الفصل الخامس

أُطر العمل التصورية في تقييم الاختناقات المرورية وتأثيراتها

Conceptual Frameworks for Assessing Congestion and Its Impacts

يتناول هذا الفصل مختلف الأبعاد والأساليب التي يمكن استخدامها في تحليل الاختناقات المرورية وإجراء تقييمات لآثارها. ويُركز الفصل على أهمية أُطر العمل والمنهجيات التصورية المستخدمة في هذه التقييمات. كما أنه يبحث في مدى قدرة أُطر العمل "التقليدية" على معرفة وجهة نظر مستخدمي نظام النقل وتجاربهم مع الاختناقات المرورية معرفة كافية. ويدرس الفصل كذلك ما يمكن أن تقدمه الطُرق الاقتصادية من مساهمات في تحديد المستويات المثلى من الاختناقات المرورية، إضافة إلى دراسة آثار الاختناقات المرورية التي غالباً ما يكون من غير الممكن معرفتها باستخدام منهجيات التقييم التقليدية، ويشير إلى المجالات التي تستدعي دراستها.

إن معظم إدارات النقل تتخذ القرارات بشأن أساليبها في معالجة الاختناقات المرورية بعد تحليل دقيق للاختناقات المرورية وآثارها. وكما أشار الفصل السابق، فنادراً ما نجد إطار عمل تصوري موحد لمعالجة الاختناقات المرورية وتقييم سياسات إدارتها، نظراً لتعدد الهيئات ومجال المسؤوليات والأطراف المشاركة.

لكن أسلوب تقييم الاختناقات المرورية وتحليلها، وخاصة الأدوات المنهجية المستخدمة وافتراضاتها الصريحة و/أو الضمنية، يترك صدى مهماً على السياسات المرورية. وذلك لأن أُطر العمل التصورية المختارة تُحدد، إلى درجة بعيدة، طبيعة السياسات المرورية المتبعة لاحقاً، وخاصة ما إذا كان الإجراء المُتخذ في النهاية لا يتضمن أي أعمال سوى متابعة مشاريع على المدى القريب تستهدف تخفيف الاختناقات المرورية "على الطُرق" وأهدافاً أخرى (مثل جودة الهواء) أو تنفيذ إجراءات على المدى الطويل مثل إدارة الطلب والتنقلات وتخطيط استعمالات الأراضي و/أو إدخال تحسينات كبيرة على البنية التحتية و/أو توسيعها.

وتظهر الصعوبات والتعقيدات التي يتضمنها قياس الاختناقات المرورية مرة أخرى عندما تسعى السلطات إلى تقييم آثار الاختناقات المرورية لأن هذا التقييم يستند إلى استخدام مؤشرات مختلفة على الاختناقات المرورية والمتضمنة بدورها في نماذج تصورية محددة. وتبين دراسة سياسات إدارة الاختناقات المرورية أسلوبين واسعين ومتعارضين في بعض الأحيان:

١- أطر العمل التصورية التي تركز بشكل أساسي على البعد الفيزيائي للاختناقات المرورية، مثل السرعة والتدفق والكثافة وزمن التنقل وغيرها، والمستخدمة عادة في إدارة حركة المرور على الطُرق.

٢- الأساليب التي تنظر في التفاعل بين العرض والطلب على الطُرق، وفي التكاليف الاجتماعية المترتبة وتدرس طريقة مستخدمي الطريق في سعيهم إلى الموازنة بين التكاليف الناجمة عن الاختناقات المرورية وبين رفاهيتهم.

والواقع أن الخطوط بين هذين الأسلوبين المختلفين ربما لم تعد واضحة المعالم كما كانت سابقاً. إذ نرى بلا شك، في كثير من الحالات، خطوطاً مفتوحة من التواصل والتعاون قائمة بين مخططي النقل ومهندسي المرور وعلماء اقتصاد النقل، وتتولى هذه المجموعات الثلاث جميعها إبلاغ واضعي السياسات بنوع الإجراءات التي يتوجب اتخاذها لتخفيف الاختناقات المرورية. لكن ثمة توترات واقعية جداً بين هذين الأسلوبين التصوريين المختلفين، وما زالت هذه التوترات، إلى حد ما، ترسم السياسات المختلفة في الاستجابة للاختناقات المرورية.

إن الغاية من هذا الفصل هي الابتعاد إلى ما وراء عملية الحساب البسيطة والسطحية لآثار الاختناقات المرورية التي تعتبر الأساس في كثير من سياسات إدارة الاختناقات المرورية. فهو يسعى إلى وضع تقييم الاختناقات المرورية ضمن سياق تقييم مديري الطُرق والأطراف المعنية الأخرى بأداء نظام النقل، ويقدم وصفاً لكيفية تطور أُطر العمل التصورية المرتبطة بتقييم الاختناقات المرورية وآثارها عبر الزمن. ولذلك فإن هذا الفصل بأقسامه الخمسة يُعالج الأسئلة التالية:

١- كيف يقوم مديرو الطُرق عادة بتنفيذ تقييمات الاختناقات المرورية واستخدامها؟ (الفقرة رقم ٥,١).

٢- كيف يسعى علماء اقتصاد النقل إلى الاستفادة من هذه التقييمات وتوحيد التصورات حول تكاليف الاختناقات المرورية؟ (الفقرة رقم٥,٢).

٣- ما هي القيود المفروضة على هذه الأساليب؟ (الفقرة رقم ٥,٣).

٤- ما الذي يمكن قوله بشأن إيجاد أساليب أكثر تطوراً في تقييم الاختناقات المرورية وآثارها؟ رقم (٥,٤).

٥- كيف يتوجب النظر في مسألة قياس التكاليف "الكلية" للاختناقات المرورية؟ (الفقرة رقم ٥,٥).

(٥,١) الأساليب التقليدية في تقييم الاختناقات المرورية

عادة ما تركز إدارات الطُرق على تقييمات النُظم الطُرقية وإدارتها في المناطق الحضرية بشكل يزيد من قدرة البنية التحتية القائمة على معالجة الطلب الحالي والمتوقع مستقبلاً على حركة المرور وتقليل التأخر الزمني الحاصل وما يرافقه من آثار على صعيد الأشخاص والشركات والموارد بما فيها ضياع الزمن الشخصي والإنتاجي وضياعات الوقود وتراجع جودة الهواء.

وعادة ما يقوم مديرو الطُرق بتنفيذ أي برنامج من الإجراءات مستندين إلى الخطوط التالية:

١- تحديد مواقع الاختناقات المرورية الحالية والمحتملة مستقبلاً.

٢- تحديد التحسينات الممكنة.

٣- تقييم الأولويات بين المشاريع الممكنة، مستفيدين غالباً من تحليل المنفعة – الكلفة و/أو تحليل فعالية التكاليف.

٤- اقتراح إجراءات لتخفيف الاختناقات المرورية يمكن أن تؤدي على المدى القريب إلى تحسينات على التدفقات المرورية وعلى استخدام البنية التحتية القائمة، وخاصة في المناطق التي يكون فيها أداء نظام النقل ضعيفاً أو يُتوقع تراجعه إلى مستويات غير مقبولة إن لم يتم اتخاذ أي إجراء في هذا الشأن.

٥- حسب الملائمة، تحديد واقتراح المواقع والممرات الطُرقية وترتيبها حسب الأولوية، في الحالات التي قد تتطلب تحسينات إضافية على المدى البعيد، بما فيها إضافة طاقة استيعابية جديدة على البنية التحتية.

(٥,١,١) تحديد مواقع الاختناقات المرورية

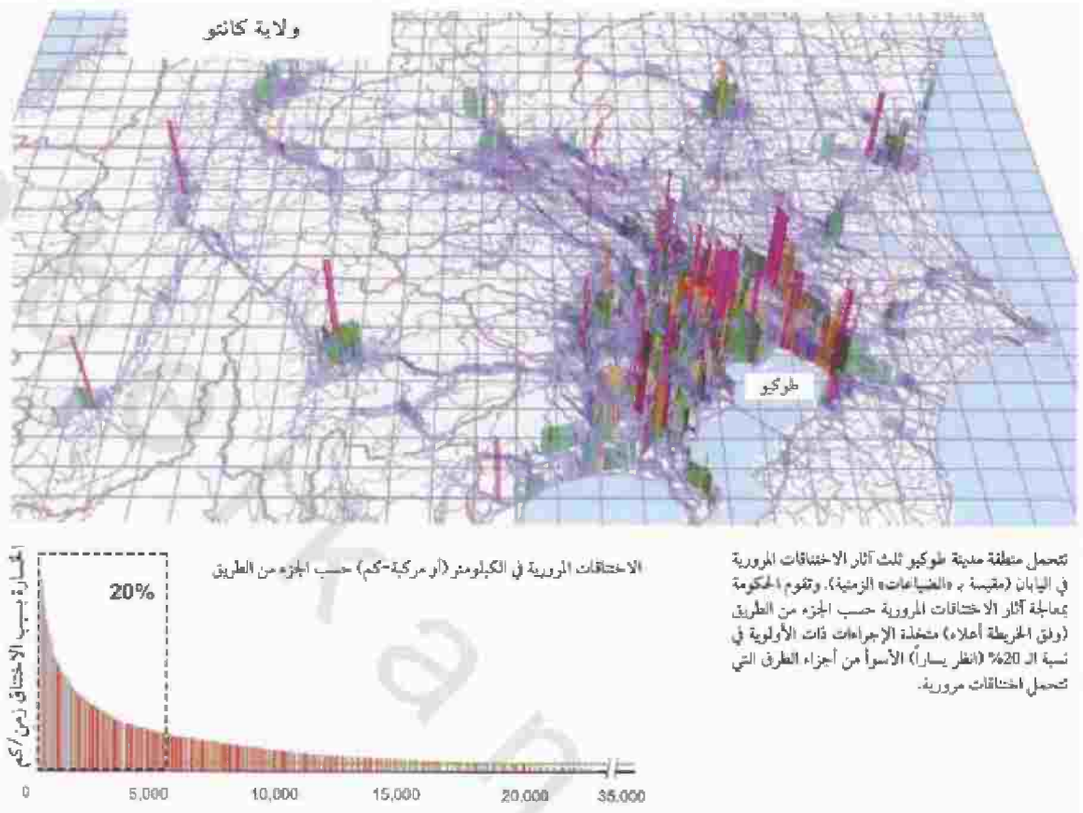
رغم صعوبة التعميم، إلا أن الإدارات التي تتولى معالجة الاختناقات المرورية غالباً ما تركز في البداية على تحديد مواقع الاختناقات المرورية. وتشمل الأساليب المستخدمة عادة ما يلي:

١- قياس سرعات حركة المرور وتدفقاتها.

٢- تقديرات للسرعات والتدفقات القصوى الممكنة خلال ظروف حركة المرور غير المتقطعة (ولكن مع الأخذ بالاعتبار السرعات القانونية المحددة والطاقة الاستيعابية للتقاطعات).

٣- إجراء تقييمات للتدفقات والسرعات الفعلية فيما يتصل بالتدفقات والسرعات القصوى التي يمكن تحقيقها والتي غالباً ما تحدد كنسبة مئوية لانخفاضها عن السرعة المحددة (أو انخفاضها عن السرعات المتحققة في التدفقات المرورية السائدة خارج ساعات الذروة)، ونسبة حجم المرور/الطاقة الاستيعابية للطرق، ومخططات السرعة – التدفق ومستويات الخدمة على التقاطعات المرورية.

٤- تحديد المواقع الحاوية على اختناقات مرورية ضمن شبكة النقل اعتماداً على المستويات الإجمالية للخدمة أو على شكل آخر من التصنيف.



الشكل رقم (٥.١). خرائط الاختناقات المرورية حسب شدتها ("الضياعات" الزمنية/كم)، ولاية كاناتو، اليابان.

المصدر: الإجابات على استبيان مجموعة العمل.

يقدم الشكل رقم (٥.١) مثالاً من اليابان. ويشير إلى أن آثار الاختناقات المرورية (مقيسة بـ "التأخر" الزمني في التنقلات) تعالج حسب جزء الطريق وأن أولوية اتخاذ الإجراءات تعطى لنسبة الـ ٢٠٪ الأسوأ بين أجزاء الطُرق التي تعاني من الاختناقات المرورية.

إن هذه الأساليب التشغيلية معدة تماماً لتحديد مواقع وجود التضيقات المرورية (عُنق الزجاجة). فهي تسمح للإدارات بالتركيز على المواقع التي تستدعي اتخاذ إجراء لمعالجة ما يعانيه مستخدمو الطُرق من تأخير زمني فعلي بصورة دائمة.

(٥.١.٢) تحديد التحسينات الممكنة

الخطوة التالية بعد تحديد مواقع محددة للاختناقات والتضيقات المرورية (عُنق الزجاجة) هي تحديد الإجراءات التشغيلية الممكنة والإجراءات الأخرى التي يمكن أن تخفف هذه الاختناقات المرورية.

وتعتمد الإدارات عموماً منهجية واسعة الطيف فيما يتصل بالإجراءات الممكنة لتخفيف الاختناقات المرورية ومعالجة آثارها. وعادة ما يتوجب عليها دراسة مجموعة من البدائل، والتي لا تشمل تعزيز الطاقة الاستيعابية الطُرقية فحسب، بل أيضاً إدخال تغييرات تشغيلية مثل نُظم الإشارات المرورية المتطورة ونُظم معلومات الزمن الحقيقي، وتحسين كشف الحوادث والاستجابة لها، والإجراءات اللازمة فيما يتصل بإدارة الطلب على التنقل.

يمكننا أن نتوقع عموماً أن حلول الاختناقات المرورية يمكن أن تشمل إسهامات من جميع أنماط النقل (مثل التنسيق مع التحسينات المدخلة على نظام النقل العام)، وهو أمر يتطلبه إطار العمل التشريعي في بعض الدول. وقد يكون ثمة تركيز معين على مجال زيادة استخدام وسائط النقل البديلة (مثل نظام النقل العام الطُرقي، والترام/السكك الحديدية الخفيفة، والسكة الحديدية الثقيلة، ...إلخ) ووسائط النقل منخفضة السرعة (مثل المشي والدراجة الهوائية) في مناطق وسط المدينة والمناطق السكنية وذات الحساسية التاريخية. وبطبيعة الحال فإن الاختناق المروري في الأنماط غير الطُرقية يمكن أن يجد أيضاً من الخيارات المتاحة لتخفيف الاختناقات المرورية على الطُرق (كما في حالة النقل العام الذي يعاني أصلاً من اختناقات مرورية شديدة ويقدم مستويات متدنية من الراحة والخدمة).

ربما يتطلب الأمر تكاليف كبيرة جداً لتحسين وسائط النقل البديلة، مثل النقل العام بالسكك الحديدية، وخاصة في مناطق المُدن الكبرى، كما أن هذه التحسينات قد تستغرق فترات زمنية طويلة، فضلاً على أن تمويل هذه المشاريع يمكن أن يكون مقيداً ومتقلباً. وفي هذه الحالات، يرجح أن يرى مديرو الطُرق أن الخيارات المجدية الوحيدة هي الحلول القائمة على الطُرق والتي يتمتعون بدرجة من السيطرة عليها، على المدى القريب على الأقل.

وإذا كان مديرو الطُرق يولون اهتماماً قليلاً نسبياً بأزمنة التنقل ومستويات الخدمة على الطُرق المعنية ويركزون على تحسين النسب بين حجم المرور والطاقة الاستيعابية، أي تحسين معدل التدفق المروري على النُظم الطُرقية، فقد تكون التحسينات المحتملة المحددة لصالح خيارات العرض، مثل الخيارات التي تنهي التضيقات المرورية (عُنق الزجاجة) وتعزز معدل التدفق المروري.

(٥,١,٣) تقييم الإجراءات المحتملة لتخفيف الاختناقات المرورية

ليست جميع إجراءات تخفيف الاختناقات المرورية مقبولة الكلفة، وليست جميع الإجراءات ذات الكلفة المقبولة فعالة في تخفيف الاختناقات. لكن الإدارات عموماً تجري تقييمات حول أفضل الأساليب في إنفاق الأموال المحدودة بحيث تحقق الفائدة الأكبر. ويستفيد معظمها من أحد التقييمات الاقتصادية والتشغيلية التي تعنى بالتوفير الذي يمكن تحقيقه من اعتماد مختلف الإجراءات في تخفيف الاختناقات المرورية وتقارن منافع هذه الإجراءات مع تكاليفها. وعادة ما تأخذ هذه التقييمات في اعتبارها التغييرات المتوقعة في أداء نظام النقل والطلب عليه خلال عمر المشروع. وبتعبير آخر، فإن أُطر التقييمات المستخدمة في تخفيف الاختناقات المرورية هي غالباً نفس الأُطر المطبقة عند تقييم التحسينات المحتملة في نظام النقل عموماً، أو شديدة الشبه بها.

