الفصل الثاني

تحسين موثوقية أداء نظام الطُرق الحضرية
Improving the Reliability of Urban Road System Performance

في الغالب لم تحظ موثوقية زمن التنقل، وبشكل أعم إمكانية التنبؤ بأداء نظام النقل، باهتمام واضح في سياسات إدارة الاختناقات المرورية في الماضي. إن الطُرق التي تمر باختناقات مرورية هي عادة طُرق غير موثوقة، حيث يشير بحث أجري لصالح (TRANSFUND1)[1] أنه رغم عدم تغير أزمنة التنقل إلا بشكل طفيف عندما تكون نسبة الحجم إلى الطاقة الاستيعابية مساوية ٠,٩، إلا أنها تزداد بصورة حادة حتى تصبح مساوية ١,٣، وهنا تتوقف عن الزيادة، وبذلك فإن كثيراً من الجهود التي يمكن بذلها لتقليل الاختناقات المرورية المفرطة ستعود بالفائدة أيضاً على موثوقية زمن التنقل. ومع أن الفصول السابقة واللاحقة تعالج هذه الإجراءات الأخرى، لكن هناك بضع استراتيجيات محددة تركز على تحسين موثوقية زمن التنقل بشكل خاص. والفصل التالي يتناول هذه الإستراتيجيات.

ينبغي على السياسات المرورية الساعية إلى زيادة إمكانية التنبؤ بأزمنة التنقل على الطُرق الحضرية وجعلها أكثر ثباتاً أن تهتم بالنقاط التالية:

١- تُعتبر الأبحاث المنفذة حول موثوقية زمن التنقل داعماً كبيراً للنتائج المأخوذة من آخر الأبحاث المنفذة حول إدارة المرور واقتصاديات النقل، إذ إن أفضل طريقة لتحقيق موثوقية زمن التنقل هي إدارة حركة المرور على الطُرق بحيث تكون التدفقات الفعلية أقل من الطاقة الاستيعابية المادية للطريق.

٢- نظراً لأهمية الحوادث الطُرقية في تقليل إمكانية التنبؤ بأزمنة التنقل، فإن منعها وإدارتها بشكل أفضل يمكن أن يؤدي إلى زيادة مهمة في موثوقية أزمنة التنقل.

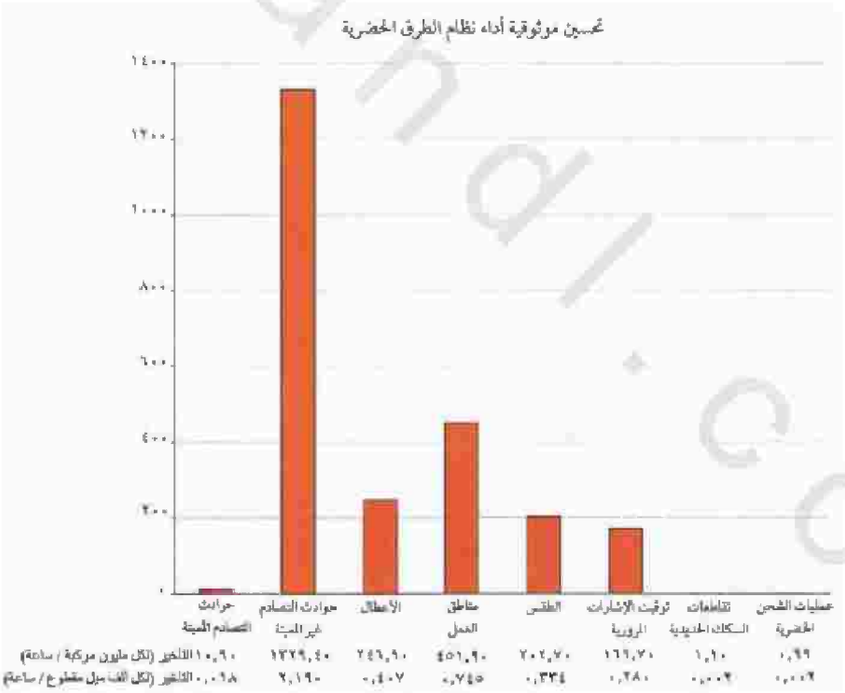
٣- يشير البحث إلى أن الإجراءات التي تزيد من الطاقة الاستيعابية للتقاطعات المرورية يمكن أن تزيد من موثوقية الرحلات دون أن تحسن بالضرورة متوسط أزمنة التنقل. ورغم أثرها المحدود على متوسط أزمنة التنقل، إلا أن زيادة موثوقية الرحلات المستمدة من هذه الإجراءات تقدم لمستخدمي الطُرق فوائد ملموسة.

٤- وبشكل أعم، يمكن أن يؤدي تقليل النسبة بين الحجم والطاقة الاستيعابية ولو بمقدار طفيف، إلى تحقيق زيادة كبيرة في الموثوقية، وخاصة إذا أصبحت أقل من ١,٠، وحتى إذا لم تكن فوائدها ملموسة على أزمنة التنقل.

٥- ونذكر أخيراً أنه يمكن الحصول بين أوقات الذروة على أكبر المكاسب فيما يتصل بموثوقية أزمنة التنقل. إذ إن تقليل نسبة الحجم إلى الطاقة الاستيعابية من ١,١ - ٠,٨ في ما بين فترات الذروة سوف يترك أثراً كبيراً جداً على الموثوقية. وكذلك الأمر إذا خفضت النسبة من ١,٠ - ٠,٩ في ساعات الذروة ذات الاختناقات المرورية الشديدة، لكن حينها لا يكاد يكون ذلك الأثر ملموساً بتاتاً فيما لو خفضت النسبة من ١,٦ - ١,٣.

وهذا يشير إلى أن الإجراءات الخاصة بتحسين الموثوقية ستعود بالنفع الأكبر على الأشخاص الذين يستطيعون إعادة جدولة أزمنة مغادرتهم وتنظيمها بعيداً عن أوقات الذروة ذات الاختناقات المرورية الشديدة.

يتفاوت مدى تأثير حالات التصادم والأعمال الطُرقية والحوادث الأخرى أو الأحداث غير المخطط لها على تدفق حركة المرور بين ساعات اليوم (بين أوقات الذروة وخارجها) وبين أنواع الشبكات الطُرقية (بين المرافق الحضرية الكثيفة ومرافق الطُرق السريعة ذات التدفق غير المتقطع). ومن الواضح أن ضياعات الطاقة الاستيعابية على الطُرق غير المستخدمة أو خارج أوقات الذروة لا تترك سوى أثراً ضئيلاً على المتنقلين لكنها قد تترك أثراً كبيراً في المناطق الحضرية خلال ساعات الذروة. ويوضح تقرير أحد الأبحاث المنفذة في الولايات المتحدة[٢] مجال هذه الضياعات المؤقتة في الطاقة الاستيعابية ودرجتها[٣] على الطُرق الحضرية السريعة والرئيسية (انظر الشكل رقم ٨,١).



