1.60
هـ	5.13	5.26	1.60	0.10	5.20	0.99

لاحظ أن R_{se} هي نسبة الحوادث المحسوبة في طريقة معدل الحوادث.

إذن من الجدول يتضح أن المواقع ب، ج، د تزيد النسبة في كل منها على 1، وهذا يعني أن معدل الحوادث في كل من تلك الأربعة المواقع يعد غير عادي .

2-3-4-8 طريقة خطورة الحادث (الضرر المكافئ) EPDO

تقيس هذه الطريقة خطورة حوادث المرور في الموقع، وكما نعلم فإن خطورة حادث المرور نعبّر عنها بعدد الإصابات والوفيات الناتجة عن الحادث. في هذه الطريقة تحول حوادث الإصابات والوفيات إلى ما يكافئها من عدد الحوادث ذات الضرر المادي فقط (أي الحوادث التي ينتج عنها أضرار مادية فقط مثل تلفيات في المركبات أو في الطريق)، ولتحويل عدد المصابين إلى ما يكافئه من حوادث الضرر المادي، فلا بد من تصنيف إصابات المصابين ليتمكن اختيار



معامل التحويل المناسب ويعرف بمعامل الوزن (أي وزن الإصابة حسب خطورتها) ويمكن استخدام معاملات الأوزان الآتية :

معامل الوزن	تصنيف الإصابة
9.5	إصابة مهلكة تؤدي للوفاة والنوع ص1 من الإصابات
3.5	نوع الإصابة ص2 و ص3
1	تلفيات أو ضرر مادي فقط .

معاملات الأوزان حسب دراسة أمريكية في 1984م ويمكن تقديرها لكل بلد.

من الجدول يتضح أن الحادث الذي به وفيات يعادل في خطورته 9.5 أضعاف الحادث الذي ينتج عنه تلفيات فقط. في الموقع (أ) يمكن حساب مكافئ التلفيات (EPDO) لمعرفة أنه لم يكن هناك أي حادث ينتج عنه وفاة، بينما وقع حادث واحد من نوع ص1، وحادث آخر من نوع ص2 ، وآخر من نوع ص3 و 12 حادثا نتج عنها تلفيات لممتلكات فقط، من تلك المعلومات نحسب (EPDO) كالتالي:

$$\text{مكافئ التلفيات فقط} = 9.5 (\text{ف} + \text{ص} 1) + 3.5 (\text{ص} 2 + \text{ص} 3) + \text{تلفيات}$$

$$28.5 = 12 + (1+1) 3.5 + (1 + 0) 9.5 =$$

ولمقارنة مكافئ التلفيات فقط للمواقع الخمسة فإن هذه القيم تحتاج إلى معايرة وذلك نسبة إلى فترة زمنية متساوية أو طول مقطع متساو أو بقسمتها على المجموع الكلي للحوادث لحساب متوسط مكافئ التلفيات فقط للحوادث. فمثلا للموقع (أ) فإن قيمة هذا المكافئ في السنة لكل كيلومتر:

$$\text{مكافئ التلفيات فقط} = (28.5) / (0.8) (3) = 11.9$$

كذلك فقيمة المكافئ لكل حادث $1.9 = 15 \div 28.5$ وبالمثل لكل المواقع كما يلخص الجدول التالي:

الموقع	مكافئ التلفيات غير المعايير	مكافئ التلفيات /كم/ساعة	مكافئ التلفيات /حادث
أ	28.5	11.9	1.9
ب	42.0	17.5	2.0
ج	75.0	8,8	1.7



د	34.5	10.5	1.3
هـ	100.5	20.9	3.7

حسب معامل التلفيات لكل كم في السنة فإن الموقع هـ (20.9) هو الأخطر يليه الموقع ب ثم أ ثم ج وأخيراً د.
وحسب معامل التلفيات لكل حادث مروري فإن الموقع هـ (3.7) مرة أخرى هو الأخطر يليه ب ثم أ ثم ج وأخيراً د.

2-3-4-5 طريقة تكلفة الحوادث

كما ذكرنا آنفاً أن هذه الطريقة تأخذ في الاعتبار خطورة الحادث ومقدار التعرض المروري لحساب التكلفة الإجمالية للحوادث التي وقعت في مكان الدراسة وذلك حسب التقديرات التالية:

نوع الحادث المروري	التكلفة بالدولار لكل وحدة
حادث وفاة	220.000
حادث إعاقة (إصابة شديدة)	9.300
تلفيات فقط و/أو إصابة بسيطة	1.190

يجب ملاحظة أن تكلفة التلفيات فقط و/أو الإصابات البسيطة تحسب على أساس عدد الحوادث وليس عدد الأشخاص المتورطين فيها، بينما تكلفة حوادث الوفاة والإعاقة تحسب على أساس عدد الأشخاص الذين خرجوا معاقين أو متوفين وليس عدد الحوادث. فمثلاً تكلفة الحوادث في موقع أ لمدة 3 سنوات تقدر كالتالي:

$$52.670 = 220.000 \times (0) + 9.300 \times (3+1) + 1.190 \times (13)$$

وبالتالي فإن التكلفة لكل مليون مركبة - كم:

$$3.68 = 52.670 \div 14.300 \text{ دولار مقربة إلى أقرب } 100 \text{ (لاحظ أن } 3.68 \text{ حسبت في طريق التحكم بمعامل الجودة).}$$

يلخص الجدول التالي هذه التكلفة للمواقع الخمسة:

الموقع	الوفيات	إصابات الإعاقة	حوادث التلفيات + الإصابة	التكلفة الإجمالية للحوادث	التعرض (مليون)	التكلفة لكل مليون
--------	---------	----------------	--------------------------	---------------------------	----------------	-------------------



مركبة-كم	مركبة-كم	(دولار)	البسيطة			
14300	3.68	52670	13=1-1-15	4=3+1	0	أ
90800	3.07	278620	18=1-2-21	4=0+4	1	ب
18400	5.44	99830	37=6-2-43	6=2+4	0	ج
11100	2.89	32130	27=0-0-27	0=0+0	0	د
153800	5.26	809240	16=5-4-24	14=7+7	3	هـ

من هذه الطريقة يتضح أن الموقع هـ الأخطر يليه ب ثم ج ثم أ و أخيراً د.

2-3-4-8-6 ترتيب المواقع

بعد استخدامنا للطرق الخمسة في تحليل بيانات جميع المواقع، نأتي الآن إلى الترتيب النهائي للمواقع حسب خطورتها لنصل إلى قائمة ترتب المواقع حسب أولوية ضرورة المعالجة. فكما نعلم أن معالجة المواقع الخطرة تحتاج إلى موارد مالية وجهد ووقت لذا فإنه من الصعب عملياً معالجة كل المواقع، وبالتالي فإن مثل هذا التحليل يساعد في تحديد أي المواقع الأخطر ويتطلب المعالجة قبل غيره وهذا يعني الاختصار على بعض المواقع وترك المواقع المتبقية حسب جدول زمني عندما تتوافر الإمكانيات لمعالجتها.

حسب الطرق السابقة فإن ترتيب المواقع لكل طريق يلخصه الجدول التالي:

الترتيب حسب كل طريقة (من 1 إلى 5) حسب خطورتها							
الموقع	تكرار الحوادث	معدل الحوادث	معدل الجودة	مكافئ التلفيات	تكلفة الحوادث	مجموع الترتيبات	الترتيب النهائي



5	20	4	3	5	5	3	أ
1	11	2	2	3	3	1	ب
4	17	3	5	2	2	5	ج
2	13	5	4	1	1	2	د
3	14	1	1	4	4	4	هـ

لاحظ أن مجموع الترتيبات هو مجموع ترتيب الموقع في كل طريقة.

مرة أخرى نلاحظ أن كل طريقة ربما تعطي للموقع ترتيباً مختلفاً عن ذلك الذي تعطيه طريقة أخرى، وهذا ربما يدفع بعض المحللين إلى الاعتماد على طريقة واحدة أو طريقتين على الأكثر. ولكن عند استخدام أكثر من طريقة يمكن الاعتماد على مجموع الترتيبات بوصفه معيار لوضع الترتيب النهائي للمواقع حسب خطورتها ، فالموقع الذي يكون مجموع ترتيباته أقل يكون هو الأخطر وهلم جرأً، كما يتضح ذلك من العمودين الأخيرين في الجدول السابق. تلخيصاً من ذلك فإن الترتيب النهائي للمواقع الخمسة حسب أولوية التحسين والمعالجة يكون كالتالي:

الترتيب	الموقع
1	ب
2	د
3	هـ
4	ج
5	أ

2-3-4-9 تحليل الموقع الخطرة من واقع بيانات الحوادث المرورية



فيما لو افترضنا أن أحد التقاطعات صُنّف على أنه خطر من واقع تحليل المواقع الخطرة المبني على حوادث المرور المسجلة كما استعرضنا في الجزء السابق، فإن دور المهندس (المحلل) هنا القيام بتحليل لمعلومات الحوادث وإسقاطها على الموقع بطريقة تساعد على:

1. أولاً تحديد المكان أو البؤرة التي تتجمع فيها الحوادث في التقاطع.

2. تحديد النمط السائد من الحوادث.

ولهذا الغرض فإن على المحلل المروري إعداد ما يلي:

1. نموذج تلخيص بيانات الحوادث.

2. بناء رسم تخطيطي للحوادث.

2-3-4-9 نموذج تلخيص بيانات الحوادث

إن تلخيص بيانات حوادث المرور هو المؤشر الأول الذي قد يساعد المحلل المروري في معرفة الأسباب المحتملة للقصور في هذا الموقع من جانب السلامة المرورية والمشكلات المحتملة التي أدت لوقوع الحوادث، ولابد من التذكير بأن حدود الموقع الذي تتم دراسته لا بد أن تكون واضحة. فمثلاً لو كان الموقع تقاطعاً فقد تغطي حدود الدراسة مسافة مائة متر من داخل التقاطع على طول كل طريق يصب في التقاطع، وعند حساب عدد الحوادث التي تكررت في هذا الموقع فإن الحوادث التي وقعت أبعد من تلك المسافة لا تعد ضمن حوادث الموقع. ويمكن استخدام النموذج المعروض في الشكل (2-3-16) لتلخيص بيانات الحوادث التي وقعت خلال فترة الثلاث سنوات، يلاحظ أن هذا النموذج يحتوي على أربعة أجزاء تتوزع تبعاً للمعلومات الآتية:

1. نوع الحادث.

2. حالة الطريق.

3. حالة الإضاءة.

4. خسائر الحادث.

%	المجموع	1997	1996	1995	
---	---------	------	------	------	--



عدد	عدد	عدد	عدد	عدد	نوع الحادث
14	2	1	1	0	منعطف الليسار
7	1	1	0	0	خلفي
29	4	2	1	1	زاوي
0	0	0	0	0	جاني
0	0	0	0	0	مشاة
0	0	0	0	0	أمامي
7	1	0	1	0	مرتبط بطريق جانبي
7	1	0	1	0	جسم ثابت
36	5	2	1	2	آخر
					حالة الطريق
21	3	1	1	1	رطب
71	10	5	3	2	جاف
					حالة الإضاءة
57	8	4	3	2	نهار
21	3	1	1	0	شروق أو غروب
21	3	1	1	1	ليل
					خسائر الحوادث
7	(1)1	(1)1	0	0	حوادث وفيات (وفاة)
72	(12)10	(5)4	(5)4	(2)2	حوادث إصابات (إصابة)
21	3	1	1	1	ضرر مادي فقط
					إجمالي الحوادث (الإصابات)
	(12)14	(5)6	(5)5	(2)3	

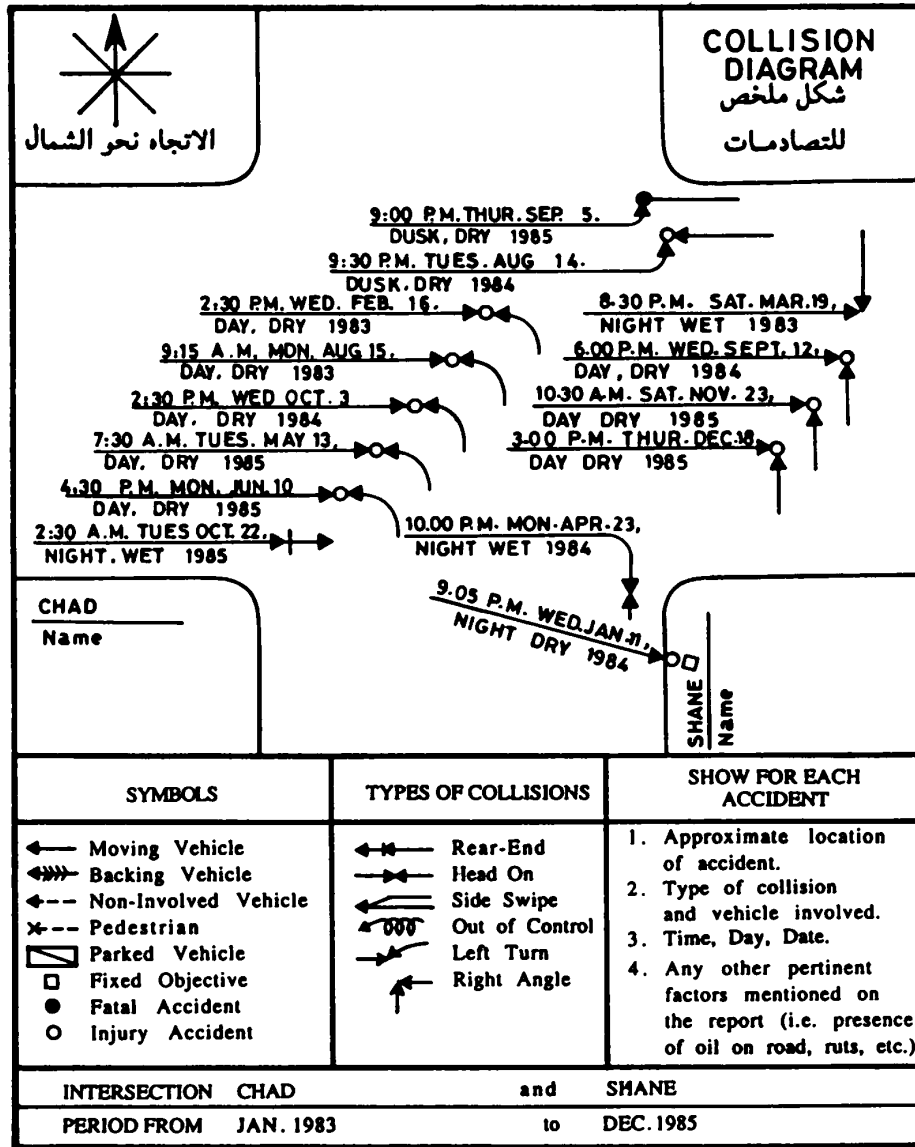
الشكل رقم (2-3-16). نموذج لتلخيص بيانات الحوادث لثلاث سنوات.

2-3-4-9-2 رسم تخطيطي للحوادث

الهدف من بناء رسم تخطيطي للحوادث هو معرفة أنماط معينة مثل النوع السائد من الحوادث التي وقعت في المكان خلال فترة زمنية محددة للدراسة. ويمكن التعبير في هذا الرسم عن الحادث بسهم يحدد الاتجاه الذي وقع فيه الحادث



توضع عليه بعض المعلومات عن هذا الحادث مثل: الوقت، حالة الطريق، حالة الإضاءة، أو أي معلومة أخرى تهم المحلل المروري. مثال لهذا الرسم التوضيحي مبين في الشكل (2-3-17).



الشكل رقم (2-3-17) . مثال لرسم تخطيطي للحوادث في الموقع تحت الدراسة.

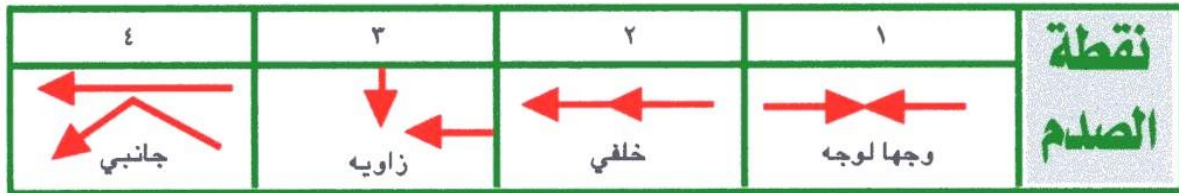


2-3-4-3 تحليل بيانات الحوادث

لتحليل بيانات الحوادث لابد من فحص نموذج تلخيص بيانات الحوادث في الشكل (2-3-16) ورسم حوادث الموقع في الشكل (2-3-17) وأية ملاحظات أخرى جُمعت أثناء الزيارة الميدانية للموقع. بعد مراجعة الشكّلين السابقين يتضح أن معظم الحوادث تورطت فيها مركبات متجهة شرقاً وأخرى متجهة شمالاً كذلك المركبات المتجهة شمالاً مع مناورة لليسار. كذلك يتبين أن معظم الحوادث وقعت أثناء النهار وعلى سطح الطريق الجاف. أحياناً ولقلة عدد الحوادث يصعب تحديد النمط السائد من الحوادث، وفي هذه الحالة تكون فائدة الرسم التخطيطي للحوادث في تحديد اتجاهات الحركة الرئيسية في الموقع. فمثلاً يوضح رسم حوادث الموقع في الشكل (2-3-17) أن 9 من 14 من الحوادث اشتركت فيها مركبات متجهة شمالاً وشرقاً، بينما جميع الحوادث اشتركت فيها مركبات متجهة شرقاً. هذه معلومة مفيدة في تحديد مكان المشكلة داخل الموقع وربطه بحركة مرور أو مناورة محددة.

يمكن أيضاً مقارنة نسبة خاصية من خصائص الحوادث في الموقع بنظيرتها على مستوى المدينة أو المنطقة. فمثلاً نسبة حوادث التصادم الزاوي في الشكل (2-3-16) كانت 29% ويمكن مقارنتها بنسبة حوادث التصادم الزاوي على مستوى المدينة، فإذا كانت النسبة في الموقع أكبر من تلك التي على مستوى المدينة فإن ذلك يعني أن الموقع يعاني من مشكلة هذا النوع من التصادم. ينبغي الحذر عند مقارنة هذه النسب، إذ لابد من ملاحظة أن ظروف المقارنة، مثل طبوغرافية الموقع، يجب أن تكون متشابهة.

ويمكن الاسترشاد بأنماط الحوادث من تقرير الحوادث الجديد المطبق في المملكة كما يوضحها الشكل (2-3-18).



الشكل رقم (2-3-18). أنماط الحوادث.

2-3-4-10 المعالجة بعد تحديد النمط السائد من الحوادث

إن التجربة العالمية بخاصة في أمريكا الشمالية وأوروبا وأستراليا تجربة ثرية في مجال السلامة المرورية نظراً لاعتمادها على معلومات الحوادث منذ سنوات طويلة حيث التسجيل الإلكتروني في قواعد بيانات خاصة بذلك. وفيما يتعلق بمعالجة تكرار الحوادث في التقاطعات، تقدم الخبرة العالمية معالجة بناء على النمط السائد من الحوادث في التقاطع قيد الدراسة، نقدم فيما يلي جدول يقدم الأسباب المحتملة والمعالجة لأكثر الأنماط شيوعاً في التقاطعات. مع ملاحظة أن طرق المعالجة مقترحة ويمكن تطبيق أحدها أو بعضها معاً.

نمط (نوع) الحادث	الأسباب المحتملة	طرق المعالجة
صدم زاوي في تقاطع محكوم بإشارة ضوئية	ضعف رؤية الإشارة	- تركيب لوحة تحذيرية مبكرة بوجود الإشارة. - قلة السرعة المحددة إذ برر ذلك من دراسة السرعة. - أزل أي معوق للرؤية. - استبدال العدسات بعدسات أكبر (12 بوصة). - غيّر موقع الإشارة وربما تحتاج إلى إشارة علوية. - أضف ربط وتنسيق مع الإشارات القريبة.
	توقيت الإشارة الضوئية	- عدل في التوقيت الأصفر. - أضف وقت الأحمر للكل All Red. - غير جهاز التحكم. - ركب مجسات. - أضف ربط وتنسيق مع الإشارات القريبة.
	ضعف مجال الرؤية	- ركب لوحات تحذيرية. - ركب لوحات قف. - ركب لوحات أفضلية (yield). - أزل معوقات الرؤية. - حسن مستوى الإضاءة في التقاطع. - تحديد اتجاهات الحركة بالقنوات (chanalization).



نمط (نوع) الحادث	الأسباب المحتملة	طرق المعالجة
صدم زاوي في تقاطع غير محكوم بإشارة ضوئية	حجم المرور الكبير في التقاطع	- ركب إشارة ضوئية.
	السرعة المرتفعة في طرق التقاطع	- خفض من السرعة المحددة. - تركيب علامات بارزة للتنبيه أو تحديد الطريق (Rumple Strips).
صدم خلفي في تقاطع محكوم بإشارة ضوئية	توقيت الإشارة غير مناسب	- مراجعة الوقت الأصفر.
صدم خلفي في تقاطع غير محكوم بإشارة ضوئية	عبور مشاة	- ركب أو حسن رؤية خطوط المشاة. - انقل معبر المشاة إلى مكان آخر.
	السائق لا يدرك وجود التقاطع في وقت مبكر	- ركب لوحة تحذيرية.
	السطح المنزلق للطريق	- أضف لوحة تحذيرية بـ "الإنزلاق والسطح رطب". - خفض السرعة المحددة. - حسن مستوى تصريف المياه. - أضف خدمة لطبقة الرصف (Groove Pavement) - عالج طبقة الرصف (Goverlay Pavement).
	حجم الالتفاف كبير	- إمنع حركات الالتفاف. - الزيادة في أنصاف أقطار الأرصفة. - أضف مسارات إلتفاف يمين ويسار.

2-3-4-11 المعلومات المطلوب توافرها لتحليل المواقع الخطرة



إذا ما أُريد تطبيق نظام لتحديد ومعالجة المواقع الخطرة فإن على وزارة الشؤون البلدية والقروية العمل على تطوير قاعدة معلومات خاصة بهذا الغرض وذلك بالتنسيق مع الإدارة العامة للمرور والمركز الوطني للمعلومات ووزارة النقل بالنسبة للطرق الحضرية التابعة لها والجهات الأخرى ذات العلاقة بالطرق.

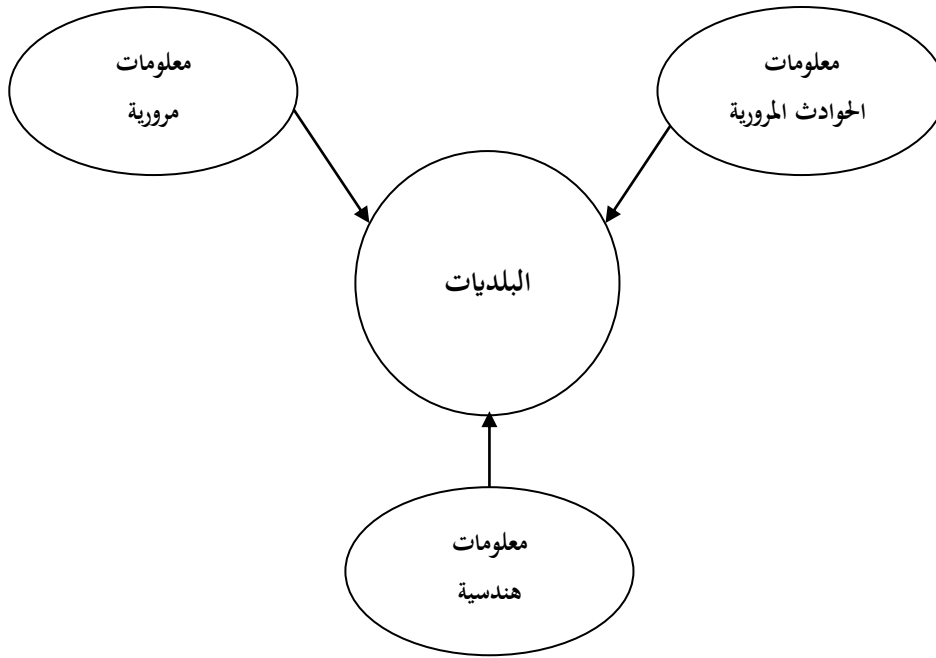
هناك ثلاثة أنواع من المعلومات ينبغي توافرها وهي:

1. معلومات الحوادث المرورية.

2. معلومات الحركة المرورية.

3. معلومات هندسية.

كما يوضح الشكل (2-3-19).



الشكل رقم (2-3-19). المعلومات التي تتطلبها السلامة المرورية لدى البلديات.

2-3-4-11-1 معلومات الحوادث المرورية

كما أُشير قبل قليل فإن تطبيق النموذج الجديد لتقرير حادث المرور على مستوى الجهات الأمنية في المملكة سوف يجعل من الحصول على معلومات إلكترونية عن كل حادث مسجل أمر في المتناول. يتضمن تقرير الحادث المرورية

معلومات عدة وبيانات كثيرة قد لا يحتاجها المحلل المروري، لذا فإنه لغرض معالجة المواقع الخطرة، وهو ما ينبغي أن يكون الهم الأول لدى مهندسي المرور هناك معلومات من كل حادث يجب توافرها وهي:

- موقع الحادث.
- حالة الجو.
- وقت الحادث، ويوم الحادث، وتاريخه.
- حالة سطح الطريق.
- نوع الحادث.
- نوع الصدم.
- سبب الحادث.
- شدة الحادث (تلفيات، إصابات، وفيات).
- كروكي الحادث.

والمعلومات أعلاه ممكن سحبها إلكترونياً من قاعدة معلومات الحوادث المرورية من المركز الوطني للمعلومات، أما كروكي الحادث فلا بد من الرجوع إلى تقرير الحادث وهو أمر ممكن إذا ما عرفنا أن رقم الحادث من هذه القاعدة يمكن معرفته وبالتالي الرجوع إلى إدارة المرور المختصة للحصول على صورة من هذا التقرير.

2-11-4-3-2 معلومات الحركة المرورية

إن أهم معلومات الحركة المرورية هي حجم المرور وتركيبه المرور. بالنسبة لحجم المرور فإن متوسط حجم المرور اليومي (ADT) أو السنوي (AADT) ينبغي توافرها وذلك لاستخدامه في حسابات التعرض المروري وبالتالي معدلات الحوادث في المواقع تحت الدراسة بخاصة في تحديد المواقع الخطرة كما جاء في الجزء النظري. بالنسبة لتركيبه المرور فتعني نسبة أحجام المركبات المختلفة في حجم المرور مثل نسبة الشاحنات والحافلات ونحوها. إن رصد أحجام المرور يتطلب تركيب محطات رصد مروري دائمة ومؤقتة على شبكة الطرق الحضرية وذلك وفق دراسة خاصة بذلك بحيث توفر محطات الرصد المروري بيانات مرورية تستخدم لأغراض السلامة المرورية والتشغيل المروري. ويمكن الرجوع إلى محطات الرصد لمعرفة متوسط حجم المرور اليومي وربما الساعي (كل ساعة في اليوم).

2-11-4-3-2 المعلومات الهندسية



إن دراسة أي موقع خطر يتطلب توفير معلومات هندسية تتعلق بكافة العناصر الهندسية للطرق في الموقع وملكية الأراضي المجاورة واستعمالاتها وهي معلومات يمكن استقصائها من مصادر مختلفة أهمها مخططات الموقع ومخطط الحالة كما تم تعريفه.

2-3-4-11-4 ما يمكن فعله حالاً

ربما يصعب على المهندس في الوقت الراهن الحصول على المعلومات المرورية الخاصة بأحجام المرور وهذا يجب ألا يحول دون تحديد ومعالجة المواقع الخطرة، فكما في استعراضنا للجزء النظري الخاص بالمواقع الخطرة هناك طريقة التكرار لتحديد المواقع الخطرة وهي طريقة وإن كانت بدائية إلا أنها قد تطبق في كافة مدن المملكة حتى يتم بناء محطات رصد مروري، فطالما أن معلومات الحوادث متوفرة إلكترونياً ومواقع الحوادث تسجل عن طريق جي بي إس فإنه بالإمكان الاستفادة من نظم المعلومات الجغرافية المتوفرة لأكثر مدن المملكة حالاً لتحديد المواقع التي تتراكم فيها الحوادث لبدء معالجتها. كما يمكن الاعتماد على خبرة إدارة المرور المحلية في تحديد المواقع الخطرة وبالتالي معالجتها. وإن كان هذا الأسلوب غير مفضل على الدوام إلا أنه بالإمكان تطبيقه حتى يتم توافر البيانات المطلوبة ذلك أن بقاء الخطر في مواقع تكرار الحوادث يعني بقاء هذا التكرار ونزيف الضحايا.





على مستوى الوصلة



تُسمى الطرق بين التقاطعات وصلات وهي جزء أساسي في شبكة الطرق، وتتنوع الوصلات في منطقة الدراسة فهي إما تكون جزء من طرق شريانية رئيسة خصوصاً الطرق المحيطة بموقعي الدراسة أو أنها طرق داخلية مثل الطرق داخل الأحياء السكنية. وسوف نتناول هنا هذين النوعين من الوصلات.

2-3-5 الوصلات على الطرق الشريانية

وكما بدا من المسح الميداني لمنطقتي الدراسة فإن معظم المشكلات تنطبق على الوصلات، وعلى الأخص:

- القياسية في اللوحات والعلامات المرورية.
- المداخل والمخارج ومسارات التباطؤ والتسارع.
- معابر المشاة في منتصف الوصلة.
- لوحات تحديد اتجاه المسار.

2-3-6 القياسية في اللوحات والعلامات المرورية

فالقياسية في العلامات واللوحات المرورية تعني اتباع المعايير الهندسية في تركيب اللوحات من حيث مواقعها وارتفاعاتها، وكذلك العلامات الأرضية من حيث مكانها وألوانها، وهو ما ستقدم له معايير في مكان آخر في هذه الدراسة.