تستخدم إدارات الطُرق تحليل المنفعة مقابل الكلفة بشكل دوري، إذا كانت المشاريع معقدة، لتقييم الخيارات المحددة لتخفيف الاختناقات المرورية، والمقارنة بينها. وعادة ما تتضمن هذه التحليلات تقييمات للفروق الاقتصادية والتشغيلية بين الحالة المرجعية وحالة المشروع (أو الحالات). وتحدد هذه الفروقات لكل سنة قادمة في فترة تقييم المشروع، والتي يمكن أن تتراوح من المدى القريب إلى ٢٥ سنة أو أكثر لمشاريع البنية التحتية. ثم تحذف التكاليف والمنافع المستقبلية وصولاً إلى الوقت الحالي بهدف الحصول على القيم الراهنة للمنافع والتكاليف. وتعطى النتائج بشكل تقييمات للمنفعة مقابل الكلفة تعتمد على القيمة الراهنة للمنافع المتحققة في حالة المشروع مقارنة بما يمكن تحقيقه في الحالة المرجعية، وعلى القيمة الراهنة لمستويات تكاليف المشروع مقارنة بتكاليف الحالة المرجعية.

وببساطة، فإن تكاليف المشروع ومنافعه تشمل عادة التكاليف التي تتكبدها هيئة الطُرق لإنشاء الطريق وتشغيله والتكاليف المترتبة على المستخدمين (بما في ذلك زمن تنقل الأشخاص والسلع وما يجره من تكاليف من حيث الزمن والإنتاجية)، وتكاليف الموارد (مثل استخدام الوقود)، والانبعاثات الغازية والآثار الأخرى. وتحسب جميع التكاليف المعروفة قدر الإمكان، مع إجراء تقييمات نوعية إن لم تكن هذه التكاليف قابلة للقياس. أما للمشاريع الأبسط، فيمكن أن تستند التقييمات إلى تحليل لفعالية التكاليف أو إلى تحليل تشغيلي فيقل كثيراً قياس عمليات التقييم ودرجة تعقدها.

يتم اختيار الإجراءات ذات الأولولية في تخفيف الاختناقات المرورية مع الأخذ بعين الاعتبار هذه التحليلات للمنفعة مقابل الكلفة أو نتائج فعالية التكاليف. وعادة ما تكون الخيارات المفضلة بموجب هذا التحليل هي الخيارات التي تولد أكبر قيمة صافية للمنافع المتحققة. أما أساليب التقييم الأخرى، مثل استخدام تحليل متعدد المعايير، فيمكنها أن تغطي تحليلات المنفعة - الكلفة لمساعدة صناع القرار. لكن كيفية معالجة هذه النتائج في عملية صنع القرار السياسي تهم الوزراء والحكومات المعنية لأن حصيلة النتائج يمكن أن تعكس اعتبارات أخرى يصعب تحليلها.

(٥,١,٤) تطوير البنية التحتية وتوسيعها

عادة ما يغطي تقييم السلطات لخيارات تخفيف الاختناقات المرورية توسيع البنية التحتية القائمة وتوفير طاقة استيعابية جديدة. وعموماً فلا بد من دراسة التفاعلات التي يمكن أن تنشأ بين أية خيارات حول إقامة بنية تحتية جديدة كبيرة وبين استخدامات الأراضي وآثارها المحتملة على الطلب/توليد حركة المرور والمكاسب المتوقعة على المدى القريب والبعيد.

وبالنظر إلى أن الاقتراحات بتوسيع البنية التحتية يمكن أن تكون مثيرة للجدل، فلا بد من البحث فيها وتقييمها من الناحية الاقتصادية والتشغيلية والبيئية والاجتماعية. وغالباً ما يتطلب الأمر، كجزء من هذه التقييمات، إجراء مقارنات مع جميع الخيارات المتاحة المنطقية الأخرى ذات الصلة بالسياسات المرورية.

فضلاً على ذلك، وبالنظر إلى كثافة التنمية القائمة، والتكاليف والصعوبات البيئية المرافقة لإقامة بنية تحتية طرقية جديدة في المُدن الكبيرة العريقة، فإن الاقتراحات بإقامة هذه البنية التحتية يمكن أن تكون محدودة نسبياً، ولا تتطلب تقييماً شاملاً فحسب، بما في ذلك على سبيل المثال تقييمات الأثر البيئي، بل تتطلب أيضاً مشاورات كثيرة مع الجمهور والجهات المعنية.

(٥,٢) الإسهامات الاقتصادية الإضافية في تقييم الاختناقات المرورية

يقدم علم الاقتصاد بعداً مختلفاً حول طريقة معالجة الاختناقات المرورية، وطريقة صياغة السياسات المرورية ذات الصلة بالاختناقات المرورية والتحليل الذي يتوجب إجراؤه في تقييم الاختناقات المرورية وآثارها وتحديد الحلول الممكنة لتخفيفها. إذ بينما يقتصر مديرو الطُرق عادة على الإجراءات التي تعكس حجم توفير مساحة الطريق، نرى علماء الاقتصاد يدرسون الاختناقات المرورية من حيث الطلب والعرض أيضاً. ويُنظر إلى مهمة معالجة الاختناقات المرورية من حيث تحقيقها لتوازن أمثل بين العرض والطلب. ومن النتائج الثابتة لدى علماء اقتصاد النقل بشكل خاص أن تحقيق مستوى "أمثل" اقتصادياً من حركة المرور لا يستلزم درجة محددة من الاختناقات المرورية فحسب، مثلما يُفهم المصطلح عادة لدى مديري الطُرق ومستخدميها، بل إن هذا المستوى "الأمثل" يتغير وفقاً للطلب ولظروف أخرى، أي أنه لا يرتبط فقط بالطاقة الاستيعابية للبنية التحتية قيد الدراسة. ويمكن أن يؤدي اعتماد هذا الأسلوب ذي الأساس الاقتصادي إلى رؤية مختلفة للأهداف المطلوبة فيما يتصل بالاختناقات المرورية.

ومن الناحية العملية، وبالنظر إلى الطبيعة المتغيرة لكل من العرض والطلب والصعوبة في نمذجتهما، فقد لجأ علماء اقتصاد النقل إلى عدة نماذج تصورية مبسطة فيما يتصل بسلوك حركة المرور والآثار المترتبة على الاختناقات المرورية.

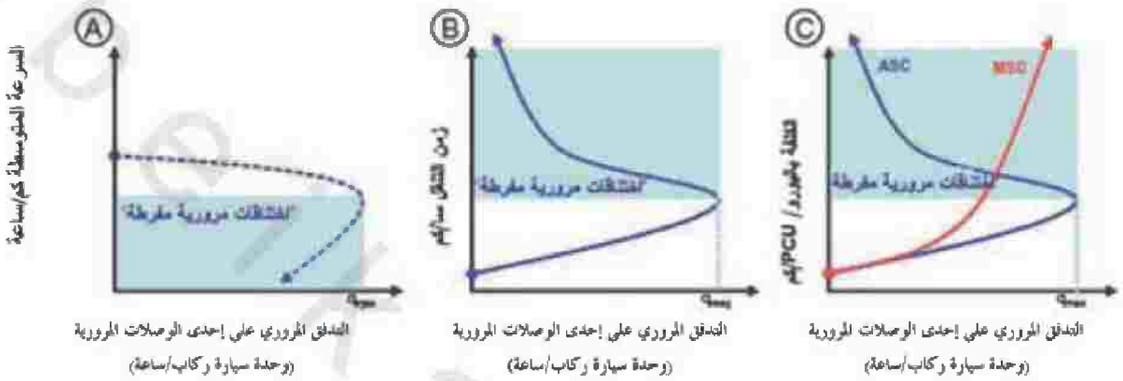
يتناول هذا القسم الإسهامات الاقتصادية الإضافية في تقييم آثار الاختناقات المرورية وإدارتها. وسوف ندرس الأسلوب الاقتصادي "المبسط" المستخدم في الأعمال الأولية عند تحديد مستويات المرور المثلى، إذ يشكل هذا الأسلوب أساس كثير من الدراسات النظرية المرتبطة بإدارة الاختناقات المرورية ويمثل قاعدة أعمال كثيرة ترتبط بتسعير الاختناقات المرورية.

لكن هذه الأساليب المبسطة لا تشكل سوى الخطوة الأولى في معالجة مسائل الاختناقات المرورية. والواقع أن هناك العديد من العوائق العملية التي لا بد من التغلب عليها في سياق الإسهام نحو وضع سياسات سليمة، كما سنناقش لاحقاً.

(٥,٢,١) الأسلوب "المبسط" لمتوسط الكلفة الاجتماعية /والكلفة الهامشية لمعالجة الاختناقات المرورية

اعتمد علماء الاقتصاد في كثير من تحليلاتهم الأولية للاختناقات المرورية على المخطط الأساسي لتدفق حركة المرور، لكنهم ترجموا هذا المخطط إلى دالة للكلفة (انظر الشكل رقم ٥,٢). فعملوا، بدءاً من العلاقة

التقليدية بين السرعة والتدفق (A)، على تحويل السرعة إلى أزمنة تنقل (B) ثم ربطوا التكاليف بأزمنة التنقل حسب قيمة الوقت لدى المستخدمين (C) بهدف اشتقاق متوسط التكاليف الاجتماعية (ASC)، على الأقل للجزء "الطبيعي" من المنحني (مثل المواضع التي لا تعاني من اختناقات مرورية مفرطة).



الشكل رقم (٥,٢). تحويل مخطط السرعة – التدفق الأساسي إلى دالة للكلفة.

المصدر: بوتن، ك. في منشورات سانتوس، نظرية تسعير الطُرق والدليل، ٢٠٠٦، الصفحة السادسة.

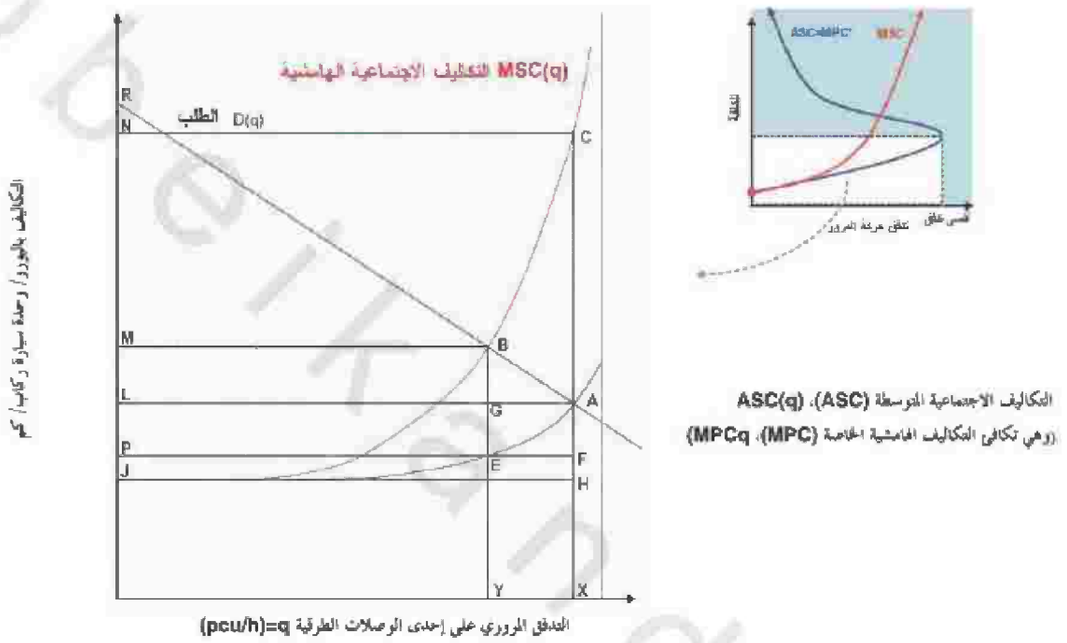
حصل علماء الاقتصاد على تمثيل تخطيطي مبسط للاختناقات المرورية بإضافة منحني الطلب إلى الجزء المائل نحو الأعلى من المنطقة التي تحوي اختناقات مرورية مفرطة من منحنى ASC، كما يوضح الشكل رقم (٥,٣) ترجموا مصطلحات عمليات المرور من حيث السرعة والتدفق والكثافة إلى إطار للعرض/الطلب [١].

يمثل الشكل رقم (٥,٣) كمية استخدام الطُرق (من حيث وحدة سيارة ركاب بالساعة) (pcu/h) على طول المحور الأفقي ووحدة تكاليف استخدام الطريق على المحور الرأسي.

ويشير المنحنيان ASC وMSC إلى متوسط التكاليف والتكاليف الهامشية مع ازدياد التدفقات المرورية، ويشملان بالمجمل التكاليف المرتبطة بالزمن والتكاليف المرتبطة بتشغيل المركبات التي يتحملها مستخدمو الطريق عند القيام برحلاتهم. تدل الاتجاهات الاقتصادية الأخيرة إلى أن متوسط التكاليف "الاجتماعية" المترتبة على مستخدمي الطُرق تكافئ التكاليف الخاصة الهامشية التي يتحملها كل سائق يدخل الطريق لأنه لا يأخذ في اعتباره تكاليف الاختناق المروري التي يفرضها على الآخرين [٢]. حيث يعكس الشكل رقم (٥,٣) هذه النقطة.

يمثل منحني الطلب D(q) الطلب على استخدام الطريق، كدالة لوحدة تكاليف استخدام الطريق، ويعبر عنها بالوحدات النقدية لكل كيلومتر – للمركبة. وهذا يعكس وحدة تكاليف التشغيل المترتبة على قيادة المركبة، وأهم عناصرها هي الكلفة الزمنية، وهي كلفة الزمن اللازم لقيادة المركبة مسافة كيلومتر واحد.

عندما يكون سائق المركبة وحده على الطريق (أي عندما تكون q=0)، تحسب هذه الكلفة بجمع J، وهي كلفة التشغيل المترتبة على قيادة المركبة، والكلفة الزمنية للتنقل بسرعة التدفق الحر. وعند جود عدد أكبر من المركبات على الطريق (أي عندما تزداد q) تقل السرعة ويزداد الزمن اللازم لقطع المسافة، وهكذا تزداد قيمة MPC(q).



التكاليف الاجتماعية المتوسطة (ASC)، ASC(q)
(وهي تكافئ التكاليف الهامشية الخاصة (MPC)، MPCq)

الشكل رقم (٥,٣). المخطط "المبسط" للاختناقات المرورية.

المصدر: مأخوذ من: بوتن، ك. في منشورات سانتوس، نظرية تسعير الطُرق والدليل، ٢٠٠٦، الصفحة السادسة.

تحقق النقطة A توازناً بين منحنيي العرض والطلب، وهي نقطة تقاطع المنحني مع عدد X من المركبات على الطريق عند وحدة كلفة L.

وعند نقطة التوازن هذه، يتحمل كل سائق إضافي جديد كلفة لقيادة مركبته تساوي الفائدة التي يجنيها من استخدام الطريق. وعند ارتفاع حجوم المرور، تصبح الكلفة التي يتحملها أكبر من الفائدة التي يجنيها، وبذلك فيحتمل أن يبتعد المستخدمون في المنطقة الهامشية من المنحني عن استخدام الطريق.

لكن "هذا التوازن الطبيعي" يعتبر "أقل من المستوى الأمثل" بالمعنى الاقتصادي كما سوف يُوضح أدناه.

(٥,٢,٢) مستويات الاختناق المروري "المثلى" اقتصادياً

على الرغم من أن نقطة "التوازن الطبيعي" تأخذ في اعتبارها التكاليف الخاصة، لكنها لا تأخذ في اعتبارها أيضاً التكاليف الاجتماعية الهامشية المترافقة مع كل مركبة إضافية تدخل الطريق. وتشمل هذه التكاليف التأخير

الزمني الذي تفرضه كل مركبة جديدة تنضم إلى حركة المرور على المركبات الأخرى ؛ مثل منحني الكلفة الاجتماعية الهامشية الذي ترسمه حركة مركبة كدالة لاستخدام الطريق، الذي تُمثله الداله MSC(q). وتساوي هذه الكلفة الاجتماعية الكلفة الهامشية الخاصة MPC(q) إضافة إلى كلفة الزمن الإضافي التي تتحملها جميع المركبات الأخرى بسبب مركبة المستخدم الهامشي على الطريق. وتوضح النقطة C ذلك في المخطط رقم (٥,٣).

ويرى علماء الاقتصاد، من وجهة نظر المجتمع ككل، أن المستوى "الأمثل" لحركة المرور الطُرقية على الطريق يتحقق عند النقطة B، حيث يتقاطع منحني الطلب مع منحنيات الكلفة الاجتماعية الهامشية. ويكون عدد المركبات على الطريق عند هذه النقطة مساوياً Y ووحدة الكلفة مساوية M. وفي هذه الحالة فإن المركبة الإضافية تجر كلفة اجتماعية أكبر من المنفعة الاجتماعية التي تحققها.

ويمكن أن نستنتج على أساس هذا التمثيل والتحليل الاقتصادي المبسط لحركة المرور على الطريق أنه إذا كانت الغاية من السياسات المرورية هي تحقيق تدفقات "مُثلى"، فلا بد من وضع رسوم مثلى تُعادل القيمة (EB) على الشكل رقم (٣,٥) لإغلاق الفجوة بين الكلفة الخاصة الهامشية والكلفة الاجتماعية الهامشية. لاحظ أن القيمة المثلى للرسوم أقل بكثير من المستوى الأولي (قبل فرض الرسوم) للمحيط الخارجي (الجزء AC في المخطط) لأن الرسوم تؤدي إلى تراجع منحنى الطلب نحو الأسفل حتى نقطة تكون فيها الفجوة بين التكاليف الخاصة والاجتماعية أقل بكثير. وبذلك تكون الإيرادات المتحققة من فرض الرسوم مساوية قيمة هذه الرسوم مضروبة بعدد المركبات الأمثل[٣].