الشكل رقم (٨,١). آثار الضياعات المؤقتة في الطاقة الاستيعابية على الطُرق السريعة / والشريانية الرئيسة ضمن الولايات المتحدة (١٩٩٩) في المُدن الكبيرة والكبيرة جداً.

المصدر: تشين وآخرون (٢٠٠٢)، "الضياعات المؤقتة في الطاقة الاستيعابية للطرق السريعة وآثارها على أداء الطريق".

تتجلى أهمية حالات التصادم والحوادث في زيادة التأخر الزمني في التنقل ضمن الولايات المتحدة في كثير من الدول الأخرى أيضاً. فهذه الأنواع من الحوادث، بطبيعتها، أمور لا يمكن التنبؤ بها ويمكن أن تؤدي إلى تراجع كبير في إمكانية التنبؤ بأزمنة التنقل. وتؤكد الدراسة السابقة أيضاً أهمية مناطق العمل التي يمكن أن تكون أقل أهمية بالنسبة لمستخدمي الطريق، رغم أن مديري الطُرق يتمتعون بإمكانية التنبؤ بها، وذلك قد يترك أثراً على ثبات أزمنة التنقل. يتناول هذا الفصل الإجراءات التي يمكن أن تقلل من آثار هذه العوامل على تغير أزمنة التنقل ضمن المناطق الحضرية، إضافة إلى الاستراتيجيات الملائمة لتقليل أثر عملية تسليم السلع في المناطق الحضرية على إمكانية التنبؤ بأزمنة التنقل، رغم أن الدراسة الآنفة تشير على ما يبدو إلى أن هذا الموضوع لم يكن مسألة مهمة في الولايات المتحدة عام ١٩٩٩. وذلك لأن الدراسات الأخيرة حول آثار عمليات تسليم السلع في كافة أنحاء دول مُنظمة التعاون الاقتصادي والتنمية والمؤتمر الأوروبي لوزراء النقل وجدت أن هذا النشاط هو من العوامل المهمة المساهمة في نشوء الاختناقات المرورية وهو يزداد أهمية بسبب التغيير المتواصل في التجارة الالكترونية والعمليات اللوجستية[٤].

(٨,١) إدارة الحوادث

إدارة الحوادث هي عملية تخطيط وتنسيق تكتشف الإعاقات الناتجة عن الحوادث المرورية وتعمل على اتخاذ الإجراءات اللازمة لإزالتها وتعيد الطاقة الاستيعابية للطريق بصورة سريعة وآمنة وعملية. وعادة ما تمتد آثار الحوادث مثل حالات التصادم أو تعطل المركبات أو الأنقاض على الطُرق خارج المنطقة المباشرة المحيطة بالأنقاض أو المركبات المعنية، إذ هناك أشخاص مسؤولون عن تلبية نداء الحادث سوف يحضرون إلى مكان الحادثة، مع مركبات الطوارئ، ولا بد من توفير مساحة كافية لتنفيذ عمليات الإنقاذ في ظروف آمنة. وسوف تتغير أيضاً المساحة اللازمة من الطريق (وبالتالي مساحة الطريق غير المتاحة لحركة المرور) خلال مدة الحادث مع وصول مركبات الطوارئ وإقامة محيط منطقة الحادث وتحريك المركبات أو الأنقاض بعيداً عن الطريق وأخيراً إعادة الطاقة الاستيعابية للطريق. يبين الجدول رقم (٨,١) القيم المستخدمة لتقييم مقدار التخفيض الحاصل على الطاقة الاستيعابية بسبب الحوادث على الطُرق السريعة في الولايات المتحدة.

الجدول رقم (٨,١). الانخفاض المؤقت في الطاقة الاستيعابية بسبب الحوادث الواقعة على الطُرق السريعة.

الحادث	طريق سريع يضم :			
	حارتين مروريتين	ثلاث حارات مرورية	أربع حارات مرورية	خمس حارات مرورية
نقل المركبة إلى كتف الطريق	٢٥٪	١٦٪	١١٪	—
انسداد حارة مرورية واحدة	٦٨٪	٤٧٪	٤٤٪	٢٥٪
انسداد حارتين مروريتين	١٠٠٪	٧٨٪	٦٦٪	٥٠٪
ملاحظات: الدقة +/- ٥٪ للأرقام الصغيرة و+/- ١٠٪ للأرقام الكبيرة.				
المصدر: تشين وآخرون (٢٠٠٢)، "الضياعات المؤقتة في الطاقة الاستيعابية للطرق السريعة وآثارها على أداء الطريق".				

ومما يجدر بالذكر أيضاً أن الحوادث تؤدي أيضاً إلى إبطاء السرعات ويمكن أن تسبب اختناقات مرورية على الحارات المرورية في الاتجاه المعاكس لحركة المرور بسبب إبطاء السائقين سرعات مركباتهم لرؤية ما حدث أو يحدث (والذي يعرف بأثر "الرقاب المطاطية"[٥]).

تتألف إستراتيجيات إدارة الحوادث من سبعة نشاطات واسعة ينبغي تنسيقها خلال مدة الحادث وبعدها (في حالة إدارة حركة المرور وإبلاغ المعلومات إلى سائقي المركبات). وهي تتراوح بين اكتشاف الحادث والتحقق منه وأخيراً إبعاد المركبات والأنقاض الأخرى (انظر الشكل رقم ٨,٢). وتتسم النُظم الناجحة في إدارة الحوادث بمستوى التنسيق والتكامل بين جميع خدمات الطوارئ المختلفة وهيئات إدارة الطُرق التي تلعب دوراً في كل من النشاطات السبعة المذكورة في الشكل رقم (٨,٢).