2-3-6-1 خلفية نظرية

العنصر المهم والرابع من عناصر النظام المروري هو التحكم المروري بعد استخدام الطريق والطريق والمركبة، فالتفاعل بين العناصر التي ذكرناها آنفاً، السائق والطريق والمركبة، لابد وأن ينظمه تحكم مروري يساعد في المحافظة على أمان مستخدمي الطريق وسلامتهم كذلك في متابعة حركة المركبات والسيطرة عليها وعلى تداخلها مع مستخدمي الطريق الآخرين. والتحكم المروري له أدوات وتجهيزاته الخاصة به والتي يمكن تصنيفها إلى:

- لوحات مرورية.
- علامات أرضية.
- إشارات ضوئية.

وتعد أدوات التحكم من أهم التجهيزات الفعالة في توجيه المرور والتحكم في التشغيل المروري، وتمثل لغة التفاهم بين مستخدمي الطرق من جهة والطريق من جهة أخرى.



إن الغرض الرئيسي من أدوات التحكم المروري يتمثل في استخدامها لتساعد في ضمان الأمان على الطريق وكفاءة تشغيله، وذلك من خلال تنظيم حركة المرور، مساعدةً مستخدم الطريق في التنبؤ بحالة الطريق أمامه، وإرشاد السائقين وتحذيرهم من أي خطر على الطريق. تنتشر تجهيزات التحكم المروري في مواقع مختلفة على طول الطريق فهي تُستخدم لأغراض مختلفة منها توضيح حدود الطريق والمسارات وحواف الرصف واتجاهات المناورات وأماكن عبور المشاة. ولتكون أداة المرور فعالة الوظيفة يجب أن تتحقق فيها خمسة متطلبات أساسية (MUTD, 1978) وهي أن:

1. تفي بالغرض الذي وضعت من أجله.
 2. تجذب انتباه مستخدم الطريق.
 3. تنقل رسالة بسيطة، واضحة، مقروءة، وسهلة الفهم لمستخدم الطريق.
 4. تحترم حق الطريق لكل مستخدميه.
 5. تعطي وقتاً كافياً لمستخدم الطريق لأن يستجيب للرسالة التي تنقلها.
- هناك خمسة اعتبارات لتحقيق المتطلبات أعلاه وهي:

1. **التصميم:** عند تصميم أداة التحكم المروري فإن مواصفات الحجم، الشكل، اللون، المادة المصنوعة منها، ومادة العاكس جميعها تؤدي دوراً مهماً في جذب انتباه مستخدم الطريق. كما أن الرسالة المكتوبة على الأداة والرموز التوضيحية المرتبطة بها تخضع إلى تصميم دقيق يحمل مواصفات معينة مثل نوع الخط المستخدم، حجم الخط، لون الخط، بساطة الرسالة المكتوبة، وذلك لضمان وضوح معنى الرسالة لمستخدم الطريق.
2. **موقع التركيب:** يخضع تركيب الأداة لمواصفات فنية معينة لضمان وقوعها ضمن مدى النظر لمستخدم الطريق، وأن يرتبط هذا الموقع بالوضع الذي وضعت من أجله الأداة، كذلك أن تعطي وقتاً كافياً ليتمكن مستخدم الطريق الذي يسير بسرعة عادية لأن يستجيب للأداة بطريقة ملائمة وآمنة.
3. **تشغيل الأداة:** ينبغي وضع الأداة المناسبة للطرف الذي تستخدم فيه، والتأكد من مطابقة مضمون الرسالة التي تنقلها الأداة لحالة التشغيل التي وضعت من أجله.
4. **صيانة الأداة:** إن الهدف الرئيسي من صيانة الأداة هو المحافظة على مواصفاتها التصميمية، وذلك لتبقى واضحة دوماً لمستخدم الطريق. فاحترام مستخدم الطريق للأداة يرتبط بوضوح الأداة ومظهرها الجيد.
5. **توحيد الأدوات:** إن توحيد أشكال الأداة وتمثيلها بسهولة على مستخدم الطريق تمييزها وفهم مضمونها في وقت قصير. كما أن التماثل يجعل كل مستخدم الطريق يحملون نفس المعنى للأداة، وهذا يساعد في حملات التوعية وأنظمة العقوبة كذلك من ناحية اقتصادية في تصنيع أدوات التحكم المروري وصيانتها. ولا بد



من التنويه هنا إلى اتفاقية جنيف في عام 1949م التي عقدت تحت مظلة هيئة الأمم كانت الخطوة الأولى نحو توحيد علامات المرور حتى جاء مؤتمر فيينا في عام 1968م الذي بدأ بعده تطبيق الفكرة على أرض الواقع، وذلك خلال فترة زمنية محددة.

في الدول الصناعية تؤخذ الاعتبارات السابقة بأهمية قصوى، وذلك لوجود نظام المحاكم المرورية الذي قد يحمل الجهة المسؤولة عن أدوات التحكم وقوع المخالفة أو الحادث إذا ارتبط ذلك بالأداة عندما لا تتوافر فيها المتطلبات الأساسية المذكورة آنفاً.

وبما أن هذه الأدوات تؤدي دوراً بارزاً في العملية التشغيلية للطرق فلا بد أن تكون واضحة، سهلة التفسير، وتجذب انتباه مستخدمي الطريق. سنتحدث الآن عن كل من أدوات التحكم في الفقرات التالية .

2-6-3-2 لوحات التحكم المروري Traffic Control Signs

يمكن تصنيف لوحات التحكم المروري (Lay, 1990) إلى أربعة أنواع:

1. اللوحات التنظيمية

هي تلك اللوحات المرورية التي توضح أنظمة المرور وقوانينه التي يجب على السائق اتباعها، إذ أن فشل السائق في طاعتها يعد مخالفة مرورية. تصنف اللوحات التنظيمية إلى المجموعات التالية:

- لوحات حرم الطريق مثل لوحة التوقف.
- لوحات تحديد السرعة.
- لوحات السير ومنع السير.
- لوحات الانتظار.
- لوحات إجبارية.

2. اللوحات التحذيرية

هي تلك اللوحات التي تنبه السائق وتحذره من وضع غير متوقع على الطريق أمامه أو وجود خطر داهم، وذلك حتى لا يفاجأ بذلك الخطر وينعكس سلباً على تصرفه. في الغالب تأخذ العلامة الشكل المثلث (المعين في أمريكا) مطلية أرضيتها باللون الأبيض ومحددة بخط أحمر.

وينبغي استخدام اللوحات التحذيرية في بعض الأماكن على الطريق والتي يتوقع أن تكون خطيرة مثل:

- المنعطفات الحادة.





- المنحدرات ذات الميل الحاد.
- التقاطعات.
- التحذير بوجود الإشارات الضوئية أو أجهزة التحكم الأخرى.
- المداخل والمعايير.
- الأماكن التي لا تتوافر فيها معايير أمان كاملة لظروف طبوغرافية.
- التحذير بعبور حيوانات.

3. اللوحات الإرشادية

هي تلك اللوحات التي تنقل معلومة لمستخدم الطريق عن الاتجاهات، المسافات، الطرق، معالم جغرافية، ومرافق الخدمات، لذلك فإن أبرز مجموعات هذه العلامات:

- لوحات الاتجاه.
- لوحات تمييز الطريق والمكان.
- لوحات مرافق الخدمات.
- لوحات أماكن الترفيه والآثار.

يبين الشكل (2-3-20) أمثلة للوحات نموذجية للتحكم المروري تستخدم في المملكة.





الشكل رقم (2-3-20). نماذج لبعض اللوحات المستخدمة في المملكة.

المصدر : (وزارة المواصلات ، 1408هـ)





4. اللوحات المؤقتة

هي تلك اللوحات التي تبليغ السائق عن خطر مؤقت على الطريق، مثل اللوحات المستخدمة في مناطق العمل. تأخذ اللوحات أشكالاً هندسية مختلفة لإعطاء دلالات خاصة بكل الشكل. يلخص جدول (2-3-1) المعاني الشائعة لأشكال العلامات.

تطلى العلامات بدهانات عاكسة لتكون سهلة الوضوح في أوقات انخفاض مستوى الرؤية. وكما أن أشكال اللوحات ترتبط بمعناها كما يوضح جدول (2-3-1) كذلك فإن اللون يرتبط بمعنى المعلومة التي تنقلها اللوحة كما يلخص ذلك جدول (2-3-2).

المعنى	الشكل
لوحة "قف"	ثماني الأضلاع
للتحذير من أخطار فعلية أو محتملة	المثلث متساوي الأضلاع (يشير إلى الأعلى)
للتنبية من أجل إفساح الطريق	المثلث متساوي الأضلاع (يشير إلى الأسفل)
للوحات التنظيمية خاصة تلك المرتبطة	المستدير
بالسرعة والمشاة	
للوحات التنظيمية	المستطيل العمودي (الطول عمودياً)
للوحات الإرشادية وفي مناطق العمل	المستطيل الأفقي (الطول أفقياً)
للوحات التحذيرية	المعين (في بعض البلدان مثل أمريكا)

جدول رقم (2-3-1). المعاني الشائعة لأشكال علامات التحكم المروري.



اللون	المعنى
الأحمر	يرتبط بلوحات قف وتخفيف السرعة. يعبر اللون الأحمر غالباً عن خطورة قصوى أو منع.
الأبيض	يستخدم في أرضية معظم اللوحات وكتابة الرسائل على اللوحات ذات الألوان الأحمر والأزرق والبني.
الأسود	يستخدم في أرضية بعض العلامات وكتابة الرسائل على اللوحات ذات اللون الأبيض.
الأصفر	تحذير عام وإرشاد اللوحات مؤقتة مثل عند التحويلات في مناطق العمل.
البرتقالي	تحذير في مناطق العمل.
الأخضر	علامات إرشادية وتوجيهية.
الأزرق	للإرشاد وعلامات الخدمات (استراحات ومحطات الوقود).
البني	العلامات الدالة على مواقع الترفيه والآثار.

جدول رقم (2-3-2). ارتباط لون علامة المرور بمعنى الرسالة التي تحملها.

المصدر : (Lay, 1990).

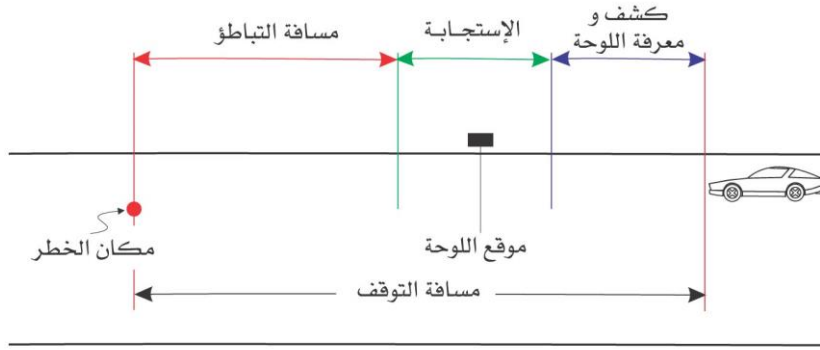
2-3-6-3 فاعلية لوحة المرور

يمكن اختبار فاعلية لوحة المرور باعتبار أن مستخدمها (مستخدم الطريق) يجب أن يمر خلال الأربع المراحل التالية في لحظة خاطفة عند اقترابه منها:

1. يكشف وجود اللوحة (هل اللوحة جذبت انتباه المستخدم؟).
2. يقرأ اللوحة (هل اللوحة واضحة؟).
3. يفهم اللوحة (هل اللوحة تنقل رسالة واضحة، بسيطة، وبعيدة عن الغموض؟).
4. ينفذ الغرض المقصود من اللوحة (هل اللوحة تنقل المعنى المقصود من تركيبها ، وتعطي وقتاً كافياً للاستجابة لهذا الغرض؟).

يبين الشكل رقم (2-3-21) المراحل الأربع لعلامة تم تركيبها لتحذير السائق من وجود خطر على الطريق أمامه. يلاحظ أن مجموع مسافتي المرحلتين (3) و (4) تساوي مسافة الوقوف.





الشكل رقم (2-3-21). المراحل الأربع التي يمر بها السائق عند مواجهة علامة تحذيرية.

المصدر : (Lay , 1990).

2-3-6-4: الإفراط في استخدام اللوحات

إن قرار تركيب لوحات التحكم المروري خاصة التحذيرية والتنظيمية يجب أن يؤخذ بعناية، وذلك حتى لا تستخدم اللوحة دون الحاجة لها، إذ أن الإفراط في استخدام اللوحات يفقدها معنى وجودها. كذلك والأهم أنه يقلل من احترام مستخدم الطريق لها. لذلك فإن التحفظ في استخدام لوحات التحكم أمر ضروري ومهم في عملية التشغيل المروري. وغالباً ما يخضع تركيب لوحة المرور لدراسات خاصة لهذا الغرض، أو التأكد من تحقيق مبررات التركيب التي ينصح بها الدليل الهندسي الخاص بذلك.

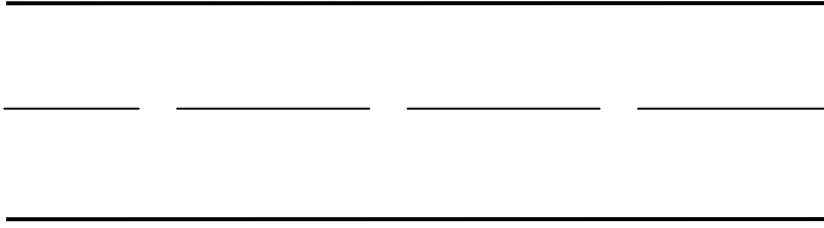
2-3-7: العلامات الأرضية

تستخدم العلامات الأرضية لتوجيه، تحذير، أو تنظيم المرور. وقد تستخدم كمكملة لوظيفة اللوحات المرورية أو الإشارات الضوئية. في حالات كثيرة تزود العلامات الأرضية مستخدم الطرق برسائل متعددة، وذلك بتكرار مناسب مدعمة بعلامات مرورية أخرى. وقد تكون العلامات الأرضية خطوطاً بألوان محددة أو علامات بارزة مثل عيون القطط.

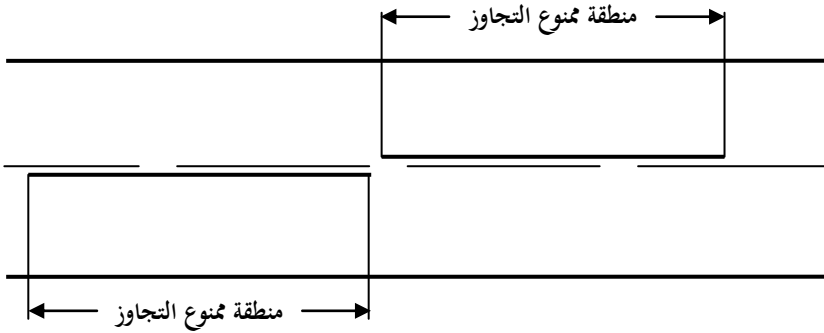
تعد الخطوط من العلامات الأرضية الشائعة الاستخدام، حيث تستخدم دهانات خاصة لرسمها على سطح الطريق (يخلط أحياناً مع الدهان خرز زجاجي يساعد كمادة عاكسة)، وغالباً ما تتركز وظيفة الخطوط الأرضية في رسم حدود الطريق ووصف الفضاء المحدد لجدول المرور المتدفق في اتجاه محدد. ويستخدم اللون الأصفر لفصل انسياب المرور في الاتجاهات المتعاكسة، بينما اللون الأبيض للخطوط الأرضية المستخدمة في فصل مسارات الطريق في الاتجاه نفسه وكذلك حافة الرصف التي لا توجد بعدها حركة مرور وفي بعض الحالات التي يمنع فيها دخول طريق ما يستخدم



اللون الأحمر في طلاء الخطوط الأرضية. يوضح الشكل (2-3-22) مثالين لخطوط أرضية على طريق مفرد بمسار في كل اتجاه. يبين الشكل (أ) الخط المتقطع الذي ينصّف الطريق ويدل على السماح بتخطيه لتجاوز المركبة في الأمام. بينما يوضح الشكل (ب) حالة عدم السماح بالتخطي، وذلك بوجود خط متصل بجوار المتقطع في الجهة التي لا يسمح بالتخطي منها.



(أ) طريق مفرد بمسار في كل اتجاه وخطوط أرضية تسمح بالتخطي (التجاوز).



(ب) طريق مفرد بمسار في كل اتجاه وخطوط أرضية لا تسمح بالتخطي (التجاوز).

الشكل رقم (2-3-22). مثال للخطوط الأرضية على طريق مفرد.

وبالرغم من مميزاتها المتعددة في تنظيم الأمان وتعزيزه على الطريق فإن للعلامات الأرضية بعض العيوب التي ينبغي على من يعمل في حقل السلامة المرورية معرفتها، ومن أبرز هذه العيوب:

- قد تحجب رؤيتها عوامل الجو والإضاءة مثل الأمطار وأتربة الرياح والثلوج وفي الليل أو في ظروف الضباب.
- قد تتوارى تحت ظروف أحجام المرور أو الصيانة.
- يمكن أن تحجب حركة المرور الرؤية عنها.





- قد تقلل مقاومة الاحتكاك بين إطار المركبة وطبقة الرصف.

- لا يمكن تطبيقها على أسطح الطرق غير المرصوفة.

- الرسالة التي تنقلها إلى مستخدم الطريق أقل إعلامياً من تلك التي على لوحة المرور.

مع ذلك فإن الميزة الرئيسية للعلامات الأرضية أنها تقوم بنقل المعلومة ضمن حدود النظر للسائق على نحو متواصل. ينبغي أن تكون العلامات الأرضية بحجم كبير يضمن وضوحاً كافياً لها، وتتحمل ضغط المركبات عليها ويراعى تأثيرها على مقاومة الاحتكاك. تستخدم مواد مختلفة في تركيبة العلامات المرورية مثل الدهانات، الثيرمو بلاستيك (البلاستيك الحراري)، رقائق سابقة القطع، و إسفلت مرتفع. يكون لون العلامة إما أبيض أو أصفر وإن كان الأبيض مفضلاً فنياً لأنه أكثر وضوحاً في الليل. وتصنف العلامات إلى خطوط طولية و عرضية.

تقوم الخطوط الطولية بالوظائف الآتية:

1. فصل حركة المرور المتعاكسة.

2. تقسيم الطريق في اتجاه واحد إلى مسارات.

3. تحديد حافة الطريق.

تنقسم الخطوط الطولية إلى قسمين:

1. خطوط متقطعة (غير متصلة): تستخدم لفصل المرور ولكن للسائق الحق في عبورها أثناء مناورة التخطي مثلاً.

2. خطوط متصلة: تستخدم في الحالات التي لا يسمح فيها للسائق بالتخطي مثل المناطق التي يمنع فيها التجاوز، أو عند مواقف السيارات. وأحياناً تكون الخطوط المتصلة مزدوجة وذلك لتأكيد قيد عدم التخطي.

أما الخطوط العرضية فإنها تكون على عرض الطريق بحيث يعبرها جدول المرور، وغالباً ما يرتبط وجودها بأداة تحكم مروري مثل الإشارة الضوئية. من أكثرها شيوعاً خطوط التوقف وخطوط عبور المشاة. توضع خطوط التوقف عند الإشارة الضوئية أو علامة التوقف، وذلك لتحديد النقطة التي يجب على المركبات الوقوف خلفها. أما خطوط عبور المشاة فهي تلك التي تحدد المناطق المخصصة لعبور المشاة مثل تلك الموجودة عند التقاطعات.

2-3-8: الجزر

بالإضافة للخطوط الطولية والعرضية توجد علامات أرضية أخرى مثل الجزر المرورية، الجزر الوسطية، مناطق الأمان، فضلاً عن الأسهم والرسائل المكتوبة على الأسفلت.



تصنف الجزر تبعاً للغرض الذي تستخدم من أجله إلى ثلاثة أقسام:

1. جزر المشاة.
2. جزر تقسيمية.
3. جزر قناتية.

2-3-8-1 جزر المشاة

تستخدم هذه الجزر لحماية المشاة من المركبات خاصة عند التقاطعات الحضرية التي يكون فيها حجما المرور والمشاة كبيرين، كذلك عندما يكون عرض الطريق واسعاً، مما يتطلب من المشاة خاصة كبار السن استغراق زمن طويل نسبياً لعبور التقاطع. كما يُنصح باستخدام جزر المشاة عند التقاطعات ذات الأشكال غير المنتظمة وغير المألوفة، كذلك في أماكن تحميل ركاب حافلات النقل العام وتنزيلهم.

2-3-8-2 جزر تقسيمية

تقوم الجزر التقسيمية بوظيفة فصل المرور في اتجاهات متعاكسة، وكذلك في بعض الحالات في الاتجاه الواحد مثل فصل المرور المتجه لليمين أو اليسار في التقاطعات، وذلك لمنع تداخل المشاة مع المركبات المتجهة نحو الأمام. كما يستخدم هذا النوع من الجزر لتوجيه حركة المرور حول عوائق خطيرة في الطريق مثل أعمدة الجسور، كذلك لمنع التخطي في مناطق خطيرة مثل المنعطفات الحادة.

تسمى الجزر التقسيمية المتصلة من هذا النوع بالجزر الوسطى وتعد من المتطلبات الضرورية للسلامة المرورية في تصميم الطرق السريعة، وذلك لضمان الفصل التام بين حركة المرور في الاتجاهين المتعاكسين. وتؤدي الجزر الوسطى غرضين رئيسين هما:

1. تقليل أثر النور المبهر المنبعث من المركبات المتدفقة عكسياً أثناء الليل.
 2. منع التداخلات بين المركبات في الاتجاهين المتعاكسين.
- كما أنها تؤدي أغراضاً ثانوية مثل:
1. إعطاء مساحة لإعادة السيطرة على المركبة في حالة فقدان السائق السيطرة عليها.
 2. الحماية والسيطرة على حركة المرور القاطعة، أو التي تقوم بمناورة دوران.
 3. تستخدم للوقوف الطارئ.
 4. تستخدم للمشاة وحمايتهم من تيار المرور.



5. تساعد في ضبط مستوى الطرق المتعاكسة في التضاريس الوعرة.
6. إضافة منظر جمالي للطريق.
7. إعطاء مساحة لتركيب أدوات التحكم المروري أو أدوات أخرى.

وهناك علاقة طردية بين عرض الجزيرة الوسطية ومستوى الأمان الذي تقدمه، خاصة في حالة الجزر الممكن عبورها. فإذا كان عرض الجزيرة كبيراً، فإن ذلك يمنع المركبة من الوصول للاتجاه المعاكس عندما يفقد السائق السيطرة عليها وهذا يمنع التصادم بالمواجهة. لكن طبوغرافية موقع الطريق وعرض حرم الطريق، تتحكمان في عرض الجزيرة. وكم يتطلب أمان تحدد المعايير الهندسية الميول العرضية بمقاييس محددة على ألا تكون هذه الميول حادة تؤدي لانقلاب المركبة عند خروجها عن الطريق نحو الجزيرة. في حالة الجزر الضيقة قد يكون ضرورياً إقامة حواجز صلبة ومتصلة لا يمكن عبورها. كما أنه لحل مشكلة النور المبهر من المركبات القادمة من الاتجاه المعاكس في حالة الجزر الضيقة يمكن تركيب شرائح معدنية تمتد فوق الحواجز الصلبة.

2-3-8-3 الجزر القناتية

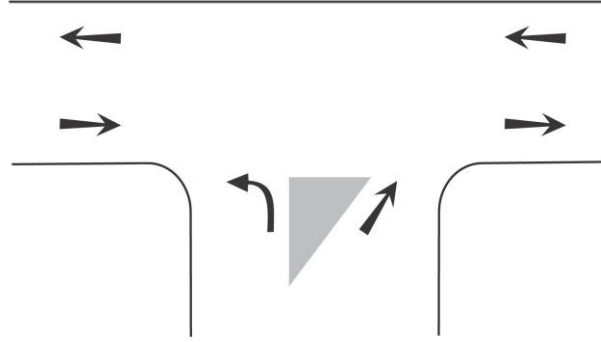
يقصد بالقناتية عملية فصل الحركة المرورية السائرة في اتجاه واحد بواسطة جزر مرتفعة أو علامات أرضية (الدهانات والعلامات البارزة) ليتوزع المرور في قنوات تقوده إلى اتجاهات مختلفة (انظر الشكل (2-3-23)). عندما يتفرع المرور المتجه في اتجاه واحد فلا بد من تنظيم عملية التفرع بحيث يتحدد مسار كل فرع أو جدول بما يضمن أن السائق لا يجد نفسه في موقف يتطلب أكثر من قرار في اللحظة الواحدة، وينتج عن ذلك تردد أو ارتباك فينحرف عن مساره، مما قد يؤدي إلى وقوع الحادث. تنشأ الجزر القناتية في مواقع مختلفة على الطرق مثل مناطق تفرع الطريق، التموج قرب مداخل ومخارج الطرق السريعة، ومناورات الدوران في التقاطعات. هناك فوائد عديدة للجزر القناتية مثل:

1. فصل مسارات المركبات بحيث لا يتقاطع أكثر من مسارين عند نقطة واحدة.
2. التحكم في زوايا نقاط التصادم.
3. التقليل من المساحات المرصوفة.
4. تنظيم حركة المرور في مناطق التقاطعات.
5. إعطاء ميزة للحركة المسيطرة للمرور بسهولة وأمان.
6. حماية المشاة من المركبات السائرة.





7. عدم التداخل بين المركبات التي تعمل دورانياً والأخرى المتجهة بشكل مستقيم.
8. توفير أماكن لتركيب لوحات التحكم وعلاماته لتكون أكثر وضوحاً للسائق.
9. التحكم إلى حد ما في سرعة المركبات.



الشكل رقم (2-3-23). مثال على التقسيم القنواقي.

تكمن أهمية الجزر المرورية في أن وظيفتها تتركز في التقليل من حدوث التصادم لمناورات المرور المختلفة مثل فصل حركة الدوران عند تقاطع ما. ويمكن تلخيص الوظائف الرئيسية لهذه الجزر في النقاط التالية:

- توجيه المرور وفصله.
- منع حركات المرور غير المرغوبة.
- حماية المشاة.
- حماية أدوات التحكم المروري.

يمكن إنشاء الجزر المرورية بواسطة الدهانات الأرضية وتخطيطها بخطوط عريضة وقطرية، سطح أسفلتي خشن، عيون القطط، و مناطق مرتفعة عن سطح الأسفلت مثل الأرصفة. ويفضل استخدام الأرصفة في المناطق التي تحتاج إلى حماية للمشاة أو أدوات التحكم المروري.

مناطق الأمان نوع آخر من العلامات الأرضية، الخاصة بحماية المشاة من التداخل مع المركبات في جدول المرور. وقد تكون هذه المناطق على الشكل جزر أو مناطق مشاة.



2-3-9 عيون القطط

تعد عيون القطط والسيراميك احدى علامات المرور الأرضية المرتفعة (البارزة)، وغالباً ما تستخدم لتنبيه السائق عند خروج السيارة من مسارها أو خارج الرصف أو دخوله منطقة تخضع لقوانين مرورية خاصة. ويكون هذا التنبيه عن طريق:

- نور ينعكس من الحبيبات الفوسفورية (إن وجد).
- القعقة (الصوت الناتج عن مرور الإطارات فوق عيون القطط).

وقد أثبت هذا النوع من العلامات المرتفعة فعاليته في تخفيض عدد حوادث المرور من نوع الخروج عن الطريق، خاصة في حالة السائق غير اليقظ. لكن تكلفة عيون القطط وتعرضها للزوال أثناء أعمال الصيانة يقلل من استخدامها. لذلك يمكن استخدام شرائط القعقة (Rumple Strips) (وهي عبارة عن عمل أخاديد صغيرة في الطبقة السطحية للأسفلت، بحيث ينطلق عندما تمر عجلات المركبة عليها صوت مزعج ينبه السائق) عوضاً عن عيون القطط في حد الرصف على كتف الطريق. إضافة إلى تكلفتها المنخفضة مقارنة بعيون القطط فإن شرائط القعقة نجحت في تخفيض حوادث الخروج من الطريق بنسبة 77% في المناطق التي جربت فيها (Harwood , 1993).

2-3-10 اللوحات ذات الرسائل المتغيرة Changeable Message Signs

منذ سنوات قدمت التقنية الحديثة اللوحات ذات الرسائل المتغيرة (الكترونية) حيث يمكن تزويد مستخدم الطريق بأكثر من رسالة عبر هذه اللوحات عن حالة المرور أو ظروف الطريق أمامه. ويمكن تغيير الرسالة بواسطة التحكم من بعد أو بطريقة أوتوماتكية عن طريق استشعار حالة المرور بواسطة حساسات أرضية (Sensors) لاختيار الرسالة المناسبة. فمثلاً عند وقوع حادث مروري على الطريق يمكن إعلام السائقين بالوضع الطارئ على الطريق ليتمكنوا من تغيير مسلكهم، واختيار بديل آخر، وذلك قبل أن يقع الازدحام الذي قد يؤدي إلى وقوع حوادث مرورية أخرى.

