

ظاهرة الحوادث المرورية ومعالجتها

1 - مقدمة:

نشأت إدارة السلامة المرورية بما يتعلق بقطاع النقل في كثير من بلدان العالم نتيجة التدهور التي وصلت إليه السلامة المرورية، والواضحة في أرقام ضحايا أنظمة النقل. لذلك أنشأت برامج شاملة على المستوى الوطني في مختلف بلدان العالم، حيث رُفعت شعارات محددة، واستثمرت الجهود المتواصلة لعدد من الهيئات والمؤسسات الوطنية في هذه البلدان لتحقيق معايير محددة في مختلف أوجه التعامل مع السلامة المرورية. السلامة المرورية هي مسؤولية مشتركة لكل الهيئات الحكومية المركزية والمحلية، والهيئات غير الحكومية التطوعية، والخاصة.

يكن دور الهيئات الحكومية المركزية في قيادة مثل هذه البرامج، تنسيقها، توجيهها وتطويرها. يكمن دور الهيئات الحكومية المحلية بتبني هذه البرامج والتأكد أنها ستكون فعّالة في تحسين مستوى السلامة المرورية. كل هذا يجب أن يكون في إطار هيكلية إدارية تضمن نجاح برنامج السلامة وتحقيقه لأهدافه.

2 - التطور التاريخي للسلامة المرورية:

تطورت النظرة للسلامة المرورية عبر التاريخ عبر ستة مراحل متتالية، مع نضوج مفهوم أن مشاكل المرور يجب معالجتها في إطار النظم الموجودة فيها:

منهجية أحادية السبب:

تقوم هذه المنهجية أن لكل حادث سبب، بإزالة السبب يتم إلغاء احتمالية وقوع الحادث، لم تأخذ هذه المنهجية بعين الاعتبار أن إزالة المشكلة قد ينتج مشاكل أخرى، ولم تدرس أفضليات حلول. لم تأخذ التأثيرات المتبادلة لنظام النقل، على الصعيد القانوني أدت هذه المنهجية (لوم الضحية)، وذلك بمعاقبة السائقين المتورطين بحادث مروري دون الأخذ بعين الاعتبار العوامل الأخرى المؤثرة.

منهجية السائقين المتهورين:

تقوم هذه المنهجية على أن بعض السائقين هم أكثر ميلاً للوقوع في الحوادث نتيجة تهورهم، و أن كل أسباب الحوادث العائدة لأخطاء السائق يمكن تجنبها، والمعالجة تتم على أساس التعرف على هذه الشريحة من السائقين وإقاصوهم، أو إجبارهم على تحسين قيادتهم. فشلت هذه النظرية لصعوبة التعرف على هؤلاء السائقين، ولتطور فهم طبيعة حوادث المرور.

منهجية تعدد الأسباب - الصدفة:

في بداية السبعينات، ونتيجة تطور أساليب البحث العلمي، تطورت النظرة لحوادث المرور . يعود سبب الحادث لسلسلة من الأسباب (وليس سبب واحد)، عملية منع وقوع الحوادث تتم بالتركيز على النقطة الأضعف من هذه السلسلة. تقول هذه النظرية أن من يقوم بالقيادة يخاطر بالتعرض لحادث، تلعب عوامل مختلفة، مستقلة ، تتعلق بالطريق، العربة، والسائق دوراً في وقوع حادث.

منهج النظم متعدد الأسباب الساكن:

يركز هذا المنهج على طبيعة المشكلة، يختلف عن المنهج السابق بارتكازه على استراتيجية موجهة نحو المشكلة، وذلك باختيار الجزء من المشكلة محط الاهتمام ومعالجة الجزء بتفصيل أكبر. طوّر هذا المنهج دراسات تفصيلية لحوادث المرور تأخذ بعين الاعتبار كل الظروف الملاحظة للحادث. يمكن تشبيهه بالصور التفصيلية الساكنة (الجامدة).

منهج النظم متعدد الأسباب المتحرك:

يأخذ بعين الاعتبار الخصائص الحركية (الديناميكية) لنظم النقل والحوادث. يمكن تشبيهه بالفيلم المتحرك بمحاولته لفهم حوادث المرور. كل حادث، هو نتيجة جزئياً لعدد من الظروف والأفعال تسبق الحادث، هو لا يحاول فقط حل المشكلة، بل يحاول إيجاد الصيغة الأفضل لذلك من ضمن عدد كبير من الخيارات .

سنخص في هذا البحث السلامة المرورية في سوريا فحوادث المرور في سوريا لم تعد خافية على أحد فخصائرها البشرية والمادية تشكل خسارة اقتصادية للوطن، ففي العام المنصرم 2005م، سجلت الإحصاءات الرسمية 20134 حادثاً مروريا منها 9238 حادثاً مادياً، 10896 حادثاً جسدياً قتل فيها 2197 شخصاً وأصيب 12841 بجروح والجنوح (1) يوضح المؤشر العددي للحوادث المرورية في سوريا حسب (عدد السكان – عدد الآليات) بدءاً من عام 1963 وحتى نهاية العام 2005 .

الجدول (1) - المؤشر العددي للحوادث المرورية في سوريا حسب (عدد السكان - عدد الآليات)

السنوات	عدد السكان	عدد الآليات المسجلة	عدد الحوادث المرورية	عدد الحوادث المرورية لكل 100000 آلية	عدد الحوادث المرورية لكل 100000 نسمة
1963	5308000	41170	1608	3905.756619	30.2939
1964	5467000	45438	1160	2552.929266	21.21822
1965	5325000	46128	1303	2824.748526	24.46948
1966	5500000	46340	1194	2576.607682	21.70909
1967	5680000	50199	1709	3404.450288	30.08803
1968	5866000	49988	4198	8398.015524	71.56495
1969	6059000	54087	5946	10993.39952	98.13501
1970	6305000	58105	5576	9596.420274	88.43775
1971	6467000	60424	6473	10712.63074	100.0928
1972	6684000	63522	4913	7734.328264	73.50389
1973	6908000	70627	5118	7246.520453	74.08801
1974	7140000	74106	5039	6799.719321	70.57423
1975	7380000	100972	7722	7647.664699	104.6341
1976	7627000	137354	8998	6550.955924	117.9756
1977	7883000	177215	8516	4805.462292	108.0299
1978	8148000	184235	8104	4398.729883	99.45999
1979	8421000	194132	10534	5426.20485	125.092
1980	8704000	206383	11144	5399.669546	128.0331
1981	9046000	217792	14391	6607.680723	159.0869
1982	9298000	239104	12673	5300.204095	136.2981
1983	9611000	284546	12895	4531.78045	134.1692
1984	9934000	288616	13915	4821.285029	140.0745
1985	10267000	295986	11815	3991.742853	115.0774
1986	10612000	307627	11651	3787.378871	109.7908
1987	10969000	314729	10887	3459.166457	99.25244
1988	11338000	331439	11815	3564.758523	104.2071
1989	11719000	326237	11572	3547.114521	98.74563
1990	12116000	329410	13870	4210.558271	114.4767
1991	12529000	336621	12663	3761.797392	101.0695
1992	12958000	356148	16109	4523.119602	124.317
1993	13393000	399088	18605	4661.879084	138.9159
1994	13782000	440976	17989	4079.360328	130.5253
1995	14153000	486776	17173	3527.906059	121.3382
1996	14619000	520547	15683	3012.792313	107.2782
1997	15100000	539104	15950	2958.612809	105.6291
1998	15597000	554630	14176	2555.938193	90.88927
1999	16110000	588288	14568	2476.33812	90.42831
2000	16320000	623229	15480	2483.838204	94.85294
2001	18866025	779562	14235	1826.025383	75.4531
2002	19396186	853399	14609	1711.860454	75.31893
2003	19937573	878096	14547	1656.652576	72.96274

82.93804	1776.495247	16985	956096	20479142	2004
95.97151	1886.872023	20134	1067057	20979142	2005

3 - استراتيجيات السلامة المرورية:

هناك استراتيجيات عدة لبناء برامج تحسين السلامة المرورية، يركز كل منها على جانب من جوانب السلامة، يمكن تصنيف هذه الاستراتيجيات في أربعة أنواع:

1 - تقليل التعرض لخطر التنقل :

وذلك عن طريق تقليل حجم التنقل، أو اقتراح نماذج نقل أكثر أماناً. تستخدم هذه الاستراتيجية أثناء تخطيط النقل أو إرساء سياسات النقل. في البلدان المعتمدة على السيارات الخاصة يكون لهذه الإستراتيجية أثراً محدوداً. تتضمن هذه الاستراتيجية سياسات مثل:

- تشجيع أنماط بديلة للنقل (مثل النقل العام).
- وضع القيود لاستعمال السيارات الخاصة (تسعير الطرق، إعطاء أفضلية، لوسائل النقل العام والمشاة....).
- وضع قيود على مستعملي السيارات الخاصة (سن أقصى وأدنى عمر للحصول على رخصة قيادة...).

2 - منع وقوع الحوادث :

يمكن منع وقوع الحوادث بإجراءات هندسية أو تحسين أداء العربات.

3 - تحسين الأداء :

وذلك لكل مستخدم أنظمة النقل كالسائقين (التمرين والفحص الدوري)، والمشاة (التركيز على أطفال المدارس)، كذلك عن طريق التطبيق الصارم للقوانين المرورية.

4 - التخفيف من الإصابات :

وذلك بالتركيز على العوامل التي تزيد الأمان لكل من العربة (أحزمة الأمان، أقفال أمان، هيكلية أقوى للعربة، وسائل هوائية....) الدراجات (الخوذة)، الباصات (تصميم داخلي آمن)، وكذلك الأمر لبيئة الطريق.

كذلك الأمر بالنسبة لتحسين خدمات الطوارئ من حيث السرعة والفاعلية.

4 - إجراءات تقييم السلامة المرورية :

- 1 - تحديد المواقع الخطرة (Hazardous Road Location) .
- 2 - بروتوكول تدقيقات السلامة المرورية (Road Safety Audit) .
وسيتم التطرق لكلا الجانبين في الأقسام اللاحقة من التقرير .

الفصل الثاني

برامج تحديد المواقع الخطرة & بروتوكول تدقيق السلامة المرورية

Hazardous Road Location& Road safety Audit

برامج تحديد المواقع الخطرة

Hazardous Road Location

1 - تعريفه:

هي آلية تهدف لتحديد المواقع في النظام الطرقي التي تعاني من نسبة عالية غير مقبولة لوقوع الحوادث عليها، وذلك بغرض تطوير إجراءات مناسبة للتقليل من كلف الحوادث، عن طريق التقليل من عدد الحوادث، أو التخفيف من خطورتها (معظم الإجراءات تقلل أحد العاملين وليس الاثنين معاً).

تصنف المواقع الخطرة حسب المكان المدروس الذي تقع فيه الحوادث إلى:

- مواقع خطرة **Hazardous Sites or Black Spots** : حوادث تقع على تقاطعات، أو على أقسام قصيرة من الطرق.
- مسارات أو طرق خطرة **Hazardous Routes** : حوادث تقع على طول الطرق، أو أقسام منها.
- مناطق خطرة **Hazardous Areas** : حوادث تقع ضمن مناطق محددة.

كذلك تصنف الحوادث تبعاً لموقع الحدث، مثلاً:

- مجموعات الحوادث التي تحدث في عدة مواقع، و لها إجراءات فعالة للتخفيف أو المنع.
- مجموعات الحوادث التي لها نوع متشابه، وتحدث في عدة مواقع.

- مجموعات الحوادث التي لها سمة متشابهة (حوادث على الجسور، حوادث دراجات، حوادث دهس المشاة.....).
- حوادث استثنائية، كحوادث التقاطعات مع خطوط السكة الحديدية، حوادث ناقلات المواد الخطرة.

منهجية تحديد المواقع الخطرة موضحة بالشكل التالي:



فيما يلي سنتناول بالتفصيل مختلف مراحل عملية تحديد المواقع الخطرة.

2 - أهداف برنامج تحديد المواقع الخطرة :

- الهدف الأساسي من أي عملية تحديد المواقع الخطرة هو:
 - تحديد المواقع التي تعاني من نسبة عالية من الحوادث و إمكانية تقليل الخطر في هذه المواقع مع الأخذ بعين الاعتبار الجانب الاقتصادي لإجراءات المعالجة (Cost-Effective).
 - تحديد خيارات وأساليب معالجة المواقع الخطرة التي تحقق الفائدة الاقتصادية الأعلى .