ومن الأهمية بمكان الإشارة إلى أن هذه الأساليب الاقتصادية المتصلة بالنقل تعتمد كأساس لها على أن المستويات المثلى من الاختناقات المرورية لا تأخذ في اعتبارها كلفة تأمين الطريق فقط، بل أيضاً الرسوم التي يكون المستخدمون على استعداد لدفعها من أجل استخدام الطريق، أي منحني الطلب.

وهكذا يكون الحصول على قيمة الرسوم المثلى على مستخدمي الطريق من العلاقة بين الكلفة الاجتماعية الهامشية والطلب المبين في الشكل رقم (٥,٣) أمراً بسيطاً من الناحية النظرية. وهذا يشمل :

١- معرفة التكاليف الخاصة، محسوبة من حيث ما يستهلكه سائق المركبة على الوصلة الطُرقية من وقود وزمن، ومعرفة التكاليف الخارجية من حيث تكاليف التأخير الزمني والتلوث التي تفرضها تلك المركبة تعطي تقييمات للنقطتين A وC في المخطط رقم (٥,٣).

٢- يحتاج المحللون إلى معلومات حول استجابة مستخدمي الطُرق لفرض ضريبة أو رسم من أجل الحصول على الضريبة المثلى EB، وهي تعرف بمرونة منحني الطلب أو ميله.

٣- ويحتاج المحللون أيضاً، لإكمال العمل، إلى إدخال بيانات مشغلي الطريق في شكل منحني السرعة- التدفق للوصلة الطُرقية بحيث تعطي موقع النقطة B، نقطة تقاطع منحني الكلفة الاجتماعية الهامشية ومنحني الطلب، وبذلك يحصلون على السعر الأمثل.

ومن المهم الإشارة إلى أن الأسلوب الاقتصادي المذكور أعلاه يفترض :

- على معين، كلما تغيير الطلب، فإن مستوى حركة المرور المرغوب - وسرعتها - أيضاً تتغير.
- على وجه الخصوص، كلما زاد الطلب كلما زاد المستوى الأمثل لحركة المرور على الطريق.

يمكن أن تترافق هذه الزيادة في حركة المرور، في ظروف طبيعية من السرعة والتدفق، مع بعض الزيادة في متوسط السرعة. وبالمقابل، إذا زادت قيمة الزمن لدى بعض مستخدمي الطريق مع الوقت، فسوف يزداد مستوى حركة المرور المثلى على الطريق، والذي يمكن أن يترافق مع زيادة في متوسط السرعة.

وتعكس هذه الأساليب الاقتصادية أيضاً النظرة العامة بأن الاختناقات المرورية نسبية، أي أن:

- المستوى المقبول من الاختناقات المرورية يتغير وفقاً لمستوى الطلب.

تعرف تكاليف الاختناقات المرورية في الأساليب الاقتصادية بأنها الكلفة الاقتصادية التي يتحملها المجتمع عندما يكون استخدام الطريق فوق النقطة المثلى اقتصادياً. ويمكن تعريفها، بموجب الشكل رقم (٥,٣)، بشكل آخر وفق طريقتين متكافئتين. الأولى هي المساحة BCA. والثانية هي الفارق بين الفائض المرافق للنقطة B والفائض المرافق للنقطة A. لذلك فإن تعريف الاختناقات المرورية المستخدم لدى علماء الاقتصاد يأخذ في اعتباره تكاليف إقامة الطريق أو توسيعه وكذلك الرسوم التي يكون الناس على استعداد لدفعها مقابل استخدام الطريق.

(٥,٣) الفجوات بين الأساليب التقليدية والنظرية والتطبيق

هناك قيود كثيرة لا بد من دراستها، سواء في الأساليب التقليدية لتشغيل الطُرق والمذكورة في الفقرة رقم (٥,١) أو في الإسهامات الاقتصادية الأخرى المذكورة في الفقرة رقم (٥,٢). تتناول هذه الفقرة المسائل والجوانب التالية بمزيد من التفصيل:

١- الفجوات في كل من الإدارة التقليدية للطرق والأساليب الاقتصادية المبسطة:

أ) مُعالجة الاختناقات المرورية النقطية (المكانية) في مقابل مُعالجة الاختناقات المرورية الممتدة على شبكة النقل.

ب) القيود الأخرى على استخدام إطار السرعة - التدفق في معالجة الاختناقات المرورية.

ج) تبعات تعظيم معدل التدفق المروري على الطُرق.

د) السياق الاستاتيكي مقابل السياق الديناميكي في تقييم الاختناقات المرورية.

٢- جوانب القصور الأخرى المرتبطة بالأساليب الاقتصادية المبسطة:

أ) ملاءمتها لمرافق المرور ذات التدفق المتقطع.

ب) فرض رسوم مناسبة على الاختناقات المرورية.

ج) توفر تقنية لجمع الرسوم تكون فعالة في تكاليفها.

د) قبول العامة (الجمهور).

هـ) لأساليب الأفضل في الدرجة الثانية مقابل الأساليب الأفضل في الدرجة الأولى.

(٥,٣,١) جوانب القصور الرئيسية في كل من عمليات الطُرق والأساليب الاقتصادية

(٥,٣,١,١) معالجة الاختناقات المرورية المكانية في مقابل الاختناقات المرورية الممتدة على الشبكة أو الوصلة الطُرقية

غالباً ما تقاس الاختناقات المرورية على جانب الطريق (أو بدقة أكبر على الطريق) بواسطة استخدام الكشافات الحلقية المطمورة أو شكل آخر من أشكال المحطات الثابتة لقياس حركة المرور (انظر الفصل الأول). وتعطي القيم المأخوذة من هذه الكشافات نقاط السرعة – التدفق التي تشكل مخطط السرعة – التدفق الأساسي.

لكن القيم المأخوذة من هذه الكشافات أو المحطات لا تعطي سوى معلومات عن تدفق حركة المرور في نقطة زمنية محددة ومن نقطة واحدة على الطريق، ومعلومات قليلة عن ظروف حركة المرور ضمن نظام الطُرق (وهي المعلومات التي يبحث عنها مديرو الطُرق) و/أو ظروف حركة المرور لرحلة ما وتشمل التنقل على طول أجزاء متعددة من الطريق لكنها مرتبطة مع بعضها (وهي المعلومات المتصلة بمستخدمي الطريق). وكذلك الأمر فيما يتصل بطريقة ربط القيم المأخوذة من الكشافات المختلفة بعضها مع بعض، فهي لا تعطي مثلاً سوى القليل عن آثار تشكل صفوف المركبات المنتظرة بسبب الاختناقات المرورية على شبكة النقل زمنياً ومكانياً.

الشكل رقم (٥,٤). قراءات السرعة/التدفق على طول مرفق مروري ذي تدفق غير متقطع.

المصدر: المؤتمر الأوروبي لوزراء النقل، ٢٠٠٧.

نذكر على سبيل المثال أن الرحلة التي تقطع مجموعة من الوصلات الطُرقية بين نقطة بدايتها ووجهتها المقصودة، لن تصادف على الأغلب حالة من التوقف والحركة المتكررين فقط، كما يبين الشكل رقم (٥,٤)، بل ستتسم هذه الرحلة والوصلات الطُرقية التي تقطعها بمجموعات من النقاط المفردة المتلاحقة حيث تعبر بيانات السرعة – التدفق عن حركة مرور متدفقة بسلاسة و/أو مقيدة و/أو خاضعة لظروف الاختناقات المرورية.

وهكذا، فإن كثيراً من تقييمات الاختناقات المرورية وآثارها لا تميز تمييزاً كافياً طبيعة شبكة الطُرق في مناطق المُدن الكبرى. وتسعى الإدارات الطُرقية في بعض الحالات إلى إيجاد مؤشرات أكثر منهجية تحاول معرفة هذه الآثار على شبكة النقل. فنرى مثلاً تجميع قياسات النقاط بحيث تصف طول صفوف المركبات المنتظرة مع مراقبته (كما في بعض المُدن الفرنسية والألمانية)، لكن هذه الحالة ليست السائدة في معظم المناطق الحضرية.

ورغم أن النماذج الشاملة لكامل رقعة المدينة تأخذ في اعتبارها الآثار المرتبطة بشبكة النقل، مثل تغير الطلب على التنقل بين الطُرق السريعة والرئيسية والمحلية، إلا أن التقييمات المحلية المنفذة باستخدام النماذج الاستاتيكية يمكن أن تغفل هذه الآثار. لذلك فإن التقييمات ذات الطابع المحلي التي تركز، مثلاً، على معالجة التقاطعات والتضيقات المرورية (عُنق الزجاجة) يمكن أن تفوتها هذه التغيرات في اختيار مسارات الرحلات والذي يمكن أن توفره التحسينات المقترحة.

وبسبب كثافة الطُرق في المناطق الحضرية، فإن شبكات النقل التي تمثل عادة أنماطاً متعددة متوازنة بشكل جيد، مع خيارات متعددة في مسارات الرحلات على الطُرق وفي توقيتها وحصول تغييرات في الظروف على أساس محلي، يمكن أن تؤدي إلى تغييرات كبيرة في مستويات الطلب، حتى على المدى القريب. وقد لا تعكس هذه الأمور تغيير المسار فحسب، بل أيضاً حركة المرور المتولدة أو المحثوثة، وخاصة إذا ما تحسنت مستويات الخدمة ضمن الشبكة بشكل فعال.

يتعين على مديري الطُرق للحصول على صورة أفضل حول أداء حركة المرور عبر النظام ككل أن يُكملوا القراءات المأخوذة من جانب الطريق بالمعلومات التي توفرها مركبة التقصي والتي تستطيع أن تعطي ظروف حركة المرور بشكل أفضل لوصلات طرقية متعددة. فضلاً على ضرورة أن تهتم الأطر التصورية المستخدمة في تقييم الاختناقات المرورية بتقييم الطلب على نحو مناسب من حيث الآثار الحاصلة على شبكة النقل وبتقييم جميع التغييرات الناتجة في شبكة الطُرق حسب الأولوية عبر مناطق المدينة. ومن الأفضل بلا شك أن يتم تنسيق العمل من قبل هيئة مسؤولة عن النقل عبر منطقة المدينة، بدل أن يتم على الأغلب من قبل هيئات محلية وبصورة منفردة.

(٥,٣,١,٢) القيود الإضافية على استخدام إطار السرعة - التدفق في تقييم الاختناقات المرورية

إضافة إلى صعوبة الحصول على تقييم كاف للاختناقات المرورية المستندة إلى شبكة النقل من العلاقة بين السرعة والتدفق، توجد أيضاً ثلاثة قيود أخرى وهي كما يلي:

١- إن علاقة السرعة - التدفق أكثر ملاءمة لوصف آثار حركة المرور على شبكة طُرق تتسم بوجود بضعة توقفات و/أو نقاط دخول/خروج، وخاصة على شبكة الطُرق السريعة.

٢- يشير رسم منحني الطلب فوق دالة العرض اعتماداً على السرعة - التدفق إلى أن مستخدمي الطريق يطلبون التنقل على الوصلة الطُرقية في وحدة الزمن. وهذا الأمر غير واضح، ويبدو من الأرجح أن طلب

مستخدمي الطُرق مُركز على "الرحلات" التي يمكن معرفتها بصورة أفضل عن طريق استخدام نماذج مستندة إلى المخزون وليس المستندة إلى التدفق[٤].

٣- لطالما اتخذت العلاقة بين السرعة والتدفق في المخطط الأساسي شكل قطع مكافئ تناظري عبر الزمن، مما يشير إلى حدوث انخفاض مفاجئ في السرعات عند دخول حركة مرور جديدة إلى الطريق. لكن دراسات تجريبية حديثة تعترض على هذا التناظر، كما أشرنا في الفصل الثالث.

٤- تبين الدراسات الحقلية نموذجاً أكثر وضوحاً يتألف من مرحلتين، حيث يتخذ الجزء الأعلى من المنحني شكلاً أكثر تسطحاً مما اعتقد سابقاً. وعموماً، فإن السرعات لا تتأثر إلا قليلاً بزيادة حجم حركة المرور إلى نقطة قريبة من قمة القطع المكافئ حيث تصبح التدفقات المرورية غير مستقرة، مع حدوث انقطاعات مفاجئة وإمكان التغير سريعاً على المنحني من تدفق حر نسبياً إلى "اختناقات مرورية" و"اختناقات مرورية مفرطة"[٥].

إن نموذج المراحل الثلاثة الموضح أيضاً في الفصل الثالث يضيف تعقيدات أخرى على استخدام منحني السرعة - التدفق في تمثيل اقتصادي للاختناقات المرورية، تماماً مثل ظاهرة هبوط الطاقة الاستيعابية (انظر الشكل رقم ٣,٦).

(٥,٣,١,٣) تبعات تعظيم معدل التدفق المروري على الطُرق

غالباً ما يكون تركيز الأساليب التشغيلية التقليدية في معالجة الاختناقات المرورية على الطُرق منصباً بشكل صريح أو ضمني على تقليل أزمنة التنقل وزيادة معدل التدفق المروري على الطُرق، في سعي لتحقيق الهدف العام المتمثل في رفع كفاءة البنية التحتية. لكن زيادة معدل التدفق المروري على الطُرق لا تضمن استخدام البنية التحتية بكفاءة.

لنفترض مثلاً منطقة حضرية كبرى تضم شبكة طُرق سريعة متطورة جداً، عندها يمكن أن تؤدي ردود الفعل التي يبديها جانب العرض، مثل إلغاء التضيقات المرورية (عُنق الزجاجة) وزيادة معدل التدفق المروري، إلى زيادة حجم حركة المرور على طرقها التي تتسم بإمكانية دخول محدودة (أي الطُرق الحضرية السريعة). ويؤدي ازدياد هذه التدفقات في النهاية إلى تحويل حركة المرور نحو الجزء من منحني السرعة – التدفق حيث تصبح التدفقات غير مستقرة. وفي هذه المنطقة، نرى أن زيادات طفيفة في الطلب أو حصول انقطاعات صغيرة في تدفقات حركة المرور يمكن أن تؤدي إلى اختناقات مرورية مفرطة وإلى حالة من التوقف والحركة المتكررين، بل إلى شلل كامل في الشبكة. وفي هذه الحالات، يمكن أن تحدث هبوطات مفاجئة في السرعات والتدفقات، مع آثار عكسية خطيرة على جميع مستخدمي الطريق. وإذا حدث ذلك، فسوف تكون النتيجة ببساطة أن يصبح جميع المستخدمين على الطُرق السريعة المتأثرة في أسوأ حال.

تصادف أيضاً كثير من الظروف الأخرى (مثلاً على الطُرق الشريانية والمحلية) حيث يكون إلغاء التضيقات المرورية (عُنق الزجاجة) وزيادة معدل التدفق المروري بعيداً تماماً عن أن يكون الحل الملائم لمعالجة الاختناقات المرورية. فمثلاً:

١- يمكن أن تكون زيادة استخدام الطاقة الاستيعابية أمراً غير ملائم أبداً على الطُرق المؤدية إلى مناطق ذات حساسية بيئية، كمراكز المُدن التاريخية (مثل أثينا). وبدل تسهيل ازدياد حركة المرور، يمكن أن يكون هدف السياسات المرورية هو تقليل توجه حركة المرور إلى هذه المناطق عبر حظر وقوف المركبات، ومنع حركة المرور العابرة من خلال إجراء تغييرات مادية تضمن عدم وجود طُرق عابرة (كما في مركز مدينة فيينا القديمة).

٢- وقد تكون زيادة معدل التدفق المروري بتخفيف الاختناقات المرورية عند التقاطعات على الطُرق الشريانية حلاً غير ملائم بتاتاً على الطُرق الشريانية التي تزيد من حركة المرور، سواء بشكل مباشر أو عبر الطُرق المغذية، من خلال الأماكن الخاصة بالمشاة أو المناطق السكنية الحساسة. والحل الأنسب في هذه الحالة هو تثبيط حركة المرور هذه وتحويلها إلى طُرق بديلة باستخدام التحويلات المرورية.

٣- يمكن أن تكون زيادة التدفقات المرورية إستراتيجية ضعيفة أيضاً عندما تؤدي إلى نشوء مشكلات مماثلة، على الطُرق وعند التقاطعات في نقاط منتظمة في اتجاه حركة المرور، لا يمكن معالجتها بسهولة أو بشكل يحقق فعالية التكاليف.

(٥,٣,١,٤) السياق الاستاتيكي في معالجة الاختناقات المرورية بالمقارنة مع السياق الديناميكي

على المدى البعيد، يمكن أن تترك إجراءات تخفيف الاختناقات المرورية، آثاراً كبيرة على الطلب. إذ أن معظم النماذج تجري تقييمات على حركة المرور على المدى البعيد، بما فيها حركة المرور المتولدة/المحثوثة. لكن قد تحدث تغييرات كثيرة مهمة تصعب نمذجتها يمكن أن تؤثر على التوقعات والتقييمات التشغيلية، حتى خلال فترة ممتدة إلى عشر سنوات.