2-3-11 الإشارات الضوئية Signals

تعرف أدوات التحكم المروري التي تعمل بالطاقة الكهربائية بإشارات المرور عدا المصابيح التي تضيئ وتنطفئ لغرض توجيه المرور وتحذير السائقين ولقد استخدمت أول إشارة مرورية تعمل يدوياً في مدينة لندن، وذلك في منتصف شهر ديسمبر من عام 1868م في تقاطع شارعي جورد وبريدج (Homeburger, 1982)، واستخدمت فيها الألوان. وفي عام 1913م اخترع جيمس هوك الأمريكي أول إشارة تعمل بالكهرباء واستخدمت في كليفلاند أوهايو بالولايات



المتحدة الأمريكية في عام 1914م وذلك بألوانها الثلاثة المعروفة ، الأحمر والأصفر والأخضر. وتتابع بعد ذلك تطور تقنية الإشارات الضوئية إذ طبق مفهوم الربط بين الإشارات الضوئية في عام 1917م وذلك في مدينة سالت ليك سيتي الأمريكية (Homeburger and Kell, 1984). ويمكن إضافة عدسات أخرى إلى الإشارة الضوئية لتوجيه التحركات المنفصلة للمركبات (اليسار واليمين والدوران) أو المشاة (اعبر). وترتب عدسات الإشارة أفقياً أو عمودياً بعدد قد يصل إلى خمس وحدات من العدسات تثبت على ما يعرف بوجه الإشارة وتركب على عمود في حرم الطريق أو تعلق فوق التقاطع بكابلات خاصة لهذا الغرض. ويتطلب أحياناً، خاصة عند التقاطعات التي تكثر فيها حركة المشاة، إضافة دلالة للمشاة تعطي توجيهاً للعبور أو عدم العبور. ويمكن تشغيل دلالة المشاة أوتوماتيكياً ضمن دورة الإشارة أو بواسطة أزرار يمكن للعابر ضغطها لإعطائه حق العبور. وتفسر ألوان دلالات الإشارة الثلاثة كما يلي:

- اللون الأحمر المستمر يعني ضرورة التوقف حتى تظهر الدلالة الخضراء.
 - اللون الأخضر المستمر يعني السماح للمرور بالتقدم في أي اتجاه محدد قانونياً على الطريق.
 - اللون الأصفر بين الدلالات الأخضر والأحمر التحذير والتأهب للتوقف.
- ويتوقع من تركيب الإشارة الضوئية تحقيق واحدة أو أكثر من الوظائف التالية (أوجلاسي ، 1975 ؛ 1983 MUTCD):

- تحقيق انضباط تحرك المرور.
 - زيادة سعة استيعاب التقاطعات للمرور.
 - تقليل تكرار وقوع أنواع معينة من الحوادث.
 - تنسيق حركة المرور بين التقاطعات المتتالية، وذلك لضمان انسياب المرور.
 - قطع (وقف) حركة المرور الكثيفة للسماح للمركبات الأخرى والمشاة بالعبور.
- إن إنشاء الإشارة الضوئية في التقاطعات يجب أن يكون له مبررات مقنعة لكي تؤدي الغرض المطلوب منها بكفاءة وأمان، وأهم هذه المبررات ما يلي (MUTCD, 1983):
- حجم المرور العالي المستخدم للتقاطع.
 - حجم المشاة العالي المستخدم للتقاطع.
 - تكرار وقوع الحوادث في التقاطع (وقوع خمسة حوادث في التقاطع خلال سنة واحدة ينتج عنها إصابة واحدة على الأقل أو خسارة في الممتلكات تعادل 100 دولار أمريكي أو تزيد عليها يبرر تركيب الإشارة في مثل هذا التقاطع).



لكن إنشاء الإشارة الضوئية بغير مبررات مقنعة أو تشغيلها بطريقة لا تتفق مع ظروف حركة المرور في التقاطع قد ينتج عنه المشكلات عديدة ، من أهمها:

1. التأخير الزائد لمستخدمي التقاطع.
 2. تشجيع عدم الاحترام للإشارة، وذلك بعدم طاعة دلالاتها.
 3. تحويل المرور إلى طرق مجاورة لتفادي الإشارة، مما يسبب كثافة مرورية على هذه الطرق، وإرباكاً لاستعمالات الأراضي المجاورة.
 4. الزيادة في تكرار بعض أنواع الحوادث، خاصة من نوع الصدم الخلفي والزواوي.
- ويجب أن تكون الإشارة الضوئية واضحة الرؤية للسائق، وترتبط أقل مسافة رؤية (المسافة قبل الإشارة التي يمكن للسائق منها رؤية الإشارة بوضوح) بالسرعة المحددة على طريق التقاطع كما يظهر في جدول (2-3-3) إذ يجب توافر هذه المسافة دون معوقات للرؤية حتى يستطيع السائق الاستجابة للإشارة من مسافة كافية تضمن تصرفه

أقل مسافة رؤية (م)	السرعة (كم/سا)
30	37
53	40
76	48
99	65
122	64
145	72
168	81
191	89
213	97

جدول رقم (2-3-3). أدنى مسافة رؤية للإشارة عند سرعات مختلفة.

المصدر: (MUTCD, 1983).

وإشارات التحكم في التقاطعات أكثر الإشارات الضوئية شيوعاً، وتنقسم إلى نوعين حسب طريقة تشغيلها وهما إشارات مسبقة التوقيت، وإشارات حثية. وسنعطي هنا شرحاً لكلا النوعين.

2-3-11-1 إشارات مسبقة التوقيت Pretimed Signals

في هذا النوع يتم تخصيص فترات زمنية محددة لتحركات المرور المختلفة، وذلك بإعطاء وقت ثابت لكل مرحلة حيث يتم ضبط الإشارة بتكرار دلالات الإشارة بترتيب معين ووقت محدد لكل دلالة. بمعنى آخر فإن تشغيل الإشارة يتم



بدورة زمنية ثابتة لا تأخذ في الاعتبار حجم الطلب المروري الآني الموجود على الطريق. فالإشارة تدور مراحلها بترتيب ثابت، وينتقل الضوء الأخضر من طريق لآخر على نمط ثابت في كل دورة، حتى وإن كان الطريق خالياً من المركبات. وبالتالي فإن هذا النوع لا يستجيب للطلب على الإشارة، إذ أن إعطاء حق الطريق يدور بترتيب معين ويعطى لكل طريق في التقاطع حتى وإن كان يخلو من المركبات. وتتميز الإشارات المسبقة التوقيت بتكلفتها المعقولة وتناسب التقاطع الذي تكون أحجام المرور على طرقاته متساوية تقريباً، لكن أبرز عيوبها أنها لا تغير توقيتها حسب تغيرات حركة المرور في التقاطع، إذ أن الضوء الأخضر يمكن أن يُعطى لطريق خال من المركبات بالرغم من وجود مركبات منتظرة على الطرق الأخرى من التقاطع، مما يؤدي إلى عدم الراحة والتأخير للسائقين. لتحسين التشغيل المروري بهذا النوع يمكن برمجة جهاز التحكم لتغيير نمط التشغيل خلال أوقات محددة أثناء اليوم. فمثلاً يمكن برمجة جهاز التحكم لتغيير نمط التشغيل في وقت الذروة وذلك باستخدام استراتيجية زمنية تناسب حجم المرور الكبير خلال هذا الوقت.

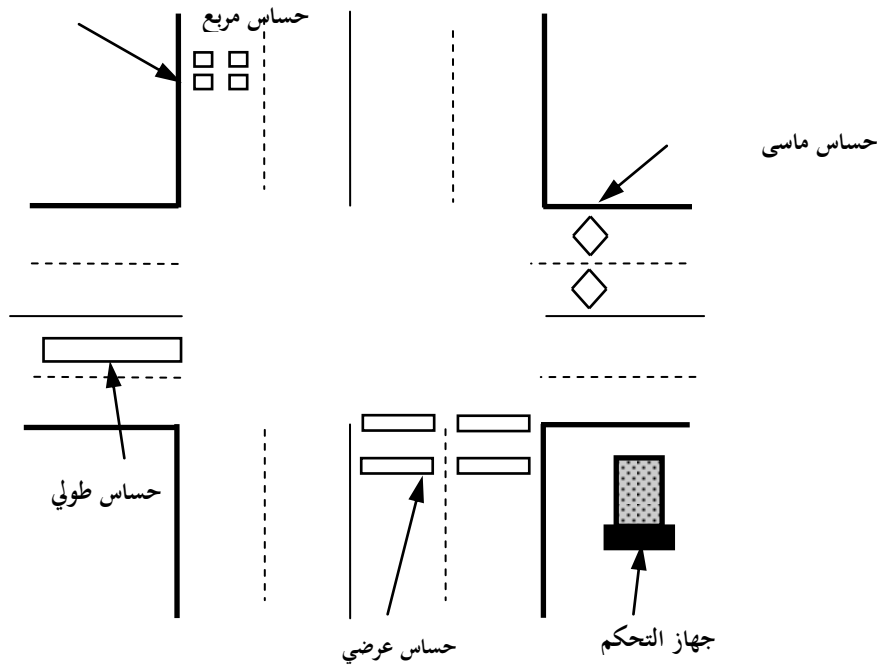
2-11-3-2 إشارات حثية Actuated Signals

في هذا النوع من الإشارات ، والذي تم تركيب أول إشارة منه في أمريكا في العام 1928م و ذلك في ثلاث مدن هي نيوهافين و إيست نوروالك وبالتيمور (Wolfgang & Kell , 1984)، يتم ضبط (تعديل) وقت الضوء الأخضر على نحو متواصل، وكذلك في بعض الحالات تعاقب المراحل حسب الطلب على التقاطع، وذلك لكي لا يعطى الضوء الأخضر لطريق خال من المركبات. كما أن طول وقت الضوء الأخضر في هذا التشغيل يتغير من طريق لآخر حسب عدد المركبات المنتظرة أثناء وقت الضوء الأحمر، وبالتالي فإن طول وقت الدورة ليس ثابتاً كما هو الحال في النوع السابق. فمثلاً طريق به مركبة واحدة منتظرة للضوء الأخضر لا يعطى زمناً أخضر مثل طريق به عشر مركبات منتظرة. ويتم هذا الضبط لوقت الضوء الأخضر وتعاقب المراحل تبعاً لمعلومات آنية تصل إلى جهاز التحكم عن طريق الحساسات (أجهزة الاستكشاف المدفونة في طبقة الرصف على طريق واحد أو أكثر من الطرق التي تصب في التقاطع). ومن أكثر أنواع الحساسات المستخدمة نوع يعرف بالحلقات (Loops) التي يمكن أن تأخذ أشكالاً مختلفة كما في الشكل (2-3-24). يمكن تحديد الوقت الأخضر الأدنى والوقت الأخضر الأقصى لكل مرحلة خضراء لتقليل تأخير المركبات المنتظرة في طرق التقاطع الأخرى. هناك نوعان من التشغيل الحثي هما:

1. التحكم الحثي الكامل (Full-actuated control).
2. التحكم الحثي النصفى (Semi-actuated control).



عند وضع الحساسات في كل طرق التقاطع يطلق على هذا التحكم الحثي الكامل، ويفضل استخدام هذا النوع في التقاطعات التي تتساوى على طرقاتها أحجام المرور. عندما يكون الطلب كبيراً على كل طرقات التقاطع بحيث يصل إلى درجة التشبع فإن وظيفة تحكم الحث الكامل تصبح مثل وظيفة التحكم المسبق التوقيت. في التحكم الحثي النصفى يعطى الشارع الرئيسي في التقاطع (الشارع ذو العدد الأكبر من المسارات أو ذو الحجم المروري الأكبر أو الاثنان معاً) الضوء الأخضر طوال الوقت حتى تكتشف الحساسات المدفونة في الطريق الفرعي وصول مركبة أو أكثر حيث ينقل جهاز التحكم الضوء الأخضر من الشارع الرئيسي إلى الفرعي بعد إعطاء الشارع الرئيسي فترة التغيير المناسبة.



الشكل رقم (2-3-24). أمثلة على أشكال الحساسات.

هناك عدة معايير لقياس أداء الإشارة الضوئية مثل زمن التأخير (Delay) (وقت الانتظار حتى إخلاء التقاطع)، عدد التوقفات، طول صف السيارات المنتظرة (Queue length)، وعدد الحوادث. فمثلاً التشغيل الأمثل للإشارة هو الذي يضمن أقل وقت من الانتظار للمركبة في التقاطع، وبالتالي فإنه يساعد في التقليل من وقت التأخير إلى مستوى لا يتضجر السائق منه، وينعكس ذلك إيجاباً على تصرفاته. ويؤدي وقت الإشارة (طول الدورة الزمنية) دوراً مهماً في الكفاءة التشغيلية للإشارة إذ أنه يرتبط بعلاقة طردية مع وقت التأخير. فكلما زاد طول الدورة زاد وقت التأخير كما أن طول دورة الإشارة القصير جداً يعمل على زيادة التأخير، لذلك نجد أن تصميم وقت الإشارة الضوئية أخذ من



الباحثين في هندسة المرور اهتماماً كبيراً فخرجوا بنماذج رياضية لتصميم هذا الوقت مطورة باستخدام الحاسب الآلي. من أهم المتغيرات التي تؤثر في وقت الإشارة الشكل الهندسي للتقاطع، حجم المرور وتركيبته، موقع التقاطع، وحجم المشاة. يجب أن نعرف أن كفاءة تشغيل الإشارة يؤثر على الأداء التشغيلي على شبكة الطرق لذلك فإن تصميم وقت الإشارة لابد أن يُنسّق مع التقاطعات المجاورة إلا في حالة أن يكون التقاطع معزولاً أي أنه بعيد عن بقية التقاطعات مما يجعل تأثيره على حركة المرور فيها معدوماً.

3-11-3-2 توقيت الإشارة الضوئية Signal Timing

يُعد توقيت الإشارة الضوئية من العمليات المهمة في هندسة المرور، إذ يؤدي هذا التوقيت دوراً كبيراً في التشغيل و السلامة المرورية عند التقاطعات. فالتوقيت الذي لا يعطى حق الطريق للمركبات حسب أحجام المرور على طرق التقاطع وكذلك حركة المشاة يعد توقيتاً غير مناسب، و قد يؤدي إلى خلق الازدحام المروري في التقاطع ووقوع حوادث مرورية. لنفترض أنه لدينا تقاطع بأربع طرق تصب فيه، وكان هناك 10 مركبات على إحدى هذه الطرقات منتظرة قبل بدء الضوء الأخضر. فلو أن كل مركبة تحتاج إلى ثانيتين لإخلاء التقاطع، فإن هذا الطريق يحتاج إلى ما لا يقل عن 20 ثانية لضمان عبور كل المركبات المنتظرة. ولكن هل الأمر بهذه البساطة؟ بالطبع لا، فهناك وقت ضائع عند بدء ظهور الضوء الأخضر يحتاجه سائق أول مركبة لكي يدرك ظهور هذا الضوء ويبدأ في التحرك، وربما يصل هذا الوقت الضائع إلى 4 ثوان. كذلك فإن هناك مشاة يجب أن يعبروا بأمان، ولا بد من أخذ ذلك في الاعتبار عند تصميم وقت الإشارة. ولو أن هذا الطريق به مسار خاص للمركبات المتجهة لليسار، فإن ذلك يعني أن هذه المركبات يجب أن تعطى جزءاً خاصاً بها من وقت الإشارة، وعادة فإن المركبة المتجهة لليسار تحتاج وقتاً أطول مقارنة بتلك المتجهة إلى الأمام. كما أن المركبات التي تنعطف يمينا في التقاطع تؤدي إلى تأخير المركبات المشتركة معها في المسار نفسه والمتجهة إلى الأمام، وهذا كله على حساب وقت الإشارة. أيضاً لو كانت هناك مواقف جانبية في التقاطع أو موقف حافلات لتحميل الركاب وتنزيلهم، فإن ذلك يقتطع من وقت الإشارة. كما أن وجود نسبة كبيرة من المركبات الثقيلة (مثل الشاحنات) ضمن المركبات على الطريق يكون على حساب وقت الإشارة وعدد المركبات التي يمكن عبورها أثناء الوقت الأخضر. إذن فإن وقت العشرين ثانية للعشر مركبات في هذا المثال التوضيحي البسيط قد لا يكفي إذا ما وجدت هذا العوامل المؤثرة في وقت الإشارة. لكننا نعلم أيضاً أن هناك طرقاً أخرى في التقاطع بها مركبات تنتظر ظهور الضوء الأخضر، وبالتالي فإننا لا نستطيع أن نعطي وقتاً أخضر طويلاً لهذا الطريق لأن ذلك سيكون على حساب الطرقات الأخرى التي تصب في التقاطع. من ذلك يتبين أن موضوع توقيت الإشارة ليس موضوعاً بسيطاً، نظراً لكثرة العوامل التي يجب الأخذ بها عند تصميم وقت الإشارة الضوئية.



يسعى المصمم المروري لتخصيص وقت أخضر مناسب لكل طريق من طرقات التقاطع ، يضمن من خلاله لأكبر عدد من المركبات إخلاء التقاطع. وكما هو معلوم في هذا الصدد أن لكل طريق سعة معينة ، فمهما عمل المصمم المروري فإنه لن يستطيع تجاوز هذه السعة. فمثلاً لو أن سعة الطريق 1000 مركبة/ساعة فإن المصمم لن يستطيع خدمة أكثر من هذه السعة. ونعلم أيضاً أن وجود الإشارة الضوئية يؤثر سلباً على سعة الطريق ، لأن الإشارة تغلق الطريق زمناً محدداً (الوقت الأحمر) أمام المركبات لخدمة طرقات التقاطع الأخرى.

فلو كان طول الدورة الزمنية للإشارة 60 ثانية خصص منها 30 ثانية للوقت الأخضر (نسبة الوقت الأخضر تساوي 50%)، فإن ذلك يعني أن الإشارة تفتح الطريق للمركبات لمدة 30 دقيقة خلال الساعة (أي نصف ساعة فقط). وبالتالي فإن سعة هذا الطريق انخفضت نتيجة لوجود الإشارة من 1000 مركبة/ساعة إلى 500 مركبة/ساعة . بمعنى آخر فإن أقصى عدد من المركبات يمكن خدمته في هذا الطريق خلال ساعة واحدة هو 500 مركبة (1000×0.5) ، وذلك لوقت أخضر طوله 30 ثانية. ولو أن نسبة الوقت الأخضر كانت 75% فإن سعة الطريق ستصل إلى 750 مركبة/ساعة وهذا أفضل من 500 مركبة/ساعة.

من هنا تبين أهمية اختيار الوقت الأخضر المناسب، وتأثير ذلك على سعة الطريق، وبالتالي تشغيل التقاطع بالشكل عام. فمهندس المرور يعمل على اختيار وقت الإشارة الضوئية لكي يحقق استفادة قصوى من سعة الطريق.

عند التحدث عن توقيت الإشارة الضوئية يجب التعرض لمفاهيم أساسية في هذا الموضوع أهمها ما يلي (Papacostas & Prevedouros, 1993) :

1. اختيار نوع نظام تشغيل الإشارة (مسبق التوقيت أو حثي).
2. اختيار مراحل الإشارة وكيفية تتابعها.
3. اختيار طول الدورة الزمنية للإشارة.
4. توزيع الوقت الأخضر و عامل السلامة للمشاة.

2-3-11-4 تنسيق الإشارات الضوئية

يُعد التنسيق التشغيلي لمجموعة من الإشارات الضوئية المتعاقبة على شارع شرياني أمراً ملحاً لتسهيل انسياب حركة المرور وتقليل التأخيرات التي قد تتعرض لها المركبات على الطريق بسبب التوقف المتكرر عند كل إشارة. وكان أول مقترح علمي عن مفهوم التنسيق بين الإشارات الضوئية في أمريكا، وقد قدم في عام 1922م (Homeburger and Kell, 1984).



ويُفضّل أن يتم التنسيق بين الإشارات الضوئية في التقاطعات التي تفصلها مسافات قصيرة نسبياً مثل 800 متر عبر طريق شرياني. وغالباً ما تتحرك المركبات بين تقاطعات الشارع الشرياني على الشكل مجموعة واحدة أو رتل (Platoon) إذ أن انطلاقها من أول تقاطع تكون في الوقت نفسه تقريباً. والتنسيق في هذه الحالة يتحقق عندما يعطى الضوء الأخضر لمجموعة المركبات قبل وصولها لكل من التقاطعات المتعاقبة بحيث لا تضطر مجموعة المركبات للتوقف عند أي من هذه التقاطعات، ويعرف مثل هذا التنسيق بالموجة الخضراء (Green Wave) أو النافذة الخضراء. للتنسيق فوائد متعددة من أهمها:

- تقديم خدمة عالية المستوى للمرور المتدفق، وذلك من خلال السرعة العالية المرغوبة التي يوفرها التنسيق. كذلك بتقليل عدد التوقيفات عند الإشارات الذي يقلل بدوره التأخيرات التي يمكن أن تتعرض لها المركبات.
- سهولة انسيابية تدفق المرور بين التقاطعات، مما يحسّن من سعة الطريق التشغيلية، ويقلل من استهلاك وقود المركبات، وكذلك التقليل من التلوث الناتج من العوادم.
- يساعد في التقليل من بعض حوادث المرور الشائعة عند التقاطعات إذ أن وصول مجموعة المركبات عند كل إشارة عندما تكون الدلالة الخضراء مضيئة، وبالتالي ضمان عبورها ضمن هذا الوقت ودون الحاجة للتوقف يساعد في التقليل من احتمالية وقوع الصدم الخلفي أو مخالفة قطع الإشارة الحمراء الذي قد ينتج عنه الصدم الزاوي.
- احترام الإشارة من قبل السائقين.
- إبقاء المرور العابر على الشارع الشرياني بدلاً من تشجيعه على البحث عن بديل آخر من الشوارع المجاورة لتفادي الوقوف عند الإشارات الضوئية.

وقد يقلل من جودة التنسيق عوامل مختلفة منها:

- سعة الطريق غير الكافية.
- كثرة احتكاك المرور أو تداخله مع الحركة على جانب الطريق مثل وجود مواقف جانبية أو أماكن تحميل ركاب النقل العام وتنزيلهم .
- الشكل المعقد للتقاطع، مما يفرض تصميماً هندسياً معقداً (الشكل الشائع من التقاطعات هو ذو الأربعة مداخل متقاطعة بزوايا قائمة، فاختلاف زوايا التقاطع تجعل من الشكل التقاطع أكثر تعقيداً في التعامل معه بالنسبة لوقت الإشارة).



- التباين الكبير بين سرعات المركبات على الشارع الشرياني. وهذا يرتبط بسلوكيات السائقين، إذ أن تصميم تنسيق الإشارات يقوم على أساس أن المركبات تسير بين التقاطعات ضمن السرعة المحددة أو سرعة معينة أخرى، فعندما تتجاوز بعض السيارات هذه السرعة بكثير فإنها قد تصل إلى الإشارة التالية قبل ظهور الوقت الأخضر مما يضطرها أيضاً للتوقف .
- كذلك فإن المركبات التي تسير بسرعة أقل بكثير من السرعة المحددة فإنه قد يفوتها اللحاق بالدلالة الخضراء للتقاطع التالي مما يضطرها أيضاً للتوقف. وغالباً ما يعتمد المصمم المروري على سرعة 85 المئوية (85%) وهي السرعة التي يقود 85% من السائقين مركباتهم عندها أو أقل منها.
- قصر المسافة الفاصلة بين التقاطعات.

- مناورات الدوران والالتفاف على الشارع الشرياني أو التداخل مع استعمالات الأراضي المجاورة للطريق . مثلاً خروج مركبات من مركز تجاري بجانب الطريق إلى الطريق مباشرة قد يربك حركة مجموعة المركبات المتجهة نحو الإشارة التالية ويؤثر على سرعاتها، وبالتالي لحاقها بالدلالة الخضراء.

ولفهم أفضل لمفهوم التنسيق بين الإشارات الضوئية انظر إلى الشكل (2-3-25) الذي يوضح مسار مركبتين بين تقاطعين على شارع شرياني إذ أنه يمثل رسماً بيانياً يساعد في تصميم تنسيق الإشارات، ويعرف بالرسم الزمني - المكاني حيث يمثل المحور العمودي فيه المسافة بين التقاطعات المراد تنسيق إشاراتها، بينما يمثل المحور الأفقي الزمن. يوضح الرسم الزمني- المكاني مسار المركبة المتجهة للأمام على طول الشارع الشرياني إذ تحدد مواقع التقاطعات على المحور العمودي بمقياس رسم مناسب ويرسم من عند كل تقاطع أفقياً مراحل الإشارة الضوئية (الأحمر والأخضر والأصفر) بمقياس الرسم الزمني للمحور الأفقي. الخط المائل الموضح لسير المركبة له ميل يعادل سرعة المركبة. ومع أن هناك برامج حاسوبية للقيام بتصميم التنسيق بين الإشارات الضوئية مثل MAXBAND (FHWA, 1993) فإن دراسة المفاهيم الأساسية لهذا التنسيق، وذلك من خلال التصميم اليدوي، أمر مهم قبل الاعتماد على الحاسوب، وهذا ما سنقوم به في هذا الجزء بعد شرح حركة المركبتين في هذا الشكل.

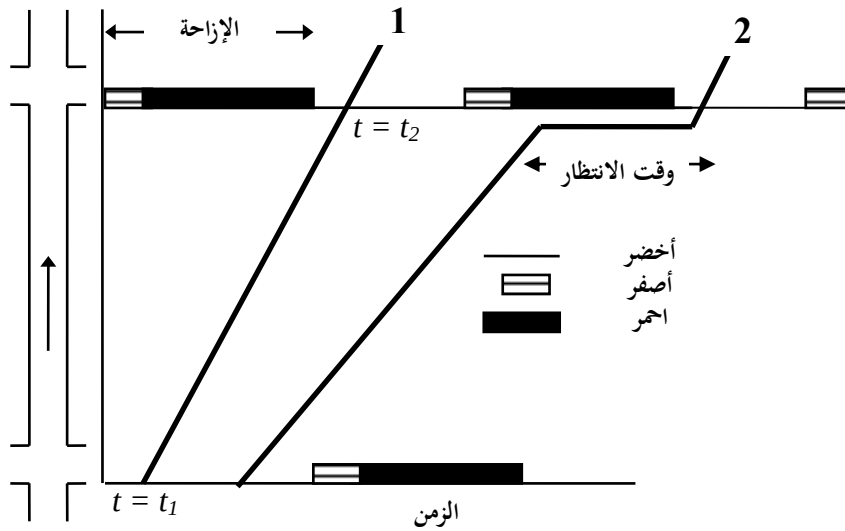
عند $t = t_1$ يبدأ الضوء الأخضر للإشارة الأولى، يعقب ذلك بزمان قصير (زمن إدراك السائق للضوء الأخضر) تبدأ المركبة الأولى بالتحرك نحو التقاطع التالي إذ تصل إليه في وقت $t = t_2$ وتبعاً لدلالة الإشارة الثانية عند هذا الوقت فإذا أن تواصل المركبة السير أو تتوقف. وكما في الشكل فإنها تصل للتقاطع الثاني أثناء الوقت الأخضر وبالتالي فإنها ستواصل سيرها. ويمثل ميل خط مسار المركبة سرعتها. أما المركبة الثانية فإن وصولها إلى التقاطع الثاني كان أثناء الوقت الأحمر مما استوجب وقوفها والانتظار حتى ظهور الضوء الأخضر (الخط الأفقي يمثل وقت الانتظار). لاحظ أن خطي مسار المركبتين غير متوازيين أي أن ميليهما غير متساويين، وهذا يعني أن المركبتين لم تسيرا بالسرعة نفسها.



يعرف الفرق بين وقتي بداية ظهور الضوء الأخضر للإشارتين في تقاطعين متتاليين بالإزاحة ، Offset (وحدته الثواني)، ونمثله بالعلاقة التالية:

$$t_1 - t_2 = \text{الإزاحة}$$

يؤثر زمن الإزاحة بشكل كبير في جودة عملية التنسيق، لذلك فإن اختيار هذا الزمن يخضع لعدة عوامل منها السرعة والمسافة بين التقاطعات، ويفضل أن يكون قصيراً قدر الإمكان بحيث لا يتجاوز نصف طول الدورة. يمكن أن يكون التقاطع الأول هو المرجع أو نقطة الصفر لحساب الإزاحة للتقاطعات التي تليه، أو يكون كل تقاطع مرجعاً للمقطع الذي يليه (الشكل 2-3-25).



الشكل رقم (25-3-2). الشكل توضيحي لمسار مركبتين بين تقاطعين.

يوضح الشكل (26-3-2) (Papacostas & Prevedouros, 1993) ثلاثة تقاطعات متتالية محكومة بإشارات ضوئية منسقة في الاتجاهين المتعاكسين للحركة المرورية على طريق شرياني، مبنياً عليه النافذة الخضراء وسرعة المركبات الأولى والأخيرة في مجموعة المركبات المتحركة في كل اتجاه. نلاحظ من الشكل ما يلي:

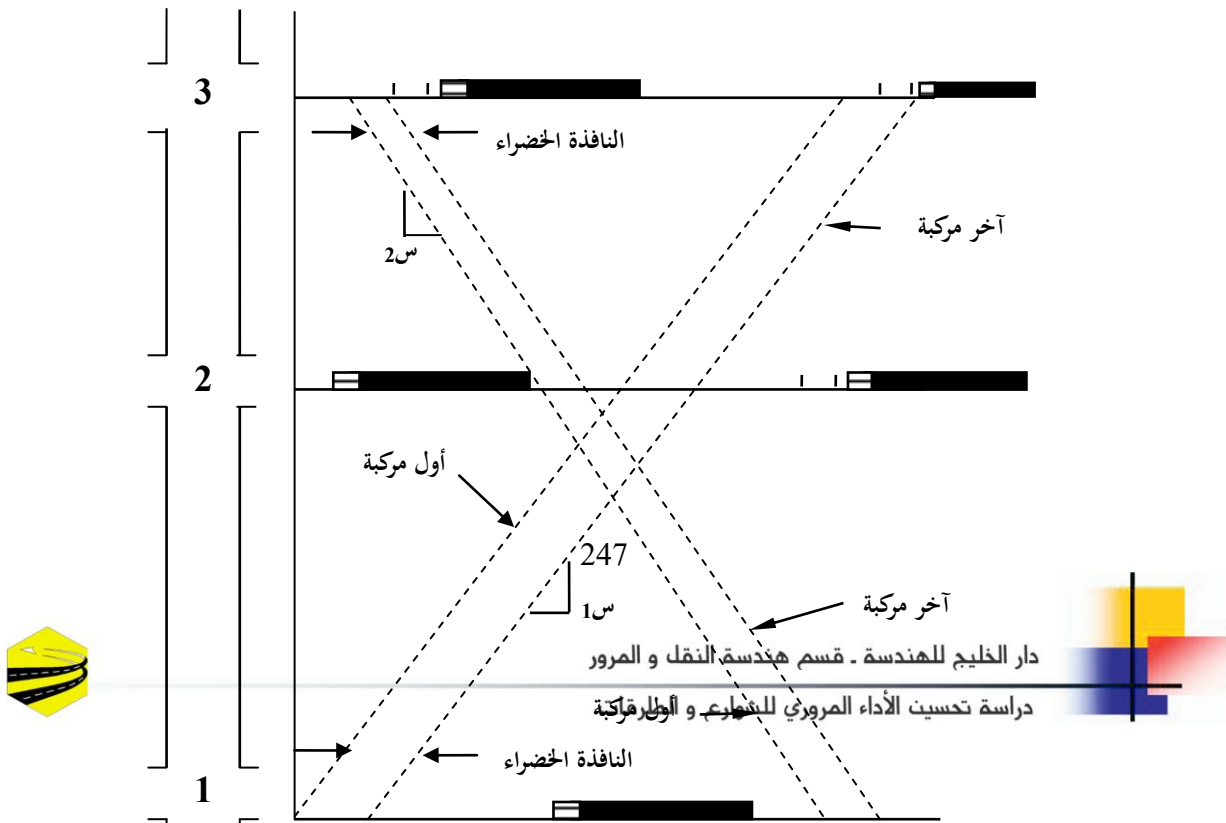
- 1- إذا كانت المركبة (أو مجموعة المركبات) تسير بالسرعة المحددة فإنها ستصل إلى كل إشارة لحظة ظهور الضوء الأخضر، كما يوضح الخط المنقط (الأيسر) في الشكل (26-3-2). هذا متوقع لأن اختيار الإزاحات تم حسب هذا المفهوم.
- 2- إن تتابع الإشارات بترتيب لإضاءة اللون الأخضر يعطي منظراً أمام الشخص الواقف عند أول تقاطع عندما ينظر للإشارات المتتالية أمامه يشبه موجة بلون أخضر، ومن هنا جاء وصف الموجة الخضراء. لاحظ لو أن

المركبة (أو مجموعة المركبات) تسير بسرعة أبطأ من السرعة المحددة على الطريق والتي ربما تكون السرعة التصميمية للتنسيق، فإن الموجة الخضراء ستظل كما هي لكن المركبة ستتخلف عن اللحاق بها. لتحديد السرعة التصميمية لعملية التنسيق ربما يلجأ المصمم إلى جمع عينة من بيانات السرعة للمركبات على الطريق ليتمكن تقدير متوسط السرعة التي تكون عليها معظم المركبات أو السرعة 85 المثوية.