لتحويل هذه الأهداف إلى أهداف عملية يتم تبنيها، لابد من تحديد هدف محدد كمي، على سبيل المثال، اقترح معهد النقل والطرق السريعة

Institution of Highways and Transportation

الأهداف التالية لأي برنامج تحديد المواقع الخطرة:

- للموقع الخطر: تخفيض وسطي لعدد الحوادث بمقدار 33%
زيادة العائدية **Rate of Return** للسنة الأولى بمقدار 50%
- للمسار الخطر: تخفيض وسطي لعدد الحوادث بمقدار 15%
زيادة العائدية **Rate of Return** للسنة الأولى بمقدار 40%
- للمنطقة الخطرة: تخفيض وسطي عدد الحوادث بمقدار 10%
زيادة العائدية **Rate of Return** للسنة الأولى بمقدار 10-25%

يلاحظ أنه أعلى معدلات التخفيض المطلوبة تترافق مع المواقع الصغيرة، وتقل كلما كبرت المساحة المشمولة بالبرنامج، لأن ذلك يترافق مع تنوع في الحوادث واختلاف في الظروف وفي أساليب المعالجة.

3 - تحديد المواقع الخطرة :

تقسم عملية تحديد المواقع الخطرة إلى المراحل التالية:

1- تحديد مواصفات الموقع الخطر (أو المسار أو المنطقة) :

الموقع الخطر: يجب تحديد المواصفات الهندسية من حيث الشكل والأبعاد والعوائق ومسافات الرؤية....(تضمن كل ما يدخل في تحليل وتصنيف حوادث المرور). في حالة مقاطع الطرق، يجب تقسيم مقطع الطريق إلى مقاطع جزئية متجانسة الخواص لا يقل طول كل منها عن 0.5 كم . في حالة التقاطعات، تحدد أبعاد التقاطع اعتماداً على حدود ملكية العقارات المجاورة، بالإضافة إلى مسافة معينة من الأذرع (من 10 إلى 30 متر)، كل الحوادث الواقعة في هذه المنطقة تصنف "حوادث التقاطع".

المسارات الخطرة : وهي الطرق ذات الطول من 1 إلى 10 كم.
المناطق الخطرة: يجب أن تكون كل منطقة على حدة موحدة و متجانسة الخواص (من حيث نماذج استعمال الأراضي، الكثافة، خواص الشوارع). المساحة المثالية للمنطقة هي 5 كم² أو أكبر.

2- اعتماد معيار واضح لتحديد المواقع الخطرة :

يتم الاعتماد على معايير كمية واضحة لتحديد المواقع الخطرة، تختلف استخدامات هذه المعايير من بلد لآخر، ومن موقع لآخر، وحسب طبيعة المعلومات المتوفرة، والأساليب الممكنة للمعالجة. فيما يلي سرد للمعايير المتاحة لمختلف أنواع المواقع الخطرة.

المواقع والمسارات الخطرة:

- عدد الحوادث (أو عدد الحوادث لواحدة الطول من الطريق) خلال فترة زمنية محددة والتي تتجاوز سقفاً معيناً. هذا المعيار لا يأخذ بعين الاعتبار تأثير المرور على زيادة إمكانية التعرض لحادث (**Exposure**).
- معدل الحوادث لفترة زمنية محددة و تتجاوز قيمة معينة. هذا المعيار يأخذ بعين الاعتبار التعرض لخطر التورط بالحوادث، لأن معدلات الحوادث يُعبر عنها عادة بـ "حوادث لكل مليون عربة بالكيلومتر".
- عدد ومعدلات الحوادث التي تتجاوز سقف معين.
- معدل الحوادث الذي يتجاوز قيمة حرجية يتم حسابها إحصائياً من معدلات كل المواقع. تسمى هذه الطريقة طريقة التحكم بجودة المعدل **Rate Quality Control RQC** وهي تحدد فيما إذا كان معدل الحوادث في الموقع أعلى بشكل هام من النسبة الحرجية لمواقع مشابهة بالخواص.
- طريقة التخفيض المتوقعة لحوادث المرور **Rate Quality Control RQC** تمثل هذه الطريقة الفرق بين الاعتماد على الحوادث المسجلة، وعلى الحوادث المتوقعة بناء على خصائص الموقع والمرور المار. يتم اختيار المواقع الخطرة وفق هذه الطريقة عن طريق اختيار المواقع التي ستزيد الانخفاض في حوادث المرور إذا كان من الممكن تخفيض حوادثها السابقة إلى الحد المقبول. هذه الطريقة تستعمل تكرار الحوادث وليس معدلاتها.
- الاعتماد على معدلات شدة الحوادث. يتم في هذه الطريقة تثقيف الحوادث اعتماداً على شدتها لتكوين دليل والذي بدوره يستخدم كمعيار للاختيار.
- طريقة دليل الخطورة. وهي مزيج من كل ما سبق، من خلالها يتم حساب عدد من العوامل مثل معدلات الحوادث، تكرارها، شدتها، معلومات عن حجم المرور والمواقع. تثقل هذه العوامل ويتم تكوين دليل مكون من الوسطي المُثقل لهذه العوامل.

- استعمال سمات المواقع كمعيار للاختيار. هذا يشمل العناصر الطرقية (منعطفات وميول) عناصر جوانب الطرق، والعناصر المرورية. بالاعتماد على المجموع المُنْتَقَل لكل من هذه العناصر لكل موقع، يتم حساب دليل يعطي مؤشراً عن أولوية معالجة المواقع.
- الكلف السنوية للحوادث في الموقع، بالاستناد إلى كلفة وسطية لكل نوع من أنواع الحوادث .

المناطق الخطرة:

- من الصعب الجزم بالمعايير الأنسب، لأن الأبحاث لم تحسم ذلك بعد. لكن يمكن تلخيص الاحتمالات المقترحة بما يلي:
- عدد الحوادث لكل متر مربع. هذا المعيار لا يأخذ بعين الاعتبار طول الشوارع أو الحجم المرورية.
- عدد الحوادث لكل X من السكان.
- عدد الحوادث لكل كيلومتر من الطرق. هذا المعيار لا يأخذ بعين الاعتبار الحجم المرورية.
- عدد الحوادث لكل X مركبة. هذا المعيار يأخذ بعين الاعتبار الحجم المرورية بشكل بسيط.
- الكلفة السنوية لحوادث المرور في المنطقة.

مؤيدو الاعتماد على تكرار الحوادث كمعيار لاختيار المواقع الأكثر خطورة يركزون على أن هذه التوجه يركز على المواقع الأكثر حوادثاً، وهكذا، وبالتركيز على هذه المواقع يمكن أن نحصل على تخفيض هام في الحوادث وكلفها، أيضاً هذا التوجه يركز على المواقع ذات الحجم العالية والتي تعاني من أعداد كبيرة من الحوادث. بينما مؤيدو استخدام معدلات الحوادث يناقشون أن هذه المعدلات تمكنهم من التعرف ليس على المواقع ذات الغزارات العالية، بل المواقع ذات الأوضاع الاستثنائية. بينما مؤيدو **RQC** و **PAR** يقولون أن توجه هاتين الطريقتين يُمكن من التركيز على المواقع التي تعطي التخفيض الأكبر في الحوادث وكلفها نتيجة المعالجة.

3- قياس التعرض للحوادث : Measure of Exposure

مفهوم التعرض للحوادث هو مفهوم بسيط: كلما زاد اشتراك الإنسان بحركة المرور أكثر كلما زاد احتمال تعرضه لحادث. هذا يتعلق ليس فقط بعدد ساعات الاشتراك، أو بالكيلومترات المقطوعة، بل يتعلق بعوامل أخرى كغزارات المرور على سبيل المثال. عدد من المعايير السابقة يعتمد على معدلات الحوادث، والتي هي تكرار الحوادث مقسومة على عامل معين يأخذ بعين الاعتبار بشكل مباشر أو غير مباشر احتمال التعرض لحادث.

بالنسبة للمسارات الخطرة، أبسط قياس للتعرض هو طول المسار، كلما طال المسار كلما زاد احتمال وقوع حوادث. يعبر عن معدل الحوادث في هذه الحالة بـ "عدد الحوادث لكل كيلومتر من الطريق". هذا المعيار لا يأخذ بعين الاعتبار حجم المرور. في حال توافر معطيات عن حجم المرور ينصح باستخدام المعيار التالي: الحوادث السنوية لكل عربة كيلومتر، يتم حساب هذا المعدل بالاعتماد على متوسط المرور اليومي السنوي **Average Annual Daily Traffic AADT** (طول المقطع $\text{AADT} \times 365 \times$ يعبر عنه عادة بحدث لكل 10^8 عربة كيلومتر).

للتقاطعات غير المنظمة بإشارات ضوئية، تم تطوير علاقات رياضية لحساب التعرض، هذه العلاقات تربط بين عدد الحوادث من جهة، و الفجوات للتيار المتصادم، مع نجاح السائق بإيجاد هذه الفجوات من جهة أخرى. للتقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية تم تطوير علاقات رياضية لحساب التعرض، هذه العلاقات تربط بين عدد الحوادث مع حجم المرور الداخل للتقاطع .

4- قياس شدة الحوادث Severity :

بعض المعايير السابقة تستخدم مفهوم شدة الحوادث. يعتمد هذا المفهوم على إعطاء كل حادث ثقل بالاعتماد على الكلفة المتوسطة للحدث بناءً على الأضرار المادية والبشرية للحدث. بإتباع هذه الطريقة، نجد أن الحوادث التي نتج عنها وفيات تتقل 10 مرات أكثر من الحوادث المقتصرة على الأضرار والإصابات، هذا يعني أن الحوادث المميتة سوف تسيطر على عملية تحديد الأماكن الخطرة. المشكلة هنا هي أن الظروف التي أدت إلى وقوع حوادث مميتة قد تكون شبيهة بحوادث الأضرار، الصدمة أو تصرف السائق قد يكون السبب في حدوث الوفاة. التركيز على معالجة المواقع ذات الحوادث المميتة قد يسبب أخطاء، فقد يكون التقاطع شهد حوادث مميتة دون أن يكون لديه معدل حوادث عالي. لذلك يمكن تعديل ذلك عن طريق الاعتماد في عملية الاختيار على المواقع ذات الشدة العالية وليس المميتة، أو تقليل الثقل النسبي لحوادث الوفيات بالنسبة لحوادث الأضرار (إعطائها وزن من 2 إلى 4 مرات أكثر).

أمثلة عن المعايير :

تكرار الحوادث

تحديد وسطي التكرار للمواقع ثم مقارنة سجل كل موقع مع الوسطي

المعدلات

$$\frac{\text{العدد الإجمالي (عدد الحوادث أو الإصابات أو الوفيات)} \times \text{مقياس الأساس (لكل مئة ألف شخص أو عشرة آلاف مركبة مسجلة)}}{\text{الأساس الذي يبنى عليه المعدل}} = \text{المعدل المطلوب (معدل الحوادث أو معدل الإصابات أو الوفيات)}$$

$$\frac{\text{عدد الوفيات} \times 100000}{\text{عدد السكان}} = \text{معدل الوفيات لكل مئة ألف شخص}$$

$$\frac{\text{عدد الوفيات} \times 10000}{\text{عدد السائقين المرخص لهم}} = \text{معدل الوفيات لكل 10000 سائق مرخص له}$$

$$\frac{\text{عدد الحوادث} \times 10000}{\text{عدد العربات المسجلة}} = \text{معدل الحوادث لكل 10000 عربة مسجلة}$$

التعرض المروري

$$\frac{\text{عدد الحوادث في الموقع} \times 1000000}{\text{حجم المرور} \times \text{طول مقطع التحليل} \times \text{طول مدة التحليل} \times 365} = \text{معدل الحوادث في الموقع الخطر لكل مليون عربة} \quad \frac{V/d}{V/d}$$

$$\frac{\text{عدد الحوادث في الموقع} \times 1000000}{\text{حجم المرور} \times \text{طول مقطع المسار} \times \text{طول مدة التحليل} \times 365} = \text{معدل الحوادث في المسار الخطر لكل مليون عربة} \quad \frac{V/d}{V/d}$$

معدل شدة الحادث (مؤشر الخطورة)

$$\text{معدل شدة الحادث} = \frac{\text{عدد الوفيات}}{\text{عدد الحوادث}}$$

$$\text{معدل شدة الحادث} = \frac{\text{عدد الوفيات} + \text{عدد الإصابات}}{\text{عدد الحوادث}}$$

$$\text{معدل شدة الحادث} = \frac{\text{عدد الوفيات}}{\text{عدد الوفيات} + \text{عدد الإصابات}}$$

5- تحديد فترة زمنية لاعتبارها في التحاليل :

- لدراسة تاريخ الحوادث في المواقع الخطرة، لابد من تحديد المدة الزمنية المدروسة. هناك عوامل مؤثرة في هذه العملية، وتشمل:
- محاولة تجنب الفترات الزمنية التي تحدث فيها ظروف استثنائية (نمو كبير في حجوم المرور) وظواهر تسبب تغيرات كبيرة في عدد الحوادث أو حجوم المرور.
- استعمال بيانات التعداد السنوي للحوادث لتجنب تأثيرات الاختلافات الموسمية لوقوع الحوادث.
- تجنب الانقطاع الزمني لبيانات الحوادث.
- تكاليف تخزين ومعالجة المعطيات.
- ينصح بتحديد مدد أقصر لمسارات الخطرة بالمقارنة مع المواقع، لأن هذه العملية تتضمن تجميع المعطيات من عدد من المواقع. بينما بالنسبة للمناطق الخطرة ينصح بإطالة المدة، لأن الحوادث قد تكون قليلة، وذلك للحصول على حجم عينة حوادث مقبول إحصائياً. عملياً، ومن تجارب مختلف الدول نادراً ما تتجاوز الدراسة الخمس سنوات، ولا تقل عن سنة واحدة.