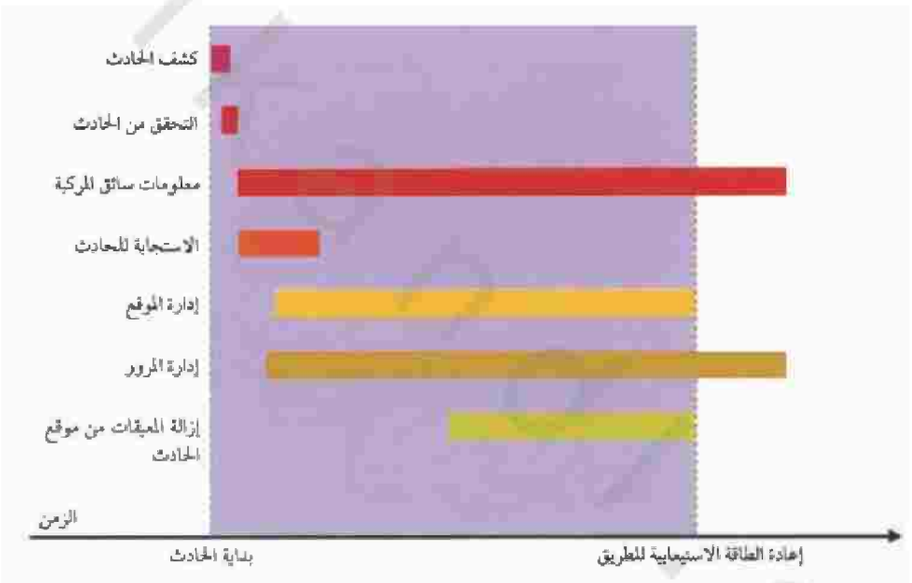
يمكن أن يساعد كشف الحوادث الأوتوماتيكي في تسريع الاستجابة لها. وجرت العادة أن تكون خدمات الطوارئ هي التي تُنبأ بالحوادث المرورية عبر المكالمات الهاتفية التي تجرى عادة من خطوط أرضية، وأصبحت الهواتف المتحركة تستخدم فيها بصورة متزايدة. ومن ميزات استخدام الخطوط الأرضية على الخطوط الخليوية أن أجهزة الهاتف الثابتة على الطُرق تسمح لخدمات الطوارئ بتحديد موقع الحادث فوراً (أو مصدر المكالمة على الأقل)، أما تحديد موقع الأجهزة الخليوية آلياً فيتطلب تنسيقاً على مستوى متقدم مع مزودي خدمات الهاتف، رغم كونه أمراً عملياً من الناحية الفنية. ويمكن لنُظم كشف الحوادث المستندة إلى مراقبة المنطقة بنُظم النقل الذكية ومراقبة حركة المرور بالكاميرات، وخاصة على الطُرق السريعة، أن تساعد في تسريع عملية كشف الحوادث والتحقق منها، وقد يؤدي هذا بدوره إلى تحسين نتائج السلامة (تقليل عدد الوفيات) وتقليل الاختناقات المرورية (تقليل زمن الحادث). فقد وجدت إحدى الدراسات الحكومية حول فعالية تكاليف هذه النُظم أن فوائد استخدام النُظم الأوتوماتيكية في كشف الحوادث تفوق تكاليفها بواقع ٢ - ١ تقريباً (ويمكن أن يصل من ٢,٦ - ١) حسب الظروف المحلية (انظر الجدول رقم ٨,٢ أدناه).

الجدول رقم (٨,٢). تقييم المنفعة/الكلفة في نظام كشف الحوادث الأوتوماتيكي: فرنسا.

الحالة	نسبة المنافع إلى الإنفاق العام	مصدر المنفعة (بالنسبة المئوية)		
		زمن التنقل	السلامة	منافع أخرى
مناطق حضرية كثيفة، اختناقات مرورية شديدة	{١,٨ — ٢,٦}	٣٤	٦٣	٣
مناطق حضرية أقل كثافة، اختناقات مرورية معتدلة	{٠,٥ — ١,١}	١١	٨٨	١

المصدر: (DAEI-SESP Les Comptes des Transports) عام ٢٠٠٤، توم ٢، تموز/يولية ٢٠٠٥.

وتلعب خدمات الطوارئ والشرطة المحلية دوراً أساسياً في معالجة حالات التصادم على الطُرق. إذ تكون مسؤولة عادة عن تأمين المنطقة المحيطة بالحادث وتتولى أحياناً مسؤولية أساسية في إعادة الطريق إلى مستوى الخدمة الطبيعي. وتمثل مراكز إدارة المرور الإقليمية (التي نتناولها في الفصل التالي) مركزاً نموذجياً يمكن هيئات إدارة الطُرق والمرور من التنسيق مع الشرطة وخدمات الطوارئ الأخرى للتأكد من السرعة في إعادة التدفقات المرورية إلى حالتها الطبيعية. ويمكن أن تكون هذه المراكز أيضاً المكان الرئيسي لنشر المعلومات حول الحادث وأزمنة التنقل والتحويلات المحتملة على سائقي المركبات، وإلا فقد يتفاجؤوا بها. وليس التعاون بين الهيئات على مستوى مراكز ضبط حركة المرور فعالاً في إزالة المعيقات من مواقع التصادم فحسب، بل أيضاً في إعادة التدفقات المرورية إلى حالتها الطبيعية، مما يقلل حالات التأخر والاختناقات المرورية الحاصلة ويحول دون حصول حوادث أخرى محتملة.



الشكل رقم (٨,٢). نشاطات إدارة الحوادث.

المصدر: (UTCA)، ٢٠٠٣.

يتطلب هذا النظام مستوى عالياً من التنسيق بين جميع الهيئات ذات الصلة بإزالة آثار التصادم أو المركبات أو المعيقات المؤقتة الأخرى، بما فيها وسائل الإعلام الخاصة والعامة (وخاصة الإذاعات، إضافة إلى صفحات الإنترنت المتزايدة). فضلاً على ذلك، ينبغي أن يشمل هذا التنسيق كامل المنطقة الحضرية وأن يغطي الطُرق السريعة والشريانية الحضرية الرئيسية حتى يكون أكثر فعالية.

يتولى مركز "سيزر" (SISER) لإدارة المرور في منطقة إل دو فرانس في باريس، مثل كثير من مراكز إدارة المرور الأخرى، تأمين التنسيق في الموقع مع خدمات الطوارئ من خلال اعتماد ممثل رسمي عن قوى الشرطة في غرفة التحكم بإدارة المرور.

ونرى في مثال آخر من الولايات المتحدة أن إدارة النقل في فلوريدا (FDOT) قد وقعت اتفاقية مع شرطة الطُرق السريعة في فلوريدا لتحسين الأداء في عملية إعادة التدفق المروري بعد حصول حادث على الطُرق السريعة. حيث تتولى شرطة الطُرق السريعة في فلوريدا مسؤولية إزالة آثار الحوادث في أسرع وقت ممكن وبأسلم شكل ممكن. وتتجلى مساهمة مديرية النقل في فلوريدا في تأمين ضوابط مرورية واختيار الطُرق البديلة المتاحة للسائقين خلال عملية إخلاء الحادث. ويضمن العقد، الذي يسمى سياسات الطُرق المفتوحة، إدارة أفضل للحوادث المرورية[٦].

ينبغي أن يمتد التنسيق بين الأطراف الفاعلة في إدارة الحوادث إلى التنسيق بين مختلف الطُرق التي تتبعها هذه الأطراف في معالجة مواقع التصادم، أو الاهتمام بها على الأقل. فيتولى موظفو خدمات الطوارئ بشكل رئيس مسؤولية تأمين ضحايا الحادث الموجودين والتأكد من سلامة موظفيهم. أما هيئات الطُرق فتكون معنية عادة بإعادة التدفقات المرورية إلى حالتها الطبيعية في أسرع وقت ممكن.

وهيئات إنفاذ القانون معنية أيضاً بإبقاء مواقع التصادمات "مغلقة" لصالح أعمال التحقيق. لكن لا داعي لأن تكون هذه الأعمال متشعبة في حالات كثير، بل يمكن أن تلتقي دون تعارض. ويتطلب ذلك وضع البروتوكولات التي ستنفذ من قبل مزودي خدمات الطوارئ وهيئات الطُرق والتفاوض بشأنها فيما يتصل بإدارة مواقع التصادمات، من معالجة أمور مثل الإسراع إلى إزالة المركبات وتوثيق حادث التصادم وعدد الحارات المرورية التي يجب إغلاقها من أجل تأمين سلامة المستجيبين لنداء الطوارئ ووضع الإشارات قبل موقع الحادث تحذر بوجود موقع تصادم، ...إلخ.