3- النافذة الخضراء بين الخططين المنقطين، ويقاس عرضها بالثواني تعرف بعرض الموجة الخضراء الذي هو مقياس لكمية المركبات التي يمكنها عبور الطريق الشرياني دون توقف. أي أنه كلما زاد هذا العرض زاد عدد المركبات التي ستستفيد من الموجة الخضراء، ولكن الزيادة العشوائية في عرض الموجة الخضراء قد ينتج عنها تأخيرات غير مرغوبة للمركبات المنتظرة على الطرق المتقاطعة مع الشريان عند الإشارات.

4- يلاحظ أن عرض الموجة الخضراء مختلف في الاتجاهين، وهذا ليس بالضرورة، فقد يكون للاتجاهين العرض نفسه وفي هذه الحالة يسمى تصميم التنسيق بالتصميم المتوازن، وعندما يكون العرض مختلفاً يسمى بالتصميم غير المتوازن. في أوقات الذروة والذي يكون فيه حجم المرور لأحد الاتجاهين أكبر منه في الاتجاه الآخر، يكون التصميم غير المتوازن أفضل.

5- ينبغي أن يكون للإشارات المنسقة طول الدورة الزمنية نفسها وليس بالضرورة أن يكون لها توزيع الأوقات نفسها الأخضر والأصفر والأحمر.





الشكل رقم (2-3-26). التنسيق بين التقاطعات المحكومة بإشارات ضوئية.

12-3-2 الإرشادات الهندسية للوحات

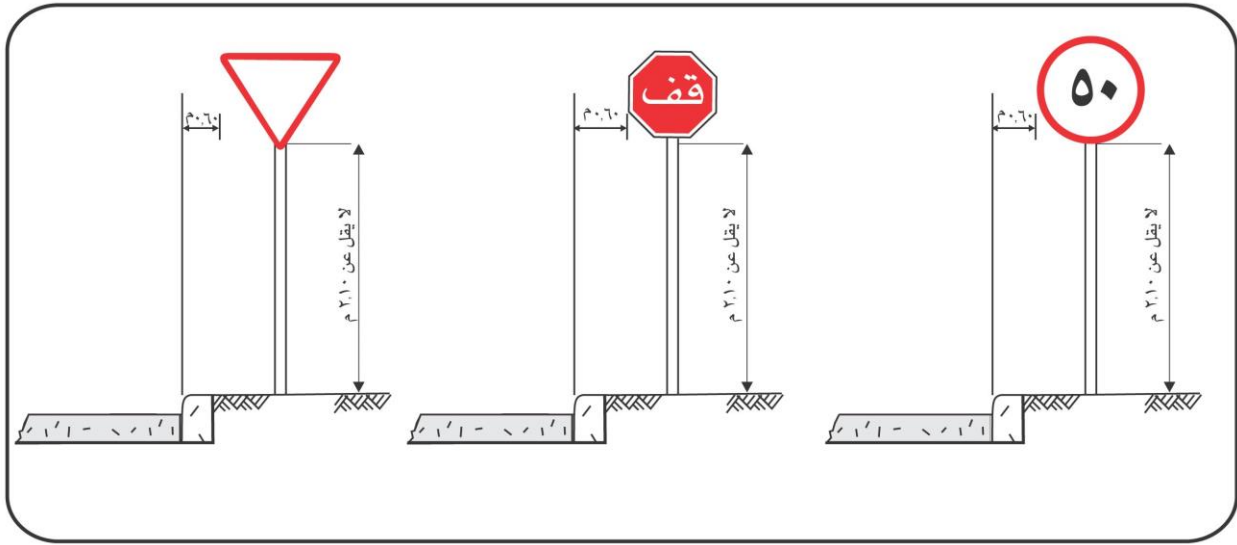
من خلال المسوحات الميدانية للمشروع في هذه الدراسة لوحظ تفاوت في اللوحات سواء مرورية أو إعلانية من حيث مقاساتها وارتفاعاتها عن الأرض ومواقع تركيبها وهو ما يقتضي وضع إرشادات لمعايير هندسية تكفل توحيداً لهذه العناصر وهو ما سنتناوله هنا.

عند تركيب لوحة مرورية فإن على المهندس التركيز على : أبعاد اللوحة ومكان التركيب، ويمكن هنا الاسترشاد بدليل أدوات التحكم الموحدة (MUTCD, 2003)، وفيما يلي المعايير والإرشادات الأساسية لتركيب اللوحة.

إرشادات تركيب اللوحة

- لا يمكن تحديد مكان موحد لتركيب اللوحة في الواقع، ولكن ينبغي أن لا يقل بعد حافة صحيفة اللوحة عن حافة الرصيف عن 60 سم ويمكن أن تكون 30 سم في حال عدم إمكانية تحقيق المسافة الأولى خصوصاً في وجود ممر مشاة جانبي كما يوضح الشكل (2-3-27).
- في حال عدم وجود رصيف ينبغي أن تبعد اللوحة عن حافة الطريق (حد طبقة الرصف) بمسافة 1.8م وتكون ذات قاعدة قابلة للانكسار (breakaway) أو محمية بحاجز جانبي أو ماص للصدم.





الشكل رقم (2-3-27). مكان اللوحات المرورية.

إرشادات الكتابة والرسومات

- الألوان تتبع كما حددها نظام المرور.
- عند كتابة رسائل على اللوحة فإن نسبة حجم الحرف هي: 25 ملم لكل 12م مسافة قراءة، ويتبع تنوع الخط العربي المعمول به في المملكة.

إطار اللوحة

المعيار : إذا لم يحدد فإن لون الإطار ينبغي أن يكون من نفس لون الكتابة الموجودة في المملكة.

الإرشاد: يستخدم لون إطار غامق مع خلفية اللوحة الفاتحة والعكس. إذا كان مقاس اللوحة 750مم، يكون عرض الإطار من 13 إلى 19مم وتبتعد عن حافة صحيفة اللوحة بمسافة 13مم. في اللوحات التي تزيد عن 1800 × 3000 مم يكون عرض الإطار 50مم، ويمكن أن يصل إلى 75مم. وينبغي أن تكون زوايا اللوحة دائرية عدا لوحة "قف".

إرشادات أبعاد اللوحات

- على المهندس إتباع نظام المرور أو الدليل الهندسي المتعارف عليه في تحديد الأبعاد القياسية للوحات. أنظر ملحق ج للاسترشاد بالأبعاد من دليل (MUTCD,2001).



- زيادة أبعاد اللوحة فوق ما هو محدد في المعايير لشدة الانتباه أمر ممكن بحيث تكون الزيادة تدريجية بـ 150 مم.
- عند كتابة رسائل على اللوحة فإن النسبة والتناسب التي يؤسس عليها حجم الحرف هي 25 مم ارتفاع الحرف لكل 12 م مسافة قراءة، ويتبع نوع الخط العربي المعمول به في المملكة.

لوحات الإعلانات والأشجار

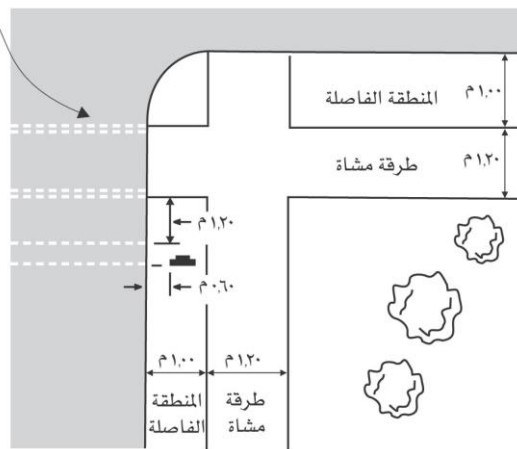
تنتشر لوحات الإعلانات قرب الطرقات، وفي حال تركيبها على الأرصفة ينبغي أن تتبع المعايير والإرشادات الهندسية للوحات المرورية كما وضعنا في السابق. ولكن لوحظ في منطقتي الدراسة أن لوحات دعائية يتم تركيبها بعشوائية في التقاطعات بجوار أعمدة الإشارات وكذلك على أرصفة فتحات الجزر الوسطية وهذه اللوحات يمكن أن تكون مصدر حجب للرؤية نتيجة لارتفاعها العالي وعرضها، لذا نضع الارشاد التالي:

إرشاد : يجب أن لا توجد أي لوحات اعلانية أو أشجار أو شجيرات يزيد ارتفاعها عن نصف متر لمسافة لا تقل عن 150 متر من التقاطع بالنسبة للجزر الوسطية ومسافة لا تقل عن 25 متر من أركان الأرصفة، كما يجب أن لا توجد أي لوحة اعلانية أو أشجار أو ما شابه ذلك بمسافة تقل عن 9 متر. كما أن عرضها ينبغي أن يخضع لأبعاد اللوحات القياسية المستخدمة.

إرشاد: إذا وجد الرصيف وهناك مسافة 1م بين ممر المشاة الجانبي وحافة الرصيف فيمكن أن تكون هذه المسافة للأشجار ولوحات المرور والإعلانات وأنبوب المطافئ، ولكن بمسافة لا تقل عن 60سم من حافة الرصيف، وتسمى هذه المساحة بالمنطقة الفاصلة كما في الشكل (2-3-28).

إرشاد: المنطقة الفاصلة تعتبر منطقة خدمية للوحات المختلفة أو التشجير وفي نفس الوقت حماية للمشاة.

ممر مشاة محدد
أو غير محدد





الشكل رقم (2-3-28) طريقة المشاة والمنطقة الفاصلة.

13-3-2 المداخل والمخارج

تنشأ فتحات المداخل والمخارج على الطرق الشريانية الرئيسية التي يوجد بها طرق خدمة حيث تسمى هذه الفتحات (Ramps) وذلك للتنقل بين طريق الخدمة ومسار الحركة الرئيسي، ونظراً لتأثير فتحات المداخل والمخارج على انسيابية الحركة المرورية فقد تم دراستها في مرحلتين، الأولى بصرية وذلك من خلال معاينة الحركة ميدانياً والوقوف على المحاسن والعيوب الهندسية لها، أما الثانية فمن خلال تحليل التصميم الهندسي.

ويلاحظ تفاوت في التصميم الهندسي لفتحات المداخل و المخارج في الجزر الجانبية الفاصلة بين المسار الرئيس و مسار الخدمة في الطرق التي تتوافر فيها طرق خدمة، حيث يلاحظ التفاوت في أوجه عدة مثل:

- فتحات كاملة التصميم وتتوافق مع المعايير الهندسية في هذا الصدد (الشكل رقم (2-3-29))
- فتحات مزدوجة الاستخدام وليست مكتملة المواصفات الهندسية (الشكل رقم (2-3-30))، الشكل رقم (2-3-34).
- فتحات عولجت هندسياً لإستخدامها لغرض واحد (دخول أو خروج) ولكن المعالجة غير مناسبة (الشكل رقم (2-3-31) ، الشكل رقم (2-3-32) ، الشكل رقم (2-3-33).
- وبالوقوف على الوضع الراهن لعينات من الفتحات تبين إمكانية معالجتها هندسياً وتحويلها الى فتحات دخول فقط أو خروج فقط بطريقة مناسبة.
- تتوافر المعايير الهندسية المستخدمة في تصميم الفتحات و التي أهمها:
- عرض مسار الفتحة لا يقل عن 3.25 م ، ويفضل 3.75 وهذا ما يحول دون استخدامه كمسار لسيارتين في آن واحد الشكل رقم (2-3-38).
- يمكن توفير مسار منفصل للتسارع/تباطؤ في بعض الفتحات كفاية عرض الجزيرة الجانبية (الشكل رقم (2-3-30)).
- يمكن معالجة طرفي الفتحة بزيادة طول الجزيرة الجانبية فيهما لفرض حركة دخول فقط أو خروج فقط (الشكل رقم (2-3-35)، الشكل رقم (2-3-36)).
- وعلى الرغم من أن الرؤية لا تظهر كم مشكلة في هذه الفتحات إلا أن ثمة خطورة في تركيب أعمدة خدمات في الطريق المقابل للمركبة الداخلة أو الخارجة في بعض الفتحات (الشكل رقم (2-3-37)) وهو ما يشكل جسماً ثابتاً مؤهلاً للإرتطام به و إحداث خطورة للسائق و الراكب.





الشكل رقم (2-3-29). فتحة ذات تصميم هندسي مناسب (عرض مناسب أكبر من 3.2 م و مسارات تسارع وتباطؤ وعلامات أرضية)



الشكل رقم (2-3-30). عرض الجزيرة كافى لتحسين التصميم بإضافة مساري تسارع و تباطؤ



الشكل رقم (2-31-3-أ). فتحة دخول تحتاج الى معالجة "قبل"



الشكل رقم (2-31-3-ب). فتحة دخول بعد معالجتها "بعد"



الشكل رقم (2-3-32). معالجة هندسية غير ملائمة ولا تتوافق مع معايير تصميم الفتحات.



الشكل رقم (2-3-33). المعالجة الهندسية غير المناسبة أدت الى تخريب و انهيار في الجزيرة نتيجة مرور المركبات عليها



الشكل رقم (2-3-34). فتحة واسعة تربك مناورة الحركة ولا تنظمها.



الشكل رقم (2-3-35-أ). فتحة دخول فقط بدون معالجة "قبل"



الشكل رقم (2-3-35-ب). مد أحد طرفي الجزيرة لإلزام السائق على استخدام الفتحة للدخول فقط
"بعد"



الشكل رقم (2-3-36-أ). فتحة خروج قبل المعالجة "قبل"





الشكل رقم (2-3-36-ب). فتحة خروج بعد معالجتها بمد طرفي الجزيرة لفرض استخدامها للخروج فقط
"بعد"



الشكل رقم (2-3-37). عمود ائارة في موقع قريب من الصدم ويشكل خطورة بالغة.



الشكل رقم (2-3-38). معالجة التصميم الهندسي للفتحة تحول دون الإستخدام المزدوج (دخول وخروج)

ونظراً للتباين التصميمي نتيجة التفاوت في العناصر الهندسية للفتحات (مثلاً عرض الجزيرة و موقعها بالنسبة لاستعمالات الأراضي المجاورة) وكذلك عرض طريق الخدمة و الطريق الرئيس فإن معالجة الفتحة هندسياً قد تختلف من مكان لآخر، لذا يمكن الإسترشاد بالمواصفات النموذجية لتصميم بعض عناصر شبكة الطرق الذي وضعته الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض (1418 هـ).

2-3-13-1 المعاينة البصرية

اتضح من خلال المشاهدة الميدانية ملاحظة الحركة من خلال فتحات المداخل والمخارج أنها تقدم خدمة لمستخدمي الطريق من خلال التنقل بين حركة السير الرئيسية وتلك على طريق الخدمة وهي خدمة موجهة بشكل أكبر لاستعمالات الأراضي المجاورة والأحياء السكنية. ولكن أبرز العيوب المشاهدة يمكن تلخيصها في الآتي:

- عشوائية أماكن بعضها.
- عرقلة انسيابية الحركة نتيجة الاستخدام الخاطئ من بعض السائقين من خلال تداخل الخروج والدخول.
- عدم توافر مسارات تباطؤ وتسارع في أغلبها.
- وجود أعمدة الإنارة في أماكن غير مناسبة.
- عدم تخصيص الغرض حيث تستخدم للدخول والخروج في نفس الوقت.
- ضعف العلامات الأرضية واللوحات المرورية.



2-3-14 حركة المشاة

تُعتبر حركة المشاة أحد العناصر الهندسية المؤثرة في تصميم هندسة التقاطع من ناحية وتصميم الإشارة الضوئية من حيث تبرير تركيبها وتصميم وقتها، لذلك فإن دراسات التقاطعات يجب ألا تهمل حركة المشاة حسب أعمارهم وغرض العبور. ووفق المعايير الهندسية فإن سرعة المشاة، في المتوسط، التي يستخدمها المهندسون في دراسات التقاطعات تصل إلى 1.2 م/الثانية وهي سرعة تعبر عن فئات المشاة بطيئي الحركة والفئات الأخرى سريعة الحركة. في هذه الدراسة تم دراسة حركة المشاة من الجانبين، الأول يختص بمعايير المشاة كعنصر هندسي ضمن هندسة التقاطع، والجانب الآخر يرتبط بحجم حركة المشاة في التقاطعات تحت الدراسة. فيما يلي استعراض لما يتعلق بالوصلات، أما حركة المشاة في التقاطعات فسوف يتم استعراضها في الجزء الخاص بالتقاطعات.

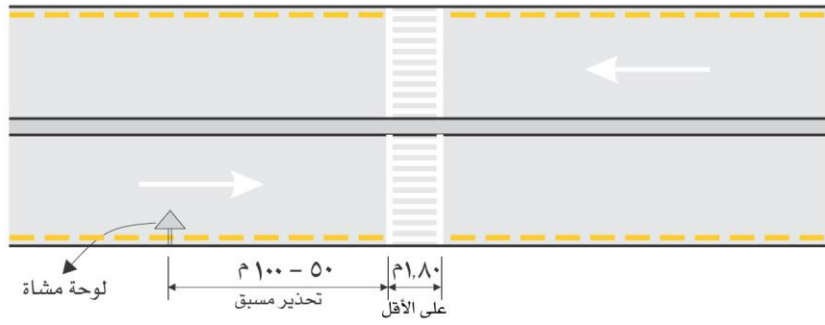
2-3-15 معابر المشاة في منتصف الوصلة

تعتبر معابر المشاة في الوصلات (Midblock Crosswalks) ذات أهمية بالغة لسلامة حركة المشاة (الشكل 2-39)، ويختلف تصميم المعبر وفق اعتبارات عدة أهمها السرعة المحددة على الطريق، فالمعبر السطحي غير آمن للسرعات من 70 كم/سا فأعلى، وعلى المهندس في ظروف هذه السرعات اللجوء إلى معابر علوية أو سفلية آخذاً في الاعتبار المبررات والحاجة إلى المعبر ليكون ذي جدوى وهو شأن يتطلب رصد حجم حركة المشاة وطبيعة واستعمالات الأراضي التي يخدمها المعبر. وفي كل الأحوال فإن على المهندس عند اختيار موقع المعبر بين التقاطعات مراعاة أقصر وأمن طريق يسلكه المشاة إلى هذا المعبر حتى يجذب المعبر المشاة لاستخدامه بدلاً من العبور العشوائي.

إرشادات

- عرض المعبر لا يقل عن 1.8م.
- يمكن طلاء المعبر بلون عاكس لتحسين رؤية السائق للمعبر ليلاً، ويكون عرض الخطوط من 30 إلى 60سم.
- يجب أن تكون هناك لوحة تحذيرية ذات عاكسية فوسفورية (fluorescent yellow- green) على مسافة من 50 إلى 100م قبل المعبر.
- لا يكون هناك معبر مشاة سطحي على الطرق التي سرعتها من 70 كم/ساعة فأعلى.





الشكل رقم (2-3-39). معبر مشاة في منتصف الوصلة.

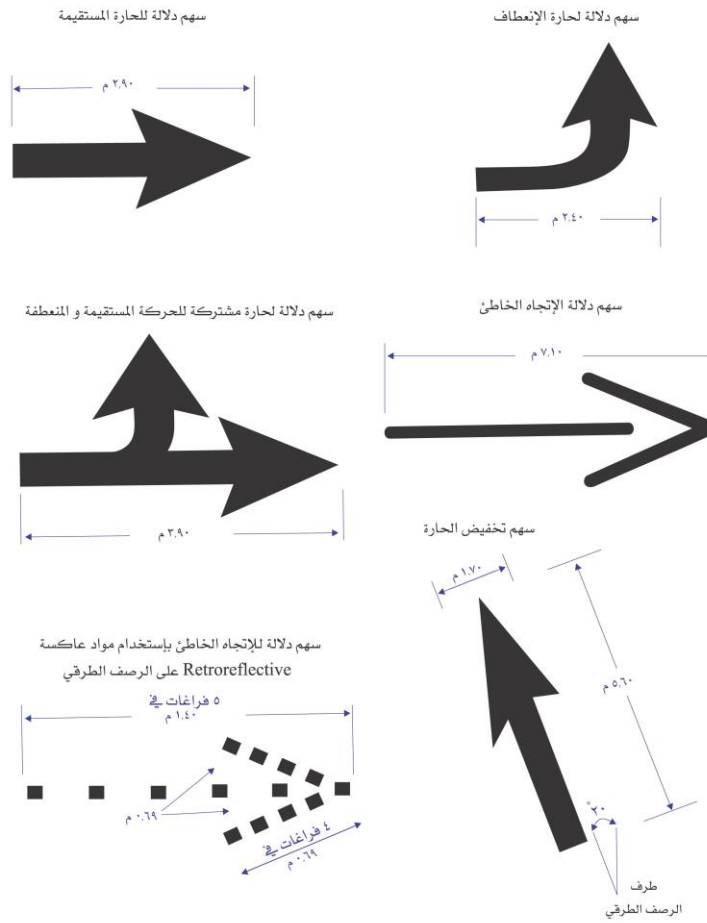
2-3-16 لوحات تحديد اتجاه المسار و الأسهم الأرضية

على الرغم من إنها تركيب على الوصلات، إلا أنها تستخدم حركات الالتفاف على التقاطع القادم، فهذه اللوحات ترشد السائق إلى المسار الذي ينبغي أن يسلكه مبكراً ليقوم بحركة الالتفاف من المسار المناسب عند وصوله للتقاطع. قد يقول قائل أن هذه اللوحات تُحمل من قبل السائقين، ولكن ينبغي التذكر أن مهندسي المرور عليهم توفير كافة مستلزمات الطريق القياسية وفق المعايير الهندسية التي تحددها المراجع المهنية المتعارف عليها، وأن تُترك مسألة التزام السائق إلى الجهات التي تنفذ تطبيق نظام المرور في الشارع.

إرشادات

- أسهم الاتجاهات الأرضية وكذلك الكتابة تكون ببيضاء أبعاد الأسهم كما في الشكل (2-3-40).
- ارتفاع الحرف في الكتابات الأرضية يكون على الأقل 1.8م.





الشكل رقم (2-3-40). مقاسات الأسهم الأرضية

17-3-2 مطبات السرعة

تُعتبر المطبات (مطبات السرعة) إحدى أدوات التهذئة المرورية في تطبيقات هندسة المرور، ولوحظ في الزيارات الميدانية وجود مطبات لم تخضع للمواصفات الهندسية القياسية عند إنشائها مما قد يؤثر سلباً على الحركة المرورية (انظر الشكل 2-3-41). وعليه فإن وضع الإرشادات الهندسية القياسية لاختيار موقع المطب وتصميمه أمر ملح وهو ما دعانا إلى إعداد هذه الإرشادات في الجزء التالي.





الشكل رقم (2-3-41). مطب صناعي في أحد الشوارع السكنية- منطقة الدراسة في حي الملك فهد.

الإرشادات

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، ولا بد 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 بآلا يزيد ميل الطريق على 8%، وعندما يكون الميل أكبر من ذلك فإن احتياطات 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 لتهدة 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 (جدول رقم 2-3-4)، وعلى المهندس رصد سرعة 85 المثوية 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

جدول (2-3-4). أدنى مستوى مسافة للرؤية.

8. أحجام المرور:

لم تلاحظ التجارب الهندسية تأثير كبير لحجم المرور على إنشاء المطب فالتطبيقات في مواقع تفاوتت 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.

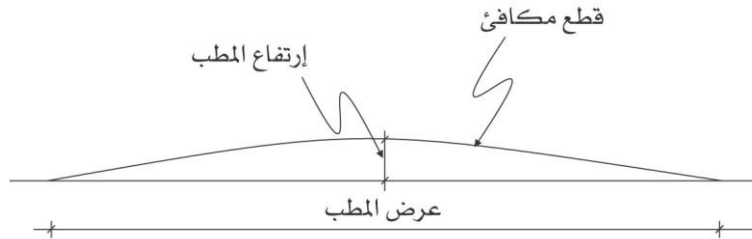
11. سيارات الطوارئ:

إذا كان الطريق مطروق بكثرة من قبل سيارات الطوارئ مثل الإسعاف والمطافئ، فينبغي عدم إنشاء المطبات فيه. كذلك إذا كان الطريق خط لحافلات النقل العام فلا بد من اعتبار ذلك في تصميم المطب. وللهاناء الأرضية على المطبات يمكن الاسترشاد بالملحق.

2-17-3-2 تصميم مطب السرعة

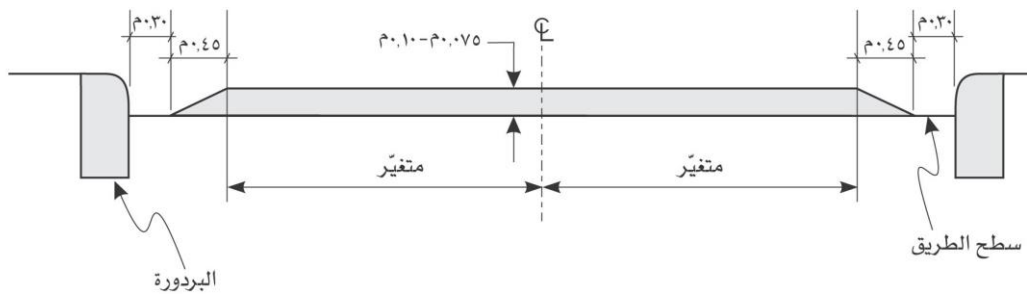
- تصميم المقطع:

يعتبر الشكل البيضاوي كما في الشكل رقم (2-3-42) الأكثر شيوعاً في تصميم مقطع المطبات وذلك بارتفاع 10 سم (ويمكن أن يكون 7.5 سم إذا كانت نسبة المركبات الكبيرة مرتفعة).



الشكل رقم (2-3-42). مقطع عرضي للشكل البيضاوي.

كما يمكن أن يأخذ المطب شكلاً مستوي السطح كما في الشكل رقم (2-3-43).



الشكل رقم (2-3-43). مقطع عرضي للشكل مستوي السطح.

- 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 تركيب 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 فلا بد من أن يمتد المطب من حافة الطريق إلى حافته (حتى عبر الكتف).





على مستوى التقاطع



حظيت تقاطعات موقعي الدراسة بتركيز أكبر في عملية المسوحات الميدانية وكذلك التشخيص وفحص المشكلات الهندسية، ويأتي ذلك الاهتمام كون التقاطعات تعتبر بؤر للحوادث نتيجة كثرة تعارض تيارات المرور فيها مقارنة بالوصلات وكذلك التداخل مع المشاة وتأثير أداة التحكم (الإشارة الضوئية أو لوحة قف) على انسيابية الحركة. قبل الدخول في تحليل تقاطعات الدراسة يجدر بنا تقديم التعريف الوظيفي للتقاطع من الناحية هندسية ذلك لأن هذا التعريف تبنى عليه العناصر الهندسية للتقاطع بخاصة ما يتعلق بالطرق الجانبية ومسارات التخزين والالتفاف ومسافة الرؤية وأنصاف أقطار الالتفاف وغيرها وكذلك تصنيف الحوادث المرورية المرتبطة بالتقاطع.

2-3-18: تعريف التقاطع

يهدف تصميم التقاطع بشكل رئيسي إلى تسهيل عبور المركبات والمشاة وانتقالهم بأمان عند التقاء الطرق، وهناك خمسة عناصر أساسية تؤخذ في تصميم التقاطع:

2-3-18-1: عوامل بشرية

- سلوك السياقة.
- قدرة السائقين على اتخاذ القرارات.
- توقعات السائقين.
- رد فعل السائقين واتخاذ القرار.
- سلوك المشاة وغيرهم من مستخدمي الطريق.

2-3-18-2: اعتبارات مرورية

- السعات التصميمية والفعالية.
- حركات الالتفاف للساعة التصميمية.
- حجم وخصائص التشغيل للمركبات.
- تنوع الحركات (اندماج، انقسام، عبور، تناسج).
- سرعة المركبات.
- حركة النقل العام.
- خبرة الحوادث المرورية.
- حركة المشاة والدراجات.



2-3-18-3: عناصر هندسية

- خصائص واستعمالات الأراضي المجاورة.
- التصميم العمودي.
- مدى الرؤية.
- زاوية التقاطع.
- منطقة التعارض.
- مسارات تغيير السرعة.
- خصائص التصميم الهندسي.
- تجهيزات التحكم المروري.
- تجهيزات الإضاءة.
- مواصفات السلامة.
- معابر المشاة.
- حركة الدراجات.
- عوامل البيئة.

2-3-18-4: عوامل اقتصادية

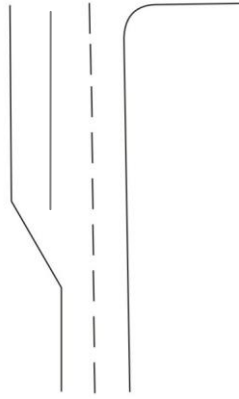
- تكلفة التحسينات.
- تأثيرات التحكم في الوصول إلى الأراضي المجاورة وأماكن النشاطات التجارية.
- استهلاك الوقود.