3-1- طرق تحديد المواقع الخطرة :

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 :

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

حيث :

C = تكرار الحوادث في الموقع ك .

M = المقياس الذي يحدده المحلل المروري .

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

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
ب	5
ج	0
د	1
هـ	7

الحل :

المقياس هو متوسط الحوادث، والذي يمكن حسابه كالتالي :

$$م = (2+5+0+1+7) \div 5 = 3 \text{ حوادث}$$

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 - طريقة معدل (نسبة) الحوادث Accident Rate Method :

من أبرز عيوب طريقة التكرار اعتمادها بشكل كلي على العدد المطلق للحوادث مما يؤدي بالمحلل 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 :

$$م = ح \div ض \quad ك = 1 ، 2 ، 3 ، \dots ، هـ \quad (2)$$

حيث :

م = نسبة الحوادث أو معدلها في الموقع ك .

ح = عدد الحوادث في الموقع ك .

ض = التعرض المروري في الموقع ك .

هـ = 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).

3- 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:

$$م = \frac{ح \times 1.000,000}{ج \times ز \times 365}$$

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) .

(2) **مقطع الطريق (Roadway Section):** هنا نأخذ مقطعاً 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:

$$م = \frac{1.000,000 \times ح}{365 \times ط \times ز}$$

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.

3- طريقة التحكم بمعدل الجودة Quality Control Rate Method :

تستخدم هذه الطريقة اختباراً إحصائياً لتحديد ما إذا كان معدل الحوادث في موقع معين أعلى، وبدلالة إحصائية، 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، وبحسب هذا المعدل الحرج بواسطة المعادلة التالية:

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

حيث:

R_c = المعدل الحرج للحوادث.

R_a = متوسط معدلات الحوادث المرورية للمواقع المشابهة لموقع الدراسة (حادثة 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 مقطوعاً.

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 استخدامهما 1.645 و 2.576. تعبر α عن مستوى الدلالة الإحصائية.

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 :

$$EPDO = 9.5 \text{ (ف+ص}_1\text{)} + 3.5 \text{ (ص}_2\text{+ص}_3\text{)} + \text{تلفيات} \text{ (6)}$$

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 والمحمّل أن تنتهي بالوفاة، وسنوضح ذلك في التطبيق بعد قليل. تقوم الفكرة هنا على أساس تحويل حوادث الإصابات والوفيات إلى ما يكافئها من حوادث التلفيات.

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.

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) .

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:

التكلفة بالدولار لكل وحدة

220.000

9.300

1.190

نوع الحادث المروري

حادث وفاة

حادث إعاقة

تلفيات فقط و/أو إصابة بسيطة

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

2-3- اختيار الطريقة :

لم نتعرض لجميع الطرق المتبعة في تحديد المواقع الخطيرة وذلك لتعدددها كما أن بعضها له صيغة رياضية معقدة لا يسعنا هنا الدخول في تفاصيلها ، كما أن الحافز الرئيس لتعرضنا للطرق السابقة كان بسبب انتشار استخدامهما، وقبل أن نتحدث عن هذا الانتشار والذي سيقودنا لاستخدام أفضل الطرق فإنه لابد 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 الخطيرة 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 إحداها حسب نوع البيانات المتوافرة. فمثلا إذا كانت أعداد حوادث المرور هي المتوافرة 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 المتوافرة 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 الرئيسية بينما 73% على الطرق الفرعية.
- أن 84% من الهيئات تستخدم طريقة معدل الحوادث على الطرق الرئيسية بينما 50% على الطرق الفرعية.
- أن 65% من الهيئات تستخدم طريقة خطورة الحوادث على الطرق الرئيسية 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 و4% طريقة معدل الحوادث و6% طريقة تكرار الحوادث موزونة بخطورة الحوادث وباقي النسبة المئوية تذهب لطرق أخرى.

3-3- 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. وإحدى الطرق الرئيسية 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 تكررت 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 الإسفلت.
- 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.

3-4- 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.

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

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.

4-3-1- 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 والممتلئة 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 (حادث/كم/سنة).

فمثلاً 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 :

$$\text{موقع أ : } (15) / (0.8) (3) = 6.25 \text{ حادث / كم / سنة .}$$

$$\text{موقع ب : } (21) / (1.2) (2) = 8.75 \text{ حادث / كم / سنة .}$$

$$\text{موقع ج : } (43) / (3.4) (2.5) = 5.06 \text{ حادث / كم / سنة .}$$

$$\text{موقع د : } (27) / (2,2) (1.5) = 8.18 \text{ حادث / كم / سنة .}$$

$$\text{موقع هـ : } (27) / (1.6) (3) = 5.62 \text{ حادث / كم / سنة .}$$

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

4-3-2- طريقة معدل الحوادث :

نحسب نسبة الحوادث للخمسة مواقع بمعادلة المقاطع المذكورة سابقا:

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

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

وبالمثل لكل المواقع :

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

$$\text{موقع ب : م} = (21) (1.000,000) / (365) (2) (3500) (1.2) = 6.85 \text{ حادث / مليون مركبة-كم} .$$

$$\text{موقع ج : م} = (43) (1.000,000) / (365) (2.5) (1750) (3.4) = 7.92 \text{ حادث / مليون مركبة-كم} .$$

$$\text{موقع د : م} = (27) (1.000,000) / (365) (1.5) (2400) (2,2) = 9.34 \text{ حادث / مليون مركبة-كم} .$$

$$\text{موقع هـ : م} = (27) (1.000,000) / (365) (3) (3000) (1.6) = 5.14 \text{ حادث / مليون مركبة-كم} .$$

من ذلك فإن د هو الموقع الأخطر ثم ج، ب، هـ، أ.

4-3-3- طريقة التحكم في معدل الجودة :

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

$$R_c = R_a + K * \sqrt{R_a / M} + \frac{1}{2 * M}$$

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

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

$$= M = \frac{(3) (0.8) (365) (4.200)}{1,000,000} = 3.68 \text{ مليون مركبة -كم}$$

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

$$R_c = 3.5 + 1.96 * \sqrt{\frac{3.5}{3.68}} + \frac{1}{2 * 3.68} = 3.5 + 1091 + 0.14 \Rightarrow$$

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

أي 5.55 حادث / مليون مركبة - كم.

فمثلاً 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:

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

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 .

4-3-4- طريقة خطورة الحادث (الضرر المكافئ) EPDO :

تقيس هذه الطريقة خطورة حوادث المرور في الموقع، وكما نعلم فإن خطورة حادث المرور نعبر 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) لمعرفتنا 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 و12 حادثاً 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. فمثلاً 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/سنة	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.

4-3-5- طريقة تكلفة الحوادث :

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

التكلفة بالدولار لكل وحدة

220.000
9.300
1.190

نوع الحادث المروري

حادث وفاة
حادث إعاقة (إصابة شديدة)
تلفيات فقط و/أو إصابة بسيطة

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:

$$220.000 \times (0) + 9.300 \times (3+1) + 1.190 \times (13) = 52.670 \text{ دولاراً}$$

وبالتالي فإن التكلفة لكل مليون مركبة - كم:

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

يلخص الجدول التالي هذه التكلفة للمواقع الخمسة:

الموقع	الوفيات	إصابات الإعاقة	حوادث التلفيات + الإصابات البسيطة	التكلفة الإجمالية للحوادث (دولار)	التعرض (مليون مركبة-كم)	التكلفة لكل مليون مركبة-كم
أ	0	4=3+1	13=1-1-15	52670	3.68	14300
ب	1	4=0+4	18=1-2-21	278620	3.07	90800
ج	0	6=2+4	37=6-2-43	99830	5.44	18400
د	0	0=0+0	27=0-0-27	32130	2.89	11100
هـ	3	14=7+7	16=5-4-24	809240	5.26	153800

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

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

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

4- تشخيص أسباب الحوادث :

بعد القيام بعملية تحديد المواقع الخطرة، من الضروري القيام بفحص دقيق لفهم طبيعة مشاكل السلامة المرورية في هذه المواقع، والتعرف على ظروف خصائص هذه المواقع، مع التفكير في خيارات الحلول الطرقية أو المرورية لهذه المشاكل. مرحلة

التشخيص هذه تضمن الوصول إلى إجراءات السلامة المرورية اللازمة بشكل منهجي، دون القفز الغير ناضج إلى الاستنتاجات.

تُقسّم هذه المرحلة إلى ستة خطوات:

- الدراسة المفصلة لتقارير حوادث المرور.
- تبويب البيانات لتحديد أنواع مجموعات الحوادث ومواقع حدوثها.
- توسيع البيانات عن طريق التحري التفصيلي لمواقع الحوادث على أرض الواقع (قد تتضمن دراسات نقاط التصادم، دراسات سرعة، تعدادات مرورية، مناورات الانعطاف، تصرفات السائق).
- تحاليل مفصلة لكل البيانات.
- تحديد العوامل المسيطرة و/أو سمات الطرق.
- تحديد طبيعة مشكلة الحوادث.

ليس الغرض من دراسة تقارير حوادث المرور في هذه الحالة هو دراسة كل حادث على حدة، بل الغرض هو البحث عن أنماط متشابهة لوقوع الحوادث والتي تساعد في اكتشاف المشاكل الغير واضحة. يمكن ترميز أنواع الحوادث في قواعد البيانات بناء على تصنيف معياري محدد. نوع الحوادث المسيطر أو الأكثر تكراراً يوفر المعلومات الأكثر ثقة ومباشرة لتحديد أساليب المعالجة.

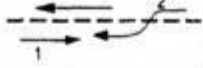
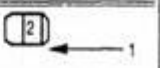
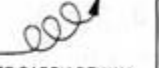
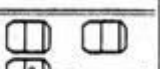
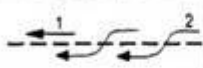
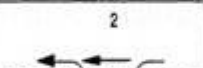
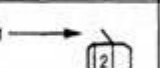
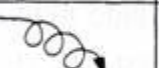
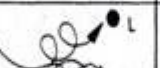
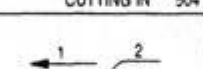
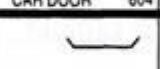
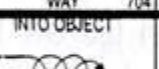
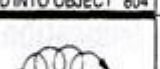
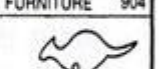
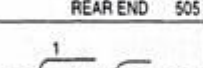
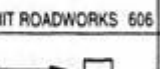
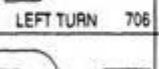
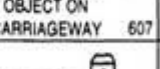
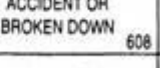
عادة، تتضمن أنواع الحوادث التصنيف التالية:

- اصطدام بين عربات تدخل من شوارع متجاورة.
- اصطدام بين عربات منعطفة من الاتجاه المعاكس.
- صدم خلفي.
- حوادث دهس المشاة.
- اصطدام بين عربات تسافر في نفس الاتجاه.
- حوادث جنوح.
- اصطدام بعوائق ثابتة.
- اصطدام بسيارات متوقفة.