إن جهات الاستجابة للحوادث في هولندا (موظفو الطوارئ وشرطة الخدمات والجهات المسؤولة عن قطر السيارات وإعادة حركة المرور وهيئات إدارة الطُرق) تتلقى جميعهاً تدريباً ضمن إطار مشترك يضعه المركز الوطني لإدارة المرور والمعلومات. ويعمل هذا التدريب أيضاً على تشكيل فرق تنسيق "قياسية" لمعالجة الحوادث مع توزيع واضح للمهام والمسؤوليات. أما المسؤولية الفعلية عن إدارة حوادث بعينها فتختلف من موقع إلى آخر حسب الظروف، رغم كونها "قياسية" في هذا الأسلوب، لكن تعيين مسؤولية إدارة الحوادث يتبع بروتوكولاً مشتركاً[٧].

ومن الطُرق البسيطة التي تستخدم عادة بشكل مؤقت لتقليل أثر مواقع التصادم على حركة المرور إقامة حواجز تحجب مشهد التصادم عن مرأى سائقي المركبات المارين في كلا الاتجاهين. وهذا الأسلوب لا يؤدي فقط إلى تقليل أثر "الرقاب المطاطية" إلى حد كبير في اتجاه المرور المقابل، بل يمكن أيضاً أن يساعد في تقليل عدد الحوادث الناتجة عن "الرقاب المطاطية"، وإلا فقد يتضاعف أثر كل من حالات التصادم على الاختناقات المرورية. تستخدم هذه الحواجز المتحركة في عدة بلدان منها هولندا والمملكة المتحدة والولايات المتحدة الأمريكية.

(٨,٢) إدارة أعمال الطُرق

غالباً ما تكون أعمال الطُرق ضرورية لصيانة البنية التحتية أو تحسينها حتى تؤمن في النهاية سلاسة أكبر للتدفقات المرورية لكنها يمكن أن تحدث حالات مهمة من اشتداد الاختناقات المرورية إن لم تتم إدارتها كما يجب. إذ تكون الجداول الزمنية لهذه الانقطاعات معلومة أحياناً بشكل مُسبق لدى هيئات الطُرق، وليس بالضرورة أن تكون معلومة لمستخدمي الطُرق الذين يشهدون أحياناً بداية هذه الانقطاعات كفترات "غير متوقعة" من الاختناقات المرورية. لذلك من المهم جداً أن يغطي مديرو الطُرق إجراءات إدارة الاختناقات المرورية عند وضع نشاطات صيانة الطُرق أو توسيعها وتنفيذها، وإبلاغ مستخدمي الطُرق مسبقاً بهذه الأعمال، قدر الإمكان. يمكن استخدام وسائل التواصل التقليدية، مثل المواد المطبوعة والإذاعة، لإبلاغ المتنقلين بشأن أعمال الطُرق الوشيكة قبل مغادرتهم، حيث يمكن للإذاعة ولوحات الرسائل المتغيرة، والدخول على نُظم الملاحة داخل المركبة، أن تُبلغ المتنقلين أثناء قيادتهم لمركباتهم عن الإعاقات المحتملة نتيجة لأعمال الطُرق. أما الاستراتيجيات الأخرى[٨] التي تقلل من أثر أعمال الطُرق على التدفقات المرورية فتشمل العمل خارج ساعات الذروة، وخاصة في الليل، وتحويل التدفقات المرورية إلى طُرق أخرى بديلة. وبروتوكولات وقواعد السلامة في منطقة العمل مهمة أيضاً من منظور تقليل الاختناقات المرورية المتصلة بمناطق العمل لأنها يمكن أن تساعد في تجنب ما تسببه أعمال الطُرق من حوادث واختناقات مرورية.

وكمثال من مدينة بوسطن في الولايات المتحدة حيث يستخدم مشروع إعادة إنشاء الطريق السريعة الجنوبية الشرقية حارات مرورية ذات اتجاهين لتعويض النقص في الطاقة الاستيعابية. وهو يتضمن أيضاً تطوير الطُرق البديلة من خلال تحسين التعبيد والإشارات المرورية أو تعزيز الأنماط البديلة من خلال توفير مرافق "أوقف سيارتك واركب النقل العام" وتأمين المعلومات حول النقل العام والتشارك بوسيلة النقل. وتؤدي الشراكة مع الهيئات المحلية والشركات الخاصة إلى تقديم معلومات أفضل للمواطنين وإلى تحسين مرونة أزمنة العمل لصالح المتنقلين بشكل يومي. وقد استطاعت هذه السياسات المرورية أن تحقق تخفيضاً بنسبة ٩٪ في حجم حركة المرور المتجهة شمالاً وهذا ما يقلل من مخاطر حدوث الاختناقات والحوادث المرورية المرتبطة بأعمال الطُرق[٩].

وبهدف تزويد مستخدمي الطُرق بمعلومات عالية الجودة على الأقل، قامت هيئة الطُرق والمرور في هيسن (HLSV) عام ١٩٩٧ بإدخال خدمة معلومات أعمال الطُرق عبر الإنترنت (انظر الشكل رقم ٨,٤). وتتمثل الخطوة التالية في إيجاد الحلول التي تمكن الهيئة من تخطيط أعمال الطُرق بشكل يقلل من خطورة حدوث الاختناقات المرورية. ولذلك فإن الهيئة تعمل على وضع نظام إدارة أعمال الطُرق الشامل (Hessen) واعتماده لتنسيق عملية تخطيط أعمال الطُرق وتنفيذها ولتجنب الاختناقات المرورية الناتجة عن هذه الأعمال، وبالتالي تقليلها[١٠].

يمكن للمستخدم أن يقوم بتعديل زمن البدء يدوياً لسيناريو التخطيط الخاص به. ومن الخيارات الصحيحة لدعم القرارات اختيار سيناريوهات مخاطر مختلفة للطلب على المرور والطاقة الاستيعابية وتغير بداية أعمال الطُرق

ومدتها الزمنية. كما تستخدم المحاكاة اليدوية لأثر أعمال الطُرق بتغيير كل متغير على حدة (التغير التفاعلي في زمن بدء الأعمال الطُرقية يساوي +/- ٣٠ دقيقة)[١١].

وتستخدم هيئة الطُرق السريعة في إنكلترا، في توجه مماثل، مجموعة برمجيات تدعى كوادرو (QUADRO) تساعد على تحقيق ظروف مثلى لتنفيذ الأعمال الطُرقية في المملكة المتحدة.