2-3-18-5: المنطقة الوظيفية للتقاطع

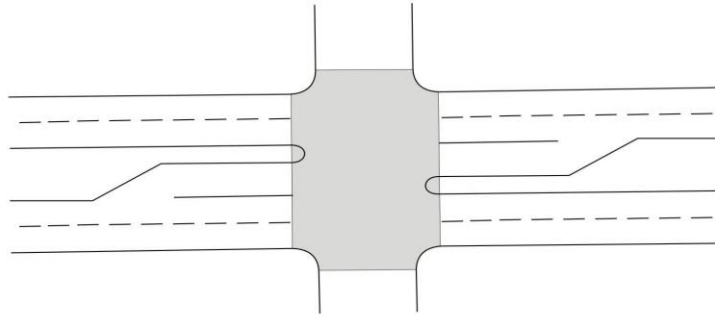
يُعرف التقاطع بمنطقتيه الوظيفية والطبيعية. تمتد المنطقة الوظيفية على طول الدخول والخروج من المنطقة الطبيعية للتقاطع. وتتكون المنطقة الوظيفية من ثلاثة عناصر أساسية:

1. مسافة رد الفعل.
 2. مسافة المناورة.
 3. مسافة تخزين صف المركبات الشكل رقم (2-3-44).
- يوضح الشكل رقم (2-3-45) هاتين المنطقتين.

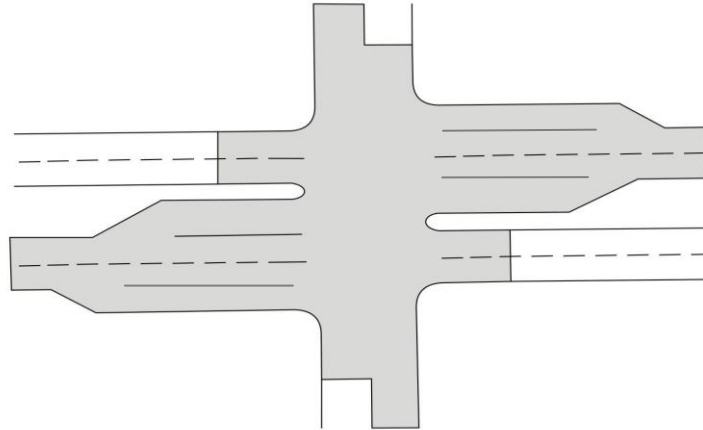




الشكل رقم (2-3-44). حارة التخزين.



المنطقة الطبيعية للتقاطع



المنطقة الوظيفية للتقاطع

الشكل رقم (2-3-45). المنطقة الطبيعية و المنطقة الوظيفية للتقاطع.



ومن المعروف أن مسافة رد الفعل تعتمد على السرعة وزمن رد الفعل لدى السائقين واعتياده على الموقع، بينما مسافة المناورة تتضمن الانتقال من مسار لآخر بهدف الانعطاف أو المسافة التي تقطعها المركبة استعداداً للتوقف وتعقب مسافة رد الفعل. أما مسافة تخزين صف المركبات فتعتمد على أطول صف متوقع للمركبات قبل إخلاء التقاطع. والأمثل ألا يكون هناك طرق جانبية تصب في المنطقة الوظيفية للتقاطع. وتنصح الخبرة الهندسية بتسمية حادث المرور الذي يقع ضمن 80م من المنطقة الطبيعية للتقاطع، على أي اتجاه في الطرق التي تصب في التقاطع، أنه حادث مرتبط بالتقاطع وفيما عدا ذلك حادث وصلة (حادث طريق).

2-3-18-6: مبادئ تصميم التقاطع

يخضع تصميم التقاطع لتوافر عاملين أساسيين، أولهما السلامة وثانيهما الإقلال من تأخير حركة السير قدر الإمكان، لذلك فإن على مهندس المرور مراعاة المبادئ التالية عند تصميم التقاطع (موهان، 1992م):

- الإقلال من عدد نقاط التصادم.
- التحكم في السرعة النسبية.
- التنسيق بين التصميم وتنظيم المرور.
- الفصل بين نقاط التصادم (الاحتكاك).
- تسهيل تدفق حركة السير الكثيفة والسريعة.
- تضيق مجال التصادم.
- توفير مكان آمن للمشاة.
- تجنب المناورات المتعددة.

2-3-19 تقاطعات الدراسة



لغرض تبين منهجية كشف مشكلات الأداء المروري وكذلك السلامة المرورية فقد تم اختيار 4 تقاطعات من كلا منطقتي الدراسة وذلك كالتالي:

1. تقاطع طريق الأمير عبدالله مع طريق الملك عبدالعزيز - حي الملك فهد (اتجاهين).
2. تقاطع طريق الأمير نايف مع طريق العليا - حي الملك فهد (اتجاهين).
3. تقاطع شارع الأمير عبدالمحسن مع شارع زيد بن الخطاب - منطقة الميز (اتجاه واحد).
4. تقاطع شارع الظهران مع طريق صلاح الدين الأيوبي - منطقة الميز (اتجاهين).
5. تقاطع شارع الظهران مع شارع الأمير عبدالمحسن - منطقة الميز (اتجاه واحد).

وقد تم اختيار هذه التقاطعات بناء على معايير عدة منها أهمية التقاطع في منطقة الدراسة الممثلة في تصنيف الطريقين المتقاطعين، وحجم الطلب المروري، واستعمالات الأراضي المجاورة. إلى جانب ذلك فإن الاختيار جاء كذلك ليتوافق مع الغرض من هذه الدراسة بخاصة فيما يتعلق بتحليل الأداء المروري والسلامة المرورية. يبين الشكل رقم (2-3-46) والشكل رقم (2-3-47) مواقع هذه التقاطعات في منطقتي الدراسة.



الشكل رقم (2-3-46). مواقع رصد السرعات في منطقة الدراسة الواقعة في حي الملك فهد.



الشكل رقم (2-3-47). مواقع رصد السرعات في منطقة الدراسة الواقعة في حي الملز.

2-3-20 جرد تقاطعات الدراسة ومسحها ميدانياً

من الخطوات المهمة في معالجة المشكلات المرورية في أي موقع تأتي عملية جرد الموقع التي تعني حصر كافة الموجودات وتلخيصها في شكل قوائم أو رسومات تخطيطية كي يتمكن المحلل من التعرف على هذه الموجودات والاستفادة من معرفته تلك في تحليل تلك المشكلات وتشخيصها وعلاجها. وتمثل التقاطعات أبرز الأماكن التي ينبغي جردها بدقة نظراً لكونها بؤراً للحوادث والتصادمات المرورية المحتملة ويعتبر مخطط الحالة (*Condition Diagram*) أداة عرض رئيسية في توضيح موجودات التقاطع في عملية الجرد، وهو رسم تخطيطي للتقاطع مبيناً عليه عناصر مثل علامات المرور والمرافق وتجهيزات الخدمات، والأشجار واستعمالات الأراضي المجاورة وغيرها من الأجسام حيث تعرض بدون مقياس رسم ويتم جردها من خلال رصد ميداني، كما في الشكل رقم (2-3-48). (ITE , 1994). وقد أعد نموذج لرصد مشاهدات ميدانية توضح مواضع الخلل في التقاطعات تحت الدراسة (أنظر الملحق ب). توضح الأشكال (من 2-3-49 إلى 2-3-52) مخططات لحالة تقاطعات الدراسة.

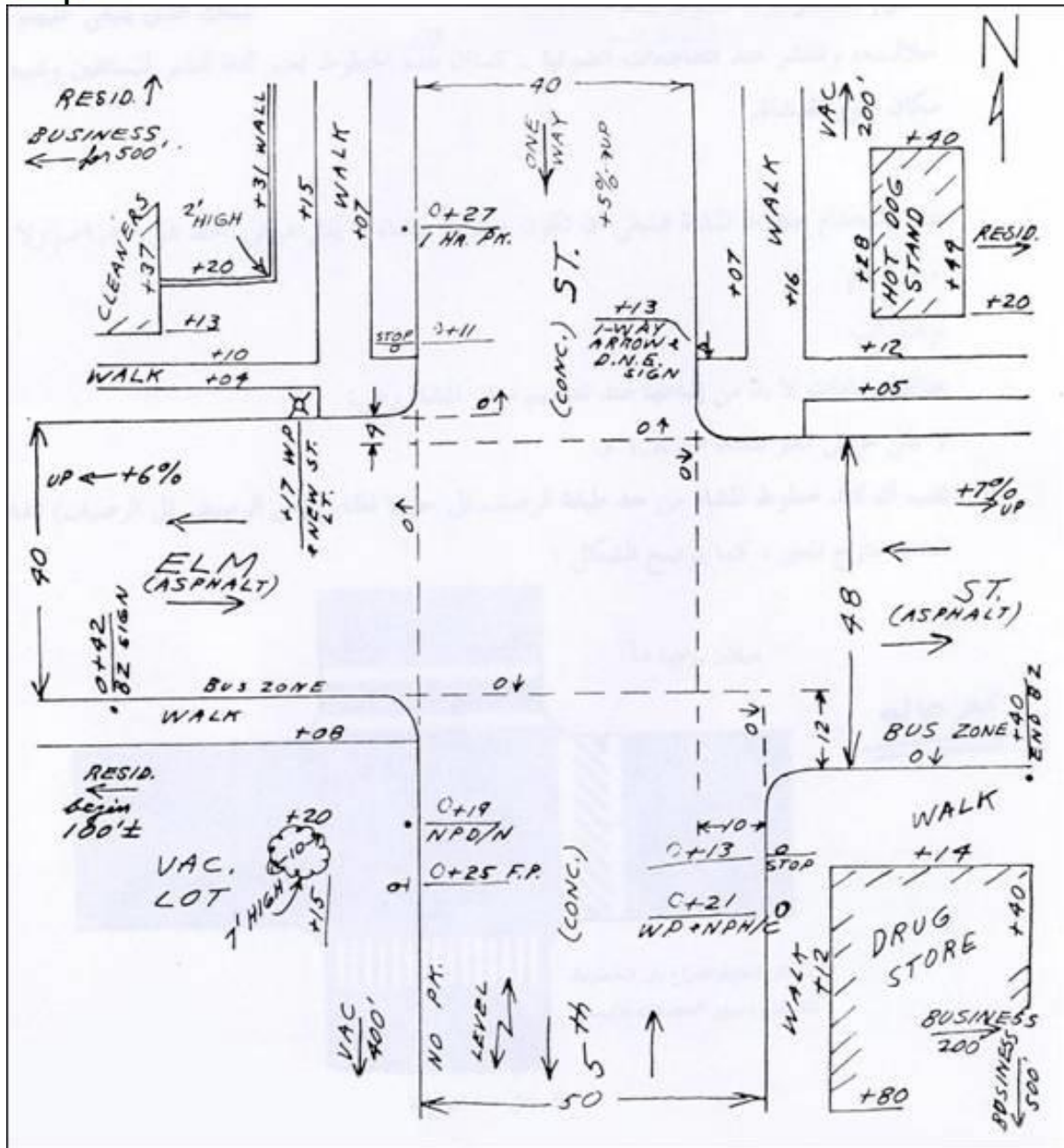


2-3-20 تجهيز الرسم التخطيطي الراهن

يعتبر الرسم التخطيطي لوضع التقاطع الراهن (Condition Diagram) أداة لوصف موجودات التقاطع بطريقة الجرد وهو وسيلة مساعدة لمهندس المرور في تحليله المكتبي. ويحتوي على كافة العناصر من الوصف وأشياء التقاطع، وهذه الأوصاف والموجودات التي ينبغي احتوائها في الرسم التخطيطي هي:

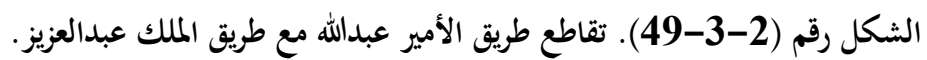
1. أسماء الشوارع.
2. التصنيف الوظيفي للشوارع.
3. زاوية تقاطع الشوارع.
4. عرض الشوارع.
5. المواقف الجانبية سواء محددة أم غير محددة.
6. ميلان طرق التقاطع.
7. أنصاف أقطار زوايا التقاطع.
8. ممرات المشاة الجانبية.
9. العلامات الأرضية (الأسهم والخطوط).
10. تعليمات المرور (مكان الوقوف في التقاطع على سبيل المثال).
11. تجهيزات التحكم المروري (إشارات ضوئية ولوحات).
12. السرعات المحددة على طرق التقاطع.
13. معوقات الرؤية محددة بمكانها وارتفاعاتها.

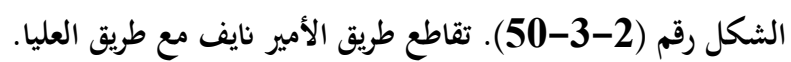




الشكل رقم (2-3-48). رسم حالة التقاطع الراهنة.



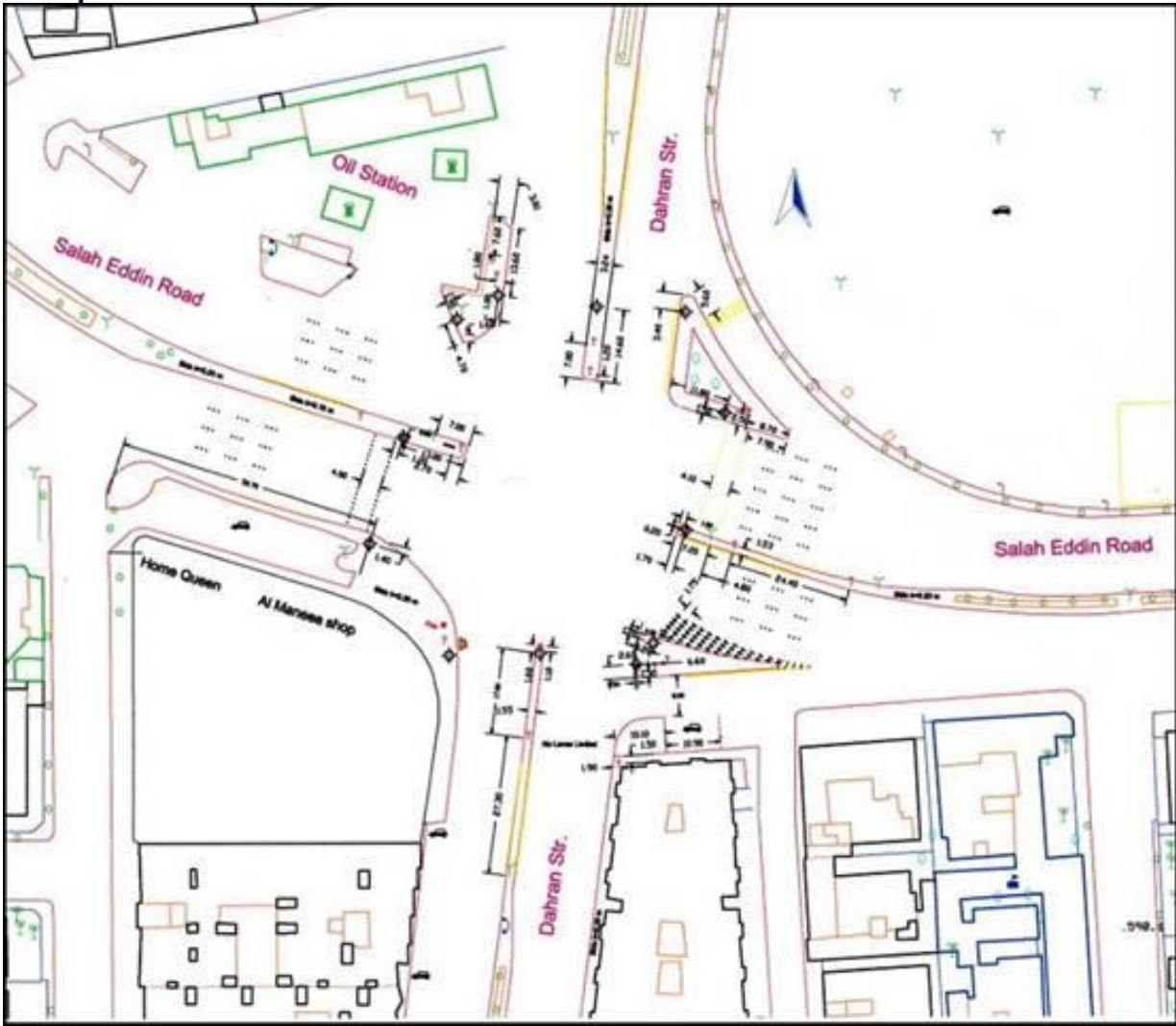






الشكل رقم (2-3-51). تقاطع طريق الأمير عبدالمحسن مع شارع زيد بن الخطاب.





الشكل رقم (2-3-52). تقاطع شارع الظهران مع طريق صلاح الدين الأيوبي.





ومن خلال القياسات من رسومات هذه التقاطعات يتبين ما يلي:

- زاوية التقاطع أكبر من 60° وهي متوافقة مع المعايير المقبولة التي توفر مجالاً كافياً للرؤية وكذلك انسيابية لحركة السير.
- أنصاف أقطار الالتفاف في زوايا كل تقاطع تزيد عن 7.5م بحيث توفر حركة الالتفاف ميسرة بسرعة مناسبة ودون اضطراب المركبات خصوصاً الشاحنات من تسلق الرصيف الأمر الذي يؤثر على مستخدمي الرصيف من جهة ويعرض للتلف الممتلكات عليه من جهة أخرى.
- يبدو عرض المسارات، في حال تحديدها مثل تقاطع طريق الأمير عبدالله وطريق الملك عبدالعزيز، كافياً (3.6م) وهو ما يتوافق مع المعايير المثالية لعرض المسارات.
- عرض الجزر الوسطية متفاوت، فيما يتجاوز 3.5م في بعض التقاطعات إلا أنه يقل عن 2.5 في أخرى، وفي هذه الأخيرة يحول ذلك العرض دون إضافة مسارات تخزين عند الحاجة لها.
- يتبين تصميم المواقف الجانبية من مثالي (متوافق مع المعايير) إلى أقل من ذلك بقليل.
- اختلاف ارتفاع اللوحات المرورية وهو ما يتطلب إخضاعها لمعايير تركيب اللوحات المرورية وهو ما سيتم تناوله.
- ممرات ومعايير المشاة تحتاج إلى إعادة النظر لوضع المواصفات المعيارية لها وهذا سيخصص له جزء قادم.
- في حين توافر المواصفات الهندسية الخاصة بالمعاقين، وإن جزئياً، في بعض التقاطعات إلا أنها مغيبة تماماً، وسيتم تناول المعايير الخاصة بذوي الاحتياجات الخاصة في هذه الدراسة.

2-3-21 دراسات السرعة

تتنوع مواقع رصد السرعات في منطقة الدراسة وذلك بحسب نوع الطريق فمنها ما هو على طريق شرياني رئيسي، وآخر رئيسي ولكن أقل مستوى إذ لا يوجد طريق خدمة، وموقع على طريق الخدمة، وآخر على طريق داخل منطقة الدراسة، وموقع على طريق سكني، ويهدف هذا التنوع إلى الوقوف على الفروقات بين السرعات باختلاف أماكن الرصد وهو ما يرتبط بسلوك السائقين، وسرعتهم في أماكن مختلفة، مما يساعد على تقييم وضع السرعة المحددة ومدى إطاعة السائقين لها وارتباط ذلك بمواصفات الطريق الهندسية.

ولابد من الإحاطة إلى أن بعض أماكن الرصد اختيرت بقرب التقاطعات المحكومة بإشارات ضوئية وذلك لدراسة منطقة الارتباك ومدى وجودها قرب التقاطع ما من شأنه كشف القصور، إن وجد، في تشغيل الإشارة الضوئية وتصميم وقتها نظراً لعلاقة ذلك بعناصر الطريق الهندسية وسلامة المرور سواء السيار أو المشاة.



وعلى المهندس قبل البدء بإجراء دراسات السرعة هندسياً بناء خلفية نظرية تعده لذلك، ولهذا الغرض تم إعداد ملفاً نظرياً يعرف بدراسات السرعة اللحظية (Spot Speed) في الملحق (أ).

تم اختيار 5 مواقع لرصد السرعات في منطقة الدراسة في حي الملك فهد حيث تنوعت المواقع حسب حجم الحركة المرورية على الطريق، كما يوضح الشكل 2-3-43 والشكل 2-3-44. ويلاحظ أن هناك 4 مواقع في تقاطع طريق الأمير عبدالله مع طريق الملك عبد العزيز وتقاطع الأمير نايف مع شارع العليا العام إضافة الى موقع داخل حي سكني (شارع سيد قطب) أما في منطقة الملز فكان هناك 5 مواقع لرصد السرعات وذلك في تقاطع الأمير عبد المحسن مع شارع زيد بن الخطاب (شمال) وتقاطع الظهران مع طريق صلاح الدين الأيوبي إضافة الى موقع داخل الحي السكني (شارع عبد الله بن الأرقم).

فيما يلي استعراض لتحليلات السرعات لتقاطعات الدراسة الأربعة.



الشكل رقم (2-3-53). مواقع رصد السرعات في منطقة الدراسة الواقعة في حي الملك فهد.



الشكل رقم (2-3-54). مواقع رصد السرعات في منطقة الدراسة الواقعة في حي الملز.

2-3-22 تقاطع طريق الأمير عبد الله مع طريق الملك عبدالعزيز

- تقاطع طريق الأمير عبد الله مع طريق الملك عبدالعزيز على مستوى طريق الأمير عبد الله (اتجاه الغرب)

العلامات الأرضية:

- اتجاه السير: أسهم الاتجاهات الأرضية موجودة
- خط الرصيف: موجود .
- خط التوقف: يوجد.
- خطوط المشاة: توجد.

الإشارات:

مجال الرؤية كافي والعدسات واضحة.

مسارات تخزين:

يوجد مسار للتخزين مكون من حارة و احدة.

المواقف:

لا يوجد مواقف لوجود طريق للخدمة.



- تقاطع طريق الامير عبد الله مع طريق الملك عبد العزيز على مستوى طريق الامير عبد الله (اتجاه الشرق)
العلامات الأرضية:

- اتجاه السير: أسهم الاتجاهات الأرضية موجودة.
- خط الرصيف: موجود .
- خط التوقف: يوجد.
- خطوط المشاة: توجد.

الإشارات:

مجال الرؤية كافي والعدسات واضحة.

مسارات تخزين:

يوجد مسار للتخزين مكون من حارة و احدة.

المواقف:

لا يوجد لوجود طريق للخدمة.

- تقاطع طريق الامير عبد الله مع طريق الملك عبد العزيز على مستوى طريق الملك عبد العزيز (اتجاه الجنوب)
العلامات الأرضية:

- اتجاه السير: أسهم الاتجاهات الأرضية موجودة.
- خط الرصيف: موجود .
- خط التوقف: يوجد.
- خطوط المشاة: توجد.

الإشارات:

مجال الرؤية كافي والعدسات واضحة.

مسارات تخزين:

يوجد مسار للتخزين مكون من حارة و احدة

المواقف:

لا يوجد لوجود طريق للخدمة.



- تقاطع طريق الأمير عبد الله مع طريق الملك عبد العزيز على مستوى طريق الملك عبد العزيز (اتجاه الشمال) العلامات الأرضية:

- اتجاه السير: أسهم الاتجاهات الأرضية موجودة
- خط الرصيف: موجود .
- خط التوقف: يوجد.
- خطوط المشاة: توجد.

الإشارات:

مجال الرؤية كافي والعدسات واضحة.

مسارات تخزين:

يوجد مسار للتخزين مكون من حارة و احدة

المواقف:

لا يوجد لوجود طريق للخدمة.

2-22-3-1 السرعة عند تقاطع طريق الأمير عبد الله مع طريق الملك عبد العزيز اتجاه الغرب

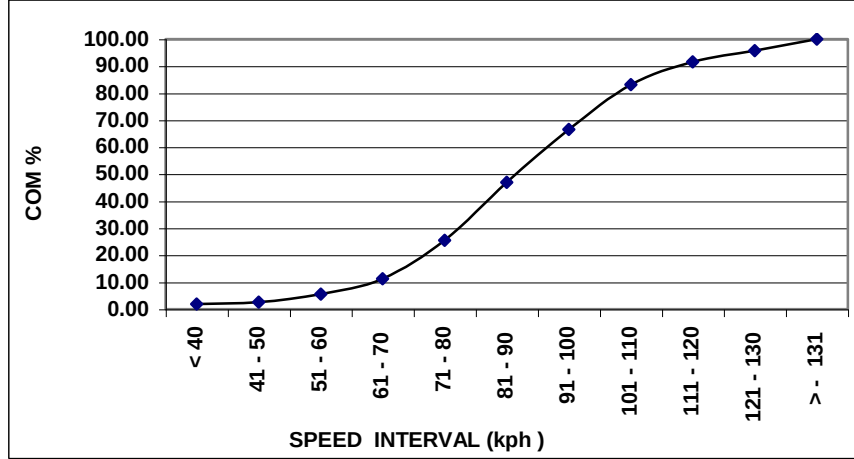
تم رصد بيانات السرعة لمدة 24 ساعة في هذا الموقع. وقد اختيرت عينة من هذه البيانات (3-4 مساءً) لإخضاعها للتحليل والدراسة، وكان اختيار هذا الوقت كونه الأقرب لتمثيل حالة التدفق الحر المطلوبة في دراسات السرعة. من جدول رقم (2-3-6) والشكل رقم (2-3-55) تبدو قيم الإحصاءات الملخصة من مشاهدات السرعة عالية نسبياً إذا ما عرفنا أن السرعة المحددة على هذا الجزء من الطريق هي 90 كم/ساعة.

المسار	حجم العينة	المتوسط (كم/سا)	الانحراف المعياري (كم/سا)	الوسيط (كم/سا)	المتوىة 85 (كم/سا)
اليسار	247	103.16	15.8	106.24	117
الوسط 1	488	96.59	23.63	94.97	119
الوسط 2	380	86.58	21.23	83.71	99
اليمين	294	73.5	20.88	72.44	88
الطريق	1257	92.53	22.5	90.15	111

جدول رقم (2-3-6). ملخص إحصاءات السرعة على طريق الأمير عبد الله - غرب.



والمثير للانتباه في الجدول أعلاه أن سرعة 85 مئوية تفوق السرعة المحددة سواء على مستوى المسار أو على مستوى الطريق و هو ما يضع استفهام حول مدى ملائمة السرعة المحددة لمواصفات الطريق الهندسية.



الشكل (2-3-55). السرعة التجميعية على مستوى الطريق _ طريق الأمير عبدالله

يوضح الشكل (2-3-55). السرعة التجميعية لكل الطريق التي يمكن استنباط ملخصات السرعة منها. يحتوي ملحق (أ) على ملف كامل لالقاء الضوء على دراسات السرعة وتحليلاتها الأولية.

2-22-3-2 السرعة في تقاطع طريق الملك عبد العزيز مع طريق الأمير عبدالله اتجاه جنوب

تم رصد بيانات السرعة لمدة 24 ساعة في هذا الموقع. وقد اختيرت عينة من هذه البيانات (3-4 مساءً) لإخضاعها للتحليل والدراسة، وكان اختيار هذا الوقت كونه الأقرب لتمثيل حالة التدفق الحر المطلوبة في دراسات السرعة. من جدول رقم (2-3-7) والشكل رقم (2-3-56) تبدو قيم الإحصاءات الملخصة من مشاهدات السرعة عالية نسبياً إذا ما عرفنا أن السرعة المحددة على هذا الجزء من الطريق هي 70 كم/ساعة.

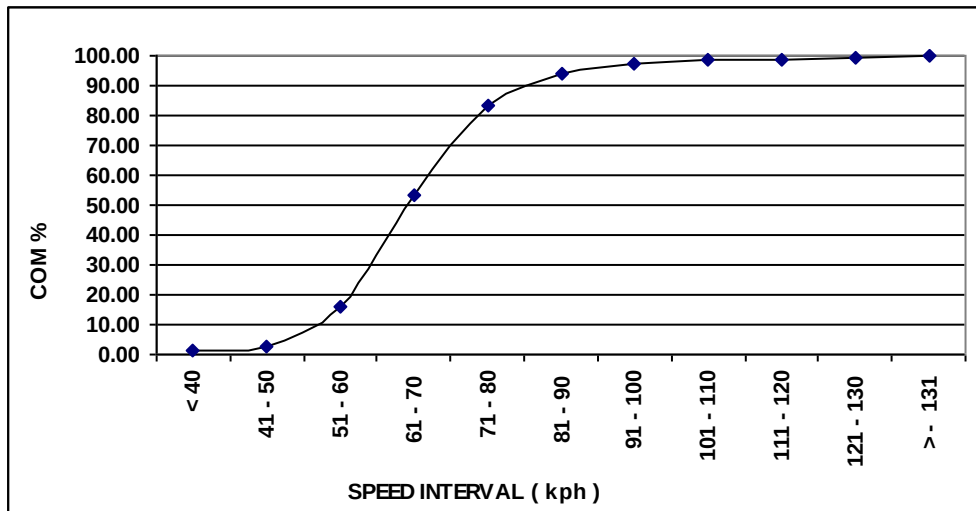
المسار	حجم العينة	المتوسط	الانحراف المعياري	الوسيط	المتوىة 85
--------	------------	---------	-------------------	--------	------------



	(كم/سا)	(كم/سا)	(كم/سا)	(كم/سا)	
اليسار	86.9	78.88	10.78	77.96	237
الوسط 1	77.2	69.23	18.6	71.33	311
الوسط 2	75.6	66.01	14.3	66.91	407
اليمين	69.3	67.62	18.5	70.52	201
الطريق	80.5	69.5	16.5	71.16	1264

جدول رقم (2-3-7). ملخص إحصاءات السرعة على طريق الملك عبد العزيز - جنوب.

والمنير للاعتباه في الجدول أعلاه أن سرعة 85 مئوية تفوق السرعة المحددة سواء على مستوى المسار أو على مستوى الطريق و هو ما يضع استنفهام حول مدى ملائمة السرعة المحددة لمواصفات الطريق الهندسية.