الشكل رقم (4) يقدم نموذجاً عن هذه التصنيف:

الشكل (4) - تصنيف الحوادث

	00	10	20	30	40
	تمشي على الأقدام عربات الأطفال	نقاطح	عربات من إتجاه المعاكس	عربات في نفس الإتجاه	مناورة
	OTHER 000	OTHER 100	OTHER 200	OTHER 300	OTHER 400
1	 NEAR SIDE 001	 THRU-THRU 101	 HEAD ON 201	 REAR-END 301	 LEAVING PARKING 401
2	 EMERGING 002	 RIGHT-THRU 102	 LEFT-THRU 202	 LEFT-REAR 302	 PARKING 402
3	 FAR SIDE 003	 LEFT-THRU 103	 RIGHT-LEFT 203	 RIGHT-REAR 303	 PARKING VEHICLES ONLY 403
4	 PLAYING, WORKING, LYING, STANDING ON CARRIAGEWAY 004	 THRU-RIGHT 104	 RIGHT-RIGHT 204	 U-TURN 304	 REVERSING IN TRAFFIC 404
5	 WALKING WITH TRAFFIC 005	 RIGHT-RIGHT 105	 THRU-RIGHT 205	 LANE SIDE SWIPE 305	 REVERSING INTO FIXED OBJECT 405
6	 FACING TRAFFIC 006	 LEFT-RIGHT 106	 LEFT-LEFT 206	 LANE CHANGE - RIGHT 306	 LEAVING DRIVEWAY 406
7	 DRIVEWAY 007	 THRU-LEFT 107	 U-TURN-THRU 207	 LANE CHANGE - LEFT 307	
8	 ON FOOTWAY 008	 RIGHT-LEFT 108		 RIGHT TURN S/S 308	 FROM FOOTWAY OR VERGE 408
9	 STRUCK WHILE BOARDING OR ALIGHTING 009	 LEFT-LEFT 109		 LEFT TURN S/S 309	
10	LOCARS RH CODE			310	

50	60	70	80	90
الإحتياز	على الطريق	اصطدام على استقامة	اصطدام على المنعطف	متنوع
OTHER 500	OTHER 600	OTHER 700	OTHER 800	OTHER 900
 HEAD ON 501	 PARKED 601	 OFF CARRIAGEWAY TO LEFT 701	 OFF CARRIAGEWAY RIGHT BEND 801	 FELL IN/FROM VEHICLE 901
 OUT OF CONTROL 502	 DOUBLE PARKED 602	 OFF CARRIAGEWAY TO RIGHT 702	 OFF CARRIAGEWAY LEFT BEND 802	
 PULLING OUT 503		 LEFT OFF CARRIAGEWAY INTO OBJECT 703	 OFF RIGHT BEND INTO OBJECT 803	 HIT TRAIN 903
 CUTTING IN 504	 CAR DOOR 604	 RIGHT OFF CARRIAGEWAY INTO OBJECT 704	 OFF LEFT BEND INTO OBJECT 804	 HIT RAILWAY XING FURNITURE 904
 PULLING OUT REAR END 505	 HIT PERMANENT OBSTRUCTION 605	 OUT OF CONTROL ON CARRIAGEWAY 705	 OUT OF CONTROL ON CARRIAGEWAY 805	 HIT ANIMAL OFF CARRIAGEWAY 905
 OVERTAKING - LEFT TURN 506	 HIT ROADWORKS 606	 LEFT TURN 706		 PARKED VEHICLE RAN AWAY 906
	 HIT TEMPORARY OBJECT ON CARRIAGEWAY 607	 RIGHT TURN 707		VEHICLE MOVEMENTS NOT KNOWN 907
	 ACCIDENT OR BROKEN DOWN 608			
	 HIT ANIMAL 609			
	 LOAD HITS VEHICLE 610			

© D ANDREASSEN
(DCAS Ref CODE)

في حال لم يوجد تكرار أو سيطرة لنوع واحد من أنواع حوادث المرور، فإن عملية اقتراح أساليب المعالجة الهندسية قد تكون صعبة. قد يكون هناك نوعين أو أكثر من الحوادث هم الأكثر تكراراً، والحلول الهندسية لهم مختلفة بل وأحياناً متعارضة. (مثلاً تقاطع منظم بإشارات ضوئية فيه كلاً من حوادث دهس المشاة و تصادم العربات المنعطفة مع القادمة. يمكن حل المشكلة للعربات المتصادمة عن طريق تخصيص أطوار للانعطاف، لكن هذا قد يعقد وضع المشاة بالأخص إذا لم يكن هناك إشارات للمشاة).

من المفيد في هذه المرحلة إظهار توزيع أنواع الحوادث: على مخطط **Histogram**. كذلك من المفيد إجراء تحاليل إضافية تتعلق بتكرار وقوع الحوادث بناء على بعض العوامل والظروف، مثل:

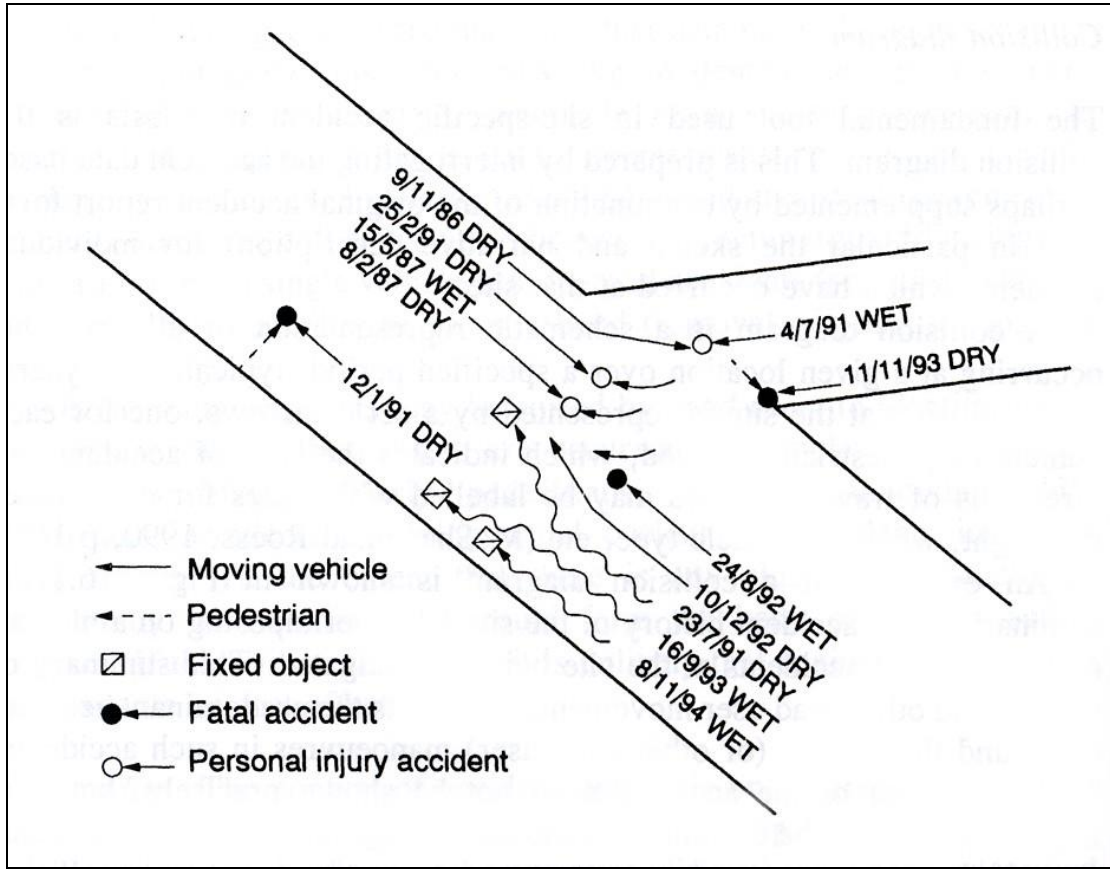
- ظروف الرؤية والإضاءة (في النهار، الغسق، الفجر، الليل، مشاكل إضاءة اصطناعية).
- ظروف سطح الطريق (رطب، جاف، تقييم دور سطح الطريق في وقوع الحوادث).
- توقيت الحوادث (أثناء الذروة المسائية أو الصباحية أو خارجهما).
- تاريخ الحوادث (أيام عمل، عطلة، لتخصيص الحوادث بمجموعة معينة من السائقين أو المشاة)

مخطط التصادم :

يعتبر مخطط التصادم أداة رئيسية لتشخيص حوادث المرور في موقع معين، وهو عبارة عن تمثيل لكل الحوادث في موقع معين خلال فترة زمنية معينة (1-5 سنوات). يُحضّر من خلال مراجعة بيانات الحوادث، وفي حال عدم وضوحها، من تقارير الحوادث، وذلك لكل حادث. يتم تمثيل الحوادث بمجموعة من الرموز التي توضح نوع الحادث، والأطراف المتورطة فيه، بالإضافة لمعلومات تتعلق بـ:

- الوقت والتاريخ
- ظروف الرؤية و سطح الطريق
- نوع الحادث وشدته (أضرار، إصابات، مميت...)
- تحديد مكان وقوع الحادث ضمن مخطط هندسي للموقع ككل، الشكل (5) يقدم نموذجاً عن مخطط التصادم.

الشكل -5- نموذج مخطط تصادم



المسح البصري للموقع :

هذا عنصر هام في عملية تشخيص الحوادث. يجب القيام بعملية المسح تحت مختلف الظروف الجوية، وفي مختلف ظروف الإضاءة. على الماسح أن يمشي ويقود في الموقع لتجريب المناورات التي أتضح من العمل المكتبي أنها إشكالية. هذا يعطي المحلل إحساساً بطبيعة المشاكل في الموقع. يجب أبداء اهتمام خاص بتقييم المحيط العام للموقع من ألوان الأبنية، مواقع الأشجار والشاخصات واللوحات الدعائية بالنسبة للطرق، لأن كل ما سبق قد يسبب حالة من الارتباك لدى السائق. بالإضافة لضرورة التأكد من أن الشاخصات والإشارات الأرضية، الإنارة...تتطابق المواصفات. يجب أخذ الصور الفوتوغرافية للموقع وللشوارع المؤدية إليه. يشكل تسجيل أشرطة فيديو مصدر معلومات ثمين لتحليل تصرفات السائقين (فرامل متأخرة عند الدخول إلى منعطف حاد، تصرف خاطئ نتيجة معلومات خاطئة أو غير مفهومة من الشاخصات أو المحيط، تصرفات متهورة في التقاطعات).

القائمة التالية تتضمن بنوداً توضح الأمور التي يجب على الماسح البحث عنها، وذلك لتتم مناقشة وضعها بالنسبة للموقع من حيث وجود هذه البنود في التقاطع أم عدم

وجودها، حالتها، ملاءمتها، مطابقتها للمواصفات، حاجتها للصيانة أو الإزالة، أو التحديث.... إذا كان البند غير موجود، هل يجب أن يكون موجود؟ بعض هذه البنود، في حالات معينة، قد تقدم مؤشراً أو دليلاً لوقوع الحوادث.