١- قد يتغير استعمالات الأراضي بشكل عام وفي مواقع أساسية استجابة لتحسن مستويات خدمات النقل أو لتراجعها. وتوجد أمثلة كثيرة في معظم المُدن عن تغير استعمالات الأراضي استجابة لتطور الطُرق السريعة أو بسبب إدخال تحسينات على النقل العام.

٢- يمكن توقع تغير استعمالات الأراضي استجابة لزيادة السرعات بشكل خاص. وتؤدي زيادة السرعات عموماً إلى لامركزية أكبر، فهي تسمح للناس بالتنقل لمسافات أبعد ضمن أزمنة تنقل يومي ثابتة نسبياً. وبطبيعة الحال، فإن هذه اللامركزية يمكن أن تجر مع الزمن زيادة في توليد حركة المرور مع ملء الفجوات في التدفقات المرورية، وازدياد حركة المرور، وإنخفاض السرعات ثم اختناقات مرورية في المناطق البعيدة عن المراكز أيضاً.

٣- يمكن أن يتغير الطلب على النقل استجابة لتغير السياسات المرورية التي تُؤثر على كلفة التنقل أو قيمة الأراضي، وتؤدي إلى تغييرات في استعمالات الأراضي لم تتم نمذجتها.

وبهذا الشكل، نرى أن الزيادات في الطلب على التنقل، على المدى البعيد، يمكن أن تختلف بشكل كبير عما يتوقع في الأسلوب "الأستاتيكي" أو نماذج النقل ذات الخطوات الأربع، وغالباً ما تكون أكبر.

(٥,٣,١,٥) العلاقة بالمرافق المرورية ذات التدفق المتقطع

ثمة مسألة أخرى مهمة تجدر دراستها وتتصل بالتقييمات الاقتصادية المستندة إلى العلاقة بين السرعة والتدفق، وهي أن العلاقات الاقتصادية مشتقة من مراقبة حركة المرور على المرافق ذات التدفق غير المتقطع مثل الطُرق الحضرية الداخلية. إذ أن هذه التقييمات يمكن أن تعطي فهماً دقيقاً لسلوك حركة المرور على الطُرق السريعة، لكنها ليست ملائمة بالضرورة لشبكات الطُرق الحضرية التي تشمل الطُرق الشريانية ذات التقاطعات والطُرق المحلية التي يمكن الوصول إليها من العقارات المجاورة.

(٥,٣,٢) جوانب القصور في الأساليب الاقتصادية المبسطة المستخدمة عند تقييم الاختناقات المرورية والمتصلة بتسعير الطُرق

(٥,٣,٢,١) وضع رسوم مناسبة للاختناقات المرورية

تركز الأساليب الاقتصادية في إدارة الاختناقات المرورية على التغييرات المطلوبة لتحقيق المستويات "المُثلى" من الاختناقات المرورية. لكن فرض هذه الرسوم عملياً ليس بسيطاً أبداً. إذ إن الفارق بين المستوى الراهن والمستوى الأمثل اقتصادياً لاستخدام الطُرق يساوي الاستخدام "الفائض" للطرق والذي يصادف في ظروف التشغيل المعتادة على الطُرق، وهو المقدار الذي يجب إنقاصه من قيمة استخدام الطريق للوصول إلى الحالة المُثلى اقتصادياً.

والواقع أن استخدام أسلوب النموذج الاقتصادي المبسط في حساب مستويات المرور المُثلى، وبالتالي الرسوم المُثلى على مستخدمي الطُرق، مليء بالصعوبات النظرية والمنهجية ذات الصلة بوضع السياسات.

يرتبط بعضها بمواصفات الأسلوب الاستاتيكي المستند إلى السرعة – التدفق الموصوف أعلاه، ويرتبط بعضها الآخر بصعوبة دراسة القوى المحركة الزمنية والمكانية للاختناقات المرورية، أما المجموعة الأخيرة من هذه الصعوبات فتتجلى في دراسة القيم الزمنية لدى مستخدمي الطريق، وتحديد أولويتها النسبية، وهي التي تشكل الأساس لمكون التكاليف العامة في التحليلات الاقتصادية حول الاختناقات المرورية.

وكما أشير في الدراسة الأولية التي قدمتها لجنة المنافسة والكفاءة في فيكتوريا حول الاختناقات المرورية فإن: التمثيل [الاقتصادي الأولي] للاختناقات المرورية مبسط إلى حد بعيد. أما من الناحية العملية، فهناك دالة مختلفة للطلب لكل فترة من فترات اليوم ولمختلف مجموعات المتنقلين (مثل المتنقلين بصورة يومية، والطلاب، والمتسوقين، والشركات، ...إلخ). تعكس الفروقات في المنافع المستمدة من التنقل وقدرة هذه المجموعات على تعديل سلوكها في

التنقل. إضافة إلى اختلاف العلاقات بين السرعة والتدفق مع اختلاف أجزاء شبكة الطُرق، وهذا يعكس سمات الأجزاء المختلفة من الشبكة [٦].

(٥,٣,٢,٢) توفر تقنية لجمع الرسوم تكون فعالة في تكاليفها

إن النموذج الاقتصادي المبسط لا يأخذ في اعتباره وجود تقنية تسمح بفرض ضرائب أو رسوم الاختناقات المرورية على موقع معين أو في زمن محدد بالصورة التي يفترضها النموذج الاقتصادي في الشكل رقم (٥,٣).

أما فيما يتصل بالتقنية، فينبغي أن تولي القرارات اهتماماً كبيراً بكلفة تشغيل هذه التقنية، وبكيفية تأثير ذلك على الاستمرارية المالية للأسلوب المتبع ومدى ضياع الفوائد الكلية المحتملة في تكاليف هذا الإجراء.

(٥,٣,٢,٣) قبول العامة (الجمهور)

تبين التجربة أن الناس عموماً أقل اقتناعاً، أو غير مقتنعين حتى الآن، بميزات الأساليب المعتمدة على فرض رسوم الاختناقات المرورية، بينما نرى أن مديري الطُرق يستخدمون الأساليب التشغيلية في إدارة الاختناقات المرورية منذ سنوات عديدة وهي مقبولة عادة لدى الناس عموماً. أما النماذج الاقتصادية المبسطة فتلتزم الحياد حول هذه النقطة.

لكن تجربة أحد الجوانب مع الأساليب المستندة إلى السعر في مختلف الدول تؤكد ما يلي:

١- استعداد كثير من الناس لدفع المال بدل الانتظار، ولذلك فهم يفضلون الحصول على فرصة لذلك.

٢- كثير من الناس على استعداد تام للانتظار (للدفع من أوقاتهم) عندما لا يكونون ميالين لدفع المال.

وبتعبير آخر، هناك حالات تضارب أحياناً في الطُرق المعتمدة لدى الأشخاص في إجراء حساباتهم المالية والتي تجعل من الترجمة المباشرة لـ "كلفة" الوقت لدى الناس إلى قيمة نقدية أمراً صعباً.

وبذلك فإن المنهجية كما عرضت يمكن في الواقع أن تطبق عملياً في أماكن محددة. وهذا يعتمد في جزء منه على ما إذا كان الناس عموماً سيؤيدون استخدام نظام لتسعير الاختناقات المرورية في مواقع وأزمنة محددة يعتمد الأساليب المقترحة عبر شبكات الطُرق الحضرية.

(٥,٣,٢,٤) الاعتبارات الأولى والثانية في درجة الأهمية

من المهم أن نشير إلى أن التحليل المذكور أعلاه لا يعطي أي مؤشر على مدى فائدة النماذج الاقتصادية المبسطة والمؤشرات المرتبطة بها في المستويات المُثلى من الاختناقات المرورية ورسومها عندما يكون من غير الممكن فرض ضرائب أو رسوم تعكس التغير المستمر في الطلب على التنقل والاختناقات المرورية المرافقة عبر شبكة الطُرق الحضرية.

(٣,٣، ٥) تبعات أُطر العمل التصورية "الأولى" المرتبطة بالاختناقات المرورية

لطالما اعتمدت أساليب تشغيل الطُرق كحالة مرجعية لها، السرعة المرافقة لمعدل التدفق المروري الأعلى على الطُرق المدروسة. وعندما تزداد التدفقات وتقل السرعات الفعلية إلى أقل من هذه السرعة، يقال عندها إن الطريق يعاني من اختناقات مرورية. ثمة نقطتان مهمتان في هذا الجانب:

١- الأولى أن أساليب تشغيل الطُرق تضم عموماً قيماً "مقبولة" للسرعات/التدفقات وحركة المرور تحقق حجوم "التوازن الطبيعي". لذلك فهي غالباً ما تحوي في الواقع حجوماً مرتفعة "مقبولة" من معدل التدفق المروري تتجاوز المستوى الذي يعتبره علماء الاقتصاد حجماً "أمثل" لحركة المرور على الطريق.

٢- والثانية أن المنهجيات التشغيلية تميل إلى السماح بتزايد أحجام معدل التدفق المروري، وتسهيله أحياناً، إلى مستويات تكون فيها السرعات والتدفقات غير مستقرة نسبياً لأنها تستهدف زيادة حجم التدفقات المرورية.

وغالباً ما تكون النتيجة في هذه الحالات السماح باستخدام البنية التحتية، أو تشجيعه، إلى مرحلة يزداد فيها كثيراً احتمال حصول اختناقات مرورية، رغم التطلع إلى تحقيق أكبر قدر من نتائج معدل التدفق المروري.

تعتمد الأساليب الاقتصادية على نظريات موضحة ومشروحة تماماً في الشكل المبسط المعروض أعلاه، لكن هذه التطبيقات بمجملها ما تزال تعتبر عموماً غير مجدية في معظم مناطق المُدن الكبرى في الوقت الحاضر. وترتبط جوانب القصور فيها بحساب الرسوم المناسبة وتكاليف فرض هذا النظام والتحليل المحدود للخيار الثاني المفضل من بين البدائل.

١- تنطوي الحسابات على تعقيدات ناشئة عن مواصفات الأسلوب الأستاتيكية المستند إلى السرعة– التدفق والموصوف أعلاه، وعن صعوبة دراسة القوى المحركة للاختناقات المرورية سواء كانت زمنية أو مكانية وإعطاء أولوية نسبية لتقدير مستخدمي الطريق لقيمة الوقت والذي يشكل بالطبع الأساس بالنسبة لمكون التكاليف العامة في التحليلات الاقتصادية للاختناقات المرورية.

٢- على الرغم من أن التقنية تُتيح فرض ضرائب أو رسوم على الاختناقات المرورية في مناطق وأزمنة محددة بالشكل الذي يفترض النموذج الاقتصادي المبسط وجوده في الوقت الحاضر، لكن ما يزال من الضروري تطوير نُظم لفرض الرسوم بكلفة منطقية مقبولة.

٣- تقدم الأساليب الاقتصادية البسيطة مساعدة بسيطة في إيجاد القيمة الاقتصادية للأساليب البديلة التي يمكن تعقبها في الظروف الثانية في أفضليتها، مثل إيجاد نقاط ذات رسوم محدودة ورسوم ثابتة بدلاً من فرض رسوم تتغير باستمرار.

وبالمجمل، ثمة معنى أخير مهم تتضمنه بدائل الأساليب التشغيلية والاقتصادية المستخدمة في مقاربة الاختناقات المرورية وهو أنها متضاربة. وبهذا المعنى، فالأرجح غالباً أن تؤدي إلى مستويات مختلفة من حركة المرور على الطُرق إذا ما طبقت على نحو كامل.

١- سوف تكون المستويات المُثلى اقتصادياً من حركة المرور أقل من مستويات حركة المرور التي تحقق "توازناً طبيعياً" والتي تنتج عندما تصل حركة المرور إلى أقصى حجومها من معدل التدفق المروري. ويمكن أن نصفها بانخفاض حجوم المرور وبظروف التنقل المقبولة التي تحول دون حدوث اختناقات مرورية مزمنة مع حالة من التوقف والحركة المتكررين.

٢- يرجح أن تتسم الأساليب المستندة إلى معدل التدفق المروري الأعلى بارتفاع نسبة حصول الاختناقات المرورية المزمنة وبعدم الموثوقية وبحالة من التوقف والحركة المتكررين في ظروف حركة المرور.

وبأختصار، يبدو واضحاً بعد دراسة هذه الأطر التصورية المبسطة المتضاربة أن مستويات حركة المرور الأدنى من مستويات التوازن الطبيعي" أو "معدل التدفق المروري الأعلى" يحتمل كثيراً أن تزيد من مستويات رفاه الناس لأنها تأخذ في اعتبارها صراحةً التكاليف الإضافية المترتبة على مستخدمي الطريق والتي تزيد من مستويات استخدامهم له.

تقدم هذه النتيجة بعض الدعم التصوري لإجراءات تخفيف الاختناقات المرورية والتي :

١- تحسن نواتج حركة المرور بفرض رسوم على المستخدمين الهامشيين لتعويض التكاليف الإضافية التي يفرضونها على غيرهم من مستخدمي الطريق.

٢- أو تعتمد إجراءات بديلة لجعل مستويات حجم المرور على الطُرق أخفض مما قد يطبق مع أساليب "التوازن الطبيعي" أو "معدل التدفق المروري الأعلى".

(٥,٤) تحسين الأساليب المستخدمة في تقييم الاختناقات المرورية وآثارها

يتناول هذا القسم كيف يتم تحسين هذه الأساليب المبسطة "الأولية" في تقييم الاختناقات المرورية بهدف :

١- الحصول على صورة أفضل حول "حقيقة" الاختناقات المرورية في الأساليب التشغيلية والاقتصادية.

٢- تقييم الاختناقات المرورية وآثارها في شبكات الطُرق الحضرية الكثيفة.

٣- فهم قيمة الوقت في تقييم الاختناقات المرورية.

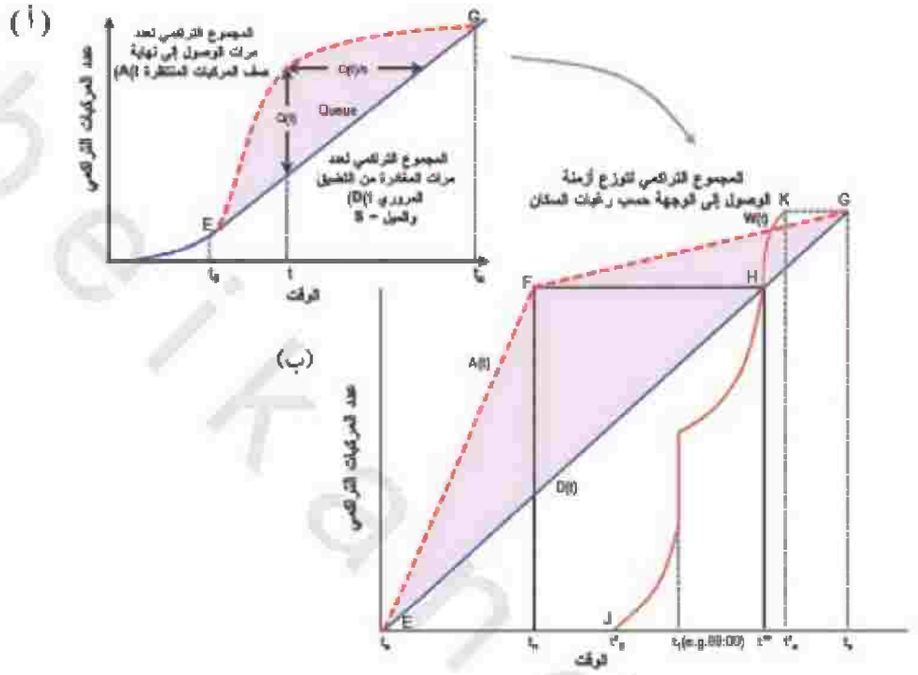
٤- فهم قيمة موثوقية أداء النظام في تقييم الاختناقات المرورية.

٥- تحديد الأنواع الأخرى من الآثار والتي يجب تضمينها في عملية التقييم.

(٥,٤,١) ما وراء مسألة السرعة – التدفق : الحصول على صورة أفضل حول الديناميكية المكانية والزمنية للاختناقات المرورية

يسعى عدد من علماء الاقتصاد[٧] إلى وضع نماذج تستند إلى تحليل سلوك حركة المرور عند التضيقات المرورية (عُنق الزجاجة) على الطُرق، وذلك بهدف الحصول على صورة أفضل حول ديناميكية الاختناقات المرورية، وخاصة آثار تشكل صفوف المركبات المنتظرة وتحريرها.

وغالباً ما تستخدم أشكال الحصر التراكمية، كما في الشكل رقم (٥,٦)، لوصف تشكل صفوف المركبات المنتظرة وتبددها، لأنها تفيد علماء الاقتصاد في تقدير تكاليف الاختناقات المرورية.