تهتم إدارة الطُرق بتحسين المقايضة بين ما يعانيه مستخدمو الطُرق من تأخير وبين كلفة تنفيذ الأعمال في مختلف الخيارات. ومن الجيد بالنسبة للطرق ذات الانشغالية العالية أن يتم تنفيذ معظم الأعمال ليلاً رغم ارتفاع التكاليف المرافقة المترتبة على هيئة الطُرق السريعة، لكن ذلك يقلل من تكاليف التأخير. ويُعتمد تحليل مماثل عند اتخاذ القرار بشأن إغلاق ممر طرقي كامل أو حارة مرورية واحدة.

تقع مسؤولية إدارة الطُرق عادة على الإدارات المحلية ومشغلي قطاع النقل وشركات العمل العامة. وينبغي توفير المعلومات قبل بدء الأعمال الطُرقية وإدارتها حتى نهاية هذه الأعمال.

تجدر الإشارة أخيراً إلى أن بعض إدارات الطُرق تجري حالياً دراسة أساسية ثانية للعلاقة بين نشاطات الصيانة على الشبكات الطُرقية وبين ارتفاع الاختناقات المرورية الذي ينشأ عنها. والواقع أنها تتساءل عن كيفية إلغاء نشاطات الصيانة الضرورية، أو على الأقل خفض تكرارها بشكل كبير، بدل السؤال عن كيفية تقليل أثر نشاطات الصيانة المجدولة على التدفقات المرورية. ومن الأمثلة على ذلك استخدام مواد تعبيد طويلة الأجل تتطلب إعادة تعبيد سطح الطريق كل ٣٠ سنة بدل استخدام أسطح التعبيد المعتادة التي يجب إعادة تعبيد سطحها بالمتوسط كل عشر سنوات. لكن التكاليف الإضافية المترتبة على استخدام التعبيد طويل الأجل، في كثير من المناطق ذات الكثافة المرورية العالية، تزيد على ما تغطيه المكاسب الإضافية الناتجة عن استخدامه، بما فيها تجنب الاختناقات المرورية المرتبطة بأعمال الطُرق[١٢].

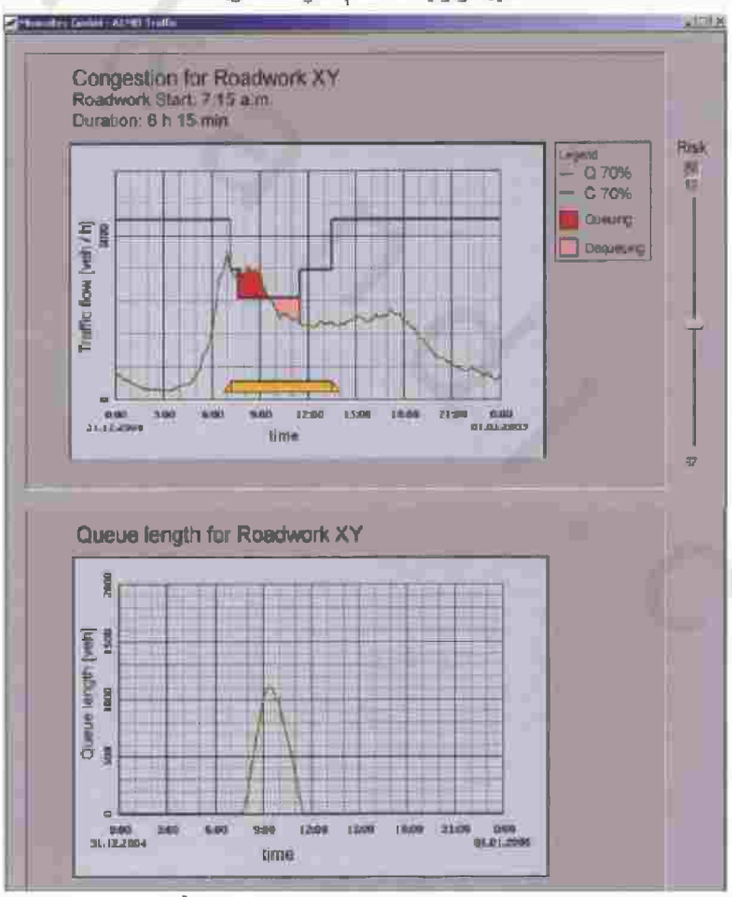
(٨,٣) إدارة عمليات الشحن الحضرية: تحسين إدارة توزيع السلع في المناطق الحضرية

تُعاني عمليات الشحن وتوزيع السلع من الاختناقات المرورية، وتسهم في الوقت نفسه في إبطاء حركة المرور أو إعاقتها، وخاصة ضمن شبكات الطُرق الكثيفة التي تُميز كثيراً من المراكز الحضرية. إذ إن اختيار مجالات زمنية غير مناسبة في عمليات تسليم السلع يؤدي بالشاحنات إلى التسبب بإعاقة جزئية أو كلية للشوارع أثناء تحميل السلع أو تفريغها. وربما استخدمت شاحنات الإزالة/التحريك في كثير من هذه الحالات. والواقع أن هذه العمليات تتسبب في إحداث تضيقات جزئية ومؤقتة يمكن أن تحدث بسرعة اختناقات مرورية مفرطة وأحياناً دائمة في ساعات الذروة رغم وجود شبكة محكمة من الشوارع ضمن المناطق الحضرية. ومن الصعب التنبؤ بحدوث هذه التضيقات المرورية (عُنق الزجاجة)، بصورة دقيقة على الأقل، وهي بالتالي تسهم في صعوبة التنبؤ بظروف التنقل، وهذا يترك أثراً

كبيراً على كل متنقل وأثراً سلبياً على عمليات النقل التجاري. وهكذا نرى أن الإجراءات التي تسعى إلى تحسين إدارة توزيع السلع الحضرية وجعلها منطقية تلعب دوراً مهماً في تخفيف الاختناقات المرورية.

وتسعى كثير من المناطق الحضرية إلى تقليل الأثر السلبي لعمليات تسليم السلع على الطُرق وحركة المرور الحضرية. فقد زادت هذه الآثار في السنوات الأخيرة عندما أصبحت النماذج الجديدة في الإنتاج واللوجستيات تفضل اعتماد نمط التسليم "في الوقت المحدد". وتساهم الشركات في نشوء نماذج جديدة من حركة المرور التجارية تعتمد تحميل الشاحنات بصورة متكررة إلى أقل من سعتها وما يصاحب هذه النماذج من آثار على الاختناقات المرورية الحضرية، وذلك من خلال تقليل السلع المخزنة وزيادة الاعتماد على المخزونات "المتحركة" التي يحتفظ بها في مركبات التوصيل.

تحسين موثوقية أداء نظام الطرق الحضرية



الشكل رقم (٨,٤). نظام (هيسن) لإدارة أعمال الطُرق.

المصدر: كيرشفينك، راجيلهوث، إدارة الطُرق في هيسن، ستراس وآوتوبان، ٢٠٠٣/١١.