المشاة/الدراجات الهوائية مناطق عبور العدد والخصائص عوائق في وجه المشاة حواجز حماية المشاة مظلات وأماكن انتظار الإضاءة النوع الارتفاع التركيز الإعاقة عربات متوقفة توقف في الشارع توقف في مواقف وطريقة الوصول وضوح الرؤية أوقات التفريغ الإجباري للمواقف التحكم بوقوف السيارات وسائل التحميل مواقف باصات صفوف التكايسي السرع السرع الآمنة حدود السرعة سرع العربات الفعلية	الطريق العرض مفصول/غير مفصول عدد الحارات تقاطعات ميول أكتاف الجزر المداخل والمخارج الراميات ممرات المشاة جوانب الطريق تصريف المياه مزيج من العوامل السابقة سطح الطريق النوع الخشونة الاحتكاك التخديم وأعمال الصيانة هندسة الطريق المنحنيات الأفقية والשאقولية الميول الطولية والعرضية الرفع العرضاني الذرى التقعرات
--	--

البيئة المحيطة استعمال الأراضي تلاميذ مدارس سيارات شاحنة الضجة مشاكل في الدخول والخروج جوانب الطريق مختلف العوائق وبعدها سكة حديد صخور، أشجار، مخاطر أخرى عوائق وحواجز السلامة منحدرات جوانب الطرق قنوات دعامات جسور أو سكة حديد الرؤية على أذرع التقاطع على جوانب الطرق أجهزة التحكم بالمرور المشاة السيارات المتوقفة مواقف الباصات في ذرى الطرق دليل على وجود مشاكل زجاج مكسّر، بقايا آثار فرائل، تخرب في زفت الطريق	التقاطعات النوع عدد الأذرع أفنية التوجيه حارات الانعطاف نصف قطر الدوران الشخصيات والعلامات الأرضية مسح الشخصيات المقروئية الوضوح الشمولية المصدقية خطوط المنتصف، الحارات والأطراف العلامات الأرضية المسامير الإرشادات الأرضية الإشارات الخاصة ببعض المنشآت الإشارات الضوئية نوعية برنامج الإشارة الكثافة الموقع أطوار الانعطاف إشارات المشاة نوع المستشعر نوع جهاز التحكم جزء من نظام للتنسيق بين عدة تقاطعات مدة دورة الإشارة الضوئية ومختلف الأطوار
--	--

في نهاية هذه المرحلة، وعند بدء التفكير بأساليب المعالجة، يكون من المناسب طرح بعض الأسئلة، مثلاً:

- هل الظروف الفيزيائية للطريق تلعب دوراً في وقوع الحوادث، وهل يمكن تصحيح الوضع؟

- هل الرؤية ملائمة، وهل يمكن تصحيح ذلك، هل يوجد تحذير لذلك؟
- هل تقوم الشاحصات، الإشارات المرورية والعلامات الأرضية بالدور المراد منها؟ هل هي بحاجة لتعديل؟
- هل يسير المرور بانسيابية كافية لتقليل وقوع التصادمات؟
- هل يمكن منع الحوادث عن طريق منع بعض المناورات أو الاتجاهات، أو بإرساء أولوية لها؟
- هل يمكن تحويل جزء من السير إلى شوارع أخرى أكثر أماناً؟
- هل الحوادث الليلية أكثر بقدر مهم من الحوادث النهارية؟
- هل توحى الظروف بتشريع قانوني جديد لتنظيم السير؟

5- اختيار وتطوير أساليب المعالجة:

- تهدف هذه المرحلة إلى:
- تحديد الأساليب الكفيلة بالتأثير على كل من أنواع الحوادث المسيطرة و خواص الطرق.
- بناء على رأي خبراء السلامة المرورية، اختيار الأساليب الكفيلة بتقليل عدد أو شدة الحوادث ذات النوع المسيطر في الموقع.
- التأكد من أن هذه الإجراءات والأساليب لن تسبب تأثيرات جانبية غير مرغوبة على السلامة (زيادة نوع آخر من الحوادث)، أو على ظروف المرور أو البيئة المحيطة.
- التأكد من زيادة فعالية برنامج تحديد المواقع الخطرة (Cost-effective).
- تحقق ريعية (Efficient)، أي أن فوائدها تفوق كلفها.
- قبل تناول مختلف أساليب المعالجة، من الضروري تناول المبادئ الأساسية لتصميم التقاطعات، والشوارع الغير حاوية على تقاطعات (الشوارع العادية).

التقاطعات

- المفاهيم التصميمية الأساسية للتقاطعات هي:
- التقليل ما أمكن من نقاط التصادم المرورية.
- إعطاء الأولوية للحركات المرورية الأكبر حجماً.
- فصل الحركات المتصادمة مكانياً أو زمنياً.
- التيارات المندمجة تتصادم بزوايا صغيرة (لتخفيض السرعة).
- تحديد وتقليل مناطق التصادم.
- تحديد مسارات العربات.
- تأمين مسافات رؤية ملائمة.
- التحكم بسرعات العربات عند الدخول للتقاطع (عرض حارات، حدود سرعة، التحكم المروري...)
- تقليل العوائق على جوانب الطرق.

- تقليل أزمدة التأخر.

الشوارع والطرق

- التأكد من مطابقة عناصر الطريق الأفقية والعمودية للمعايير.
- تخطيط مسارات العربات وجوانب الطرق.
- تفريغ جوانب الطريق.
- العناية بمتطلبات المشاة.

عملية اختيار أساليب المعالجة

كما ذكر من قبل، تتم عملية اختيار أساليب المعالجة بناء على حوادث من نوع معين تم تشخيصها في المرحلة السابقة (تشخيص حوادث المرور). سوف يكون لكل نوع من الحوادث مجموعة من أساليب المعالجة التي يمكن تطبيق بعضها، أو مزيج منها. الجداول التالية تقدم إجراءات وأساليب معالجة فعالة لنوع معين من الحوادث والتي تحدث على المواقع التالية، كذلك تشير إلى الآثار السلبية والإيجابية المحتملة:

- تقاطعات المرور عالي السرعة.
 - تقاطعات المرور منخفض السرعة.
 - طرق دون تقاطعات ذات مرور عالي السرعة.
 - طرق دون تقاطعات ذات مرور منخفض السرعة.
 - طرق ذات سرعة تصميمية عالية.
 - تجهيزات المشاة.
 - التقاطعات مع السكة الحديدية.
- تصنّف المعالجة في الجداول التالية حسب التصنيف المقترح بالشكل (4).

الشكل (6) - إجراءات وأساليب المعالجة تبعا لنوع الحادث

تقاطعات السرعة العالية

المعالجة	تأثير الحوادث (type*)	التخفيض %
القتولة	Adjacent approaches (101-109) opposing vehs, turning (202-206) U-turn (207, 304) rear end (301-303) parallel lanes, turning (308-309)	20-40 20-40 20-40 20-40 20-40
خط فاصل مع منعطف حماية	adj approaches (101-109) opposing vehs, turning (202-206) U-turn (207, 304) rear end (301-303) parallel lanes, turning (308-309) hit pedestrian (001-003)	20-30 20-30 20-30 20-30 20-30 20-30
دوار	adj approaches (101-109) head on (201) opposing vehs, turning (202-206) rear end (301-303) U-turn (207, 304) hit pedestrian (001-003)	60-80 60-80 60-80 (-20)-0 40-80 (-20)-0
الإضاءة	adj approaches (101-109) head on (201) opposing vehs, turning (202-206) U-turn (207, 304) rear end (301-303) parallel lanes, turning (308-309) hit pedestrian (001-003) permanent obstruction (605)	20-30 20-30 20-30 20-30 20-30 20-30 20-30 20-30
إعادة تنفيذ السطح إعادة تخطيط السطح	rear end (301-303)	30-40
إشارة قف	adj approaches (101-109) rear end (301-303)	40-60 (-40)-(-60)
إعطاء إشارة طريق	adjacent approaches (101-109)	10-20

تقاطعات السرعة المنخفضة

المعالجة	تأثير الحوادث (type*)	التخفيض %
دوار	adj approaches (101-109) head on (201) opposing vehs, turning (202- 206) rear end (301-303) U-turn (207, 304) hit pedestrian (001-003)	60-80 50-80 50-80 (-30)-0 50-80 (-30)-(-10)
الإضاءة	adj approaches (101-109) head on (201) opposing vehs, turning (202-206) rear end (301-303) lane change (305-307) parallel lanes, turning (308-309) hit pedestrian (001-003) permanent obstruction (605)	15-25 15-25 15-25 15-25 15-25 15-25 15-25 15-25
إعادة تنفيذ السطح	rear end (301-303)	30-40
إشارة قف	adj approaches (101-109) rear end (301-303)	40-60 (-40)-(-60)
التخطيط	adj approaches (101-109) opposing vehs, turning (202-206) parallel lanes, turning (308-309) rear end (301-303) lane change (305-307) permanent obstruction (605)	10-20 10-20 10-20 10-20 10-20 10-20
إغلاق الشارع	adj approaches (101-109) head on (201) opposing vehs, turning (202-206) hit pedestrian (001-003)	50-80 50-80 50-80 10-50

تابع للجدول السابق

المعالجة	تأثير الحوادث	التخفيض %
إعادة إنشاء إعادة تنظيم	adj approaches (101-109) head on (201) opposing vehs, turning (202-206) lane change (305-307) hit pedestrian (001-003) rear end (301-303)	30-50 40-60 40-60 30-40 40-60 10-20
مسافة رؤية محسنة	adj approaches (101-109) opposing vehs, turning (202-206) rear end (301-303) U-turn (207, 304) lane change (305-307) parallel lanes, turning (308-309) hit pedestrian (001-003)	30-50 30-50 30-50 30-50 30-50 30-50 30-50
إشارات مرور جديدة	adj approaches (101-109) opposing vehs, turning (202-206) rear end (301-303) U-turn (207, 304) hit pedestrian (001-003)	30-60 (-10)-(-30) (-30)-(-50) 50-80 30-60
إشارات مرور معدلة	opposing vehs, turning (202-206) U-turn (207, 304) hit pedestrian (001-003) adj approaches (101-109) rear end (301-303)	30-80 40-60 10-30 10-30 (-20)-(-70)
قتولة	adj approaches (101-109) opposing vehs, turning (202-206) rear end (301-303) parallel lanes, turning (308-309) U-turn (207, 304)	20-40 20-40 20-40 20-40 20-40
ضوء أحمر كاميرا	adj approaches (101-109) opposing vehs, turning (202-206) rear end (301-303)	30-40 20-30 (-20)-(-30)

الوسط العالي السرعة - مواقع الحواجز

المعالجة	(type*) تأثير الحوادث	التخفيض %
إخطار إزالة الرصيف	permanent obstruction (605) off road, on straight (701-704) off road, on curve (801-804)	60-80 60-80 60-80
منطقة واضحة أعمدة هشة حاجز حماية	permanent obstruction (605) off road, on straight (701-704) off road, on curve (801-804)	30-40 30-40 30-40
إدارة الطريق	rear end (301-303) hit pedestrian (001-003) permanent obstruction (605) off road, on straight (701-704) off road, on curve (801-804) out of control on curve (805)	20-30 20-30 25-50 25-50 25-50 25-50
إعادة تشكيل السطح	rear end (301-303) off road, on straight (701-704) off road, on curve (801-804) out of control (705, 805)	20-40 10-20 20-30 20-30
خط حاجز	head on (201) overtaking (503, 506)	50-60 40-60
كثف حماية	head on (201) off road, on straight (701-704) off road, on curve (801-804) out of control (705, 805)	20-60 20-60 20-60 20-60
إشارة السرعة المسموحة	U-turn (207, 304) rear end (301-303) off road, on curve (801-804) out of control on curve (805)	10-20 10-20 20-40 30-40

تابع للجدول السابق

المعالجة	تأثير الحوادث (Type*)	التخفيض %
التخطيط	head on (201) overtaking (503, 506) rear end (301-303) lane change (305-307) hit pedestrian (001-003) permanent obstruction (605) off road, on straight (701-704) off road, on curve (801-804) out of control (705, 805)	30-40 30-40 10-20 10-20 10-20 10-20 10-20 10-30 10-20
التعريض أو استبدال الجسر أو المجرى المائي	head on (201) overtaking (503, 506) hit pedestrian (001-003) permanent obstruction (605) off road, on straight (701-704) off road, on curve (801-804) out of control (705, 805)	30-50 30-50 30-50 30-50 30-50 30-50 30-50
تعريض الكتف	head on (201) off road, on straight (701-704) off road, on curve (801-804) out of control (705, 805)	20-30 20-30 20-30 20-30
خط الحافة الجانبي	permanent obstruction (605) off road, on straight (701-704) off road, on curve (801-804)	20-40 30-60 30-60
ممر مفاجئ	overtaking (503,506) off road, on straight (701-704) off road, on curve (801-804) head on (201)	30-50 30-50 20-30 20-30
عمدة إرشادية	off road, on curve (801-804) out of control on curve (805)	30-40 30-40