الشكل رقم (٥,٦). نموذج التضيق المروري - تشكل صفوف المركبات المنتظرة وتوقيت الرحلات في حالة التوازن.

المصدر: المؤتمر الأوروبي لوزراء النقل، ٢٠٠٧.

يفترض أن حركة المرور تتدفق بمعدل ثابت حتى النقطة التي يصبح عندها عدد المركبات القادمة عند التضيق المروري أكبر من الطاقة الاستيعابية المادية عند ذلك التضيق المروري (E)، كما هو موضح في الشكل رقم (٥,٦أ). وعندما يتجاوز التدفق المروري هذا المستوى، تستمر الحركة المرورية بالمرور عبر التضيق المروري بمعدل D(t)، لكن حركة المرور الفائضة تشكل صفاً متراكماً من المركبات المنتظرة لا يختفي إلا عندما يهبط المنحنى A(t) إلى أسفل D(t). يمثل EFG في الشكل رقم (٥,٦ب) التكاليف الناجمة عن تشكل صفوف المركبات المنتظرة.

يساعد هذا الأسلوب المحللين على فهم الآثار والتكاليف المرتبطة بمقايضة المستخدمين المتفاوتة لأوقات المغادرة المفضلة لديهم والمختلفة فيما بينهم، رغم أهمية الانتباه إلى أن مواصفات النموذج تتأثر بشدة بنقاط كتلية محددة (مثل نقطة بدء العمل عند الساعة التاسعة). يمثل النموذج المذكور في هذا السياق أسلوباً جيداً في فهم بعض الروابط بين موثوقية التنقل وأزمنة المغادرة المختلفة بين الرحلات.

تسمح نماذج التضيقات المرورية (عُنق الزجاجة) لعلماء الاقتصاد بتحليل مسألة المقايضة بين مختلف أزمنة المغادرة والتكاليف المرافقة. وباستخدام هذا الإطار نرى أنها تستطيع تقييم التكاليف النسبية المترتبة على مستخدمي الطريق في المغادرة بوقت مبكر (المرور عبر التضيق المروري أو عبر سلسلة من التضيقات المرورية، مثلاً قبل تجاوز الطاقة الاستيعابية وتشكل صفوف المركبات المنتظرة)، أو المغادرة بتوقيت يكون فيه المستخدمون شبه متأكدين من مصادفتهم لصفوف من المركبات المنتظرة (وتحمل تكاليف التأخير الناتج)، أو المغادرة بعد تبدد الصفوف، أو عدم الانتقال أصلاً.

ويدرس هذا الإطار أيضاً عدداً من المسائل المهمة بالنسبة لمستخدمي الطريق وغير الواضحة تماماً في الإطار المبسط المستمد من السرعة - التدفق. كذلك فإن نماذج التضيقات المرورية تساعد المحللين، على وجه الخصوص، في الأخذ بالاعتبار دراسة المقايضة بين تكاليف عدم التقيد بالجداول الزمنية، إما بالوصول باكراً أو بالوصول في وقت متأخر، وهو أمر مهم بشكل أساسي عند محاولة وضع قيمة لـ "موثوقية" أداء نظام النقل.

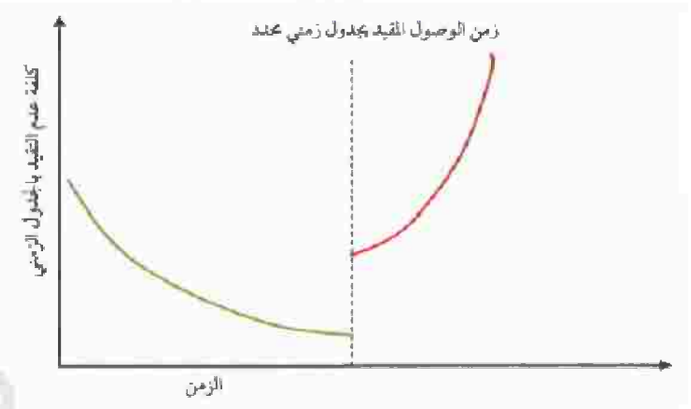
وتشير دراسات حديثة إلى أن النقطة الأخيرة ليست عاملاً مهماً جداً فحسب، بل تبين وبصورة متكررة أن عدم التقيد بالجدول الزمني يجر كلفة مهمة على المستخدم. وتؤكد هذه الدراسات ما يبدو واضحاً بشكل بديهي وهو أن الكلفة التي يتحملها مستخدمو الطريق من التأخر في وصولهم أكبر بكثير من كلفة وصولهم باكراً. والواقع أن مسألة الوصول في وقت مبكر مقابل الوصول في وقت متأخر عادة ما تعالج بشكل مختلف في نماذج الجداول الزمنية عبر مسارات العلاقة المبينة في الشكل رقم (٥,٧). إذ تشمل تكاليف الرحلة التي يمكن توضيحها في نموذج التضيق المروري ما يلي:

١- التكاليف الثابتة التي يتحملها مستخدم الطريق (الوقود وصيانة المركبة أو دفع أقساطها).

٢- الانبعاثات الغازية المرتبطة بالتنقل في ظروف الاختناق المروري وكلفة "تأخر" الرحلة بسبب صفوف المركبات المنتظرة (غالباً ما يتم الحصول على "قيمة الوقت" بطرح زمن التنقل الفعلي من زمن التنقل بتدفق حر ثم ضرب الناتج بنسبة مئوية من معدل الأجور).

٣- كلفة عدم التقيد بالجدول الزمني (الوصول في وقت مبكر مقابل الوصول في وقت متأخر) وكلفة ما يؤدي إليه من إعادة لتنظيم الجدول الزمني.

لكن من المهم الإشارة إلى أن صفوف المركبات المنتظرة، بخلاف ما يمثله الشكل رقم (٥,٦)، ليست أحادية البعد، بل تشغل حيزاً كان من الممكن أن تعبره المركبات في تنقلها قبل الوصول إلى التضيق المروري حتى ولو كان التدفق المروري أدنى من s، مثل عدم وجود أي صف من المركبات المنتظرة.



الشكل رقم (٥,٧). كلفة عدم التقيد بالجدول الزمني ـ الوصول مبكراً بالمقارنة مع الوصول متأخراً.

المصدر: المؤتمر الأوروبي لوزراء النقل، ٢٠٠٧.

تبقى المركبات ضمن الصفوف المنتظرة في حالة حركة نحو الأمام بمعدل سرعة متناقص. ولهذا السبب نرى عند تقييم آثار الاختناقات المرورية أن من المهم عدم الخلط بين الزمن المستغرق ضمن الصفوف المنتظرة وزمن التأخر الكلي (لأن المركبات ربما استغرقت بعض الوقت في اجتياز المساحة التي يشغلها الصف، حتى دون وجود اختناقات مرورية) ويؤخذ في الاعتبار الطول الفيزيائي لصفوف المركبات المنتظرة للحيلولة دون المغالاة في "الضياعات" الزمنية أثناء التنقل.

(٥,٤,٢) شبكات الطُرق الحضرية ذات وصلات التدفق المتقطع عند التقاطعات السطحية

إن التقاطعات المرورية على الطُرق في المناطق الحضرية هي القيد الرئيس على الطاقة الاستيعابية لتلك الطُرق، إذ إن التدفقات المرورية لا تحقق علاقة مباشرة بين السرعة والتدفق التي ناقشناها سابقاً. فعادة ما تكون الطاقة الاستيعابية للحارة المرورية الواحدة على الطُرق المتضمنة تقاطعات على مستوى واحد أقل من ١٠٠٠ مركبة في الساعة بدل أن تكون قريبة من ٢٠٠٠ مركبة في الساعة على الحارة المرورية الواحدة في الطُرق السريعة. وتوقيت الإشارة الضوئية والتفاعل بين معدل عبور كل تقاطع هو الذي يحدد تشكل الاختناقات المرورية ومدتها الزمنية. وغالباً ما تختلف التقاطعات عن بعضها البعض في تصميمها ومعدل التدفق المروري. فيمكن مثلاً، عند توفر مساحة كافية، زيادة عرض الطُرق عند التقاطعات في الطُرق ذات الكثافة المرورية العالية للسماح بزيادة عدد الحارات المرورية عند التقاطع وزيادة حجوم المرور في كل حارة مرورية حيث يعود الطريق ليضيق بعد التقاطع. لكن من النادر أن يكون من الممكن الخروج بنتائج عامة حول العلاقة بين السرعة والتدفقات المرورية على كل وصلة في التقاطع المروري. ولا بد من نماذج تتضمن معلومات تفصيلية حول معدل التدفق المروري في كل تقاطع والتفاعل بين التقاطعات. ونذكر من أمثلة هذه النماذج في تحديد الاختناقات المرورية: AIMSUN، وVISUM، وCONTRAM، وSATURN.

يقوم مخططو النقل في كثير من المقاطعات التي تعاني من اختناقات مرورية بوضع نماذج رياضية لتعيين الحركة المرورية المختنقة على الشبكة بهدف المساعدة في تنفيذ سياسات مرورية مثل إعادة تصميم التقاطعات والإشارات المرورية وتحسين إدارة المرور. ويمكن العمل على كثير من هذه النماذج إلى جانب نموذج تقييم اقتصادي لمعرفة ما إذا كانت المنافع المتحققة من تحسين الإدارة، من حيث التوفير الزمني وتقليل الاختناقات المرورية، تتعدى التكاليف المترتبة.

وعند جمع هذه النماذج مع نماذج استجابة مستخدمي الطُرق لفرض الرسوم على سبيل المثال، بما في ذلك الآثار المترتبة على اختيار نمط النقل والوجهة وزمن التنقل، يمكن استخدامها في تصميم خطة لفرض رسوم الاختناقات المرورية الحضرية. إذ هي تحقق الغاية ذاتها من منحني السرعة – التدفق، رغم كونها أكثر تعقيداً بكثير في البيانات التي تحتاجها وفي دالتها. ويمكن الوصول إلى رسوم مثلى من خلال تكرار تطبيق النموذج ودراسة العلاقة بين التغيرات الحاصلة في المنافع المتحققة لمستخدم الطريق والرسوم المفروضة عليه فيما يتصل بالجدول الزمني ومستوى الرسوم.

(٥,٤,٣) معرفة قيمة زمن التنقل – لقد حان الوقت

تعزى الغالبية الساحقة من المنافع الناتجة عن إجراءات تخفيف الاختناقات المرورية إلى التقليل المتوقع في زمن التنقل.

وللحصول على إجمالي المنافع المتوقعة من الخطة، يضرب معدل الأجور (أو نسبة منه) بـ"التوفير" الزمني المتوقع في التنقل والناجم عن إجراءات تخفيف الاختناقات المرورية، ثم يقارن مع كلفة الإجراء لتحديد ما إذا كان يجلب منفعة صافية للمجتمع.

لطالما جرى التركيز في معظم الأبحاث المنفذة حول اقتصاديات النقل على معرفة قيمة الزمن وحسابها لتوجيه سياسات النقل بشكل أفضل، وليست الغاية من هذا القسم العودة إلى جميع الجوانب ذات الصلة، بل استخلاص ثلاث مسائل على وجه الخصوص متصلة بسياسات إدارة الاختناقات المرورية، وهي:

١- التباين في تقدير مستخدمي الطريق لقيمة الوقت.

٢- إمكانية استخدام توفير بسيط في أزمنة التنقل.

٣- إنتاجية زمن التنقل.

(٥,٤,٣,١) التباين في تقدير مستخدمي الطريق لقيمة الوقت

يمثل مستخدمو الطُرق مزيجاً متنوعاً من الأفراد، والشركات، يتنقلون لغايات مختلفة وبأزمنة مختلفة خلال اليوم. وهكذا نرى أن علماء اقتصاد النقل يدركون ضرورة أن يأخذوا في اعتبارهم، عند تقييم المنافع المتوقعة من إجراءات تخفيف الاختناقات المرورية، اختلاف تقدير قيمة الوقت لدى مستخدمي الطريق.

ومن العوامل التي ينبغي تذكرها الفارق بين الأفراد المتنقلين إلى العمل (أو للترفيه) والأفراد المتنقلين في مهام لصالح العمل (بما فيهم العاملون في مجال نقل السلع). وعادة ما يتم تقييم مختلف القيم من خلال مسح أو تحليل، ومن ثم يجري تحديده وفقاً لغرض الرحلة. ويعطى تنقل الشركات عادة قيمة أعلى من الزمن المستغرق في التنقل إلى العمل الذي يعتبر تنقلاً خاصاً.

وهناك عامل آخر وهو أن قيمة الوقت المستمدة من المعدلات الفعلية الساعية لعدد شاغلي المركبات ضمن مسار حركة المرور يمكن أن تختلف جغرافياً وزمنياً. وفي هذا الخصوص نذكر أن متوسط معدل أجور الساعة المخصصة للعاملين في منطقة الأعمال المركزية يمكن أن يكون أعلى من متوسط أجور العاملين في مناطق بعيدة. وكذلك فإن متوسط أجور الساعة لعدد الأشخاص الذين يقودون مركباتهم خارج أوقات الذروة يمكن أن يكون أقل من متوسط أجور الساعة لعدد من يقودون مركباتهم في ساعات الذروة. وما تزال قيمة الوقت المقدرة بنسبة من متوسط معدلات الأجور في الساعة تعكس هذه الفروقات.

يمكن أن يكون لهذه الفروقات أحياناً انعكاسات هامة فيما يتصل بسياسات الاختناقات المرورية. فنلاحظ مثلاً في المناطق التي اعتاد فيها الناس على جدولة عمليات تسليم السلع في فترات زمنية محددة أن موثوقية نظام النقل يمكن أن تكون ذات قيمة أكبر بكثير من التوفير في أزمنة التنقل في حد ذاته لشركات الشحن، لأن التوصيل في وقت مبكر أو متأخر يعني إعادة جدولة التوصيل إلى ما بعد ٢٤ ساعة أو أكثر حتى يصبح موعد التسليم التالي متاحاً لإنجاز العملية.

(٥,٤,٣,٢) إمكانية استخدام توفير بسيط في أزمنة التنقل

ثمة جدل في مسألة ما إذا كان تقدير مستخدمي الطريق لـ "التوفير" في أزمنة التنقل مختلفاً حسب مقدار هذا التوفير. وهي مسألة مهمة في سياسات إدارة الاختناقات المرورية لأن إجمالي التوفير الزمني المتوقع في كثير من المشاريع غالباً ما يتكون من المجموع الكلي لأجزاء زمنية صغيرة. ثم يستخدم هذا المجموع الكلي للمقارنة بين المشاريع دون العودة بالضرورة إلى مقدار "التوفير" الزمني المتحقق لكل مستخدم أو إلى إمكانية استخدامه.

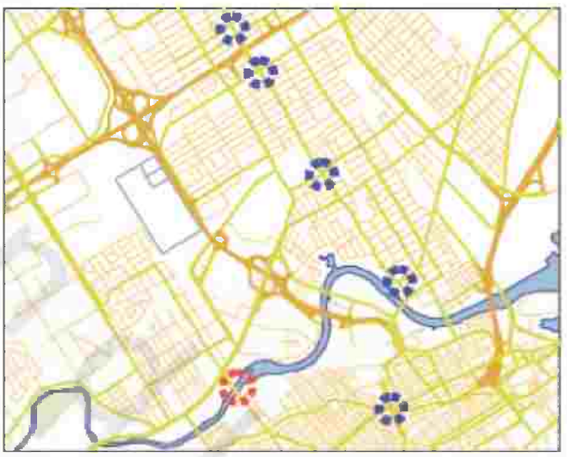
يبين الشكل رقم (٥,٨) كيف يمكن تقييم مشروعين متساويين في تكاليفهما بناءً على إجمالي ما يحققانه من "توفير" زمني. فنرى في المشروع A أن "التوفير" الزمني المتوقع والبالغ ١٠,٠٠٠ دقيقة يومياً يحول إلى قيمة نقدية لمنفعة المشروع والبالغة ٤٠٠,٠٠٠ يورو سنوياً. بينما يحول "التوفير" الزمني المتوقع والبالغ ٧,٥٠٠ دقيقة في المشروع B إلى منفعة ناتجة تبلغ قيمتها ٣٠٠,٠٠٠ يورو سنوياً.

من الطبيعي أن يكون المشروع أ هو الخيار المفضل، مع ترك جميع الاعتبارات الأخرى جانباً، لأنه يعطي نسبة أكبر من المنفعة إلى الكلفة. لكن يمكننا أن نلاحظ عند النظر إلى أجزاء التوفير الزمني الذي سيشهده مستخدمو الطريق أن المشروع ب يقدم لكل مستخدم على الجسر الحاوي على اختناقات مرورية مقدار ١٥ دقيقة تعطي راحة

ملموسة جداً، رغم كون إجمالي عدد المستخدمين أقل، بينما نرى أن المشروع A لا يعطي سوى ٣٠ ثانية يومياً كمكسب متحقق لكل مستخدم للطريق (مع أن إجمالي عدد المستخدمين أكبر).

يبدو ممكناً في هذه الحالة أن تكون المنافع المتحققة من المشروع ب فيما يتصل بتخفيف الاختناقات المرورية ملحوظة أكثر من منافع المشروع أ.