ومن أساليب إدارة هذه الآثار المستخدمة غالباً ضمن أوروبا تيسير ما يسمى إستراتيجيات "لوجستيات المُدن" التي تسعى إلى رفع الكفاءة في تجميع عمليات الشحن المتباينة ضمن مراكز المُدن وتنظيم أنماطها على نحو أفضل. وبذلك يمكن الاستفادة بشكل كامل من سعة الشحن البطيئة غير المستغلة تماماً بسبب التنافس في عمليات التسليم أو عدم تنسيقها. وتسعى هذه الأساليب إلى تقليل العدد الكلي لعمليات التسليم المفردة وإبعاد بعض المركبات التجارية عن الشوارع. وتحاول هذه البرامج أيضاً تنظيم أوقات تسليم السلع ضمن مراكز المُدن على نحو أفضل يُقلل من أثرها على التنقل في ساعات الذروة. ومن نتائج هذه الأساليب أيضاً تقليل المسافة المقطوعة في كل عملية تسليم أو تحميل وزيادة الوفر في التكاليف المترتبة لصالح الشركات (من خلال زيادة الاستفادة من المركبات، وتقليل المسافات التي تقطعها، وتقليل استخدام المركبة، وتوفير الوقود وتقليل أزمنة الانتظار)[١٣].

وتمثل لوجستيات المُدن، إلى جانب إدارة أسطول الشحن، فكرة مبتكرة تستفيد من مراكز التخزين خارج المُدن لتخزين السلع. إذ يمكن الجمع بين تسليم السلع واستلامها (مثل التغليف) وخدمات أخرى مثل التسوق المنزلي.

وتحسين السيطرة على أوقات إجراء هذه العمليات هو من الأساليب الشائعة نسبياً في إدارة أثر عمليات التسليم على حركة المرور الحضرية.

تمنع أثينا دخول الشاحنات الثقيلة إلى منطقة مركز المدينة خلال ساعة الذروة الصباحية. وقد ثبت نجاح تنفيذ هذا الإجراء حيث زادت متوسط سرعات التنقل بشكل كبير في مركز المدينة[١٤].

ومن الإستراتيجيات الأخرى المنفذة لتقليل الآثار على موثوقية زمن التنقل والاختناقات المرورية التي تتسبب بها المركبات الثقيلة في المناطق الحضرية تحسين العمليات بشكل أمثل من خلال إيجاد حارات مرور منفصلة وفرض رسوم على عبور الطُرق، وتحسين نقاط الشحن وترتيب أزمنة الإشارات المرورية والمرافق الموجودة عند التقاطعات. إذ يمكن لهذه الإجراءات أن تحسن تدفق الشاحنات دون أن تترك بالضرورة أثراً على أحجام حركة المرور.

يمكن أيضاً فرض رسوم على الشاحنات لقاء استخدام البنية التحتية. ومن شأن ذلك أن يدفع بالشركات نحو تقليل عدد الرحلات والاستفادة من سعة الشاحنات على نحو أفضل و/أو استخدام أنماط النقل البديلة إن كانت مجدية وتحقق فعالية في تكاليفها. لكن هذه الأساليب تبرز مسائل مهمة حول تحديد ما يجري "تسعيره" بالضبط. هل هو الضرر الحاصل على الطريق بسبب الشاحنة؟ إذا كان الأمر كذلك، فهو لا يرتبط مباشرة بالاختناقات المرورية. أم هو ازدياد الكلفة الهامشية التي تفرضها الشاحنات على حركة المرور الحضرية؟ وإذا كان كذلك، فثمة حجة محتملة (أو قائمة) أن السيارات في الواقع هي التي تتسبب في ارتفاع التكاليف الهامشية على الشاحنات[١٥]، وخاصة أنه يمكن القول بأن إبعاد السيارات عن الطُرق الحضرية أمر أقل كلفة وأكثر جدوى من إبعاد الشاحنات (حيث يمكن أن يكون خيار استخدام النقل العام متاحاً للركاب). وينبغي معالجة جميع هذه المسائل عند النظر في وجوب فرض رسوم على عمليات تسليم السلع تختلف عما هو مفروض على المركبات الأخرى، وفي كيفية فرضها.

باستطاعة الإجراءات المذكورة أعلاه أن تقلل من حجم حركة المرور على الطُرق الحضرية، إن لم تؤدي إلى تسهيلها، لكن تنفيذ كثير منها يواجه صعوبة بسبب الحواجز الفنية والمؤسساتية والخسائر الاقتصادية المحتملة على كل شركة. إضافة إلى أن آثار الطلب المحثوث يمكن أن تلغي أية مكاسب ناتجة عن تقليل عمليات تسليم السلع الحضرية وتنظيمها على نحو أفضل، كما هو الحال مع كثير من الإجراءات الأخرى المفردة التي تسعى إلى زيادة الطاقة الاستيعابية المتاحة على الطُرق.

تتضمن إحدى السياسات المرورية في تغيير العمليات التجارية على المدى البعيد: منع عمليات الشحن في أوقات الذروة وتقييد عدد عمليات التسليم من خلال تحسين إدارتها والتشجيع على تغيير نمط النقل إذا كانت الظروف المحلية تسمح بذلك. وتشمل هذه الأساليب تعاوناً بين جهات خاصة وعامة للتأكد من أن التغييرات ستعطي الثمار المرجوة لكلا الطرفين.

لكن الإجراءات التي يحتمل أن تزيد من تكاليف عمليات التوصيل يمكن أن تضاعف تكاليف العيش في المناطق الحضرية إضافة إلى التسبب بمشكلات بيئية من ضجيج حركة المرور ليلاً، في حالة تسليم السلع ليلاً. لكن فوائد هذه الاستراتيجيات يمكن أن تفوق تكاليفها أحياناً.

وتجري في برشلونة حالياً تجربة استخدام مركبات ذات ضجيج منخفض في عمليات التسليم ليلاً.

ورغم أن استخدام الطُرق هو الأفضل لإتمام معظم عمليات تسليم السلع في المناطق الحضرية، إلا أن نقل بعض التدفقات إلى أنماط بديلة يكون في بعض الحالات منطقياً من الناحية التجارية ومن وجهة نظر سياسات الاختناقات المرورية. ويمكن أن يشمل ذلك تخديم ممر طرقي محدد بالسكك الحديدية أو السعي إلى تخفيف حركة المرور العابرة عن طريق نقلها إلى السكك الحديدية (انظر المستطيل). وتتضمن حالات أخرى استخدام القنوات والطُرق المائية لتوزيع السلع والشحن بالجملة إلى المراكز الحضرية لتوزيع السلع ومنها (كما في حالة أمستردام وباريس). بل يمكن حتى استخدام طُرق الترام في عمليات التوزيع الحضرية إلى مناطق محددة.

ونذكر هنا مثالاً من فيينا (النمسا): حيث يجري اختبار حول استخدام طريق ترام خاص بالشحن ضمن دراسة الجدوى (GueterBim) (منذ عام ٢٠٠٥)، وهو استمرار للأسلوب المتبع قديماً في استخدام طريق الترام الخاص بالشحن والذي توقف منذ خمسين عاماً مضت.