الوسط المنخفض السرعة - مواقع الحواجز

المعالجة	تأثير الحوادث (type*)	التخفيض %
إخطار إزالة الرصيف	permanent obstruction (605)	60-80
	off road, on straight (701-704)	60-80
	off road, on curve (801-804)	60-80
منطقة واضحة	permanent obstruction (605)	30-50
	off road, on straight (701-704)	30-50
	off road, on curve (801-804)	30-50
اضاءة الطريق	hit pedestrian (001-003)	20-30
	rear end (301-303)	20-30
	permanent obstruction (605)	25-40
	off road, on straight (701-704)	25-40
	off road, on curve (801-804)	25-40
	out of control on curve (805)	25-40
إعادة تشكيل السطح	rear end (301-303)	20-40
	off road, on curve (801-804)	10-20
	out of control (705, 805)	10-20
طريق سالك قيود التوقف	lane change (305-307)	20-30
	rear end (301-303)	20-30
	veh leaving driveway (407)	20-30
	hit parked veh (601)	50-60
	hit pedestrian (001-003)	30-40
رصف مقاوم للانزلاق	rear end (301-303)	40-60
	off road, on curve (801-804)	10-20
	out of control (705, 805)	10-20
تقسيم المناطق تبعاً للسرعة	veh leaving driveway (407)	10-25
	hit pedestrian (001-003)	15-30
	off road, on straight (701-704)	10-25
	off road, on curve (801-804)	10-25
	out of control (705, 805)	10-25

تابع للجدول السابق

المعالجة	تأثير الحوادث	التخفيض %
تخطيط الطريق	lane change (305-307)	15-25
	rear end (301-303)	15-25
	hit pedestrian (001-003)	15-25
	permanent obstruction (605)	15-25
	off road, on straight (701-704)	15-25
	off road, on curve (801-804)	15-25
	out of control (705, (805)	15-25
التحكم بالمرور طرق خدمات	adj approaches (101-109)	50-60
	rear end (301-303)	50-60
	lane change (305-307)	10-30
	veh leaving driveway (407)	50-60
	hit parked veh (601)	50-60
	hit pedestrian (001-003)	10-30
طريق باتجاهين	adj approaches (101-109)	30-50
	head on (201)	90-100
	rear end (301-303)	30-40
	veh leaving driveway (407)	40-50
	overtaking (503, 506)	50-100
	hit parked veh (601)	10-20
	hit pedestrian (001-003)	50-60

تصميم طريق عالي السرعة

المعالجة	تأثير الحوادث	التخفيض %
تحسين الإصطفاف الأفقي	head on (201)	30-45
	rear end (301-303)	30-45
	overtaking (503, 506)	30-45
	hit pedestrian (001-003)	30-45
	off road, on curve (801-804)	30-45
	out of control on curve (805)	30-45
تحسين الإصطفاف العمودي	head on (201)	40-50
	rear end (301-303)	40-50
	overtaking (503, 506)	40-50
	hit pedestrian (001-003)	40-50
	off road, on straight (701-704)	40-50
	off road, on curve (801-804)	40-50
	out of control (705, 805)	40-50
تحسين الإصطفاف العمودي و الأفقي	head on (201)	60-80
	rear end (301-303)	60-80
	overtaking (503, 506)	60-80
	hit pedestrian (001-003)	60-80
	permanent obstruction (605)	60-80
	off road, on straight (701-704)	40-60
	off road, on curve (801-804)	60-80
	out of control on straight (705)	40-60
	out of control on curve (805)	60-80
تأمين أفضل منسوب مصحح	head on (201)	40-60
	overtaking (503, 506)	40-60
	off road, on curve (801-804)	40-60
	out of control on curve (805)	40-60
طريق باتجاهين	adj approaches (101-109)	30-50
	head on (201)	90-100
	rear end (301-303)	30-50
	overtaking (503, 506)	50-80
	hit pedestrian (001-003)	30-50

معالجات المشاة

المعالجة	تأثير الحوادث	التخفيض %
اضاءة معبر المشاة	hit pedestrian (001-003) rear end (301-303)	20-30 10-20
ملاذ للمشاة	head on (201) veh leaving driveway (407) overtaking (503, 506) hit pedestrian (001-003)	80-90 40-50 80-90 20-60
سياج مشاة	hit pedestrian (001-003)	30-50
معبر مشاة	hit pedestrian (001-003)	10-50
توسيع الحاجز الحجري	hit pedestrian (001-003)	30-50
اشارات المشاة	rear end (301-303) hit pedestrian (001-003)	(-10)-0 10-70
فصل المشاة حسب الدرجة	hit pedestrian (001-003)	70-90

معايير السكك

المعالجة	تأثير الحوادث	التخفيض %
ممر علوي أو ممر سفلي	hit train (903) hit crossing furniture (904)	100 40-60
حواجز	hit train (903) hit crossing furniture (904)	70-90 (-10)-(-40)
اضواء وامضة	hit train (903) hit crossing furniture (904)	50-80 (-10)-(-40)
تحسين الإصطفاف الأفقي	hit train (903) hit crossing furniture (904)	30-40 30-40
تحسين الإصطفاف الشاقولي	hit train (903) hit crossing furniture (904)	40-50 30-40
تحسين الإصطفاف العمودي و الأفقي	hit train (903) hit crossing furniture (904)	50-70 60-80
تحسين التخطيط	hit train (903) hit crossing furniture (904)	20-30 20-30
الإضاءة	hit train (903) hit crossing furniture (904)	10-20 20-30
شارات التحذير	hit train (903) hit crossing furniture (904)	10-20 10-20

التأثير والكلفة - معالجات التأثير الحضرية

تأثير الكلفة	تأثير السلامة		
	منخفض	وسط	مرتفع
منخفض	Widen traffic lanes Bus transit lanes Warning signs Resurfacing less frequently	Widen sealed area Raised pavt markers (edge) Widen squeeze points Bus bays Lighting Widen for parking/ breakdown Cycle paths	Boom gates/ bells/ lights Concrete median barrier
وسط	Relocate waste containers Reflectorized guide posts	Speed zoning Electronic guidance Flashing lights Safety barrier Resurfacing more frequently Guardrail Edge line marking Raised pavt markers (centre) Advance direction/ reassurance signs	Concrete raised median Roundabouts Relocate poles
مرتفع		Painted median Warning/ advisory signs Chevron signs	Turn lanes Resurfacing at accident spots Frangible poles Painted channelization

التأثير والكلفة - معالجات التأثير الريفية

تأثير الكلفة	تأثير السلامة		
	منخفض	وسط	مرتفع
منخفض	Resurfacing less frequently	3 Lane sections Short 4 lane sections Widen traffic lanes	Concrete median Major realignment Boom gates/ bells/ lights
وسط	Warning signs	Widen sealed area Resurfacing more frequently Flatten batters Remove trees Widen shoulder Overtaking lanes Flashing lights Raised pavt markers (edges) Passing bays	Concrete raised median Roundabouts Relocate poles Staggered t-intersection Widen narrow squeeze-points Guard fence (median)
مرتفع		Speed zoning Painted median Warning/ advisory signs Advance direction/ reassurance signs Minor realignment	Turn lanes Reflectorized guide posts Edge lines Resurfacing at accident spots Raised pavt marker (centre) Guard fencing Chevron signs Painted channelization Seal shoulder

هناك عدد من الأمور التي يجب أخذها بعين الاعتبار عند اعتماد إجراءات تحسين السلامة:

- هل تقدم الإجراءات المقترحة حلاً للحوادث المستهدفة في الموقع، وهل يمكن تنفيذها (من الناحية التقنية)؟
- هل ستغطي فوائد هذه الإجراءات كلفة تنفيذها؟
- هل يمكن رصد المبالغ اللازمة للتنفيذ من الميزانية؟
- هل هذه الإجراءات مقبولة من المؤسسة القائمة على الإدارة، ومن المجتمع؟
- هل هذه الإجراءات عملية؟
- هل هذه الإجراءات قانونية؟
- هل هذه الإجراءات متوافقة مع الاستراتيجيات الموضوعية؟

5 - مرحلة التقييم :

هناك عدة طرق معتمدة لتقييم أثر إجراءات معالجة المواقع الخطرة.

دراسات ما قبل- ما بعد إجراءات المعالجة :

وهي الطريقة الأبسط، تعتمد على مقارنة سجل الحوادث للموقع قبل وبعد إجراء التغيير فيه. هذه الطريقة غير دقيقة، لأنها لا تأخذ بعين الاعتبار العوامل المؤثرة على التغييرات في عدد الحوادث أو على حجوم المرور أثناء مدة الدراسة. مثلاً أثناء الثمانيات شهدت دول عدة انخفاضاً هاماً في عدد الحوادث المميتة. فيما لو كان اتخذ إجراء معالجة في منتصف الثمانيات، كان من الممكن ربط هذا الانخفاض في مرحلة "ما بعد" الإجراء بالإجراء على كونه فعالاً بالمقارنة مع مرحلة "ما قبل الإجراء" (وذلك على مستوى موقع معين). بينما في الحقيقة هذا الانخفاض في الحوادث المميتة في هذا الموقع يعكس ظاهرة على مستوى البلد ولا يتعلق بأي إجراء كان محتمل اتخاذه على مستوى الموقع المعني.

على أي حال، تستعمل هذه الطريقة بشكل عام على مستوى مواقع محددة، وتتضمن:

- التحديد المسبق للأهداف الملائمة (نوع الحوادث المراد تخفيضها)، ومعيار التقييم المناسب لذلك.
- مراقبة الموقع للحصول على قيم عديدة لهذه المعايير قبل إجراء المعالجة، وكذلك الأمر بعد إجراء المعالجة.
- مقارنة نتائج مرحلتي "ما قبل" و "ما بعد".
- اعتبار أي أسباب قد تكون قد سببت أو ساهمت في التغيير.

كما هو ملاحظ، في هذا النوع من الدراسات يتم الاعتماد على بيانات ما قبل التغيير، هذا يعني ضرورة وجود عملية جمع معلومات منهجية ودورية للمواقع، لأنه ليس من المنطقي تأجيل المعالجة فقط لجمع البيانات لمرحلة ما قبل.

من المفيد أيضا ملاحظة التغير في بعض الأمور بالإضافة لتغير في نوع الحوادث المسيطرة، مثل التغير في التكرار الواسطي السنوي للحوادث لهذا النوع من الحوادث (في مستوى أعلى من مستوى الموقع)، التغير في نسبة الـ85 بالمئة، التغير في حجم المرور.....
مدة المراقبة المطلوبة في فترة ما بعد لا تقل عن السنة، وتعتبر مدة 3 سنوات مدة جيدة.

المقارنة باستخدام مواقع التحكم :

كما رأينا فإن دراسات "قبل و بعد" المعالجة لا تأخذ بعين الاعتبار التغيرات والظواهر على الشبكة ككل، يمكن التغلب على هذه النقطة باستخدام طريقة المقارنة بين مواقع التحكم. هناك طريقتين لإجراء هذه المقارنة.

تتم الطريقة الأولى باستخدام مجموعة من المواقع المقترح معالجتها بأسلوب متشابه، تقسم بشكل عشوائي إلى مجموعتين، يتم معالجة المواقع في المجموعة الأولى (مجموعة المعالجة)، بدون معالجة المواقع في المجموعة الثانية (مجموعة التحكم). الفكرة هي إجراء مقارنة بين كل المواقع مع تثبيت كل المتغيرات عدا تطبيق إجراءات المعالجة (وذلك بغرض تقييم هذه الإجراءات). لا ينبغي بالضرورة أن تكون المجموعتان متساويتان بالحجم، لكن يجب أن تكون كل منهما ذات حجم عينة مقبول إحصائياً.

تعتمد الطريقة الثانية على إجراء دراسة "ما قبل- ما بعد" لمجموعة المواقع المعالجة، مع مقارنة نتائج مرحلتها ما قبل وما بعد مع نتائج مجموعة التحكم. هذه الآلية في تقييم إجراءات المعالجة المطبقة على المواقع الخطرة تتضمن الخطوات التالية:

- التحديد المسبق للهدف من عملية المعالجة (مثل نوع الحوادث المستهدف)، وكذلك معيار التقييم المناسب (مثل تكرار الحوادث، معدلات الحوادث...).
- تحديد موقع (أو مجموعة مواقع) لم تتم (أو لن تتم) معالجتها (مواقع التحكم).
- مراقبة مجموعة المواقع التي ستتم معالجتها، ومجموعة مواقع التحكم وذلك للحصول على قيم عددية للمعايير المحددة قبل وبعد المعالجة.
- مقارنة معطيات دراسة "ما قبل وما بعد" وذلك لكل من المواقع المعالجة ومجموعة مواقع التحكم.
- يجب الأخذ بعين الاعتبار أي تفسيرات أخرى للتغير في معايير الحوادث، وتصحيحها إذا كان هذا بالإمكان.