ومن البديهي أن يدرك المرء، مع المشاريع البديلة المحددة في الشكل رقم (٥,٨)، صعوبة تمييز مستخدمي الطريق للمقادير الصغيرة من "التوفير" في زمن التنقل (وخاصة التي تساوي أقل من ٣ - ٥ دقيقة) في خضم الاضطراب اليومي في أزمنة التنقل، بينما تزداد كثيراً سهولة إدراك المقادير الكبيرة من "التوفير" الزمني لدى عدد أقل من مستخدمي الطريق، وكذلك تقديرهم لها.



الشكل رقم (٥,٨). المنفعة — الكلفة؛ والوفورات الصغيرة في أزمنة التنقل بالمقارنة مع الوفورات الكبيرة.

المصدر: المؤتمر الأوروبي لوزراء النقل، ٢٠٠٧.

لكن كثيراً من المحللين يشيرون إلى أنه على الرغم من أن إدراك مقدار التوفير الزمني لا يتم إلا بصعوبة فإن ذلك لا يعني أن هذا المقدار أقل واقعية، وفي الواقع فإن تحسين السلامة على الطريق تتم عادة على أساس تغييرات صغيرة في الخطورة المحتملة، إضافة لذلك فإنه على المدى البعيد يحدث تراكم للتغييرات في زمن التنقل[٨].

وفي حين أنه قد لا يكون من السهل على مستخدمي الطريق الاستفادة من المقادير الصغيرة من "التوفير" في أزمنة التنقل، وبالنظر إلى القيود المفروضة على وضع الجداول الزمنية التي يعملون بموجبها على المدى القريب، إلا أنهم يستطيعون مع الوقت تعديل جداولهم الزمنية للاستفادة منها إذا كانت ثابتة في مدتها. لكن من المهم التحذير من هذا الثبات، فإذا كان استخدام المقادير الصغيرة من "التوفير" في أزمنة التنقل لا يمكن أن يتم إلا بصعوبة، فمن المرجح أن يكون ذلك بسبب انعدام إمكانية التيبؤ بها، أو على الأقل لأنها "تضيع" بسبب التغير اليومي في زمن التنقل.

والواقع أن مسألة ما إذا كان ينبغي أم لا ينبغي تقدير الكميات الصغيرة من "التوفير" في أزمنة التنقل بهذه الطريقة هي مسألة مقياس زمني بقدر كونها مسألة سياق زمني. فقد تكون هامة فعلاً من وجهة نظر عملية بالنسبة للسياسات المرورية التي تسعى إلى تقديم مكاسب ملموسة من قبل مستخدمي الطريق على المدى القريب، إذا كان ذلك هدف سياسات إدارة المرور قيد الدراسة. ويمكن إعطاؤها قيمة تساوي قيمة "التوفير" الزمني المؤلف من أجزاء زمنية أكبر إذا كان أداء نظام النقل يتسم بدرجة نسبية من إمكانية التنبؤ والموثوقية. وبالمقابل، يمكن أن تكون قيمة "التوفير" الزمني في الأجزاء الزمنية الصغيرة أقل من "التوفير" الزمني في الأجزاء الزمنية الكبيرة إذا كان أداء نظام النقل يوصف باللاموثوقية وبانعدام إمكانية التنبؤ[٩]، وهذه هي الحال بلا شك في كثير من المناطق الحاوية على اختناقات مرورية.

ثمة مسألة أخرى ينبغي أخذها بعين الاعتبار تتصل بقيمة الأجزاء الزمنية الصغيرة بالمقارنة مع الكبيرة، ألا وهي أثرها على تقييم مشاريع تخفيف الاختناقات المرورية الصغيرة بالمقارنة مع الكبيرة. إذ قد يؤدي إعطاء قيمة ثابتة للتوفير الزمني بغض النظر عن أجزائه إلى حالة يتم فيها دائماً اختيار المشاريع الكبيرة التي تعطي أكبر توفير زمني بشكل أجزاء صغيرة بدلاً من مجموعة من المشاريع الأصغر التي تعطي بمجملها توفيراً زمنياً أقل لكن بشكل أجزاء أكبر، مثل الحالة الموضحة في الشكل رقم (٥,٨).

أما من الناحية العملية، فالدول تتبع أساليب مختلفة في تقييم المقادير الزمنية الصغيرة من التوفير في أزمنة التنقل. وتستخدم كثير من الجهات المختصة إجمالي مقدار التوفير المذكور. بينما يستبعد البعض تقييمات إجمالي مقدار التوفير الناجم عن توفير زمني أقل من ثلاثة أو خمسة دقائق في كل رحلة.

وترى المملكة المتحدة، على سبيل المثال، أن "التوفير" في أزمنة التنقل يجب أن يعطى قيمة ثابتة بغض النظر عن حجم الزيادة في التوفير الزمني. وبذلك تكون قيمة "توفير" زمني يبلغ ١٥ دقيقة لمتنقل واحد، مع تساوي جميع الأمور الأخرى، مساوية لقيمة "التوفير" الزمني البالغ ٣٠ ثانية لكل متنقل من أصل ثلاثين متنقلاً.

لكن موقف كندا يختلف عن ذلك بفروقات طفيفة في دليلها "نحو تحليل المنفعة مقابل الكلفة" حيث تشير إلى تناول مُختلف قليلاً لمسألة المقادير الصغيرة من التوفير الزمني:

> إن تحقيق أي توفير "صغير" في زمن التنقل (ويمكن أن يكون تراكمياً أيضاً) أقل من خمس دقائق في الرحلة الواحدة ذهاباً يتطلب دراسة مستقلة من قبل الإدارة. وعلى هذا الأساس، لا بد من تحديد قيمة المقادير الصغيرة من التوفير في أزمنة التنقل بوضوح وعدم تضمينها في حساب القيمة الحالية الصافية. بل ينبغي إظهار قيمة هذه المقادير بصورة منفصلة... بشكل يمكن الإدارة من تقييم هذه الآثار على النحو الذي تراه مناسباً، ويتوجب أن تترافق قيمتها مع سرد يناقش أية عوامل تعتبر ذات صلة في تقييم الإدارة لأهمية هذه الفئة من المنافع (مثل احتمال دمجها مع مقادير توفيرية صغيرة أخرى في زمن التنقل خارج المشروع، أو متوسط التوفير الزمني لكل رحلة متأثرة في اتجاه واحد)[١٠].

(٥,٤,٣,٣) إنتاجية زمن التنقل

ثمة نوعان مختلفان للتنقل يتمتعان بأهمية عند دراسة فكرة إنتاجية زمن التنقل. إذ توجد إنتاجية للتنقل الحاصل في سياق نشاط اقتصادي مدفوع الأجر (مثل التنقل للعمل و/أو لنقل السلع) والتنقل الحاصل في سياق تنقل "شخصي" غير مدفوع الأجر. ورغم أن هذين النوعين على ارتباط قوي غالباً، وخاصة في أزمنة التنقل خلال أوقات الذروة (حيث يتنقل العاملون في "الزمن الخاص بهم" لبلوغ نشاط مدفوع الأجر، أي إلى وظائفهم)، لكننا سنركز في هذا القسم على الإنتاجية والقيمة النسبية للتنقل "الشخصي" لأن حساب إنتاجية التنقل للعمل أو لنقل السلع أمر أكثر وضوحاً نسبياً بالنظر إلى أن السوق هي التي تحدد التكاليف والأسعار المترتبة على هذا النوع من التنقل.

يفترض أن تكون القيم الفردية للزمن المستغرق في التنقل أقل إنتاجية من زمن العمل، ويزداد هذا الفارق عادة ويميل في بعض الحالات ليجعل زمن التنقل غير منتج. وهكذا نرى ضرورة نوعاً ما استعادة وجهة النظر القائلة إن التأخر الزمني في التنقل (بسرعات أكبر من سرعات التدفق الحر) يمثل "ضياعات" في الإنتاجية، وذلك بتقليل زمن التنقل وتحويله إلى استخدام أكثر إنتاجية للزمن. والواقع أن كثيراً من أعمال تقييم مشاريع النقل الحكومية تؤيد وجهة النظر القائلة بتحليل "التوفير" في زمن التنقل إلى زمن غير منتج وزمن منتج.

ولعل لدى الحكومات الوطنية والإقليمية اهتمام خاص بهذا الجانب لأنها معنية بالتأكد من أن الاختناقات المرورية على الطُرق لا تترك أثراً عكسياً على الاقتصاد الوطني والإقليمي أو على التحسين المحتمل في الإنتاجية.

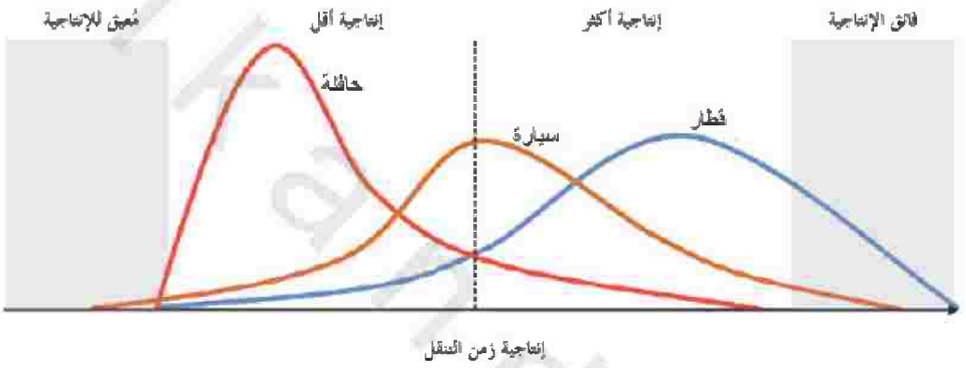
صحيح أن كثيراً من المتنقلين يرون أن زمن تنقلهم غير منتج وخاصة عندما يزيد بشكل غير متوقع، لكن ليس من الواضح تماماً ما إذا كان مستخدمو الطريق يرون جميع أزمنة التنقل غير منتجة، أو غير مهمة كما افترض غالباً في الماضي.

ونذكر على سبيل المثال عملاً من إنجاز عدد من الباحثين[١١] يؤكد وجود مجموعة لا يمكن تجاهلها من المتنقلين الذين ينظرون إلى زمن تنقلهم بشكل إيجابي لأسباب متعددة، أو على الأقل لا يرونه بالشكل السلبي الذي افترض في الماضي. والأسباب وراء ذلك متعددة لكنها تتمحور حول حقيقة أن زمن التنقل أصبح يستخدم وبصورة متزايدة بشكل أكثر إنتاجية (من وجهة نظر المتنقلين) مما كان في الماضي. وقد تشمل هذه النشاطات المجزية على الصعيد الشخصي أو النشاطات المنتجة على صعيد العمل الاستماع إلى الإذاعة (لاحظ شعبية برامج البث الإذاعي الصباحية خلال زمن قيادة المركبة) أو الاستماع إلى الموسيقى أو الاستعداد ذهنياً للعمل أو للخروج أو الأكل أو القراءة أو التواصل الاجتماعي أو التواصل عبر الهاتف أو البريد الإلكتروني أو إنجاز عمل منتج على الكمبيوتر المحمول. ومن المؤكد أنه لا يمكن إنجاز جميع هذه النشاطات أثناء قيادة السيارة.

ويفترض باحثون بعينهم، مثل ليونز وأوري، أن الإنتاجية النسبية لزمن التنقل تتغير حسب نمط النقل، من زمن تنقل يترك آثاراً عكسية على الإنتاجية (استخدام الوقت بشكل لا يعطي أية منفعة في حد ذاته فقط، بل يترك أثراً

سلبياً على استخدام الزمن بعد انتهاء الرحلة، بسبب التوتر النفسي مثلاً)، عبر درجات متفاوتة من الإنتاجية إلى زمن تنقل فائق الإنتاجية (حيث تكون فائدة التنقل أكبر مما لو استخدم ذلك الزمن بشكل آخر) (انظر الشكل رقم ٥,٩).

وقد يكون لهذه الفرضية انعكاسات هامة فيما يتصل بسياسات إدارة الاختناقات المرورية إذا ما أثبتت بعمل تجريبي متواصل، لأنها يمكن أن تحدث تخفيضاً كبيراً في المكاسب المتوقعة من إجراءات إدارة الاختناقات المرورية والمرتبطة بقيمة الوقت. وتبرز هذه الفرضية أيضاً أهمية دمج شكل من أشكال التحليل الاقتصادي (مثل تحليل المنفعة مقابل الكلفة) في وضع سياسات إدارة الاختناقات المرورية. وتسمح هذه الأساليب عند تحديد المستويات "المثلى" للاختناقات المرورية بمقايضة المنافع المستمدة من التنقل (حتى في ظروف الاختناقات المرورية) مع المضار التي تفرضها الاختناقات المرورية.



الشكل رقم (٥,٩). التوزع التكراري التوضيحي لإنتاجية زمن التنقل حسب نمط النقل.
المصدر: ليونز، جي. وأوري، ج. (٢٠٠٥).

(٥,٤,٤) موثوقية زمن التنقل وقيمته

يتمثل الهدف الرئيس لكثير من السياسات والأساليب التقليدية التي اتبعت سابقاً لدى إدارة الاختناقات المرورية في تقليل الاختناقات المرورية، بل استئصالها جملةً، من أجل إلغاء "الضياعات" الحاصلة في أزمنة التنقل عندما تنخفض سرعات التنقل إلى أدنى من سرعة العتبة (وهي غالباً حدود السرعة أو قريباً من سرعات التدفق الحر). ومن الطبيعي أن تؤدي هذه الأهداف إلى التركيز على أداء النظام مقيساً بمتوسط سرعات التنقل.

لكن، وكما أشرنا في الفصل الأول، فليس مؤكداً تماماً ما إذا كان المستخدمون يركزون فقط على سرعات تنقلهم عند الحكم على جودة شبكات النقل وأدائها. فمستخدمو الطُرق يعتبرون السرعات الأعلى أمراً مهماً دائماً، لكن جودة بيئة التنقل، وخاصة إمكانية التنبؤ بأزمنة التنقل، تعتبر على ذات الدرجة من الأهمية، إن لم تكن أكثر.

برزت فكرة موثوقية نظام النقل كأحد المجالات التي يمكن للحكومات من خلالها معالجة توقعات مستخدمي الطريق فيما يتصل بالتنقل على الطُرق بشكل مفيد وكلفة معقولة، وهو أمر مهم بالنسبة لها. وهذا صحيح بشكل

خاص بالنظر إلى أن دراسة موثوقية التنقل أصبحت مع ارتفاع مستويات الاختناقات المرورية عاملاً أهم من دراسة سرعات التنقل، والتي غالباً ما تكون بطيئة جداً على كل حال في مناطق المُدن الكبرى.

فضلاً على أن مشغلي الطُرق يمكن أن يكسبوا الكثير من أخذ فعالية تكاليف السياسات التي تستهدف موثوقية أزمنة التنقل في اعتبارهم عند النظر في إجراءات إدارة الاختناقات المرورية. وذلك كما يشير ر. نولاند:

> عادة ما يركز واضعو السياسات على تقليل متوسط أزمنة التنقل بما يعود بالفائدة على المتنقلين والمجتمع ككل. والنتيجة هي زيادة الطاقة الاستيعابية للطرق القائمة وهو ما قد يكون مشروعاً مكلفاً جداً، وخاصة في المناطق الحضرية ذات الاختناقات المرورية. صحيح أن زيادة الطاقة الاستيعابية لا تتجه نحو تقليل مستويات الاختناقات المرورية في أوقات الذروة، إلا أنها تسمح للمتنقلين بشكل يومي الاستفادة من تقليل التأخير في جداولهم الزمنية. وإذا أدت زيادة الطاقة الاستيعابية للطرق السريعة إلى تقليل التغير في أزمنة التنقل أيضاً، وما ينتج عنه من تقليل في حالة عدم اليقين، فإن المكاسب الناتجة عن زيادة الطاقة الاستيعابية قد تكون أكبر بكثير فيما لو كانت هذه المكاسب تقاس فقط على أساس تقليل أزمنة التنقل. لكن السياسات المرورية الأخرى التي تقلل من التغير في أزمنة التنقل يمكن أن تكون أقل كلفة بكثير من إضافة طاقة استيعابية، بل ربما كانت أقل إثارة للجدل وأقل إضراراً بالبيئة. ويمكن مثلاً بزيادة مستوى كشف الحوادث التي ربما تعيق الطاقة الاستيعابية تحقيق خفض كبير في تغير أزمنة التنقل[١٢]، وذلك باستخدام الإشراف الإلكتروني والإسراع إلى إزالة هذه الحوادث.