الشكل رقم (2-3-56). السرعة التجميعية على مستوى الطريق _ طريق الملك عبدالعزيز

يوضح الشكل رقم (2-3-56) السرعة التجميعية لكامل الطريق و التي يمكن استنباط ملخصات السرعة منها.

23-3-2 تقاطع شارع الأمير نايف مع شارع العليا

- تقاطع شارع العليا العام مع شارع الأمير نايف على مستوى شارع العليا العام (اتجاه الجنوب)
العلامات الأرضية:





- اتجاه السير: أسهم الاتجاهات الأرضية موجودة.
- خط الرصيف: موجود .
- خط التوقف: يوجد خط توقف.
- خطوط المشاة: توجد.

الإشارات:

مجال الرؤية كافي والعدسات واضحة.

مسارات تخزين:

يوجد مسار للتخزين مكون من حارة و احدة.

المواقف:

توجد مواقف بالقرب من زوايا التقاطع وقوف موازي غير منظم.

- تقاطع شارع العليا العام مع شارع الامير نايف علمستوى شارع العليا العام (اتجاه الشمال) العلامات الأرضية:

- اتجاه السير: أسهم الاتجاهات الأرضية موجودة.
- خط الرصيف: موجود .
- خط التوقف: يوجد.
- خطوط المشاة: لا يوجد.

الإشارات:

مجال الرؤية كافي والعدسات واضحة.

مسارات تخزين:

يوجد مسار للتخزين مكون من حارة و احدة.

المواقف:

توجد مواقف بالقرب من زوايا التقاطع وقوف موازي محدد بخط.

- تقاطع شارع العليا العام مع شارع الامير نايف علمستوى شارع الامير نايف (اتجاه الغرب) العلامات الأرضية:

- اتجاه السير: أسهم الاتجاهات الأرضية غير موجودة.





- خط الرصيف: موجود.
- خط التوقف: يوجد.
- خطوط المشاة: توجد.

الإشارات:

مجال الرؤية كافي والعدسات واضحة.

مسارات تخزين:

يوجد مسار للتخزين مكون من حارة و احدة.

المواقف:

توجد مواقف بالقرب من زوايا التقاطع وقوف موازي غير منظم.

- تقاطع شارع العليا العام مع شارع الأمير نايف علمستوى شارع الأمير نايف (اتجاه الشرق)

العلامات الأرضية:

- اتجاه السير: أسهم الاتجاهات الأرضية غير موجودة
- خط الرصيف: موجود.
- خط التوقف: يوجد خط توقف.
- خطوط المشاة: لا يوجد.

الإشارات:

مجال الرؤية كافي والعدسات واضحة.

مسارات تخزين:

يوجد مسار للتخزين مكون من حارة و احدة.

المواقف:

توجد مواقف بالقرب من زوايا التقاطع وقوف موازي غير منظم.

2-3-1 السرعة في شارع الأمير نايف - اتجاه غرب

تم رصد بيانات السرعة لمدة 24 ساعة في هذا الموقع. وقد اختيرت عينة من هذه البيانات (3-4 مساءً) لإخضاعها للتحليل والدراسة، وكان اختيار هذا الوقت كونه الأقرب لتمثيل حالة التدفق الحر المطلوبة في دراسات السرعة.

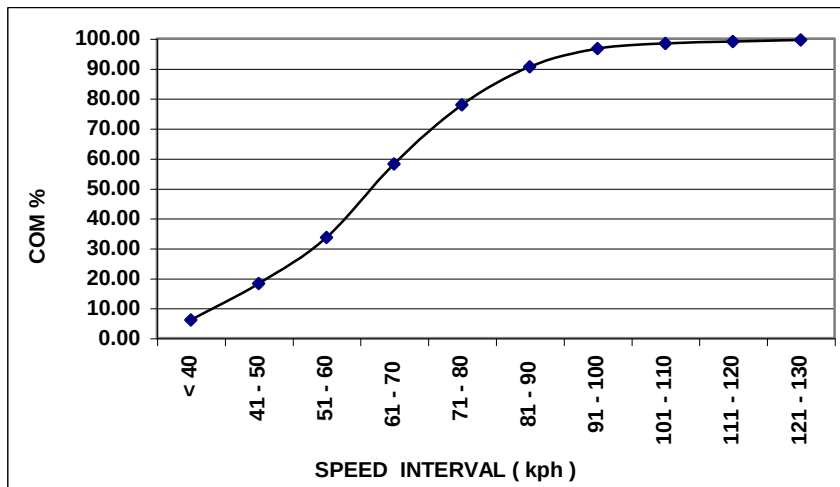


من جدول (2-3-8) والشكل (2-3-57) تبدو قيم الإحصاءات الملخصة من مشاهدات السرعة عالية نسبياً إذا ما عرفنا أن السرعة المحددة على هذا الجزء من الطريق غير محددة ولكن يمكن افتراضها 70 كم/ساعة قياساً على الشوارع المجاورة.

المسار	حجم العينة	المتوسط (كم/سا)	الانحراف المعياري (كم/سا)	الوسيط (كم/سا)	المتوىة 85 (كم/سا)
اليسار	295	75.6	16.7	80.49	93.3
الوسط 1	255	75.79	23.04	72.44	86.9
اليمين	304	56.67	24	53.9	85.6
الطريق	851	67.16	20.23	66.01	83.7

جدول رقم (2-3-8). ملخص إحصاءات السرعة على شارع الأمير نايف - غرب.

سرعة 85 مئوية تفوق السرعة المحددة سواء على مستوى المسار أو على مستوى الطريق .



الشكل رقم (2-3-57). السرعة التجميعية على مستوى الطريق - الأمير نايف مع العليا يوضح الشكل رقم (2-3-57) السرعة التجميعية لكامل الطريق و التي يمكن استنباط ملخصات السرعة منها.

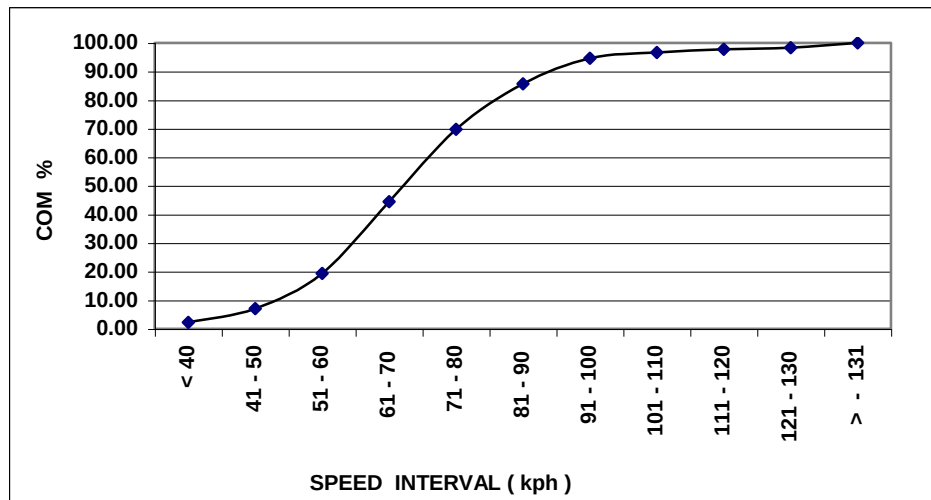
2-23-3-2 السرعة في شارع العليا - اتجاه شمال



تم رصد بيانات السرعة لمدة 24 ساعة في هذا الموقع. وقد اختيرت عينة من هذه البيانات (3-4 مساءً) لإخضاعها للتحليل والدراسة، وكان اختيار هذا الوقت كونه الأقرب لتمثيل حالة التدفق الحر المطلوبة في دراسات السرعة. من جدول (2-3-9) والشكل (2-3-58) تبدو قيم الإحصاءات الملخصة من مشاهدات السرعة عالية نسبياً إذا ما عرفنا أن السرعة المحددة على هذا الجزء من الطريق هي 70 كم/ساعة.

المسار	حجم العينة	المتوسط (كم/سا)	الانحراف المعياري (كم/سا)	الوسيط (كم/سا)	المتوىة 85 (كم/سا)
اليسار	295	75.6	16.7	80.49	93.3
الوسط 1	255	75.79	23.04	72.44	86.9
اليمن	304	56.67	24	53.9	85.6
الطريق	851	67.16	20.23	66.01	83.7

جدول رقم (2-3-9). ملخص إحصاءات السرعة على شارع العليا - شمال



الشكل رقم (2-3-58). السرعة التجميعية على شارع العليا العام-شمال

يوضح الشكل 2-3-58 السرعة التجميعية لكل الطريق التي يمكن استنباط ملخصات السرعة منها.

2-3-24 تقاطع شارع الظهران مع طريق صلاح الدين الأيوبي

- تقاطع شارع الظهران مع طريق صلاح الدين الأيوبي علمستوى طريق صلاح الدين (اتجاه الغرب)
العلامات الأرضية:





- اتجاه السير: أسهم الاتجاهات الأرضية غير موجودة لكن المسارات محددة بعيون قطط.
- خط الرصيف: موجود.
- خط التوقف: يوجد خط توقف.
- خطوط المشاة: توجد.

الإشارات:

مجال الرؤية كافي والعدسات واضحة.

مسارات تخزين:

يوجد مسار للتخزين مكون من حارة و احدة.

المواقف:

لا تقترب المواقف الجانبية من زوايا التقاطع وبالتالي لا تشكل مشكلة على سلامة الحركة في منطقة التقاطع.

- تقاطع شارع الظهران مع طريق صلاح الدين الأيوبي علمستوى طريق صلاح الدين (اتجاه الشرق)

العلامات الأرضية:

- اتجاه السير: أسهم الاتجاهات الأرضية غير موجودة لكن المسارات محددة بعيون قطط.
- خط الرصيف: موجود.
- خط التوقف: يوجد خط توقف.
- خطوط المشاة: يوجد.

الإشارات:

مجال الرؤية كافي والعدسات واضحة.

مسارات تخزين:

يوجد مسار للتخزين مكون من حارة و احدة.

المواقف:

لا تقترب المواقف الجانبية من زوايا التقاطع وبالتالي لا تشكل مشكلة على سلامة الحركة في منطقة التقاطع.

- تقاطع شارع الظهران مع طريق صلاح الدين الأيوبي علمستوى شارع الزهران (اتجاه الجنوب)

العلامات الأرضية:

- اتجاه السير: أسهم الاتجاهات الأرضية غير موجودة والمسارات غير موجودة.





- خط الرصيف: موجود .
- خط التوقف: لا يوجد.
- خطوط المشاة: لا توجد.

الإشارات:

مجال الرؤية كافي والعدسات واضحة.

مسارات تخزين:

يوجد مسار للتخزين مكون من حارة و احدة.

المواقف:

توجد مواقف على جانب الطريق بشكل موازى غير مخططة.

- تقاطع شارع الظهران مع طريق صلاح الدين الأيوبي علمستوى شارع الزهران (اتجاه الشمال)

العلامات الأرضية:

- اتجاه السير: أسهم الاتجاهات الأرضية غير موجودة لكن المسارات محددة بعيون قطط.
- خط الرصيف: موجود .
- خط التوقف: يوجد خط توقف.
- خطوط المشاة: لا يوجد.

الإشارات:

مجال الرؤية كافي والعدسات واضحة.

مسارات تخزين:

يوجد مسار للتخزين مكون من حارة و احدة.

المواقف:

لا تقترب المواقف الجانبية من زوايا التقاطع.

2-3-24-1 السرعة في تقاطع شارع الظهران مع طريق صلاح الدين الأيوبي

تم رصد بيانات السرعة في مكانين في هذا التقاطع وذلك في وقت غير وقت الذروة، حيث أخذ الموقع الأول على شارع الظهران في اتجاه شمال، أما الآخر فكان على طريق صلاح الدين الأيوبي في اتجاه الغرب، ويلخص جدول (2-2-



(10-3) وجدول (11-3-2) أدناه السرعات من هذين الموقعين ولا بد من الإشارة أن شارع الظهران يفتقد لوجود لوحة تحدد السرعة ويمكن تقدير السرعة المحددة عليه بـ 70 كم/سا كما هو الحال على طريق صلاح الدين.

المسار	حجم العينة	المتوسط (كم/سا)	الانحراف المعياري (كم/سا)	الوسيط (كم/سا)	المتوىة 85 (كم/سا)
اليسار	272	67.19	16.07	65.21	78
اليمن	474	60.36	14.15	59.57	75.6
الطريق	729	62.91	15.24	61.18	75.6

جدول رقم (10-3-2). ملخص إحصاءات السرعة على شارع الظهران - شمال.

المسار	حجم العينة	المتوسط (كم/سا)	الانحراف المعياري (كم/سا)	الوسيط (كم/سا)	المتوىة 85 (كم/سا)
اليسار	287	69.38	16.9	70.84	82
الوسط	321	69.85	19.3	67.62	78.8
اليمن	443	66.5	16.97	64.4	77.2
الطريق	1166	67.22	16.99	66.01	78

جدول رقم (11-3-2). ملخص إحصاءات السرعة على طريق صلاح الدين - غرب.

يلاحظ من الملخص الإحصائي لمعلومات السرعة في هذين الجدولين الآتي:

أن السرعات عالية إجمالاً، فسرعة متوىة 85 تتجاوز السرعة المحددة إذ تصل على شارع الظهران تصل إلى 76 كم/سا وعلى شارع صلاح الدين تصل إلى 78 كم/سا وذلك على مستوى الطريق، بينما السرعة المحددة على الطريقين 70 كم/سا، وهو ما يشير إلى عدم ملائمة السرعة المحددة.

25-3-2 تقاطع شارع الأمير عبد المحسن مع شارع زيد بن الخطاب

- تقاطع شارع زيد بن الخطاب مع شارع الأمير عبد المحسن على مستوى شارع الأمير عبد المحسن (اتجاه الغرب)

العلامات الأرضية:





- اتجاه السير: أسهم الاتجاهات الأرضية غير موجودة.
- خط الرصيف: لا يوجد .
- خط التوقف يوجد
- خطوط المشاة لا يوجد ملاحظة ان اشارة المشاة لا تعمل بالتقاطع

الإشارات:

مجال الرؤية كافي والعدسات واضحة.

مسارات تخزين:

لا يوجد.

المواقف:

توجد مواقف على جانب الطريق بشكل موازي.

- تقاطع شارع زيد بن الخطاب مع شارع الامير عبد المحسن علمستوى شارع زيد بن الخطاب (اتجاه الجنوب)

العلامات الأرضية:

- اتجاه السير: أسهم الاتجاهات الأرضية غير موجودة.
- خط الرصيف: لا يوجد .
- خط التوقف يوجد.
- خطوط المشاة لا يوجد ملاحظة ان اشارة المشاة لا تعمل بالتقاطع.

الإشارات:

مجال الرؤية كافي والعدسات واضحة.

مسارات تخزين:

يوجد مسار للتخزين مكون من حارة و احدة.

المواقف:

توجد مواقف على جانب الطريق بشكل موازي.



- تقاطع شارع زيد بن الخطاب مع شارع الأمير عبد المحسن علممستوى شارع زيد بن الخطاب (اتجاه الشمال)

العلامات الأرضية:

- اتجاه السير: أسهم الاتجاهات الأرضية غير موجودة.
- خط الرصيف: لا يوجد .
- خط التوقف يوجد.
- خطوط المشاة: لا يوجد ملاحظة ان اشارة المشاة لا تعمل بالتقاطع.

الإشارات:

مجال الرؤية كافي والعدسات واضحة.

مسارات تخزين:

يوجد مسار للتخزين مكون من حارة واحدة.

المواقف:

توجد مواقف على جانب الطريق بشكل موازي.

1-25-3-2 السرعة في تقاطع شارع الأمير عبد المحسن مع شارع زيد بن الخطاب

تم رصد بيانات السرعة في هذا التقاطع وذلك في وقت غير الذروة في اتجاه الشمال ورغم أن السرعة المحددة غير موجودة على الطريق إلا أنه بالإمكان تقديرها بـ 50 كم/سا عطفاً على اللوحة الموجودة على شارع الأمير عبدالمحسن. وعليه وكما يلخص جدول (2-3-12) أدناه فإن مئوية 85 تصل إلى حوالي 65 كم/سا على مستوى الطريق وهي أعلى من السرعة المحددة ما يعطي مؤشراً لارتفاع سرعة الحركة في هذا الموقع.

جدول رقم (2-3-12). ملخص إحصاءات السرعة على شارع الأمير عبدالمحسن - شمال.

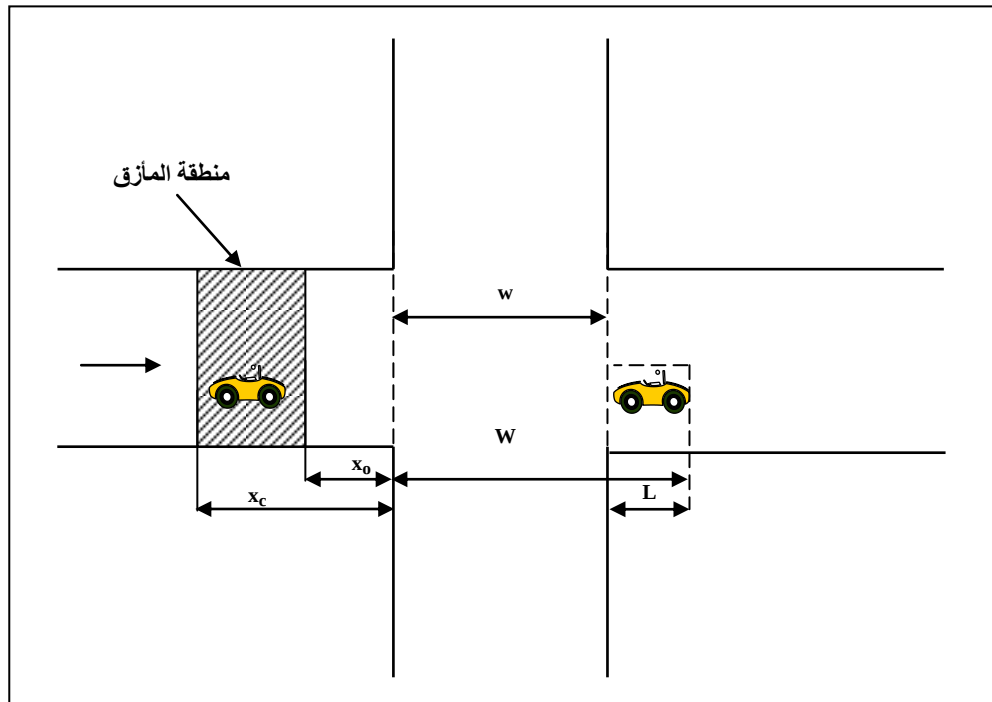
المسار	حجم العينة	المتوسط (كم/سا)	الانحراف المعياري (كم/سا)	الوسيط (كم/سا)	المئوية 85 (كم/سا)
--------	------------	--------------------	------------------------------	-------------------	-----------------------



75.6	46.7	32.06	55.31	281	اليسار
53.1	38.65	19.7	43	217	اليمن
64.4	41.87	28.04	49.95	493	الطريق

2-3-26 منطقة الارتباك والتردد Dilemma Zone

أحياناً ما يقع السائق عند اقترابه من إشارة ضوئية لحظة إضاءة النور الأصفر في حالة من الارتباك نتيجة تردده بين التوقف أو عبور التقاطع، وهو حال ينجم عنه تخوفه من الضغط على الكابح وإيقاف المركبة ما قد يعرضه لصدم خلفي، أو زيادة سرعة المركبة واللاحاق بعبور التقاطع قبل ظهور الضوء الأحمر ما قد يعرضه للصدم الزاوي مع مركبة من اتجاه متعارض. ويحدث ذلك الارتباك للسائق على بعد مسافة من التقاطع في منطقة تعرف بمنطقة الارتباك أو المأزق (Dilemma Zone)، كما يوضحها الشكل رقم (2-3-59).



الشكل رقم (2-3-59). منطقة الارتباك.

فإذا كان السائق على مسافة x كما في الشكل، وهو متردد بين التوقف والعبور فإن قراره بالتوقف يعني إيقاف المركبة خلال المسافة x ، أما إذا كان ما قرر العبور فهو بالتالي يحتاج إلى قطع مسافة $(w + x + L)$ قبل ظهور الضوء الأحمر، حيث w تمثل عرض الطريق و L تمثل طول المركبة.



يعمل مهندس المرور على إزالة أو تقليص منطقة الارتباك ويمكن ذلك من خلال:

- تغيير السرعة المحددة على طريق التقاطع.

- اختيار طول الوقت الأصفر المناسب.

وهناك علاقة تربط هذين المتغيرين (السرعة المحددة والوقت الأصفر) وهي :

$$(1) \quad \tau_{\min} = \delta_2 + \frac{v_o}{2a_2^*} + \frac{W + L}{v_o}$$

$\tau_{\min}$ = أقل وقت أصفر (ث).

δ_2 = رد فعل السائق (ث).

v_o = السرعة المحددة (م/ث).

a_2^* = التباطؤ المريح (م/ث²).

W = عرض التقاطع (م).

L = طول المركبة (م).

ويمكن الإشارة إلى أن العلاقة أعلاه يدخل فيها عوامل بشرية وهي زمن رد الفعل، والتباطؤ المريح للسائق والراكب، وأخرى هندسية وهي السرعة المحددة.

لكشف مشكلة منطقة الارتباك، فعلى عمل ذلك من خلال خطوتين:

1. حساب الوقت الصفر الأقل من العلاقة السابقة.

2. تقدير طول منطقة الارتباك (نظرياً) من خلال العلاقة:

$$(2) \quad D = v_o \delta_2 - v_o \tau + \frac{v_o^2}{2a_2^*} + W + L$$

حيث D = طول منطقة الارتباك

وعليه فإن المعطيات المطلوبة في الخطوتين أعلاه هي:

a_2^* ، δ_2 ، v_o ، τ_2

ويمكن اعتبار $a_2^* = 3$ م/ث² و $\delta_2 = 1.5$ ث ، $L = 6$ م

بينما المعطيات الأخرى فيتم رصدها من موقع الدراسة.

عندما يتحقق $X_o < X_c$ فإن ذلك يعني نشوء منطقة المأزق، وعليه لابد من معالجة وجودها وذلك عن طريق تغيير

السرعة المحددة، أو اختيار الوقت الأصفر الأمثل حسب العلاقة (1).



2-3-26-1 تحليل منطقة الارتباك والتردد لتقاطعات الدراسة

1. تقاطع طريق الأمير عبدالله مع طريق الملك عبدالعزيز:

عند تحليل السرعات وإجراء حسابات منطقة المأزق وفق التوضيح في الجزء النظري السابق للطريقين في اتجاه الغرب واتجاه الجنوب في هذا التقاطع تبين مايلي:

1. وجود منطقة المأزق.
 2. عدم ملائمة الوقت الأصفر الراهن.
- ففي اتجاه الجنوب تم الحصول على البيانات الآتية:

مئوية السرعة 85 للطريق (كم/سا)	طول منطقة المأزق (D) (م)	أقل وقت أصفر (τ_{min}) (ثانية)
80.5	65	5.9

وفي اتجاه الغرب تم الحصول على البيانات الآتية:

مئوية السرعة 85 للطريق (كم/سا)	طول منطقة المأزق (D) (م)	أقل وقت أصفر (τ_{min}) (ثانية)
111	113	6.7

ويمكن من تحليل النتائج في الجدولين إبراز الملاحظات التالية:

1. تجاوز السائقين للسرعة المحددة، ما يعني أن تصميم وقت الإشارة على أساس السرعة المحددة غير ملائم وهو ما يجب تنبه المهندس له عند تقييم أو مراجعة وقت الإشارة.
2. اتساع طول منطقة المأزق، فعلى افتراض أن طول السيارة 6م، فإن هناك من 10 إلى 18 سيارة سوف تكون داخل هذه المنطقة عند إضاءة النور الأصفر وذلك في كل مرحلة من مراحل الإشارة، فإذا كان هناك حوالي 15 دورة زمنية فإن ذلك يعني أن ما لا يقل عن 150 سيارة في اتجاه الغرب و 270 سيارة خلال الساعة ستعرض لمخاطرة التواجد في منطقة المأزق. والاتساع في طول هذه المنطقة بالشكل



عام يعزز فرصة تعرض سيارة أو أكثر في كل دورة زمنية للوقوع في مخاطرة ارتباك وتردد السائقين بين التوقف والعبور وهو سلوك ينطوي على مخاطرة الوقوع في صدم خلفي أو زاوي. واللافت في توقيت الإشارة أثناء وقت الرصد أن وقت الكل أحمر يزيد على الوقت الأصفر وهو مخالف للمتعارف عليه قياسياً في إرشادات تصميم وقت الإشارة حيث يكون العكس.

ملائمة السرعة المحددة

أظهر تحليل السرعات في مواقع الدراسة أن السرعات المحددة على الطريق في اتجاه الجنوب في هذا المواقع لا تتوافق مع سلوك القيادة حيث مئوية 85 (111 كم/سا) أعلى من 70 كم/سا المحددة، وهو شأن مهم لمهندس المرور عند اختيار السرعة المحددة. يلخص جدول 2-3-13 السرعات 85 المئوية وكذلك السرعات المحددة في هذا الموقع.

الموقع	السرعة المحددة (كم/سا)	مئوية 85 (كم/سا)
تقاطع الأمير عبدالله مع طريق الملك عبدالعزيز - اتجاه غرب - اتجاه جنوب	90 70	111 80.5

جدول رقم (2-3-13). السرعة المحددة ومئوية 85.

2. تقاطع طريق العليا مع طريق الأمير نايف:

عند تحليل السرعات وإجراء حسابات منطقة المأزق وفق التوضيح في الجزء النظري السابق للطريقين في اتجاه

الغرب واتجاه الجنوب في هذا التقاطع تبين مايلي:

1. وجود منطقة المأزق.
 2. عدم ملائمة الوقت الأصفر الراهن.
- ففي اتجاه الجنوب تم الحصول على البيانات الآتية:

مئوية السرعة 85 للطريق (كم/سا)	طول منطقة المأزق (D) (م)	أقل وقت أصفر (τ_{min}) (ثانية)
-----------------------------------	-----------------------------	--



6.4	34	88.5
-----	----	------

وفي اتجاه الغرب تم الحصول على البيانات الآتية:

أقل وقت أصفر ($\tau_{\min}$) (ثانية)	طول منطقة المأزق (D) (م)	مئوية السرعة 85 للطريق (كم/سا)
6.3	30	83.7

ويمكن من تحليل النتائج في الجدولين إبراز الملاحظات التالية:

1. تجاوز السائقين للسرعة المحددة، ما يعني أن تصميم وقت الإشارة على أساس السرعة المحددة غير ملائم وهو ما يجب تنبه المهندس له عند تقييم أو مراجعة وقت الإشارة.
 2. اتساع طول منطقة المأزق، فعلى افتراض أن طول السيارة 6م، فإن هناك نحو 5 سيارات سوف تكون داخل هذه المنطقة عند إضاءة النور الأصفر وذلك في كل مرحلة من مراحل الإشارة، فإذا كان هناك حوالي 15 دورة زمنية فإن ذلك يعني أن ما لا يقل عن 75 سيارة في كل اتجاه ستتعرض لمخاطرة التواجد في منطقة المأزق. والاتساع في طول هذه المنطقة بالشكل عام يعزز فرصة تعرض سيارة أو أكثر في كل دورة زمنية للوقوع في مخاطرة ارتباك وتردد السائقين بين التوقف والعبور وهو سلوك ينطوي على مخاطرة الوقوع في صدم خلفي أو زاوي.
- واللافت في توقيت الإشارة أثناء وقت الرصد أن وقت الكل أحمر يزيد على الوقت الأصفر وهو مخالف للمتعارف عليه قياسياً في إرشادات تصميم وقت الإشارة حيث يكون العكس.
- كما يوضح جدول رقم (2-3-14) عدم ملائمة السرعة المحددة على الطريقين غي هذا التقاطع إذ أن سرعة مئوية 85 تتجاوز السرعة المحددة في كليهما.

الموقع	السرعة المحددة (كم/سا)	مئوية 85 (كم/سا)
تقاطع طريق العليا مع طريق الأمير نايف - اتجاه غرب - اتجاه جنوب	70 70	83.7 88.5

جدول رقم (2-3-14). السرعة المحددة ومئوية 85.



3. تقاطع شارع الظهران مع طريق صلاح الدين الأيوبي:

عند تحليل السرعات وإجراء حسابات منطقة المأزق وفق التوضيح في الجزء النظري السابق للطريقين في اتجاه الغرب واتجاه الجنوب في هذا التقاطع تبين مايلي:

1. وجود منطقة المأزق.
2. عدم ملائمة الوقت الأصفر الراهن.

ففي اتجاه الجنوب تم الحصول على البيانات الآتية:

مئوية السرعة 85 للطريق (كم/سا)	طول منطقة المأزق (D) (م)	أقل وقت أصفر (τ_{min}) (ثانية)
75.6	67	6.2

وفي اتجاه الغرب تم الحصول على البيانات الآتية:

مئوية السرعة 85 للطريق (كم/سا)	طول منطقة المأزق (D) (م)	أقل وقت أصفر (τ_{min}) (ثانية)
78	70	6.2

ويمكن من تحليل النتائج في الجدولين إبراز الملاحظات التالية:

1. تجاوز السائقين للسرعة المحددة، ما يعني أن تصميم وقت الإشارة على أساس السرعة المحددة غير ملائم وهو ما يجب تنبه المهندس له عند تقييم أو مراجعة وقت الإشارة، وهو ما يؤكد كذلك الأرقام في جدول (2-3-15).
2. اتساع طول منطقة المأزق، فعلى افتراض أن طول السيارة 6م، فإن هناك نحو 10 سيارات سوف تكون داخل هذه المنطقة عند إضاءة النور الأصفر وذلك في كل مرحلة من مراحل الإشارة، فإذا كان هناك حوالي 15 دورة زمنية فإن ذلك يعني أن ما لا يقل عن 150 سيارة في كل اتجاه ستتعرض لمخاطرة التواجد في منطقة المأزق. والاتساع في طول هذه المنطقة بالشكل عام يعزز فرصة تعرض سيارة أو أكثر



في كل دورة زمنية للوقوع في مخاطرة ارتباك وتردد السائقين بين التوقف والعبور وهو سلوك ينطوي على مخاطرة الوقوع في صدم خلفي أو زاوي.
وقت الكل أحمر يزيد على الوقت الأصفر وهو مخالف للمتعارف عليه قياسياً.