حالتان دراسيتان في تجارب إدارة الاختناقات المرورية الناتجة عن عمليات الشحن في الولايات المتحدة

ممر ألاميدا – كاليفورنيا – لوس أنجلوس، ولونغ بيتش – كاليفورنيا

يمثل ممر ألاميدا طريقاً سريعاً ذا سكة حديدية خاصة بعمليات الشحن تمتد على مسافة ٢٠ ميلاً بين الميناءين الجارين في لوس أنجلس ولونغ بيتش وخطوط السكك الحديدية عبر القارة والخطوط الرئيسية للسكك

الحديدية قرب مركز لوس أنجلوس. الجزء المركزي هنا هو الخندق الواقع في منتصف الممر، وهو طريق سكة حديدية تحت الأرض تمتد على مسافة ١٠ أميال وعلى عمق ٣٠ قدماً وبعرض ٥٠ قدماً. وقد استطاع ممر ألاميدا، من خلال تجميع ٩٠ ميلاً من خطوط السكك الحديدية الفرعية في خط واحد عالي السرعة، إلغاء حالات التضارب في أكثر من ٢٠٠ من تقاطعات السكك الحديدية على مستويين حيث كانت السيارات والشاحنات تنتظر في السابق حتى تنتهي قطارات شحن طويلة من عبورها البطيء. كما أنه استطاع أن يوفر زمناً وصل إلى حوالى ٤٥ دقيقة من زمن نقل حاويات الشحن بالقطار بين الميناءين ومركز لوس أنجلوس، وهذا التوفير يساوي أكثر من نصف الزمن السابق.

أنشئ المشروع بكلفة ٢,٤ بليون دولار من قبل هيئة النقل في ممر ألاميدا، وهي هيئة سلطات مشتركة معروفة باسم 'أكتا' (ACTA) يقع تحت إدارة مدينتي لوس أنجلوس ولونغ بيتش وميناءيها وهيئة لوس أنجلوس للنقل الحضري (Los Angeles County Metropolitan Transportation Authority). افتتح ممر ألاميدا في الخامس عشر من نيسان/أبريل عام ٢٠٠٢ في الوقت المحدد له ووفق الموازنة المخصصة له. وجرى تمويله عبر مزيج فريد من نوعه من الموارد العامة والخاصة، شمل ١,١٦ بليون دولار كعائدات من أسهم باعتها أكتا، وقرض بقيمة ٤٠٠ مليون دولار من مديرية النقل في الولايات المتحدة و٣٩٤ مليون دولار من الموانئ و٣٤٧ مليون دولار على شكل منح بإدارة هيئة لوس أنجلس للنقل الحضري و١٣٠ مليون دولار من موارد الولاية والموارد الاتحادية الأخرى ودخل الفائدة. يتم استرجاع الديون عن طريق رسوم تدفعها طُرق السكك الحديدية لنقل الشحن على ممر ألاميدا ولنقل الشحن إلى داخل المنطقة وخارجها عن طريق السكك الحديدية حتى ولو لم يستخدم الممر نفسه.

يركز المشروع على تحقيق النتائج التالية:

١- تقليل الاختناقات المرورية على الشوارع فوق سطح الأرض من خلال إلغاء التعارضات الناشئة على ٢٠٠ تقاطع سكة حديدية على مستوى الطريق.

٢- تقليل الانبعاثات الغازية الناتجة عن السيارات والشاحنات المتوقفة ومحركاتها تدور وذلك بنسبة ٥٤٪.

٣- تخفيض الانبعاثات من القاطرات بنسبة ٢٨٪.

٤- زيادة كفاءة شبكة توزيع الشحن في استيعاب نمو التجارة الدولية.

يتولى ممر ألاميدا منذ بدء العمليات في ١٥ نيسان/أبريل عام ٢٠٠٢ في المتوسط معالجة ٣٥ من حركات القطارات في اليوم، وهو رقم ينسجم مع أولى التوقعات التي وضعت لهذه المرحلة من العمليات. ويتوقع أن يزيد استخدام الممر بشكل ثابت مع ازدياد حجم التجارة الدولية من خلال نمو الموانئ. وتتوقع الموانئ أن تزيد الحاجة إلى أكثر من ١٠٠ حركة قطار يومياً بحلول العام ٢٠٢٠. حيث يستطيع ممر ألاميدا أن يستوعب حوالى ١٥٠ حركة قطار في اليوم. وتتمثل الغاية الرئيسية من ممر ألاميدا في نقل الشحن الواصل إلى الموانئ وتوجيهه خارج

منطقة جنوب كاليفورنيا المكونة من خمس مقاطعات (للواردات) أو التي منشؤها خارج المنطقة والمشحونة لخارج البلاد بحراً عبر الموانئ (للصادرات). وهذا يساوي حوالى نصف كميات الشحن المارة بالموانئ. أما النصف الآخر فيوجه إلى المنطقة أو ينشأ فيها، ثم تنقل هذه الكميات عن طريق الشاحنات بشكل رئيس.

برنامج الكفاءة البيئية وكفاءة النقل في منطقة شيكاغو (CREATE)، شيكاغو، إلينوي

يمثل برنامج الكفاءة البيئية وكفاءة النقل في منطقة شيكاغو (CREATE) مشروع شراكة بين القطاعين العام والخاص بقيمة ١.٥ بليون دولار يشمل مدينة شيكاغو وحكومة ولاية إلينوي وجمعية السكك الحديدية الأمريكية (AAR) التي تمثل ست خطوط حديدية خاصة بنقل الشحن والخطوط الحديدية الخاصة بنقل رحلات الركاب في شيكاغو تدعى باسم 'مترا'. من شأن البرنامج أن يؤدي إلى تحسين عمليات شبكة الطُرق بشكل أساسي على طول أربعة ممرات للسكك الحديدية الخاصة بالشحن وممر سكة حديدية لرحلات الركاب اليومية في منطقة شيكاغو. ويشمل هذا البرنامج الذي يضم حوالى ٨٠ مشروعاً مفرداً تضم ستة جسور للسكك الحديدية ٤٩ ميلاً من السكك الجديدة مع تحكم مركزي بحركة المرور التي تجتاز مسافة ١٢٢ ميلاً من المسارات و٣٦٤ من المواضع الجديدة لتوسيع السكة لإتاحة المجال للقطارات ذات السرعات العالية للتجاوز و٢٥ من الجسور عند تقاطعات الطُرق مع السكك الحديدية.

يعتبر محور شيكاغو للسكك الحديدية والشحن وعلى نطاق واسع المحور الأكثر انشغالية في البلاد، وعملياته مُؤثرة بشكل كبير في كافة أنحاء المنطقة والبلاد عامة. ويتوقع مقدمو هذا البرنامج عند اكتماله تحقيق منافع اقتصادية كبيرة على المستوى الوطني والإقليمي والمحلي ناهيك عن المكاسب المتصلة بجانبي السلامة والبيئة.