يمكن تلمس أثر تقليل إمكانية التنبؤ بأزمنة التنقل بشكل رئيس من خلال آثاره على موازنات أزمنة التنقل لدى مستخدمي الطُرق. إذ أنها خاضعة إلى حد بعيد لقيود الجداول الزمنية التي تفرضها النشاطات اليومية. ورغم أن ذلك قد يكون أقل دقة للرحلات الترفيهية حيث يمكن أن تكون قيود الجداول الزمنية أضعف، إلا أنه صحيح تماماً للرحلات اليومية (المشروطة بيوم العمل) ورحلات الشحن/الشركات (المشروطة بقيود العمل وتوفر مواعيد التسليم). وبالنظر إلى أن حركة المرور على الطُرق يمكن أن تشمل التنقل في ظروف من الاختناقات المرورية، أي ضمن حالة من التوقف والحركة المتكررين، فما الذي يمكن فعله بشأن جودة التنقل على الطُرق كما تعبر عنها إمكانية التنبؤ بظروف حركة المرور وموثوقيتها؟

ينتج الأثر السلبي لانعدام إمكانية التنبؤ بأزمنة التنقل من ضرورة أن يضيف مستخدمو الطُرق أزمنة احتياطية إلى جداولهم تنقلهم الزمنية للتأكد من قدرتهم على الوصول إلى وجهاتهم "في الوقت المحدد"، حتى في ظروف الاختناقات المرورية (أو على الأقل في نسبة مقبولة من رحلاتهم). ومن البديهي أن يبدو هذا السلوك التكيفي منطقياً، إذ لوحظ في عدد من الدراسات التجريبية حول سلوك التنقل[١٣]. لكن لأن المتنقلين لا يستطيعون توقع ما إذا كانت الرحلات ستستغرق وقتاً أقل من احتياطاتهم الزمنية، ولا يستطيعون بالتالي التخطيط لها، فقد نرى

صعوبة في تحويل "التوفير" الزمني الملموس إلى زمن منتج و/أو يمكن استخدامه (مع الانتباه إلى التحذير بشأن الإنتاجية النسبية لزمن التنقل والمذكور في الفقرة رقم ٥,٤,٣,٣).

طُرق تقييم موثوقية أزمنة التنقل

أسلوب المتوسط الحسابي مقابل التباين. تقاس اللاموثوقية بالانحراف المعياري (أو التباين) في توزع أزمنة التنقل. ويمكن الحصول على بيانات تقييم الانحراف المعياري باعتماد صفات تمثل التباين في أزمنة التنقل ومتوسطها الحسابي في مسح لتحديد التفضيلات.

تُحدد دالة المنفعة بحيث تشمل المتوسط الحسابي والتباين (أو الانحراف المعياري) في أزمنة الرحلات. ثم يتم تقييم مقاييس كلا المتغيرين، وعادة باستخدام بيانات تحديد التفضيلات. ولا يعطى مقدمو الإجابات في مقابلات تحديد التفضيلات التباين في أزمنة التنقل بهذا الشكل، إذ تبين أنه مفهوم صعب جداً بالنسبة لعدد كبير من مقدمي الإجابات. وبدلاً من ذلك يتضمن كل بديل بين الخيارات مجموعة من ٥ - ١٥ زمناً ممكناً للرحلة (مع تمثيلها بيانياً أحياناً)، إضافة إلى متوسط زمن التنقل وربما تكاليف التنقل. ويمكن ترتيب متوسط زمن الرحلة والتباين في زمن التنقل المعطى في مسح تحديد التفضيلات بحيث يكون الارتباط بينهما معدوماً أو ضعيفاً فقط فيما بين أزمان المراقبة. وبسبب إعطاء مقدمي الإجابات كلا الصفتين في مسح تحديد التفضيلات، وبسبب اختلافهما بشكل مستقل تقريباً، فلا حاجة لإعادة الحساب مرة أخرى عندما يتضمن تحليل الكلفة – المنفعة زمن التنقل ومكاسب الموثوقية مع قيم لكليهما مأخوذة من مسح تحديد التفضيلات.

يمكن حساب النسبة بين معامل الانحراف المعياري ومعامل المتوسط الحسابي لزمن التنقل من النموذج المقدَّر. وهذا يُعطى عدم المنفعة المُتحققة لدقيقة من الانحراف المعياري لزمن التنقل مُقاسة بدقائق المتوسط الحسابي لزمن التنقل. ويمكن اشتقاق القيمة النقدية للاموثوقية عن طريق الجمع مع قيمة وقت التنقل (أو بصورة مباشرة إذا كانت دالة المنفعة تتضمن كلفة التنقل أيضاً). ولتطبيق هذه النتائج بشكل عملي في تحليل الكلفة – المنفعة لمشاريع النقل، من الضروري ألا يتم البحث فقط عن قيمة متوقعة لما يحدثه المشروع من تغيير في أزمنة التنقل المتوقعة (من حيث المتوسط الحسابي لها)، بل أيضاً التغير في الانحراف المعياري لزمن التنقل.

النسب المئوية لتوزع أزمنة التنقل: تقاس اللاموثوقية بالفارق بين النسبتين المئويتين الثمانين والتسعين في توزع أزمنة التنقل والقيمة الوسطية أو النسبة المئوية الخمسين. ويمكن هنا أيضاً الحصول على القيم من تجارب تحديد التفضيلات بين المتنقلين.

ترتبط هذه الطريقة ارتباطاً وثيقاً بأسلوب المتوسط الحسابي مقابل التباين. حيث تقاس اللاموثوقية وتحدد قيمتها بطرح القيمة الوسيطة من النسبة المئوية التسعين في توزع أزمنة التنقل (أو بطرح القيمة الوسيطة من النسبة المئوية الثمانين)، لكن دون استخدام الجانب الأيسر من كثافة أزمنة التنقل (أي الأزمنة الأقل من متوسط أزمنة

التنقل)، فهو يعتبر ضعيف الأهمية بالنسبة للمتنقلين. تشير النسبة المئوية الثمانون أو التسعون إلى حصول تأخر كبير، لكن لا تؤخذ هنا الأزمنة الأكثر تطرفاً بين أزمنة الرحلات بعين الاعتبار، بل تعتبر قيماً متطرفة. وللحصول على قيمة اللاموثوقية مقيسة بهذا الشكل، لا بد من تقييم النماذج على أساس بيانات التفضيل المصرح عنه أو التفضيل الذي يتضح عملياً، أو تركيبة من الاثنين، حيث يكون زمن التنقل وقياس اللاموثوقية متغيرين مستقلين. ولا داعي هنا أيضاً إلى إعادة حساب استخدام كلا القيمتين في تحليل للكلفة – المنفعة.

نماذج الجداول الزمنية: تقاس اللاموثوقية بالدقائق كفارق بين التوقيت المفضل وتوقيت المغادرة أو الوصول في وقت سابق أو لاحق لهذا التوقيت المفضل (تأخر الجدول الزمني). ويمكن إعطاؤها أيضاً كخاصية في تجربة تفضيل وفق ما يذكره مستخدمو الطريق، إلى جانب خواص أخرى مثل مدة الرحلة وكلفة التنقل.

تقاس اللاموثوقية في نماذج الجداول الزمنية بالدقائق كفارق بين التوقيت المفضل وتوقيت المغادرة أو الوصول في وقت سابق أو لاحق لهذا التوقيت المفضل (تأخر الجدول الزمني). ويمكن إعطاؤها أيضاً كإحدى خصائص تجربة تفضيل وفق ما يذكره مستخدمو الطريق، إلى جانب خواص أخرى مثل مدة الرحلة وكلفة التنقل. وتعتمد هذه النماذج على عمل أجراه فيكري (١٩٦٩) وسمول (١٩٨٢). إذ من الصعب جداً الاستناد إلى إطار تحليل للكلفة مقابل المنفعة في تنفيذ القيم النقدية الناتجة عن الوصول في وقت مبكر أو متأخر، لأن هذا التحليل لا يتضمن دراسة الارتباط باختيار زمن التنقل (وليس من تفضيل فيما يتصل بالتوقيت الزمني، بل فقط بمدة الرحلة)، إضافة إلى أن أزمنة التنقل المفضلة مجهولة.

المصدر: مأخوذ من وورفيميوس، بي. (٢٠٠٥).

لكن حتى نتمكن من تناول موضوع تغير أزمنة التنقل وتوضيحه بشكل فعال في سياسات إدارة الاختناقات المرورية، ينبغي قياس إمكانية التغير، على الأقل من وجهة نظر تحديد مستوى التغير المقبول بالنسبة للمستخدمين، وإعطاؤها قيمة قابلة للاستخدام في تطبيقات الكلفة – المنفعة.

وكما رأينا في الفصل الأول، لا توجد قياسات معيارية للموثوقية مثل ما نجده لقيمة الوقت. والسبب الرئيس في ذلك هو أن تعريف الموثوقية، وقياسها، يختلف بشكل واسع عبر الدول والأقاليم.. هذا إن وجد له تعريف أو قياس في الأساس. فضلاً على ذلك، هناك بعض الباحثين يعملون على معرفة قيمة الموثوقية بواسطة طُرق مختلفة مما يؤدي إلى صعوبة المقارنة بين النتائج (إذ يحاول بعضهم بوضوح معرفة قيمة الموثوقية، بينما يسعى آخرون إلى تحديد قيمة تأخر الجدول الزمني، ومع ذلك نرى غيرهم يحاولون معرفة قيمة عامة لتكاليف الجداول الزمنية. انظر المستطيل للحصول على أمثلة حول بعض الطُرق المستخدمة).

وقد وجدت إحدى الدراسات التي تسعى إلى معرفة قيمة الموثوقية بالنسبة للمتنقلين على طول ممر طرقي محدد في جنوب كاليفورنيا أن قيمة الموثوقية أكبر بكثير من قيمة وقت التنقل. ويلخص الجدول أدناه نتائج الدراسة.

الجدول رقم (٥,١). قيمة زمن التنقل وقيمة الموثوقية.

دخل الأسرة	قيمة وقت التنقل	
	دولار/ساعة	دولار/دقيقة
١٥٠٠٠	٠,٦٤	٠,٠٤
٣٥٠٠٠	٣,٩٩	٠,٠٧
٧٥٠٠٠	٥,٣٤	٠,٠٩
٩٥٠٠٠	٦,٧٠	٠,١١
أكثر من ٩٥٠٠٠	٨,٠٥	٠,١٣
نوع الرحلة والدخل	قيمة الموثوقية	
	دولار/ساعة من الانحراف المعياري	دولار/دقيقة من الانحراف المعياري
رحلة عمل، لذوي الدخل المنخفض	١٣,٢٠	٠,٢٢
رحلة عمل، لذوي الدخل المرتفع	١٥,٦٠	٠,٢٦
رحلة لا تتصل بالعمل، لذوي الدخل المنخفض	١٠,٢٠	٠,١٧
رحلة لا تتصل بالعمل، لذوي الدخل المرتفع	١٢,٦٠	٠,٢١
قيمة وقت التنقل لمتوسط طول رحلة ولوسيط دخل أسرة = ٥,٣٠ دولار/ساعة. قيمة الموثوقية لمتوسط طول رحلة ولوسيط دخل أسرة = ١٢,٦٠ دولار/ساعة من الانحراف المعياري.		
المصدر: (NCHRP) (١٩٩٩).		

تتسم الدراسات اللاحقة في الولايات المتحدة بدقة أكبر جزئياً بسبب صعوبة إعطاء توضيح كاف حول التباين في تقدير مستخدمي الطريق للتوفير الزمني والموثوقية، أو إيجاد آثاره ونتائجه بصورة مستقلة.

فوجدت إحدى دراسات المتابعة أن الموثوقية على الممر الطُرقي SR 91 في جنوب كاليفورنيا (مقيسة بالفارق بين النسبتين المئويتين التسعين والخمسين لأزمنة التنقل) تقدر بنسبة تساوي تقريباً ٩٥- ١٤٠٪ من قيمة وسيط زمن التنقل، اعتماداً على القياس المرجعي[١٤].

وخرجت دراسة أخرى للنسبة بين موثوقية التنقل وزمن التنقل بقيمة ١.٣ كرقم معقول[١٥]. وهي نتيجة تتناقض مع تقييم لأحد التطبيقات المعتمدة في هولندا والذي يشير إلى رقم أكثر اعتدالاً لقيمة الموثوقية (مقاسة بدقائق الانحراف المعياري) ويساوي ٨٠٪ فقط من قيمة زمن التنقل، رغم التسليم بإمكان تبرير القيم الأعلى من الموثوقية في حالات معينة[١٦].

كما وجد مسح أجري في منطقة إل دور فرانس في فرنسا (باريس) عام ٢٠٠٠ أنه على الرغم من إمكانية تقدير قيم زمنية متوسطة تساوي ١٢,٩٦ يورو/ساعة، لكن تبين أن القيم الزمنية للوصول مبكراً ومتأخراً تساوي ٩,٦١ يورو/ساعة و٣٠,٢٢ يورو/ساعة على التوالي (وهي بالتالي قيمة غير مباشرة للموثوقية)، وبذلك يمكن أن نعتبر قيمة الموثوقية (مقيسة بالنسبة لحالات الوصول في وقت متأخر) تساوي أكثر من ضعفي قيمة زمن التنقل[١٧].

ووجدت تجربة أجريت مؤخراً حول الخيارات المصرح عنها تتناول قيمة الوقت والموثوقية بين عينة من المتنقلين يومياً في هولندا ممن يصادفون الاختناقات المرورية أن قيمة الموثوقية، والمعبر عنها بشكل غير مباشر كقيمة نقدية لعدم التقيد بالجدول الزمني (سواء للوصول مبكراً أو متأخراً)، غالباً ما تكون أيضاً أكبر من قيمة وقت التنقل، وخاصة مع تناقص طول الرحلات وانخفاض مستويات الدخل كما يوضح الجدول رقم (٥,٢) أدناه. وتبقى هذه النتيجة صحيحة سواءً للوصول مبكراً أو متأخراً، رغم أن الوصول متأخراً يعتبر أكثر كلفة بالنسبة لمستخدمي الطريق.

الجدول رقم (٥,٢). قيمة وقت التنقل والموثوقية في هولندا بالنسبة للمتنقلين بصورة يومية ممن يصادفون اختناقات مرورية.

	قيمة الوقت (يورو/ساعة)	قيمة عدم التقيد بالجدول الزمني– مبكر (يورو/ساعة)	قيمة عدم التقيد بالجدول الزمني– مبكر/ قيمة الوقت	قيمة عدم التقيد بالجدول الزمني– متأخر (يورو/ساعة)	قيمة عدم التقيد بالجدول الزمني– متأخر/ قيمة الوقت
طول الرحلة					
٣٠ كم أو أقل	٦,٣١	١٤,٨٢	٢,٣٥	١٩,٨٠	٣,١٤
بين ٣٠ و٦٠ كم	٦,٢٠	٩,٤٧	١,٥٣	١١,٢٣	١,٨١
٦٠ كم أو أكثر	١٠,٧٨	١١,١٨	١,٠٤	٩,١٨	٠,٨٥
دخل الأسرة في السنة					
٢٨٥٠٠ أو أقل	٤,٨٨	١٤,٢٩	٢,٩٣	١٨,٧٤	٣,٨٤
٢٨٥٠٠ حتى ٤٥٠٠٠	٦,٠٨	١١,٣٠	١,٨٦	١٦,٧٩	٢,٧٦
٤٥٠٠٠ حتى ٦٨٠٠٠	١٢,٣١	٩,٧٥	٠,٧٩	١٠,٥٦	٠,٨٦
٦٨٠٠٠ أو أكثر	١٠,١٠	١٢,٤١	١,٢٣	١٢,٠٢	١,١٩

المصدر: تسينغ، واي- واي. وأويلز، ب. وفيرهوف، ي. (٢٠٠٥)، "قيمة الوقت وتأخر الجدول الزمني والموثوقية: نتائج تقييم ناتجة عن إحدى تجارب الخيارات المعلنة بين المتنقلين بصورة يومية يصادفون اختناقات مرورية في هولندا".

ومن المثير للاهتمام أيضاً أن نلاحظ النتيجة الواردة في دراسات أخرى[١٨] وهي أن كلاً من قيمة الوقت والموثوقية تنقصان على ما يبدو مع ازدياد المسافة، وهو أمر يمكن توضيحه من خلال ما يقوم به المتنقلون من اختيار

ذاتي حيث ينخفض تقدير الوقت لدى المتنقلين بشكل يومي إلى مسافات طويلة أو يكونون راغبين في تحمل ازدياد المسافة أو اللاموثوقية في مقابل جوانب منفعة أخرى مثل تخفيض تكاليف السكن. ثمة عامل آخر ينبغي توضيحه وهو إمكانية التغير كدالة لزمن التنقل المرجعي. إذ تعتبر زيادة عشر دقائق على رحلة تستغرق عشر دقائق أكثر حرجاً من إضافة عشر دقائق إلى رحلة تستغرق ٥٠ دقيقة.

وتعتبر الموثوقية مهمة بالنسبة للشركات أيضاً، وخاصة عندما تصادف قيوداً لوجستية مقيدة بالزمن يمكن أن تتأثر سلباً إلى حد كبير باللاموثوقية في التنقل. ونذكر كمثال دراسة تنظر في القيمة التي تعطيها مجموعة مديرين من المملكة المتحدة لإمكانية التغير في أزمنة التنقل، فوجدت أن هؤلاء المديرين يمكن أن يدفعوا ١,٢٦ يورو في الدقيقة وفي الرحلة الواحدة لتقليل التغير في أزمنة تنقلهم[١٩].

الجدول رقم (٥,٣). قيمة وقت التنقل/تكاليف التشغيل مقابل تكاليف التأخر حسب قطاع النشاط (بالدولار).