من الواضح أن لطريقة اختيار مواقع التحكم أهمية لنجاح هذه الطريقة. يجب أن تحقق المواقع المختارة الشروط التالية:

- أن تكون شبيهة بالمواقع التي سوف تتم معالجتها (سمات الشبكة الطرقية، المعايير الهندسية، استعمال الأراضي، خصائص اجتماعية-اقتصادية، ...).
- قريبة جغرافياً.

- حجوم مرور متقاربة.
- أن لا تتأثر بأساليب المعالجة لمجموعة التقاطعات الأخرى.
- أن لا تتم معالجة هذه التقاطعات خلال مدة دراسة "ما قبل- ما بعد".
- يفضل أن تكون تقارير الحوادث والمعطيات الأخرى لهذه التقاطعات متوافقة من حيث معيار جمع المعطيات وترميزها مع مدة الدراسة.

مواقع التحكم المثالية (بالاعتماد على طبيعة وسائل المعالجة التي يتم تقييمها) تتضمن مقطع مجاور لطريق ريفي سريع، شبكة طرق مدينية مجاورة، تقاطعات مجاورة مشابهة، بلدة مجاورة.

المقارنات المعتمدة على الزمن :

تعتمد هذه الطريقة على تطوير نموذج رياضي لتخمين تطور الحوادث عبر الزمن، تأخذ بعين الاعتبار التغيرات الطارئة عبر اعتبار الزمن دون الاعتماد على مواقع التحكم. تتضمن هذه الطريقة:

- التحديد المسبق للأهداف المناسبة (نوع الحوادث المستهدف) ولمعايير التقييم.
- الحصول على معلومات متعلقة بالمعيار المعتمد وذلك لفترة مطولة من الزمن، وذلك لمرحلتين ما قبل وما بعد تطبيق إجراءات المعالجة.
- تطوير نموذج اعتماداً على معطيات مرحلة "ما قبل" المعالجة.
- مقارنة المعطيات التي يتنبأ بها النموذج لمرحلة "مابعد" تطبيق إجراءات المعالجة، ومقارنتها مع المعطيات الفعلية المقاسة لهذه المرحلة.
- يجب الأخذ بعين الاعتبار أي تفسيرات أخرى للتغير في معايير الحوادث، وتصحيحها إذا كان هذا بالإمكان.

من المفيد استخدام هذه التقنية في حال فرض إجراء معالجة هام غير هندسي (تشريع لاستخدام حزام الأمان..). أما في حال إجراءات المعالجة الهندسية، فإن هذه التقنية محدودة، نظراً لأنه من المستحيل التحكم بكل المتغيرات على أرض الواقع ونمذجتها رياضياً.

بروتوكول تدقيق السلامة المرورية

Road safety Audit

قام الخبراء في بعض بلدان العالم بوضع بروتوكولات واضحة وصارمة لعملية تدقيق السلامة المرورية (بريطانيا، نيوزلندا، أستراليا..)، بينما لا تزال دول كثيرة لا تطبق هذه العملية. تختلف هذه البروتوكولات تبعاً للبلد، لأن العملية تعكس القوانين المحلية، العادات المتبعة في التخطيط المروري، مستوى التفصيل اللازم عند دراسة المشاريع. فيما يلي سنتناول المفاهيم الأساسية لهذه العملية.

1 - تعريف عملية تدقيق السلامة المرورية وأهدافها :

عملية التصميم الطرقي بحد ذاتها لا تضمن مستوى سلامة مقبول، لأن التصميم قد لا يعمل كما خطط له، أو قد تكون نتائج استخدام التصميم وتشغيله مختلفة عما كان في ذهن المصممين.

لذلك يجب أن تتكامل عملية التصميم للمشاريع المتعلقة بالطرق بعملية منهجية لتدقيق السلامة في كل مرحلة من مراحل المشروع.

يعرّف تدقيق السلامة المرورية بأنه " الآلية المنهجية التي تضمن أن يكون التصميم الهندسي حاوي على إجراءات وقائية لوقوع الحوادث"، أو "الطريقة المنهجية لتفقد عناصر السلامة المرورية للمشاريع الطرقية، أو المؤثرة على الطرق وذلك في مراحل التصميم التنفيذ والتشغيل بغرض منع وقوع الحوادث أو التقليل من أثارها". أهم خصائص هذه الآلية:

- آلية رسمية (إجبارية يتطلبها القانون).
- عملية مستقلة (يفضل أن تقوم بها جهة منفصلة عن جهة الدراسة أو التنفيذ أو التشغيل).
- تقوم بها جهة ذات خبرة في مجال السلامة المرورية.
- تنحصر بأمور السلامة المرورية.

عملية تدقيق السلامة المرورية ليست:

- عملية تهدف لتقييم أو ترتيب المشاريع ووصفها بالجيدة أو السيئة.
- لا تستخدم لتفضيل مشاريع بالنسبة لمشاريع أخرى.
- لا تستخدم لتغليب رأي على آخر.
- ليست مجرد فحص للالتزام بالمعايير التصميمية.
- ليست عملية تحري للحوادث.
- ليست إعادة التصميم للمشروع.

- ليست عملية تطبق فقط على المشاريع المهمة، او التي تثير قلق من ناحية السلامة.
- ليست عمليات تحري، تدقيق واستشارة غير رسمية.

تهدف عملية تدقيق السلامة المرورية إلى التعرف على المشاكل المحتملة للسلامة المرورية والتي تواجه مختلف مستخدمي الطرق، أو غيرهم من المتأثرين بالمشروع الطرقي، والتأكد من أن هذه المشاكل قد أزيلت أو قللت عن طريق تعديلات تدخل إلى التصميم، بالإضافة إلى:

- تقليل خطر وشدة حوادث المرور المحتملة و المرتبطة بالمشروع و محيطه.
 - التقليل ما أمكن من الحاجة إلى إجراءات المعالجة بعد التنفيذ.
 - تحسين الوعي لمفاهيم التصميم الآمن وذلك لكل المشاركين في عمليات تخطيط، تصميم، تنفيذ و صيانة الطرق.
- تقوم عملية تدقيق السلامة المرورية بإزالة العناصر التي قد تؤدي لوقوع حوادث من التصميم، أو على الأقل التخفيف من آثار هذه العناصر.
- تنبع أهمية هذه الآلية من إلزاميتها، استقلاليتها عن المصمم، ووضوح خطوطها وإجراءاتها.

2 - المراحل التي تطبق فيها تدقيق السلامة المرورية :

تطبق في المراحل التالية:

- دراسة الجدوى.
- الدراسة الأولية.
- الدراسة التفصيلية.
- قبل الوضع بالخدمة.
- أثناء التشغيل.

1 - دراسة الجدوى :

في هذه المرحلة يمكن أن تؤثر عملية تدقيق السلامة في اختيار المسار، اختيار معايير التصميم، منعكسات المشروع على شبكة الطرق الموجودة، استمرارية الطريق، عدد الحارات، المحطات والمنشآت التخديمية، المداخل والمخارج، التقاطعات..... .

2 - الدراسة الأولية :

عملية تدقيق السلامة في هذه المرحلة تتدخل في العناصر الطولية والعرضية، مسافات الرؤية، تصميم التقاطعات، عرض الحارات و الأكتاف، الرصف، حارات التجاوز، التعامل مع العربات المتوقفة، معالجة أمور المشاة والدراجات الهوائية، آثار عدم التقيد بالمعايير في بعض الأحيان، السلامة أثناء التنفيذ..... . بعد هذه المرحلة،

حيث يتم الاستحواذ على الأراضي اللازمة لبناء المشروع، يصبح من الصعب إجراء تغييرات هامة في تصميم المشروع.

3 - الدراسة التفصيلية :

تتدخل عملية تدقيق السلامة في هذه المرحلة، قبل توقيع العقود، بأمور مثل العلامات الأرضية، الشاحصات، التخطيط، الإضاءة، تفاصيل التقاطعات، إخلاء جوانب الطرق، تأمين المتطلبات اللازمة لكل مستخدمي الطريق (مشاة، راكبي الدراجات، المعاقين، شاحنات، باصات...)، الإدارة والتحكم المروريين المؤقتين خلال التنفيذ، التصريف، التسوية، حواجز الحماية...

4 - قبل الوضع بالخدمة :

بعد الانتهاء من التنفيذ، ومباشرة قبل وضع المشروع بالخدمة، يجب على خبراء المراجعة القيادة والسير في الطريق للتأكد من أن المشروع يلبي متطلبات السلامة لكل مستخدمي الطريق. هذا يتضمن فحص ليلي، وإذا أمكن فحص في مختلف الظروف الجوية، المقارنة بين التصميم الموضوع للطريق وتنفيذه من جهة، ومدى ملاءمة هذه الخطط للواقع.

5 - أثناء التشغيل :

تُعنى عملية تدقيق السلامة المرورية في هذه المرحلة بالفحص المنهجي لمقاطع من شبكة الطرق الموجودة لتقييم ملاءمة الطرق، التقاطعات، تجهيزات الطرق، جوانب الطرق، وذلك من وجهة نظر السلامة.

على الرغم من إمكانية تطبيق تدقيق السلامة المرورية على المراحل السابقة كلها، إلا أنها قليلاً ما تطبق في المرحلتين الأولى والأخيرة. في بريطانيا مثلاً، لا تطبق المراجعة في مرحلة دراسة الجدوى للمشاريع الممولة من قبل إدارة النقل "لأن الإدارة تعتبر أن أموراً مثل عملية اختيار المسار، نوع التقاطع، درجة الطريق، المداخل والمخارج وفق المعايير المتبعة تعكس التوازن الأفضل بين عدد من العوامل من بينها السلامة". بشكل مشابه، في استراليا لا يوجد اهتمام بتطبيق تدقيق السلامة المرورية على الطرق الموجودة، معتبرين أنه ليس من الاقتصادي مراجعة السلامة المرورية لطريق قبل آخر سجل حوادثه برهن عن وجود مشكلة (عودة إلى دراسة المواقع الخطرة).

يعرض الشكل (7) قائمة بالأمور التي يجب مراجعتها أثناء تدقيق السلامة المرورية.

الشكل (7) - الأمور التي يجب مراجعتها أثناء تدقيق السلامة المرورية

الاصنف	المواد
Traffic control devices	Select the most appropriate device Consider all users Reduce conflicts and relative speeds
Transport and traffic planning	Separate pedestrians and vehicles or modify the road environment Encourage public transport options where appropriate Ensure developments are compatible with the functional hierarchy of roads and land use plans
Sign posting	Demonstrate a need for the sign Convey a clear message to all users under all circumstances Ensure that the sign does not create a hazard in itself
Delineation	Delineation must be visible under all conditions Special consideration is needed for sub-standard road geometry A high standard of maintenance is essential
Work zones	Instruct and guide road users safely through, around or past the work site Provide advance warning of a work zone Take particular care in the installation and maintenance of temporary signs and devices

الخلاصة لهندسة سلامة الطرق

الصنف	المواد
Accident investigation and prevention	Access to timely and accurate data Awareness of road/ vehicle/ human factors Be aware of pre-crash, in-crash and post-crash countermeasures Look for preventative action as well as remedial treatments
Remedial treatments	Must be cost-effective Must target correctable crashes Must be long-lasting
Evaluation	Adequate before data is essential Careful selection of control sites Sound statistical approach
Roadside safety	Maintain clear recovery areas Shield immovable objects Install frangible structures
Road design	Develop clear objectives Provide consistent road geometry Construct safe pavements Create clear zones Reduce, separate or eliminate traffic conflicts Reduce glare and distraction
Traffic management	Establish clear objectives Adopt proven or well-founded methods Monitor effectiveness

الفصل الثالث

متطلبات تحديد المواقع الخطرة لحوادث المرور في سورية

باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS

(GIS: Geographic Information System)

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

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

من يستخدم بيانات حوادث المرور

- مهندسي سلامة المرور، لتطوير أساليب معالجة الحوادث، ولإرساء إجراءات مرورية فعالة.
- شرطة المرور، لتجريم شخص لدوره في حادث مروري، أو للمساعدة في عملية فرض القوانين المرورية.
- المحامون، للحصول على تعويضات لزمائهم، أو للدفاع عنهم ضد التجريم.
- شركات التأمين، في سعيها لدفع التعويضات.
- المسؤولون عن برامج التوعية للسلامة المرورية
- القائمين على إدارة الشؤون المتعلقة بالسلامة المرورية.
- الباحثين العلميين.
- مصانع السيارات وقطعها.