الموقع	السرعة المحددة (كم/سا)	مئوية 85 (كم/سا)
شارع الظهران مع طريق صلاح الدين الأيوبي - اتجاه غرب - اتجاه جنوب	70 70	78 75.6

جدول رقم (2-3-15). السرعة المحددة ومئوية 85.

4. تقاطع شارع الأمير عبدالمحسن مع شارع زيد بن الخطاب:

عند تحليل السرعات وإجراء حسابات منطقة المأزق وفق التوضيح في الجزء النظري السابق للطريقين في اتجاه الجنوب في هذا التقاطع تبين مايلي:

1. وجود منطقة المأزق.
 2. عدم ملائمة الوقت الأصفر الراهن.
- في اتجاه الجنوب تم الحصول على البيانات الآتية:

مئوية السرعة 85 للطريق (كم/سا)	طول منطقة المأزق (D) (م)	أقل وقت أصفر (τ_{min}) (ثانية)
64.4	55	6.1

ويمكن من تحليل النتائج في الجدولين إبراز الملاحظات التالية:



1. تجاوز السائقين للسرعة المحددة، ما يعني أن تصميم وقت الإشارة على أساس السرعة المحددة غير ملائم وهو ما يجب تنبيه المهندس له عند تقييم أو مراجعة وقت الإشارة، وتؤكد هذه الأرقام في جدول (2-16-3).

2. اتساع طول منطقة المأزق، فعلى افتراض أن طول السيارة 6م، فإن هناك نحو 9 سيارات سوف تكون داخل هذه المنطقة عند إضاءة النور الأصفر وذلك في كل مرحلة من مراحل الإشارة، فإذا كان هناك حوالي 15 دورة زمنية فإن ذلك يعني أن ما لا يقل عن 90 سيارة في كل اتجاه ستتعرض لمخاطرة التواجد في منطقة المأزق. وقت الكل أحمر يزيد على الوقت الأصفر.

مئوية 85 (كم/سا)	السرعة المحددة (كم/سا)	الموقع
64.4	50	شارع الأمير عبدالمحسن مع شارع زيد بن الخطاب - اتجاه جنوب

جدول رقم (2-16-3). السرعة المحددة ومئوية 85.

2-26-3-2 اختيار السرعة المحددة

تبين من التحليل السابق عدم التوافق بين السرعات المحددة في مواقع رصد السرعات ومئوية 85 ما يشير إلى مشكلات عدة منها ما يتعلق بالضبط المروري وأخرى تتعلق باختيار السرعة المحددة. وإن يثير اختيار السرعة المحددة جدلاً لا يتوقف بين المهندسين الممارسين، إلا أن الأسلوب المتعارف عليه مهنيًا يعتمد على سرعة مئوية 85.

المعيار:

- يمكن تحديد سرعة محددة على الطريق باستخدام علاقة تربط بين متوسط السرعات التقدير وكذلك الانحراف المعياري التقديري في مقطع الطريق المراد تحديد السرعة عليه، وهذه العلاقة هي:

$$\text{سرعة مئوية 85} = \text{متوسط السرعة} + 1.04 (\text{الانحراف المعياري للسرعة})$$

ويتطلب تطبيق المعيار أعلاه رصد عينة من السرعات تكون ممثلة للسرعات السائدة على الطريق. (أنظر الملحق أ ، خلفية عن السرعة و دراسات السرعة).



27-3-2 المواقف الجانبية عند التقاطعات

لوحظ في بعض تقاطعات الدراسة (مثل تقاطع الأمير عبدالمحسن مع شارع زيد بن الخطاب) عشوائية المواقف عند التقاطع، فالسيارات تقف في زوايا التقاطع مما يعيق حركات الالتفاف ويجعل من هذه الزوايا أماكن محتملة لوقوع حوادث. وتبين أن المعالجة الهندسية لذلك غير متوافرة وهو ما يتطلب إعادة تصميم زوايا التقاطع لمنع الوقوف وذلك إما عن طريق إبراز الأرصفة للخارج أو من خلال علامات أرضية توضح المنع إلى جانب لوحات منع الوقوف. من الناحية الهندسية فإن آخر موقف جانبي عند مدخل التقاطع ينبغي أن يكون على مسافة لا تقل عن 8.4م من معبر المشاة، كما في الشكل (2-3-54)، بينما يكون أول موقف بعد مخرج التقاطع على مسافة 20م من حافة الطريق المتقاطع.

إرشاد:

- الخطوط الأرضية لفراغات المواقف الجانبية تكون بيضاء.

1-27-3-2 المواقف الجانبية وسلامة المرور

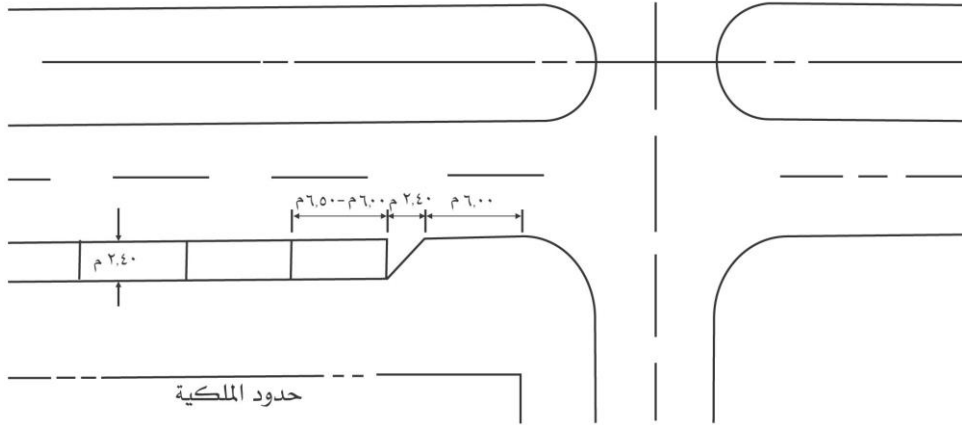
يخضع تصميم المواقف الجانبية على الطرق لاشتراطات ومعايير هندسية نظراً لتأثيرها ليس على الأداء التشغيلي فحسب وإنما على سلامة المرور. يوضح الشكل رقم (2-3-60) المعايير القياسية الرئيسية. يلاحظ من الشكل أن المواقف يجب أن تكون قبل الطريق المتقاطع بمسافة 8.4م خلف معبر المشاة وأن يكون هناك بروز في رصيف زاوية التقاطع (أو بالتخطيط الأرضي) لمنع الوقوف في زاوية التقاطع.

المعيار:

- يكون أول موقف جانبي قبل الطريق المتقاطع بمسافة 8.4م من معبر المشاة، ولا يقل عرض المواقف عن 2.4م ويتفاوت طوله من 6 إلى 6.5م.
- يفضل الوقوف الطولي عن المائل (زاوية 45°) خصوصاً بجوار التقاطعات للتقليل من تأثير التداخل مع الحركة الطولية على الطريق.
- في الشوارع الرئيسية والتي عليها نشاط تجاري ينصح بأن يكون عرض الموقف الجانبي من 3 إلى 3.6م وذلك لاستخدامها من قبل مركبات نقل البضائع (تحميل وتنزيل سريع).



- يفضل دوماً على الطرق الرئيسية أن يكون عرض الموقف الجانبي من 3 إلى 3.6م لإمكانية تحويل المواقف الجانبية إلى مسار إضافي لحركة السير خلال أوقات الذروة وذلك من خلال منع الوقوف خلالها، ويراعى تصميم زاوية التقاطع لتناسب ذلك.
- في الشوارع الداخلية في الأحياء السكنية يمكن أن يصل عرض المواقف إلى 2.1م.



الشكل رقم (2-3-60). موقف السيارات قرب التقاطع.

2-27-3-2 موقف الحافلات

تعتبر مواقف الحافلات عنصراً هندسياً في الطريق ويمكن أن تكون قرب التقاطعات أو في منتصف الوصلات. بجوار التقاطعات إما أن تكون في مدخل التقاطع أو بعد الخروج منه وهذا يحكمه تقدير المهندس من حيث حجم المرور وحركة المشاة في التقاطع وحجم السيارات الملتفة لليمين وكذلك خط سير الحافلات وهو ما يحتاج إلى دراسة خاصة به. أما في منتصف الوصلة فيرتبط موقف الحافلة بمعبر مشاة وذلك لخدمة ركاب الحافلة. يعتمد التصميم الهندسي لموقف الحافلة على عوامل عدة منها نوع الطريق، وجود طريق الخدمة، حجم الحافلة، توافر المساحة الجانبية الكافية. وبالشكل عام يقتطع جزء من المواقف الجانبية لموقف الحافلة، ويمكن تخصيص مسارات لدخول وخروج الحافلة من وإلى الموقف ولكن لا يكون ذلك إلا في الطرق الشريانية الرئيسية.

2-3-28 التقاطعات الداخلية

لم تقتصر هذه الدراسة على دراسة التقاطعات الرئيسية التي تم اختيارها وتحليلها في الجزء السابق وإنما تمت دراسة التقاطعات داخل الأحياء السكنية (الداخلية) للوقوف على المشكلات من ناحية السلامة المرورية. ونظراً لارتباط



السرعات المرصودة على الوصلات الداخلية بتقاطعاتها يقدم الجزء تحليلاً للسرعات وكذلك مثلث الرؤية في التقاطعات الداخلية.

2-3-28-1 السرعات داخل الأحياء السكنية

تم رصد السرعات في عدة مواقع داخل الأحياء السكنية في منطقتي الدراسة وذلك للوقوف على مستوى السرعات الفعلية ومدى ملاءمتها للبيئة السكنية، وفي ضوء ذلك يتم معالجة المشكلات ذات الصلة بذلك إن وجدت. يلاحظ من ملخص المعاملات الإحصائية أن السرعات عالية إذ تجاوزت سرعة الـ 85 مئوية 65 كم/سا ووصلت في موقع حي الملك فهد إلى حوالي 70 كم/سا وتعتبر هذه السرعات خطيرة قياساً إلى طبيعة الحي السكني وحركة المشاة (الجدولين 2-3-17 و 2-3-18).

المجموعة	المتوسط (كم/سا)	الانحراف المعياري (كم/سا)	الوسيط (كم/سا)	المئوية 85 (كم/سا)
289	48.69	27.30	38.65	69

جدول رقم (2-3-17). ملخص إحصاءات السرعة على شارع سكني يربط بين
شارع الظهران وشارع زيد بين الخطاب شمال - جنوب.

المجموعة	المتوسط (كم/سا)	الانحراف المعياري (كم/سا)	الوسيط (كم/سا)	المئوية 85 (كم/سا)
416	50.46	18.18	46.70	66

جدول رقم (2-3-18). ملخص إحصاءات السرعة على شارع سكني يربط بين
طريق الخدمة بطريق الأمير عبدالله وشارع هشام بن عبد الملك شمال - جنوب.

ويأتي تحديد السرعات داخل الأحياء السكنية في مقدمة أولويات السلامة المرورية للمشاة إذ يشير مجلس السلامة الأوروبي (1995) إلى أن 5% من المشاة يلقون حتفهم عند صدمهم بسرعة 32 كم/سا، بينما ترتفع هذه النسبة 9 مرات أي إلى 45% عندما تكون سرعة الصدم 48 كم/سا وتقفز إلى 85% عند سرعة 65 كم/سا. وعليه



فإن مستوى سرعات السيارات المرصودة في منطقتي الدراسة تضاعف من خطورة حوادث صدم المشاة في حال وقوعها إذ أنها تتجاوز 65 كم/سا كما بينت الأرقام في الجداول أعلاه.

ويتبادر التساؤل عن ضبط السرعة المحددة داخل الأحياء السكنية ودور هندسة المرور في ذلك وهو ما ينبغي توضيحه في هذا السياق. إن الملاحظ في داخل الأحياء السكنية أولاً غياب لوحات تحديد السرعة ومن ثم غياب المعالجة الهندسية لتهدئة السرعة، لذا فإن الجهات المسؤولة عن الطرق السكنية عليها القيام هندسياً بالتالي:

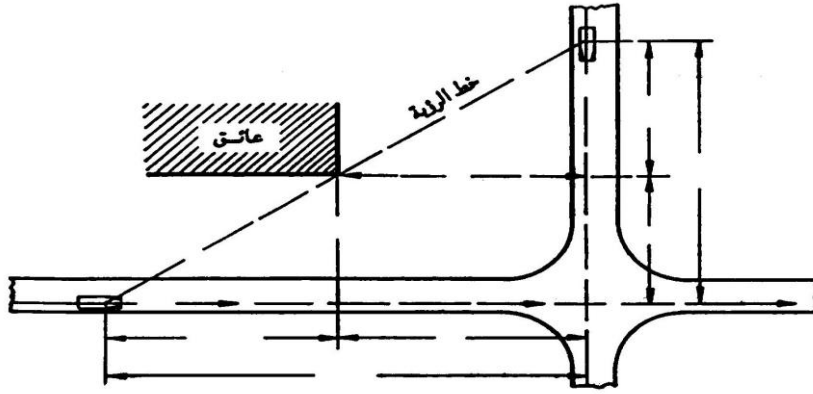
1. تحديد السرعات وهذا يتم من خلال دراسة السرعة التي تأخذ في الاعتبار الفروقات الطبيعية بين الطرق.
2. تطبيق أساليب تهدئة المرور: وهذه تعطي نجاحاً كبيراً في المواقع التي تتكرر بها حوادث الصدم سواء دهس أو غيرها وكذلك في الأماكن المحيطة بالمدارس والمساجد لكثافة حركة المشاة فيها. وأساليب التهدئة المرورية متعددة وتخضع لتصميمات هندسية خاصة بها تعتمد على الموقع سواء كان تقاطع أو وصلة، وليس المجال في هذه الدراسة للخوض في تفصيلاتها.

2-28-3-2 مثلث الرؤية في التقاطعات الداخلية

تبين من خلال المسح الميداني أن كثيراً من التقاطعات الداخلية تخلو من علامات تحكم مروري مثل قف أو أفضلية، وبحسب الآشتو فإن هذه التقاطعات تصنف بالتقاطعات غير المحكومة ويجب أن ينطبق عليها مفهوم مثلث الرؤية لضمان مسافة رؤية كافية في كل زاوية من زوايا التقاطع بحيث يمكن كل سائق مقترّب من التقاطع رؤية السائق المقترّب من الطريق المتقاطع الآخر.

يهدف تطبيق مثلث الرؤية إلى إبقاء زوايا التقاطع خالية من أي معوقات للرؤية وذلك على امتداد أضلاع المثلث، فكل زاوية من زوايا التقاطع يمثلها مثلث يحكم ضلعاؤه القائمان السرعة المحددة على الطريق والتي من خلالها يمكن حساب مسافة الوقوف الآمن إلى التقاطع كما يوضح الشكل (2-3-51) وإن يصعب دوماً تحقيق مسافات الرؤية بخاصة داخل الأحياء السكنية إلا أن أسلوب التحكم المروري المستخدم في مثل هذه التقاطعات يكون بديلاً لتوافر المعايير المطلوبة في مثلث الرؤية.





الشكل رقم (2-3-61). الحد الأدنى لمثلث الرؤية.

والواضح من تقاطعات الأحياء السكنية في منطقتي الدراسة عدم إمكانية توفير مسافات الرؤية الآمنة وفق مفهوم مثلث الرؤية وذلك لإعاقة الرؤية بأسوار المباني القائمة، وعليه فإن تركيب لوحات التحكم المروري "قف" يمثل المخرج لمعالجة مشكلة الرؤية.

والسؤال الذي يتبادر إلى الذهن أي تحكم بعلامة "قف" يمكن تطبيقه في التقاطعات الداخلية، فهناك تحكم كامل (لوحة قف في الأربعة أذرع) أو جزئي (لوحة قف في ذراعين).

إن إقرار التحكم بعلامة قف تحكماً كاملاً أو جزئياً يخضع لاعتبارات عدة أهمها:

- أي الطريقين رئيسي وأيهما فرعي (حسب عرض الطريق، حجم المرور، أهمية يقدرها المهندس).
- حجم المرور العابر، فالأكبر يكون على الرئيسي.

وعلى المهندس الاسترشاد بدليل الأشتو (AASHTO) في هذا الصدد.

3-28-3-2 جوانب أخرى

إلى جانب مشكلتي السرعات وانعدام الرؤية في التقاطعات الداخلية وهما مشكلتان رئيسيتان فإن هناك ملاحظات بارزة سوف يتم الأخذ بها عند إعداد المعايير الهندسية لعناصر الطرق في نهاية هذا المشروع، من بين الملاحظات ما يلي:

- عدم وجود تحديد لجوانب الطرق.
- العشوائية في بناء الأرصفة الجانبية.
- غياب بيئة المشاة بتحديداتها الهندسية لاشتراطاتها القياسية.
- عشوائية المطبات وعدم إخضاعها لمعايير قياسية.



2-3-29 خطوط المشاة

تقوم خطوط المشاة بدور المرشد للمشاة أثناء عبور الطريق محددة المسلك الذي ينبغي عليهم السير من خلاله، وتنتشر عند التقاطعات المنظمة بإشارات الضوئية. كما أن هذه الخطوط تعتبر أداة تحذير للسائقين وتنبيه لهم بأنها مكان عبور للمشاة. فيما يلي سنقدم "المعيار" القياسي لخطوط المشاة والإرشادات الهندسية الخاصة به.

المعيار

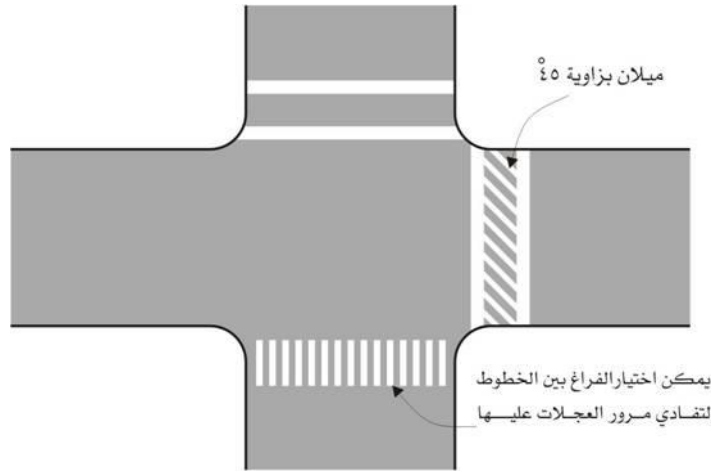
عند استخدام خطوط المشاة فينبغي أن تكون خطوطاً بيضاء لا يقل عرض الخط عن 150 مم ولا يزيد عن 600 مم، وتأخذ غالباً ثلاثة نماذج كما في الشكل رقم (2-3-62).

إرشادات

هناك إرشادات لا بد من إتباعها عند تصميم معابر المشاة وهي:

لا يقل عرض معبر المشاة عن 1.8 م.

يجب أن تمتد خطوط المشاة من حد طبقة الرصف إلى حدها المقابل (من الرصيف إلى الرصيف) لتفادي سير المشاة خارج المعبر ، كما يوضح الشكل رقم (2-3-62).



الشكل رقم (2-3-62). أنواع خطوط المشاة

إن معابر المشاة لا يقتصر تزويدها عند التقاطعات فحسب وإنما كذلك في وصلات الطرق حيث يعبر المشاة ، أو أي مكان آخر يسلكه المشاة.

يمكن الاكتفاء بالخطين المتوازيين لمعبر المشاة (بدون خطوط قطرية 45) في المواقع التي لا يكثُر بها المشاة ولا يعتبر معبر مشاة رئيسي وذلك توفيراً للمال وتقليلاً للصيانة .

إذا استخدمت الخطوط القطرية أو العمودية في معبر المشاة فينبغي أن يكون عرضها 300 مم الى 600 مم وبمسافة بينية من 300 مم الى 600 مم.

2-3-29-1 طريقة المشاة الجانبية والأرصفة

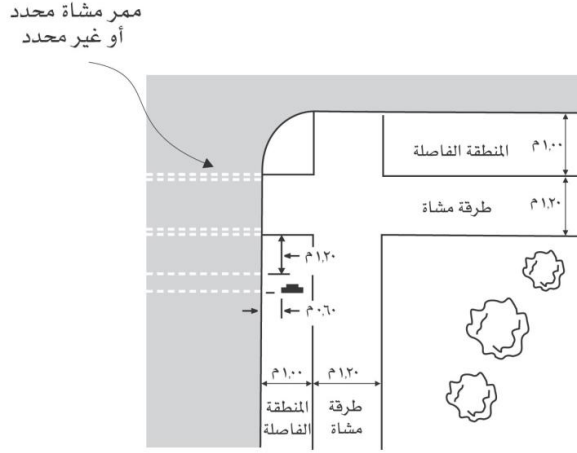
تستخدم الأرصفة للمشاة، وينبغي توافر شرطين أساسيين في طريقة المشاة وهما السعة الكافية لاستيعاب المشاة وحركتهم بيسر وراحة وكذلك سلامة المشاة بفصل حركتهم عن المركبات. من خلال هذه الدراسة تبين أن ارتفاعات الأرصفة متفاوتة ولا تخضع لمعايير واضحة وهذا التفاوت يبرز المشكلات عدة منها تقليل الفائدة من استخدامها في اللوحات المرورية وعدم ملائمتها لحركة المعاقين خصوصاً كرسي الإعاقة فضلاً عن عدم توفيرها انسيابية سهلة لحركة المشاة.

إرشادات

- المنطقة الفاصلة بعرض 1م للوحات والإرشادات وأنبوب المطافئ وتعمل منطقة حماية للفصل بين طرق المشاة وطريق المركبات بحيث يشعر المشاة بأمان أكبر.
- طريقة المشاة بعرض 1.2م وهي كافية لمرور شخصين بمسافة كافية بينهما ويجب أن تكون خالية تماماً من أي عوائق للمشاة ويفضل 1.5م لخدمة المعاقين وفي الأماكن التجارية لا يقل عرض طريقة المشاة عن 2.4م
- إذا كان هناك بروز لمقدمات محلات تجارية فيضاف على الأقل 0.5 متر إلى عرض طريقة المشاة.
- يمنع بتاتاً وجود أجسام بارزة من جدار المباني المطلة على طريقة المشاة و التي يمكن أن يصدم بها المشاة أثناء تحركهم إلا إذا كانت الأجسام مرتفعة عن سطح الطريقة ب 2م على الأقل.
- أبواب المحال والمنازل المطلة على طريقة المشاة يجب ألا تضيق عرض طريقة المشاة أثناء فتحها.
- يُراعى انسيابية ونعومة سطح الطريقة بما يساعد كرسي الإعاقة للتحرك بيسر وسهولة.
- إذا كان معبر المشاة عند التقاطع يحظى بإقبال كبير حسب حركة المشاة فعلى المهندس تصميم زاوية التقاطع بحيث لا يغلق المنتظرون من المشاة طريقة المشاة.



- يعتمد عرض طرقة المشاة وكذلك المساحة الفاصلة على نوع الطريق والمساحة المتاحة للرصيف والمقاييس أعلاه تعتبر حدود دنيا يسترشد بها المهندس.
- في الأحياء السكنية ينصح بأن تكون طرقة المشاة من 1.2 إلى 2.4 م مع مسافة فاصلة 0.6م. يمكن أن يكتفي بطرقة مشاة على جانب واحد من الطريق ولكن يفضل دوماً أن تكون في الجانبين.
- ينبغي ألا يقل ارتفاع الرصيف عن 10 سم.



الشكل رقم (2-3-63) . طرقة المشاة والمنطقة الفاصلة.

2-29-3-2 منحدرات ممرات المشاة الجانبية

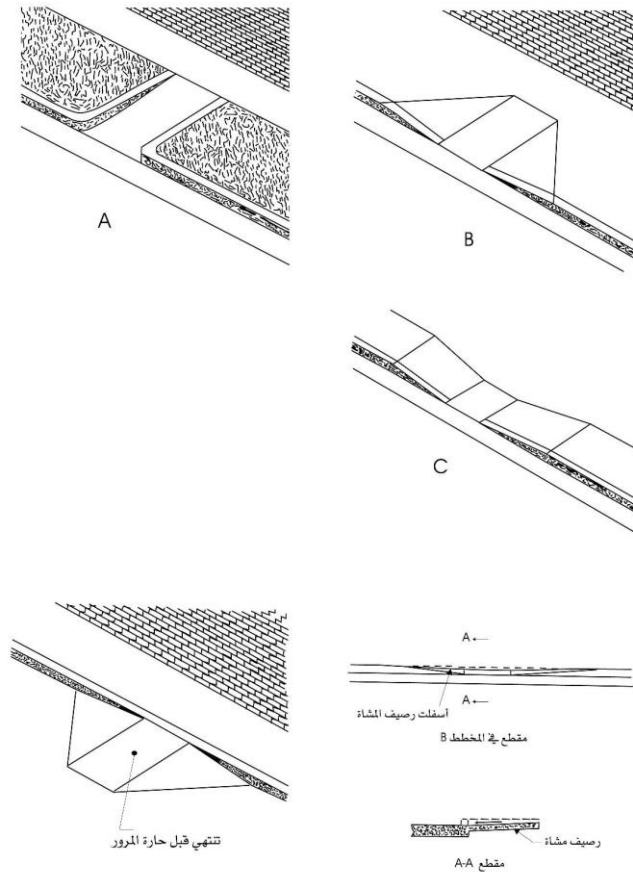
إذا توافر على الرصيف ممرات مشاة جانبية فيجب أن يكون هناك منحدرات في زاوية الرصيف لتسهيل عبور المشاة (خاصة أصحاب كرسي الإعاقة) إلى معبر المشاة في عرض الطريق. ويعتمد تصميم المنحدرات هذه على عوامل عدة من أهمها عرض ممر المشاة، ونصف قطر زاوية الرصيف، ارتفاع وعرض الرصيف، وجود تصريف المياه، وعرض الشارع. ويقدم الشكل (2-3-54) أشكال مختلفة للمنحدرات (هناك منحدر لمعبر المشاة في الوصلة وينطبق عليه من مواصفات مثل المعروضة أدناه).

إرشادات

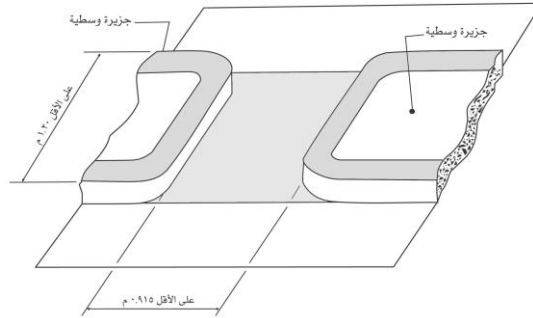
- لا يقل عرض المنحدر عن 90سم وبحد أقصى للميلان حوالي 8% وعند مدخل المنحدر تخصص مسافة 0.6م سطح خشن كي يحس المشاة ببدء المنحدر.
- يجب أن يكون أسفل المنحدر متصل مع سطح الطريق من دون الارتفاع الذي قد يعيق كرسي الإعاقة من دخول المنحدر أو تعرضه لانقلاب أمامي في حالة ارتفاع حافة أسفل المنحدر عن سطح الطريق.



- يجب ألا يكون مكان اتصال أسفل المنحدر مع سطح الطريق مكاناً لتجميع المياه أو الأوساخ التي تعيق كرسي الإعاقة.
- إذا كان هناك جزيرة وسطية فيجب أن توفر عبرها فتحة لعبور المشاة والكرسي المتحرك كما في الشكل رقم (64-3-2) و الشكل رقم (65-3-2).



الشكل رقم (64-3-2). نماذج لمنحدرات الأرصفة في الشوارع.



الشكل رقم (2-3-65). الفتحات في الجزر الوسطية.

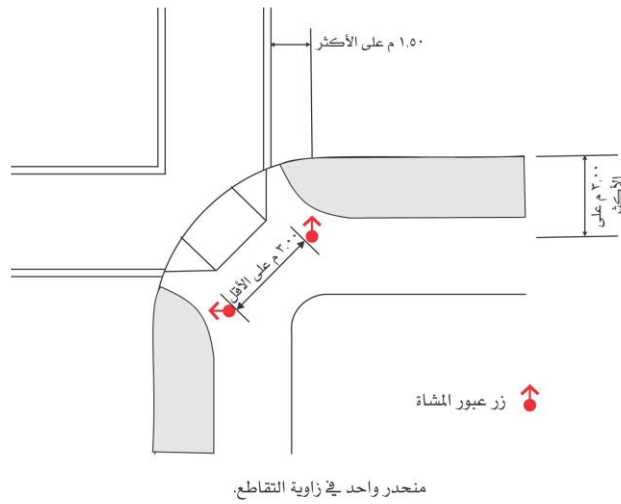
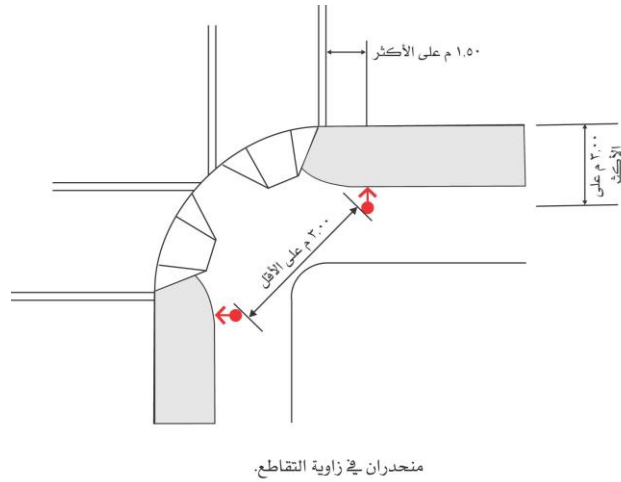
2-3-29-3 منحدر المشاة والوصول إلى زر الإشارة

أحياناً ونظراً لضعف حجم الطلب على معبر المشاة العرضي يضع المهندس أزرار طلب الإشارة (زر المشاة) الخضراء، وهذا الزر يجب أن يخضع لمواصفات هندسية ترتبط بمنحدر المشاة كما في الشكل (2-3-66).