تلتزم شركات السكك الحديدية المخصصة للشحن بمبلغ ٢١٢ مليون دولار، وسوف تعمل حكومة الولاية على اتخاذ قرار بشأن اقتراح لتمويل سندات بقيمة ٣٠٠ مليون دولار في الأسابيع المقبلة، كما وقعت المدينة التزاماً مادياً غير محدد نتوقع أن يكون في حدود ١٠٠ مليون دولار. ويأمل مقدمو المشروع أن يترك علامة مميزة ويحقق إيرادات مهمة (٩٠٠ مليون وحتى بليون دولار) في فاتورة إعادة ترخيص وفق قانون عدالة النقل (TEA-21)، لكن الراعي الرئيسي للبرنامج، الجمهوري ليبنسكي، لم يترشح لدورة انتخابية ثانية.

عبرت مديرية النقل في الولايات المتحدة عن دعمها العام للبرنامج وهي تعمل في هذا الشأن مع الجهات المعنية. حيث جرى تشكيل فريق من عدة أنماط النقل يضم موظفين من المقر الرئيسي وموظفين ميدانيين من ممثلين عن مكتب النقل الآمن (OST)، وإدارة الطرق الاتحادية (FHWA)، وإدارة النقل العام الاتحادية (FTA)، وإدارة السكك الحديدية الاتحادية (FRA).

المصدر: (FHWA)، الإجابات على الاستبيان.

ملخص الفصل

١- الطُرق التي تمر باختناقات مرورية هي عادة طُرق غير موثوقة، ويشير أحد الأبحاث أنه رغم عدم تغير أزمنة التنقل إلا بشكل طفيف عندما تكون نسبة الحجم إلى الطاقة الاستيعابية مساوية ٠,٩، إلا أنه يزداد بصورة حادة عندما تصبح النسبة مساوية ١,٣، وهنا يتوقف عن الزيادة، وبذلك فإن كثيراً من الجهود التي يمكن بذلها لتقليل الاختناقات المرورية المفرطة ستعود بالفائدة أيضاً على موثوقية زمن التنقل.

٢- لا بد أن توفر الأبحاث المنفذة حول موثوقية زمن التنقل دعماً كبيراً للنتائج المأخوذة من آخر الأبحاث المنفذة حول إدارة المرور واقتصاديات النقل، إذ إن أفضل طريقة لتحقيق موثوقية زمن التنقل هي إدارة حركة المرور على الطُرق بحيث تكون التدفقات الفعلية أقل من الطاقة الاستيعابية المادية للطريق.

٣- يشير البحث إلى أن الإجراءات التي تزيد من الطاقة الاستيعابية للتقاطعات المرورية يمكن أن تزيد من موثوقية الرحلات دون أن تحسن بالضرورة متوسط أزمنة التنقل. ورغم أثرها المحدود على متوسط أزمنة التنقل، إلا أن زيادة موثوقية الرحلات المستمدة من هذه الإجراءات تقدم لمستخدمي الطُرق فوائد ملموسة.

٤- وبشكل أعم، يمكن أن يؤدي تقليل النسبة بين الحجم والطاقة الاستيعابية ولو بمقدار طفيف، إلى تحقيق زيادة كبيرة في الموثوقية، وخاصة إذا أصبحت النسبة أقل من ١,٠، وحتى إذا لم تكن فوائدها ملموسة على أزمنة التنقل.

٥- يمكن الحصول على أكبر المكاسب فيما يتصل بموثوقية أزمنة التنقل بين أوقات الذروة. وهذا يشير إلى أن الإجراءات الخاصة بتحسين الموثوقية ستعود بالنفع الأكبر على الأشخاص الذين يستطيعون إعادة جدولة أزمنة مغادرتهم وتنظيمها بعيداً عن أوقات الذروة ذات الاختناقات المرورية الشديدة.

٦- ثمة ثلاثة إجراءات يمكن أن تسهم إلى حد كبير في تحسين موثوقية أزمنة التنقل. وهي تنسيق سياسات إدارة الحوادث وتحسين عملية تنسيق الأعمال الطُرقية وإدارتها بهدف تقليل الاختناقات المرورية وتحسين إدارة عمليات الشحن الحضرية. وتنفيذ السياسات في هذه المجالات لا يعزز إمكانية التنبؤ بأداء النظام الطُرقي فحسب، بل إن تكاليفه تحقق أيضاً فعالية كبيرة في المناطق الحضرية الكبرى.

ملاحظات

(١) إنسور، م. (2004a) وإنسور، م. (٢٠٠٤).

(٢) تشين، س. م. وآخرون (٢٠٠٤).

(٣) تميز الدراسة بين ضياعات الطاقة الاستيعابية وآثارها. فتنفيذ الأعمال الطُرقية الرئيسية ليلاً على طريق ريفي للمركبات يمكن أن يؤدي إلى ضياع كبير في الطاقة الاستيعابية (مقيسة بالحارات المرورية المغلقة) لكنه لا يكاد يترك أثراً على المتنقلين الذين لا يكادون يستخدمون ذلك المرفق المروري في هذا الوقت المتأخر. وتشير الدراسة أيضاً إلى أن الضياعات الناتجة في الطاقة الاستيعابية خارج أوقات الذروة قد لا تجر أية آثار

واضحة، حتى ولو كانت هذه الضياعات تسجل في المناطق الحضرية، والسبب هو أن الطاقة الاستيعابية لطرق المركبات غالباً ما تكون كبيرة جداً إلى حد يسمح لها باستيعاب التدفقات المرورية في ساعات الذروة. ونركز في نقاشنا لهذه الدراسة على الآثار الناتجة عن ضياعات الطاقة الاستيعابية لا على الضياعات نفسها.

(٤) مُنظمة التعاون الاقتصادي والتنمية ، (٢٠٠٣).

(٥) تجدر الإشارة إلى أن سلوك "الرقاب المطاطية" بحد ذاته يمثل أحد الأسباب المهمة وراء حوادث التصادم– فقد وجد تشين، س. م. وآخرون (٢٠٠٤) أن ١٦٪ من حالات التصادم نتجت بسبب حالات تصادم أو حوادث أخرى شدت انتباه السائقين.

(٦) مديرية النقل في فلوريدا (http://www.dot.state.fl.us/).

(٧) FHWA، (a٢٠٠٦).

(٨) انظر الكتيب العملي (ARROWS) حول إدارة مناطق العمل للحصول على قائمة شاملة بهذه: (http://www.ntua.gr/arrows/).

(٩) ITE (١٩٩٧).

(١٠) كيرشفينك، هـ. وريغيلهيث، جي. (٢٠٠٣).

(١١) كيرشفينك، هـ. وريغيلهيث، جي. (٢٠٠٣).

(١٢) انظر مُنظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (b٢٠٠٥) للحصول على مناقشة شاملة لهذا الموضوع.كيرشفينك، هـ. وريغيلهيث، جي. (٢٠٠٣).

(١٣) (City-Logistik Magdeburg) (٢٠٠٥) و(City-Logistik Aachen) (٢٠٠٥).

(١٤) استبيان اليونان، م. كارلافتيس، جامعة أثينا الوطنية التقنية.

(١٥) انظر مثلاً مك كينون، أ. (٢٠٠٤).