1 - بيانات الحوادث :

تعتبر بيانات الحوادث أساسية لدراسات السلامة المرورية، وللاستفادة العظمى يجب أن تتضمن بيانات الحوادث التحديد الدقيق لـ:

- موقع الحادث.
- وقت وتاريخ وقوع الحادث.
- الأطراف المتورطة بالحادث.
- نتيجة الحادث.

- الظروف المحيطة بالحادث.
- طريقة وقوع الحادث.

2 - مصدر بيانات حوادث المرور :

المصدر الأساسي لبيانات حوادث المرور هو التقارير المنظمة من قبل شرطة المرور. البيانات التالية، والتي تلبي متطلبات عملية تحديد المواقع الخطرة، والمقسمة إلى ثلاث أنواع: بيانات الحادث، بيانات الطريق، بيانات حركة المرور.

العناصر المثالية لبيانات الحوادث

البند	الوصف
وصف عام	الموقع، التقاطع/الشارع، التاريخ، اليوم. التوقيت، نوع الحادث و/أو مناورات السيارة، عدد السيارات المتورطة، شدة الحادث، عدد الإصابات، الأجسام المصدومة
لأغراض إدارية	منظم التقرير، رقم الإضبارة، تفاصيل عن مالك السيارة، أسماء الشهود وعناوينهم، وقت وصول الشرطة
العربات	رقم لوحة التسجيل، مالك السيارة، نوع السيارة، مصدرها، سنة التصنيع، الانزلاق، عدم التوازن، العيوب، آثار الحادث (وذلك لكل عربة متورطة في الحادث)
الأشخاص	الاسم، العنوان، الجنس، العمر، الإصابة، الوضعية داخل السيارة، استعمال حزام الأمان، موقع وحركة المشاة (وذلك لكل شخص متورط في الحادث)
البيئة المحيطة	الإضاءة الطبيعية، إضاءة الشارع، الطقس، حالة سطح الطريق
الرسم التوضيحي	يحتوي تفاصيل موقع الحادث، حركة العربات والمشاة، سرعة العربات، آلية التصادم

العناصر المثالية لبيانات الطريق

البند	الوصف
وصف الطريق	التصنيف، مفصول/غير مفصول، عدد الحارات، حد السرعة، طبيعة المناطق المجاورة
التفاصيل الهندسية	المنحنيات، الميل، المنحدرات، الذرى، عرض الحارات والأكتاف، نوع الأكتاف، عرض الفصل الوسطي، معيقات الرؤية.
سطح الطريق	نوعه، حالته، عيوبه
وسائل التحكم المروري	شاخصات، خطوط أرضية، أقنية توجيه، الإنارة
التحكم بالتقاطعات	غير متحكم به، دوار، منظم بشاخصات، بإشارات ضوئية
جوانب الطريق	شاخصات، سياج، أجسام ثابتة، جسور، تقاطع مع سكة حديد
التقاطع	نوعه، عدد الأذرع، عوائق الرؤية
أعمال طرقية	يوجد/لا يوجد، مستمرة/غير مستمرة، التحكم المروري في نطاق هذه الأعمال

العناصر المثالية لبيانات المرور

البند	الوصف
الحجم المروري	اليومي، الساعي، الموسمي
تركيب تيار المرور	سيارات، شاحنات، باصات، دراجات نارية وهوائية
المشاة	الحجم، تصنيف حسب فئات عمرية
سرع السيارات	الوسطي، نسبة 85 بالمئة
مواقف السيارات	يوجد/لا يوجد، نوع الموقف

فيما يلي نموذج لتقرير الحوادث يحوي كل المعلومات التي يمكن لشرطي مرور أن يملأها، دون أن يحوي على البيانات المرورية و بعض البيانات الطرقية، التي عادة ما يتم جمعها لأغراض التحليل من قبل خبراء السلامة المرورية.

أسس اقتراح الاستثمار :

- مقرر نظم النقل (الدكتور المهندس يعرب بدر) .
- المملكة العربية السعودية (المهندس توفيق الجورا) .
- المؤسسة العامة للمواصلات الطرقية (دمشق) .

- فرع المرور باللادقية .
- دمج وتعديل .

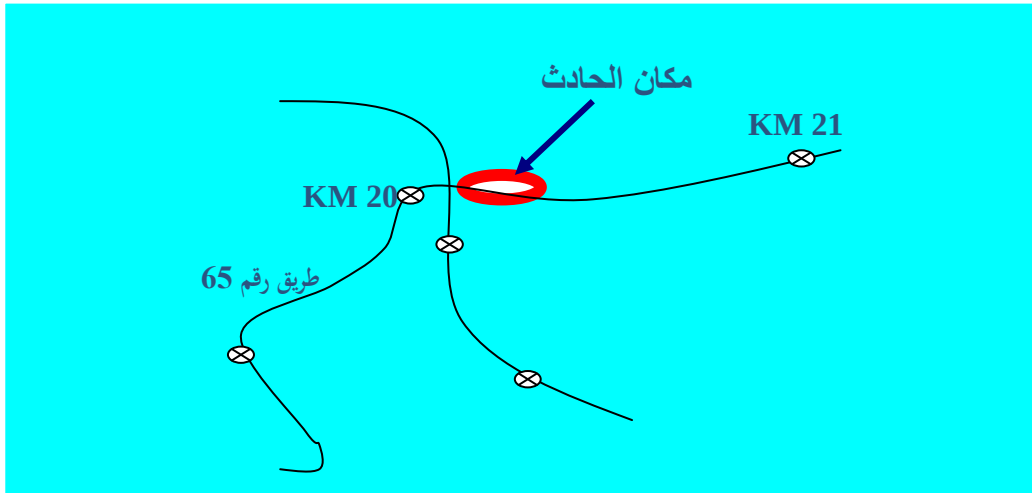
3 - ترميز بيانات الحوادث :

بعد الحصول على تقارير الحوادث المنظمة من قبل شرطة المرور، هناك حاجة لترميز بعض عناصر التقرير لتحويلها إلى بيانات رقمية (هذا في حال لم تكن البيانات منظمة أصلاً في التقرير بشكل مرمز). يجب هنا الانتباه إلى الأمور التالية:

1 - الموقع :

الموقع الدقيق لوقوع الحادث هو أحد أهم المعلومات التي يحتاجها مهندس السلامة، لأن معظم التحاليل تقوم على ربط الحوادث بمواقع حصولها. هذا يقتضي بالضرورة التحديد الواضح والدقيق لمكان الحادث في التقرير، بحيث يتمكن الشخص الذي يقوم بتوقيع الحوادث على خريطة أو شبكة طرق من التوقيع الدقيق والسريع لهذه الحوادث، وذلك باستخدام إحداثيات x, y وذلك عند استعمال الـ GPS، أو عن طريق الدلالة على الموقع من خلال مسافات واتجاهات عن مواقع ثابتة أو عناصر طريق، بالإضافة على ضرورة الاستعانة بأسماء الشوارع والتقاطعات أو عن طريق الترميز الكيلومتری للطرق في حال توفره .

الشكل (8) - يوضح طريقة التحديد الدقيق للموقع باستخدام الترميز الكيلومتری



الشكل (9) - يوضح طريقة التحديد الدقيق للموقع باستخدام جهاز GPS



2 - تحديد المساحة التي يؤثر فيها التقاطع :

من المهم تحديد مساحة التأثير للتقاطع، وذلك للتوقع الصحيح للحوادث. تحدد منطقة تأثير التقاطع بحدود ملكية المباني المجاورة، بالإضافة لمسافة على الأقل 10 متر من كل ذراع، بهذه الطريقة فإن الحوادث خارج التقاطع، والناجمة عن ظروف التقاطع تنسب إليه (صدم خلفي بين سيارتين على إشارة مرور).

3 - تصنيف أنواع حوادث المرور :

تصنيف حوادث المرور هي عملية أساسية لتطوير أساليب معالجة المواقع الخطرة. تصنف الحوادث تبعاً للحركات المرورية التي أدت للتصادم في المسارات، وبالتالي وقوع الحادث. تتطلب عملية ترميز الحوادث تبعاً لنوعها مهارة في تفسير تقرير الحادث والمخطط المرفق.

4 - شدة الحادث وتصنيف الإصابات :

معيار مهم لتقييم المواقع الخطرة. شدة الحادث هي حالة الشخص الأخطر إصابة. تستخدم عادة تصنيفات مختلفة لحوادث المرور، وتوضع قيمة مالية لكل منها، هذه القيمة تختلف من بلد لآخر. بشكل عام، تصنف الحوادث حسب شدتها إلى:

- حوادث الإصابات المميتة (الوفيات)
 - حوادث الإصابات المسببة للإعاقات
 - حوادث الإصابات غير المسببة للإعاقات
 - حوادث الإصابات المحتملة (التي لم تظهر في وقت الحادث، مع احتمال ظهورها مستقبلاً)
 - حوادث الأضرار المادية فقط
- الحادث المميت هو الحادث الذي تحدث نتيجته وفاة خلال فترة زمنية محددة من جراء الإصابة أثناء الحادث.

5 - إدارة قاعدة بيانات الحوادث :

لتأسيس قاعدة بيانات فعالة تحوي بيانات الحوادث بشكل رقمي، تمكن من الاستثمار الفعال والسريع لبيانات الحوادث ، لابد من تحقيق المتطلبات الآتية:

- تحسين تقارير الحوادث.
- تحضير تقرير يتناغم مع حاجة مستعملي البيانات.
- الانتباه للتفاصيل عند تحضير التقارير.
- الإدخال والمعالجة الدقيقين للبيانات.
- تسهيل وصول الأطراف المعنية لنتائج التحليل.
- تطوير البيانات بناء على ملاحظات المستخدمين.

الحرص على التحديث الدوري لقاعدة البيانات. فيما يلي أمثلة عن التقارير التي يجب أن تتيحها قاعدة البيانات:

- تبويب الحوادث تبعاً لموقع الحدث، لمراقبة المشاكل في المواقع.
- ترتيب المواقع ذات معدلات الحوادث العالية، لتحديد أولويات المعالجة.
- ملخص تفصيلي لكل حادث في المواقع الخطرة، لتحضير مخطط التصادم.

- تبويب و تلخيص تفصيلي تبعاً لمختلف المتغيرات الموجودة في تقرير الحادث (مثل نوع الحادث، حوادث المشاة، نوع العربة، توقيت الحادث...)، تستخدم لتطوير أساليب المعالجة.
- تلخيص لأنواع الحوادث التي تتأثر بإجراءات تطبيق قوانين مرورية من قبل الشرطة (السرع العالية، القيادة تحت تأثير الكحول...)، تستخدم للتخطيط لقوانين مرورية تحد من هذه الحوادث.
- تقارير تلخيصية، لنشرها في وسائل الإعلام، أو لتحضير الإحصاءات الرسمية.
- تبويب الحوادث الناتجة عن مخاطر معينة (مثل عوائق جوانب الطرق، تقاطعات السكة الحديد).
- معلومات للبحث العلمي.
- نستنتج مما سبق أن بيانات الحوادث هي بيانات علنية، تستعملها جهات متنوعة، وليست معلومات سرية.

جمع بيانات الحوادث ورصدها تمثيلها وتحليلها بواسطة الـ GIS

1 - ماذا تتبع نظم المعلومات الجغرافية GIS :

- عمليات الأرشفة، العرض، والاستفسار لمختلف بيانات العناصر المرورية والطرقية.
- الربط الديناميكي والحي بين البيانات التي تصف هذه العناصر مع التمثيل الجغرافي الخاص بهذه العناصر.
- سهولة، مرونة ووضوح عمليات الأرشفة.
- إجراء عمليات تحليل متداخلة لبيانات العناصر المختلفة.

2 - مراحل الدراسة :

1. الحصول على ضبوط الحوادث من شرطة المرور .
2. التفريغ الإلكتروني لبيانات الضبوط الورقية وذلك باستخدام جداول Excel
3. إنشاء خريطة مرجعة جغرافيا لشبكة الطرق المركزية بمقياس دقيق وهذه الخريطة يجب أن تتضمن ما يلي :
 - a. رقم الطريق .
 - b. طول الطريق .
 - c. عرض الطريق .
 - d. نوع الطريق .

- e. عدد الحارات .
- f. الترقيم الكيلومטري .
- g. الغزارات المرورية .

3 – آلية العمل :

الشكل (10) – يوضح آلية جمع بيانات الحوادث وتحليلها باستخدام الـ GIS