إرشادات

- ينبغي أن تبعد أزرار المشاة مسافة لا تقل عن 3 م لكل اتجاه كما في الشكل رقم (2-3-66).
- يكون ارتفاع زر المشاة عن سطح ممر المشاة تقريباً 1.1 م.





الشكل رقم (2-3-66). منحدر المعاقين في زاوية التقاطع.

4-29-3-2 تصميم مقترح للرصيف الجانبي

يلاحظ تباين ارتفاعات الأرصفة في منطقتي الدراسة (بعضها يصل إلى 0.5م) خصوصاً على الشوارع الرئيسية (شوارع 30م مثلاً) ولهذا التباين سلبياته الهندسية المتعددة التي من أبرزها:

- إعاقاة انسيابية حركة المشاة.
- صعوبة توفير منحدرات الأرصفة للدخول والخروج من طرق المشاة بسهولة ويسر.
- عشوائية الهيئة والأشكال للأرصفة مما يخل بمنظر المدينة.

ويلاحظ أن التفاوت في ارتفاعات الأرصفة مرده:





1. التفاوت في مداخل المباني (سكنية أو تجارية).
2. اجتهادات أصحاب المباني.

وبالنظر إلى السببين أعلاه يمكن إعادة صياغة ارتفاعات الأرصفة دونما الإخلال بالدخول إلى المباني سواء سكنية أو محال تجارية. إذ أن هناك ارتفاعين في هذا الصدد:

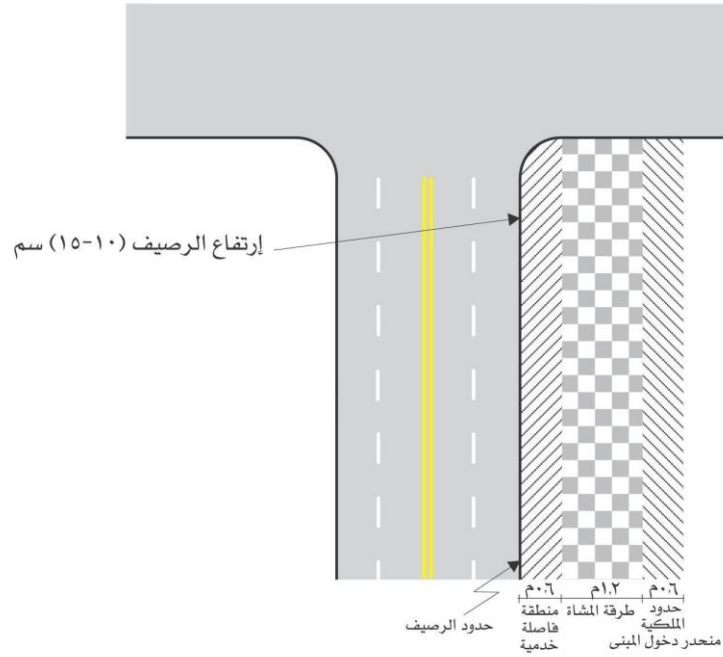
1. ارتفاع الرصيف من سطح طبقة الرصف.
2. الارتفاع بين سطح الرصيف ومدخل المبنى.

بالنسبة لارتفاع الرصيف فينبغي أن يكون ثابتاً مثل 10 سم (أو 15 سم) أما ارتفاع مدخل المبنى عن الرصيف فيمكن معالجته عن طريق سلم درجات أو نحوه (منحدر دخول المبنى) لا يؤثر على استخدامات الرصيف لأغراض المشاة. ونظراً لاختلاف عرض الرصيف، نضع هنا مقترح الحدود الدنيا لأبعاد الأرصفة وللمهندسين تقدير الأبعاد بعد تحقيق هذه الحدود الدنيا بحسب المتاح من مسافة للرصيف.

يوضح الشكل 2-3-67 هذا المقترح ويلاحظ أن هذا التصميم يكفل للمشاة حقهم في السير في مكان مخصص لهم وبارتفاع أرصفة موحد، وكذلك الحق لأصحاب الملكيات المجاورة بالحركة من وإلى مبانيهم دون إعاقة وكذلك مساحة خدمية للوحات والتشجير وغيرها دون الإخلال بحركة المشاة.

أما بالنسبة للأحياء السكنية فيلاحظ أن الأرصفة إما موجودة أو غير موجودة وينصح أولاً بإلزام إنشائها وأن تكون بارتفاع موحد مثل 10 سم أو 15 سم.





الشكل رقم (2-3-67). تصميم مقترح للرصف الجانبي.

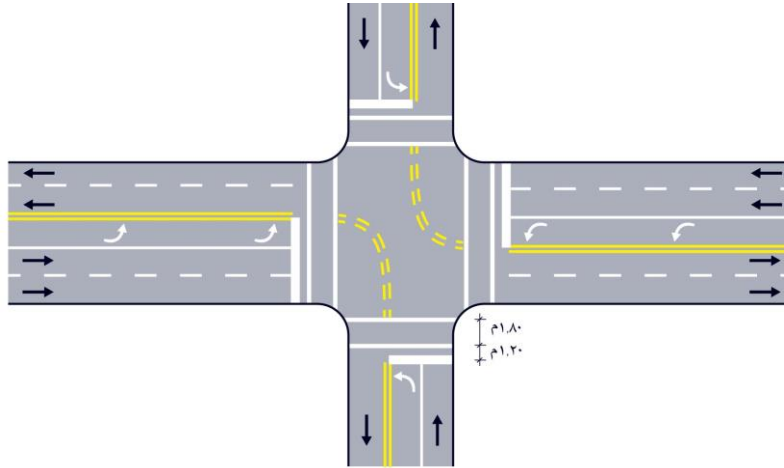
2-3-30 خط الوقوف

يستخدم خط الوقوف لتحديد المكان الذي ستتوقف عنده السيارة ، ويكون استخدامه قبل خطوط المشاة وذلك منعاً لتداخل السيارات مع المشاة، كما يوضح الشكل رقم (2-3-68) والشكل رقم (2-3-69).

المعيار

يكون خط الوقوف ذا لون أبيض وعرضه من 300 مم إلى 600 مم.

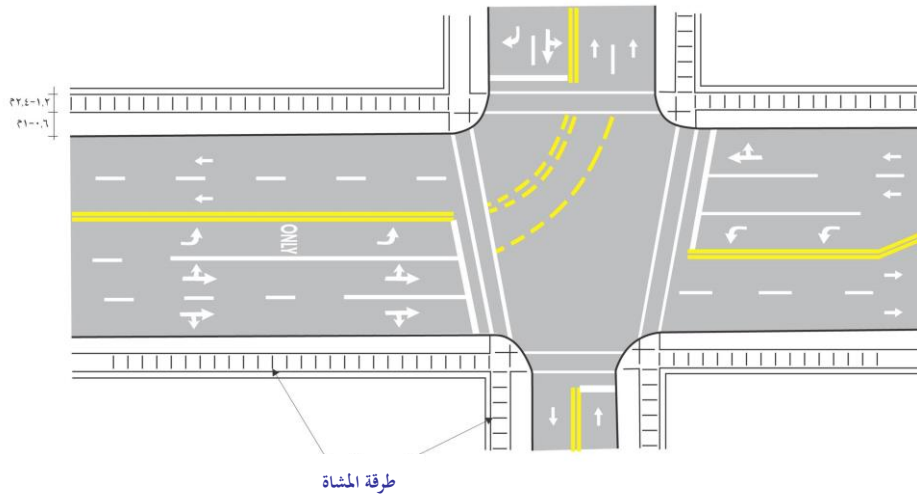




الشكل رقم (2-3-68). خط التوقف وعلاقته بخطوط المشاة.

إرشادات

1. ينبغي أن يبتعد خط الوقوف (إلى الخلف) منبر المشاة مسافة 1.2 م ويكون موازياً لخطوط المشاة.
2. في بعض المواقع لا يتطلب وجود خطوط مشاة في التقاطع ، ولكن ذلك لا يعني الإستغناء عن خط الوقوف الذي ينبغي أن يبتعد عن حافة الطريق المتقاطع بمسافة 1.2 م ، ويمكن أن يبتعد عن حافة الطريق بأكثر من هذه المسافة ويحد أقصى 9م إذا ما تطلب التصميم الهندسي للتقاطع ذلك.
3. في كل الأحوال يجب مراعاة مجال الرؤيا للسائق عند وضع خط الوقوف.



الشكل رقم (2-3-69). امتداد معابر المشاة مع طريقة المشاة الجانبية (الرصيف).





2-4: دراسة المدن الأخرى



2-4-1: مقدمة

اتخذت هذه الدراسة مدينة الرياض مدينة رئيسية من بين مدن المملكة في تطبيق منهجيتها الأخرى ضمن منظومة الدراسة وذلك لاتساع مدينة الرياض وكثافتها السكانية الأعلى بين مدن المملكة، وكونها ممثلة لمجتمع المدن الأخرى إلى حد كبير. وانطلقت منهجية الدراسة من التركيز على مدينة الرياض في جوانب الدراسة الثلاثة وهي:

- مواقف السيارات.
- الأداء المروري للتقاطعات.
- السلامة المرورية.

حيث درست هذه الجوانب بعمق وتفصيلات تضمنت كافة الاشتراطات العلمية على أحدث المواصفات المعتمدة عالمياً (State-of-Practice) كما شرح في الجزء السابق من التقرير الخاص بمدينة الرياض. ولأن هذا المشروع تطلب تمديد الدراسة في مدن أخرى في المملكة (9 مدن) تم اختيارها باتفاق مع الجهة المشرفة، فإن منهجية الدراسة كانت للقيام بدراسات ومسوحات أقل تركيزاً من تلك في مدينة الرياض لتقصي التفاوت في الجوانب الثلاثية أعلاه بين مدينة الرياض والمدن الأخرى، أي اعتبار مدينة الرياض مرجعية الدراسة.

يقدم هذا الجزء باقتضاب ما أُجري في مدن الدراسة الأخرى وذلك بالوقوف على التفاوت مع المدينة المرجعية للدراسة (الرياض) وإمكانية تطبيق المعايير والإرشادات الهندسية التي تم التوصل إليها في المدينة المرجعية على باقي المدن نظراً لتشابه البيئة المجتمعية والتطبيقية في المملكة مع الأخذ في الحسبان بالخصوصية الطبوغرافية لبعض المدن أو أي خصوصية أخرى برزت من خلال الزيارات الميدانية لهذه المدن. ولا بد من الإشارة إلى أن المدن الأخرى في هذه الدراسة هي:

- مكة المكرمة.
- المدينة المنورة.
- الطائف.
- حائل.
- بريدة.
- أبها.



- الأحساء.

- الدمام.

وقد دُرست كل مدينة من خلال منطقة دراسة مساحتها 1 كم² تم اختيارها وتحديدتها بالتنسيق مع الجهة المشرفة على الدراسة عن طريق أمانة كل مدينة.

وتنبغي الإشارة إلى أن منهجية الدراسة في هذا المشروع ليست لمعالجة حلول قائمة وإنما لتقصي المشكلات ذات الصلة بالجوانب الهندسية لمواقف السيارات والأداء المروري للشوارع والسلامة المرورية فيها، أي في جوانب هندسة المرور والنقل، وذلك لوضع معايير وإرشادات هندسية توحد التطبيقات الخاصة بالعناصر الهندسية في هذه الجوانب بما يكفل توحيد التطبيق من جهة وما يحقق أداءً مرورياً عالياً ومستوى سلامة مرورية جيد. وعليه فإن المعايير والإرشادات الهندسية التي توصلت إليها هذه الدراسة تعتبر بمثابة منهج يؤسس لتكريس تحسين البيئة المرورية في مدن المملكة من ناحيتيه التشغيلية والسلامة في الآن معاً.

2-4-2: استقصاء معلومات أولي

قبل البدء بالمسوحات الميدانية في مدن الدراسة صمم فريق الدراسة استبانة وزعت على أمانات المدن كمعلومات أولية لإطلاع فريق الدراسة على ما تم في شأن هندسة المرور في السابق في هذه المدن وذلك لبناء خلفية علمية يمكن الاستناد إليها فيما يحقق أهداف هذه الدراسة.

وما تبين أن هناك ضعف واضح في الدراسات والمعلومات المرورية في مختلف المدن بل أنها غير موجودة على الإطلاق في معظم المدن.

2-4-3: تبين الاحتياجات الهندسية

من خلال المسوحات الميدانية والاستماع من المهندسين في مدن الدراسة تبين أن ثمة تشابه إلى حد كبير بين المشكلات الهندسية في منطقتي الدراسة بمدينة الرياض وتلك في مدن الدراسة الأخرى، وإن تبين بعض اختلاف في مدينتي مكة المكرمة وأبها خصوصاً الأخيرة في جانب متعلق بالسلامة المرورية وهو جانب مجال الرؤية لأسباب طبوغرافية ويمكن لمهندس المرور أخذ في الحسبان عند قياس مسافة الرؤية.



يوضح الشكل رقم (2-4-1) مسافة الرؤية للتوقف عند مستويات مختلفة من الميلان ويلاحظ كيفية تأثير الميلان على مسافات الرؤية تلك، علماً أن ميلان الطرق يتجاوز أحياناً 5% في مدن أبجا ومكة المكرمة والمدينة المنورة وهو ما يتطلب معالجة في التصميمات الهندسية لمجالات الرؤية وكذلك أرصفة المشاة.

السرعة التصميمية (كم/سا)	مسافة التوقف الآمن (متر)					
	صعود			نزول		
	%3	%6	%9	%3	%6	%9
20	18	18	19	20	20	20
30	29	30	31	35	35	32
40	43	44	45	53	50	50
50	58	59	61	74	70	66
60	75	77	80	97	92	87
70	93	97	100	124	116	110
80	114	118	123	154	144	136
90	136	141	148	187	174	164
100	160	167	174	223	207	194
110	186	194	203	262	243	227
120	214	223	234	304	281	263
130	243	254	267	350	323	302

الشكل (2-4-1). مسافة الرؤية للتوقف الآمن عن مستوى ميلان مختلف.

2-4-4: طبيعة حركة المشاة

تتميز مدينتا مكة المكرمة والمدينة المنورة بحركة المشاة خصوصاً في المنطقة المركزية للخصوصية المقدسة لهما، ويتميز المشاة بتفاوت العمر وهو ما يؤثر في سرعة المشاة وخصائصهم الأخرى. وقبل التعرض لهذه الخصائص علينا تحديد المرافق والأدوات الخاصة المشاة (الشكل رقم 2-4-2) وهي:

- الطريقة الجانبية (على الأرصفة).
- معابر المشاة.
- تجهيزات التحكم بحركة المشاة.



- منحدرات الأرصفة.



الشكل (2-4-2). أحد شوارع مكة المكرمة عدم وجود معابر المشاة في الوصلات وضعف صيانة اللوحات.

ويمكن وضع الملاحظات الرئيسية حول بيئة المشاة في مكة المكرمة والمدينة المنورة وتلخيصها في الآتي:

- عشوائية الطريقة الجانبية (الأبعاد المتباينة).

يلاحظ الارتفاعات المتفاوتة لأرصفة المباني ما يجعل من استخدام الأرصفة باستمرار أثناء رحلة المشي أمر غير ميسور، والمؤكد أن ارتفاعات الأرصفة تصل أمام بعض المباني إلى حوالي نصف متر وهو ما يحول دون استخدامها من قبل بعض المشاة خصوصاً كبار السن أو من لديهم إعاقة في الحركة ولو بسيطة. وما ينطبق على الارتفاع كذلك ينطبق على عرض الرصيف وشكله إذ تتفاوت بشكل واضح سواء على بعض الطرق الرئيسية أو تلك الفرعية أو أنها غير موجودة تماماً خصوصاً داخل الأحياء السكنية.

- غياب منحدرات الأرصفة.



الانتقال من رصيف جانبي إلى آخر خصوصاً في الأرصفة التي تفصل مبانيها شوارع جانبية تبين صعوبته في معظم المشاهدات حيث لا يوجد منحدرات تجعل من دخول الرصيف متيسر أمام المشاة ولا سلم درجات كذلك.

● الاستخدام العشوائي للأرصفة.

أوضحت المشاهدات بجلاء عدم احترام كثير من أصحاب المحال التجارية لحقوق المشاة وذلك من خلال استغلال مساحة من الرصيف في عرض مبيعاتهم أو وضع الكراسي والطاولات إذا كان المحل مطعمًا ونحوه. وخطورة مثل هذا السلوك تتمثل في دفع المشاة إلى النزول والصعود من الرصيف إلى الشارع والتداخل مع السيارات.

نتيجة للمشكلات أعلاه المحصلة يلاحظ عزوف عدد كبير من المشاة عن استخدام الأرصفة وانحرافهم إلى الطريق لاستخدامه وهو ما يؤدي إلى تداخل حركة المشاة بحركة السير وهذا أمر يزيد من مخاطرة الاصطدام بين جسمين غير متكافئين، جسم المشاة وجسم المركبة الحديدية، وهذا له تبعاته الخطرة. وهنا تبرز نقطتان رئيسيتان:

- أن بعض الطرق لا يوجد بها كتف بعرض كافٍ (مثل 2.4م) يعطي بعض أمان للمشاة، فيلاحظ أن المشاة يسلكون جانب المسار الخاص بحركة السيارات (الشكل رقم 2-4-3).
- أن السرعات المحددة على بعض الطرق تتجاوز 50 كم/سا وهي سرعة تضاعف المخاطرة بوضع حياة المشاة في دائرة القتل عند صدم المركبة به.





الشكل (2-4-3). الطرق لا يوجد بها كتف بعرض كافى يعطى بعض أمان للمشاة.

2-4-4-1: إشارات المشاة

لوحظ عدم إعطاء توقيت كاف لعبور المشاة في بعض التقاطعات في وسط المدينة وهو ما يثير جانبين مهمين في هذا الشأن وهما:

1. سرعة المشاة، فإن كان المنصوح به هي سرعة متوسطة 1.2 م/ث (MUTCD) فإن طبيعة المشاة في المدينتين المقدستين يجب أخذها بالاعتبار نظراً لتفاوت أعمار المشاة ونحو ذلك، وهو أمر ينبغي إخضاعه لدراسة مشاة تبحث في كافة خصائص المشاة ومن بينها سرعة المشاة.
2. عدم إعطاء أهمية لحركة المشاة في توقيت الإشارة.

قد يكون سبب ذلك عدم إعطاء مصممي توقيت الإشارة أهمية مناسبة لحركة المشاة وتخصيص الوقت المناسب لهذه الفئة من مستخدمي الطريق.

2-4-4-2: تجهيزات الإشارة الضوئية

ما ينطبق على توقيت الإشارة بالنسبة للمشاة ينسحب إلى حد كبير على التجهيزات الخاصة بالمشاة عند الإشارة ابتداء من دلالات الإشارة الخاصة بالمشاة، سواء من ناحية وجودها أو وضوحها، وكذلك من ناحية أزرة الحث لطلب الإشارة للمشاة إذ أنها غير موجودة لإعطاء أفضلية للمشاة خصوصاً في خارج أوقات الذروة المرورية.

2-4-4-3: الملاذ الآمن للمشاة

من خلال المسح الميداني هناك بعض الطرق ذات العرض الواسع ولكن لا يوجد جزيرة وسطية ما يعرض المشاة للخطر إذ يمكن تحول الضوء الأخضر الخاص بهم إلى أحمر أثناء عبورهم، خصوصاً المشاة من ذوي الحركة البطيئة وهو ما يتطلب إلى بناء جزيرة وسطية ولو في منطقة التقاطع بحيث تكون ملاذ آمن يقف فيه أولئك المشاة للانتظار حتى الضوء الأخضر يسمح لهم بالعبور. هذا الملاذ الآمن يجعل من عبور الشارع على مرحلتين لكل اتجاه وبالتالي يضمن لبطي الحركة عبوراً آمناً، بينما المشاة بالسرعة المتوسطة يستطيعون العبور خلال مرحلة واحدة.

2-4-4-4: المواقف الجانبية

أبرز الملاحظات من خلال المشاهدات الميدانية في مناطق الدراسة داخل مدن الدراسة غياب تخطيط جانبي للمواقف الجانبية فليس هناك:

1. خط طولي فاصل بين المواقف الجانبية ومسار الحركة.
 2. الخطوط المحددة لفراغات المواقف التي تحدد المساحة المخصصة لكل مركبة تستخدم الموقف.
- كما غلبت الملاحظات الدالة على عدم اتباع المعايير والإرشادات الهندسية ذات الصلة بالمواقف الجانبية، ومن أهمها:
- الوقوف في زاوية التقاطع بعشوائية ودون استخدام طرق هندسية لمنع الوقوف في زوايا التقاطع وإجبار الوقوف خلف وبعد التقاطع وفق المسافات القياسية الموضحة في هذه الدراسة.
 - عدم وجود اللوحات الخاصة بالوقوف الجانبي ونوعيته فالتوقف عشوائي بين طولي وزاوي الشكلين رقم 2-4-4 و 2-4-5).



الشكل (2-4-4). تقاطع في مكة المكرمة يتضح الوقوف في زاوية التقاطع وعدم وجود خطوط مشاة.



الشكل (2-4-5). عشوائية المواقف الطولية الجانبية ، طولية وزاوية.

2-4-5: مواقف الحافلات

تبرز مشكلة مواقف الحافلات خصوصاً في مكة المكرمة والمدينة المنورة إذ بينت المشاهدات الميدانية عشوائية التوقف خصوصاً بجوار الحرم المكي والمسجد النبوي إذ لا تخصص مواقف لهذا الغرض. وإن كان هناك أماكن معروفة لوقوف الحافلات (تنزيل وتحميل) إلا أن المواصفات الهندسية لها غير متوافرة إذ لا يوجد:

- لوحات ارشادية لمواقف الحافلة.
- دهانات أرضية تحدد أبعاد فراغ المواقف.
- تحديد لدخول وخروج الحافلة يكفل اندماجها انسيابياً مع حركة السير.

2-4-6: الأحياء الداخلية

لم يلاحظ فريق الدراسة اختلافات مهمة بين تصاميم الشوارع والمرافق التابعة لها في مدن الدراسة، فما لوحظ في منطقتي الدراسة في مدينة الرياض يمكن اعتبارها امتداد في المدن الأخرى من حيث الأرصفة وفقدان علامة قف في التقاطعات السكنية وغياب العلامات الأرضية. ويمكن الاستنتاج من ذلك أن لا يوجد التزام بتطبيق معايير وضع التجهيزات المرورية الخاصة بحركة المشاة وحركة السيارات داخل الأحياء السكنية.



2-4-7: العلامات المرورية

- ما ينطبق على مدينة الرياض يمكن أن ينسحب على باقي المدن الأخرى فيما يخص العلامات المرورية بأنواعها سواء لوحات، علامات أرضية، وإشارات ضوئية، وإن تبدى في مدن الدراسة الآتي:
- اللوحات على الطرق الرئيسية خصوصاً السريعة متوافرة.
 - اللوحات داخل الأحياء غير متوافرة أو قليلة لا تتناسب توزيعاتها مع أطوال الشوارع.
 - لوحات السرعة ليست منتشرة بالشكل الكافي.
 - لوحات ممنوع الوقوف موجودة على الطرق الشريانية خصوصاً في مركز المدينة.
 - ضعف صيانة اللوحات بالشكل عام وكذلك العلامات الأرضية، حتى أن وجود أعمدة اللوحات بدون لوحات ويمكن وصف ذلك بالظاهرة لكثرة تكرارها.
 - عدم قياسية العلامات الأرضية واللوحات بشكل ملفت، سواء في مكان التركيب، الأبعاد، أو الألوان.
 - تكرار اللوحات في بعض المواقع دون مبرر واضح.

2-4-8: اللوحات الإعلانية

- أقل ما يمكن وصفه لانتشار اللوحات الإعلانية في مدن الدراسة بالعشوائية، والواضح غياب تنظيم موحد لذلك فإلى جانب مظهرها غير الحضاري فإن أبرز المشكلات في هذه اللوحات ما يلي:
- إعاقة الرؤية للسائقين.
 - إعاقة حركة المشاة لوجودها على الأرصفة.
 - عدم توافر مواصفات السلامة في شاخصاتها.
 - عشوائية مقاساتها وارتفاعاتها.
 - تشتيت انتباه السائق عن لوحات المرور التنظيمية.
 - في مواقع عدة تغطي لوحات إعلانية اللوحات المرورية التنظيمية وتعمل حاجب رؤية كامل عنها.



2-4-9: ذوي الاحتياجات الخاصة

لوحظ في مدن الدراسة الضعف أو الغياب التام للعناصر الهندسية اللازم توافرها في الطرق لذوي الاحتياجات الخاصة، ومن ذلك:

- منحدرات الأرصفة.
- لوحات إرشادية خاصة بهذه الفئة.
- مجسات الإشارات.

فبعض المدن مثل الطائف يلاحظ اهتمامها بهذه الفئة من المجتمع في التقاطعات الرئيسية ولكن بعيداً عن هذه التقاطعات لا توجد تسهيلات لهم.

2-4-10: الطريقة الجانبية والمنطقة الخدمية (الفاصلة) وبيئة المشاة

نظراً لخطورة حوادث دهس المشاة ولأهمية خدمة هذا النمط من النقل والمنتشرة داخل المدن في المملكة، ونظراً لما أوضحتته هذه الدراسة التي غطت عينة ممثلة لمدن المملكة من ضعف واضح لبيئة المشاة، بل تبدو للمشاهد أن متطلبات المشاة لم تؤخذ غالباً بعين الاعتبار، فهناك مشكلات بارزة لها علاقة بـ:

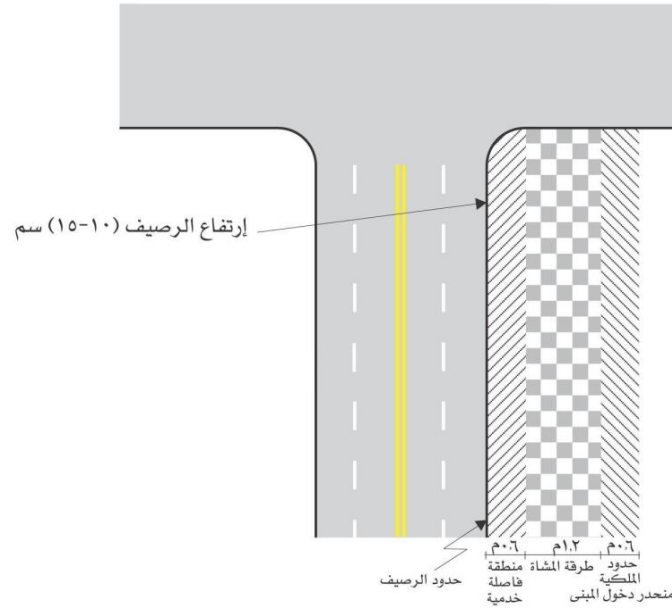
- انسيابية حركة المشاة من خلال التصميم الهندسي المناسب للأرصفة والمعابر.
- حماية المشاة من حركة السيارات بما يعزز سلامة المرور لكافة مستخدمي الطرق الذين يشكل المشاة بالتأكيد شريحة مهمة منهم.

لذلك، فإن التأكيد على إعادة النظر في طرقتنا في كافة المدن خصوصاً داخل الأحياء لتقضي احتياجات بيئة المشاة وإعادة صياغة طرقتنا بحيث تستوعب حركة المشاة بيسر وأمان. وفي هذا الشأن علينا اعتبار أولوية للآتي:

1. تصميم طريقة المشاة الجانبية.
2. تصميم المنطقة الخدمية الفاصلة.
3. تطبيق معايير وإرشادات معابر الطرق عند التقاطعات وبعيداً منها.



ويلاحظ خصوصاً داخل الأحياء السكنية أن عرض المشاة في حدود 1م يستخدم من قبل الأهالي للتشجير فيبدو وكأنه ملكية خاصة وبالتالي لا تستخدم للمشاة. وفي حال تطبيق تصميم الطريقة الجانبية (الشكل رقم 2-4-6) فإن ذلك سيوفر مساحة آمنة للمشاة داخل الأحياء.



الشكل (2-4-6). طريقة المشاة والمنطقة الفاصلة بقياساتها الدنيا.

11-4-2: الدراجات الهوائية والنارية

يظهر تفاوتاً بين مدن المملكة من نمط النقل بالدرجات سواء الهوائية أو النارية، وقد تبدو كثرة استخدام هذا النمط في مدن مكة المكرمة والمدينة المنورة والطائف حيث تنتشر بالشكل لافت، ولأن هذا النمط يستخدمه فئة من مستخدمي الطريق فإن متطلبات التصميم الهندسي القياسي تقتضي تطبيق المعايير الخاصة بخدمة هذا النمط من النقل بما يكفل عدم التداخل مع السيارات والمشاة. وهذا الأمر يتطلب دراسة خاصة به تتولى وضع معايير تتلاءم وبنية الطرق التحتية القائمة للوصول إلى معالجة بكلفة معقولة.

2-4-12: تهدئة المرور

في كل مدن الدراسة بدون استثناء ومن خلال استخدام مقاييس السرعة NC-97 وكذلك رادار السرعة والمشاهدات تبين بجلاء النزعة لدى السائقين تجاه السرعة، فمئوية 85 للسرعة تتجاوز السرعة المحددة في كل المواقع التي تم الرصد فيها على الطرق الرئيسية أو داخل الأحياء السكنية على حد سواء. وفي المعايير الهندسية يعتبر تجاوز سرعة مئوية 85 للسرعة المحددة مؤشر تقتضي المراجعة الهندسية خصوصاً في المواقع التي يرتادها مشاة. وإن كانت السرعة الزائدة مشكلة رئيسية في وقوع حوادث المرور، إلا أن بروزها داخل الأحياء السكنية مؤشر بالغ الخطورة وذلك لكثرة حركة المشاة خصوصاً من الأطفال والنساء ما يعرضهم للدهس بشكل أكبر (شكل رقم 2-4-7). لذلك فإن تطبيق وسائل وأدوات التهدئة المرورية أمر ملح للتخفيف من حدة هذه المشكلة، وهذا موضوع خارج إطار هذه الدراسة.



الشكل (2-4-7). مدرسة في مدينة أبها ويلاحظ بوابتها الرئيسية على الشارع العام دون احتياطات سلامة المشاة.