النشاط/ المنتج المقدم	تكاليف المستخدم في الساعة (دولار) (قيمة الوقت + كلفة التشغيل)	تكاليف الموثوقية (دولار)		قيمة الشحنة (دولار)
		في الدقيقة	في الساعة	
الزراعة	٢٥,٠٧	٧,٠٠	٤٢٠,٠٠	١٦٧٦٤,٥٥
الصناعات التعدينية	٢٥,٠٤	٠,٨٣	٤٩,٨٠	٥٤٦٩,٣٢
التصنيع	٢٥,٦٦	١١,٢٠	٦٧٢,٠٠	٣٤٦٨١,٥٥

المصدر: وايزبرود، جي. وفيري، د. وتريز، جي. (٢٠٠٣)، "قياس التكاليف الاقتصادية للاختناقات المرورية الحضرية المترتبة على قطاع الأعمال".

وهناك دراسة أخرى[٢٠] أجريت في الولايات المتحدة لقياس تكاليف الاختناقات المرورية المترتبة على الشركات قامت بحساب التكاليف المركبة التي يتحملها المستخدم مباشرة (قيمة الوقت وتكاليف التشغيل) وتكاليف الموثوقية لرحلات الشاحنات حسب أزواج من نقاط بداية ونهاية الرحلات في شيكاغو (١٦٦٩ منطقة) وفيلادلفيا (١٥١٠ منطقة). ويبين الجدول رقم (٥,٣) القيم المركبة الناتجة حسب قطاع النشاط إضافة إلى القيمة المركبة للشحنات كمرجع. وتبدو هنا أيضاً أهمية الموثوقية واضحة.

(٥,٤,٥) ما هي الأنواع الأخرى من التأثيرات التي ينبغي أن تشملها عملية التقييم؟

التأثيرات غير المباشرة للاختناقات المرورية

في حين أن كثيراً من سياسات النقل تعتبر الاختناقات المرورية ظاهرة داخلية بحتة في قطاع النقل، لكن هناك كثير من التأثيرات - التأثيرات الخارجية - التي تقع خارج نطاق النقل. وتبعاً لذلك، فإن تأثيرات الاختناقات المرورية على

الناس، باستثناء التأثيرات الواقعة على مستخدمي الطريق وحدهم (مثل الركاب أو السائقين أو أولئك الذين يقومون ببعض النشاط التجاري)، ينبغي أن تكون مشمولة في تقييم تأثيرات الاختناقات المرورية وفي وضع استراتيجيات لإدارتها.

ومن المهم من وجهة نظر السياسات المرورية والسياسة، ووجهات نظر تحليلية أيضاً، أن نفهم من المتأثر بالاختناقات المرورية، ودرجة تأثره بها.

إذ غالباً ما يتم التعبير عن مخاوف الناس فيما يتصل بالاختناقات المرورية باستخدام زمن التنقل وما يرافقه من قيود على نشاطاتهم اليومية. وغالباً ما تعبر الشركات عن مخاوفها المرتبطة بضياع الإنتاجية والتأثيرات المترتبة على تكاليف تلك الشركات وموثوقية إمداداتها. وتأتي إحدى المشكلات الأساسية التي تصادف عند تحديد هذه التأثيرات من الحاجة إلى توضيح العبء الهامشي الذي تفرضه الاختناقات المرورية فوق المستويات التي يمكن اعتبارها "طبيعية" أو "مقبولة" في حركة المرور. لكن من المحتمل بشكل عام أن تستمر تكاليف الاختناقات المرورية بالارتفاع في غضون عشر سنوات وحتى خمس عشرة سنة قادمة، وبذلك يحتمل أن يزيد التأثير النسبي للاختناقات المرورية على فئة غير مستخدمي الطريق.

وكذلك فإن تكاليف الموارد المترافقة مع الاختناقات المرورية والانبعاثات الهامشية/الآثار البيئية التي تتجاوز نماذج حركة المرور "النظامية" خاضعة أيضاً لمسألة تحديد "عتبات" مناسبة من الاختناقات المرورية. فينبغي مثلاً عند تقييم سياسات إدارة الاختناقات المرورية ألا نأخذ التلوث بالضجيج بعين الاعتبار إلا في الجزء المقابل للفارق بين ظروف القيادة النظامية وظروف القيادة في الاختناقات المرورية.

لكن، وكما رأينا في الفقرات السابقة، ومع إمكانية دراسة القياسات الفيزيائية من سرعة وتدفق وكثافة بشكل موضوعي، يبدو أن الكلفة المترتبة على الأفراد، والشركات، و"عبء" الاختناقات المرورية تنجم إلى حد كبير عن اللاموضوعية في تقدير آثار الاختناقات المرورية عليهم، أي زمن التنقل وموثوقيته.

وعموماً، هناك من هم طرف مباشر في تدفق حركة المرور وآخرون معرضون بشكل غير مباشر لعواقب الاختناقات المرورية. من السهل أن نفهم المجموعة الممثلة بالفئة الأولى والتي تشمل الشركات ومستخدمي المركبات الخاصة أيضاً. أما المجموعة الأخرى فتشمل بقية مستخدمي الطريق (يعتبر الطريق هنا الحيز المادي في المدينة بجميع أبعاده: طريق المركبات والأرصفة والمباني المجاورة، ... إلخ). إضافة إلى المتأثرين بسبب ما ينجم عن الاختناقات المرورية من تأخر جداولهم الزمنية وعدم التقيد بها، وخاصة أولئك الذين يقومون بنشاط تجاري والذين يقدمون خدمات ذات حساسية عالية للزمن (الشرطة والطوارئ والإطفاء).

يلخص الجدول رقم (٥.٣) نطاق تأثيرت الاختناق المروري الناجمة بشكل مباشر وغير مباشر، إضافة إلى تقييم نوعي لهذه التأثيرات.

وهو يعطي ملخصاً نوعياً لـ "المتأثرين سلباً بالاختناقات المرورية والآثار المترتبة عليهم وإلى أي درجة" . ويصنف المتأثرون في هذا الإطار إما أن يكونوا داخل التدفق المروري أو خارجه ، وهذا مكافئ للتمييز بين المتأثرين بشكل مباشر وغير مباشر.

تتناول الفقرات التالية دراسة خمس من الفئات الرئيسة من التأثيرات غير المباشرة للاختناقات المرورية بهدف التمييز بين التأثيرات التي يمكن أن نعزوها إلى التنقل عموماً وتلك التي يمكن أن ننسبها إلى التنقل في ظروف الاختناق المروري. وهذه الفئات الخمس هي :

١- آثار الاختناق المروري المرتبطة بالجودة البيئية واستخدام الموارد.
٢- آثار الاختناق المروري المرتبطة بالضغط النفسي وسلامة الطريق.
٣- آثار الاختناق المروري على الإنتاجية الإقليمية.
٤- آثار الاختناق المروري على إنتاجية الشركات.
٥- آثار الاختناق المروري على وضع الجداول الزمنية الخاصة بالأسر.

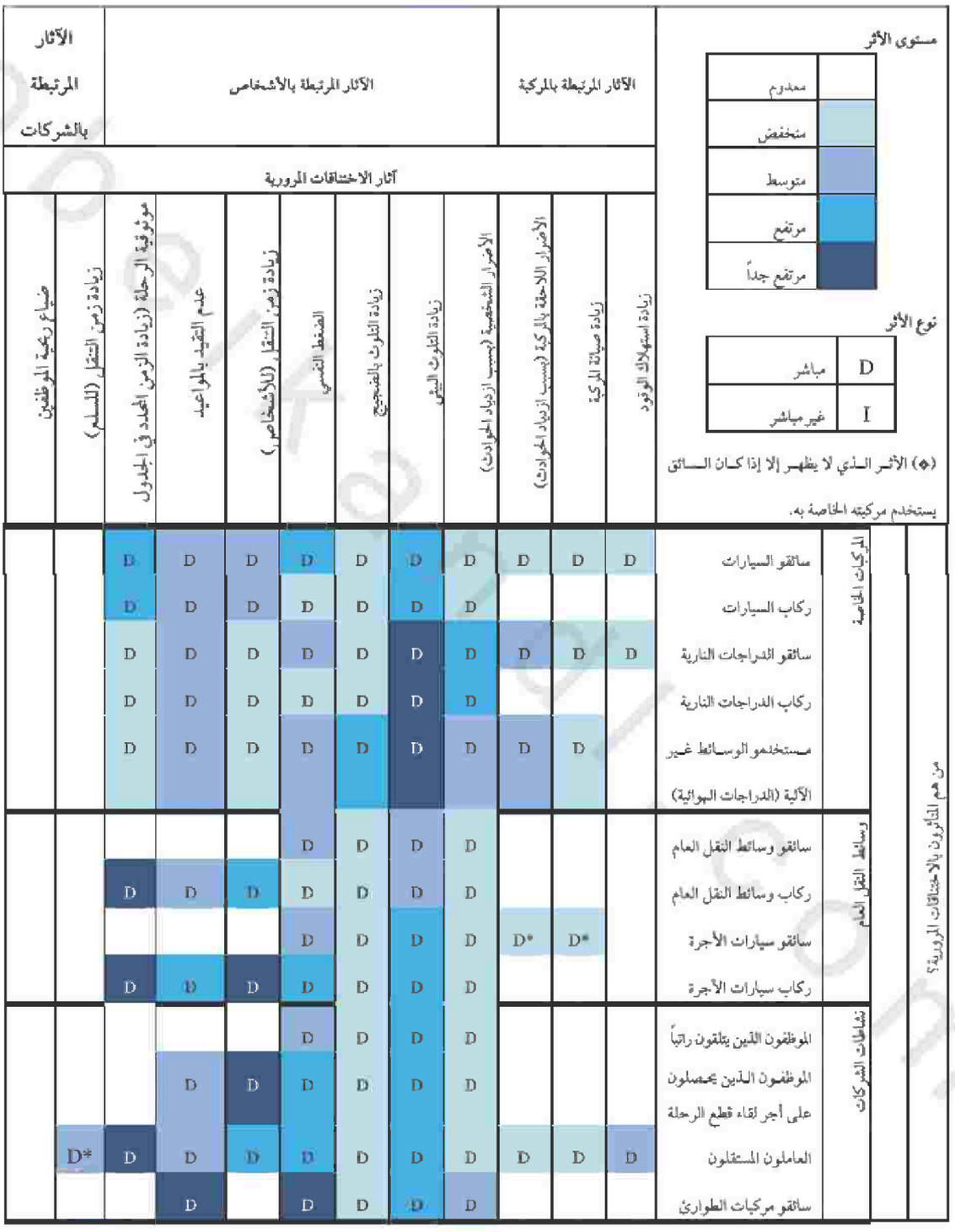
(٥,٤,٥,١) الآثار البيئية والآثار المترتبة على الموارد والناجمة عن الاختناقات المرورية

ثمة ارتباط وثيق بين الآثار البيئية والآثار المترتبة على الموارد والناجمة عن الاختناقات المرورية وبين الآثار البيئية الكلية الناجمة عن التنقل على الطُرق ، وخاصة أنها معنية مباشرة بتشغيل المركبة. وهكذا نرى أن تحديد الآثار البيئية الهامشية للاختناقات المرورية يتطلب تعريفاً لنقطة مقارنة (حالة مرجعية) فيما يتصل بالاختناقات المرورية ، ويساعد بالتالي على تحديد الآثار الإضافية.

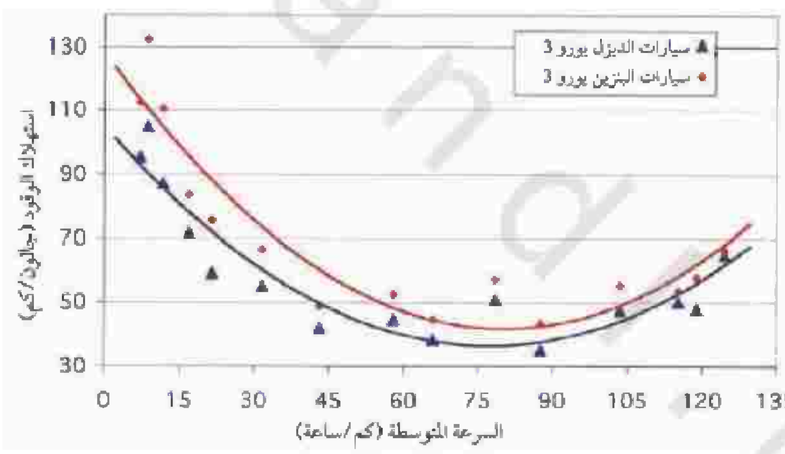
استهلاك الطاقة

تؤدي حركة المرور الحضرية في ظروف الاختناق المروري إلى زيادة الزمن المستغرق في حركة المرور وما يرافقها من زيادة في استهلاك الوقود لكل مركبة عالقة في حركة المرور. وقد تصل هذه الزيادة في استهلاك الوقود إلى الضعف عند السرعات المنخفضة بالنظر إلى أن المركبات تضطر إلى الدخول في دورات متعددة من إعادة التسارع التي تستهلك طاقة. والواقع أن استهلاك معظم المركبات التقليدية من الوقود يبلغ حداً أدنى عند سرعات وسطية يصل متوسطها إلى حوالي ٦٠ - ٨٠ كم/ساعة ، ويزداد مع السرعات المنخفضة والمرتفعة. ويبقى هذا صحيحاً للمحركات ذات التصنيفات المختلفة من حيث الطاقة الاستيعابية ومركبات الديزل مقابل مركبات البنزين (انظر الشكل رقم ٥,١١). وهكذا نرى أن ظروف الاختناق المروري تزيد من استخدام الموارد بشكل استهلاك للوقود.

الجدول رقم (٥,٣). عرض شامل لنوعية لتأثيرات الاختناق المروري.



		النشاطات الشخصية	القاطنون بجوار الطريق					I	I	I		I			
			مستخدمو الأرصفة					I	I						
			بقية القاطنين في المدينة					I				I			
		نشاطات الشركات	الشركات الواقعة بجوار الطريق	I*	I*	I*						I		I	I*
			المكاتب الواقعة بجوار الطريق									I			I
			جميع الشركات الواقعة خارج منطقة الاختناقات المرورية	I*	I*	I*						I		I*	I
الفئات المستخدمة لتقييم تكاليف الاختناقات المرورية				تكاليف التشغيل		التكاليف الأخرى (والتي تعتبر في معظم الحالات عوامل خارجية بالنسبة لمجال النقل)					تكاليف الضياعات الزمنية				



(الشكل رقم ١١، ٥). الوقود مقابل متوسط السرعة لمركبات الديزل والبنزين الحديثة (مشروع ARTEMIS).

المصدر: اتصالات شخصية، مايكل أندريه (INRETS).

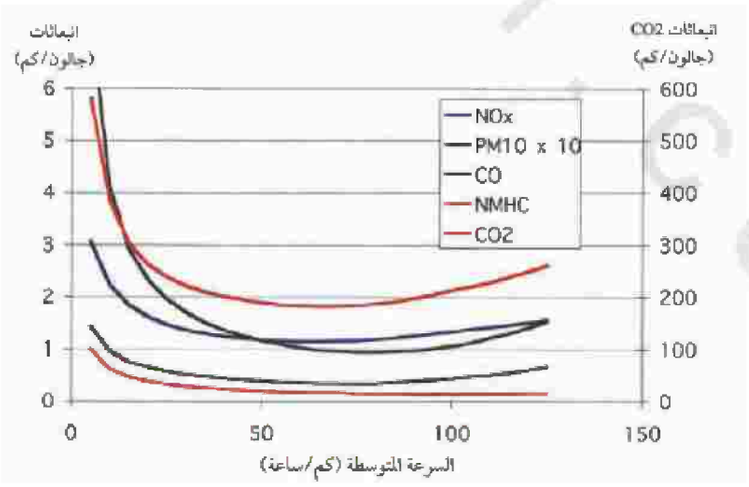
تلوث الهواء

يمكن عموماً يمكن تصنيف التأثيرات الهامشية للاختناقات المرورية على جودة الهواء إلى تلوث محلي وإقليمي. لكن لا بد أيضاً من دراسة أثر انبعاث غازات الدفيئة (البيوت المحمية) على تغير المناخ بسبب القيادة في ظروف الاختناقات المرورية.

يترافق التلوث البيئي الناجم عن النقل الطُرقي مع انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت (SO_2، الذي يؤثر على صحة الإنسان ويسبب هطول الأمطار الحامضية)، وأكاسيد النتروجين (NO_x، التي تؤثر على صحة البشر والنباتات، وهي العنصر الرئيس الذي يهدد الأوزون على مستوى سطح الأرض، والذي يؤثر بحد ذاته على الصحة البشرية)، والهيدروكربونات والمركبات العضوية الطيارة (HCs وVOCs، وبعض المركبات التي تهدد الأوزون، ويعرف بعضها الآخر بأنه مسبب لأمراض السرطان)، والجسيمات المعلقة (PM، وتؤثر العناصر الصغرى منها على الصحة) وأول أكسيد الكربون (CO، الذي يترك آثاراً سلبية على الصحة).

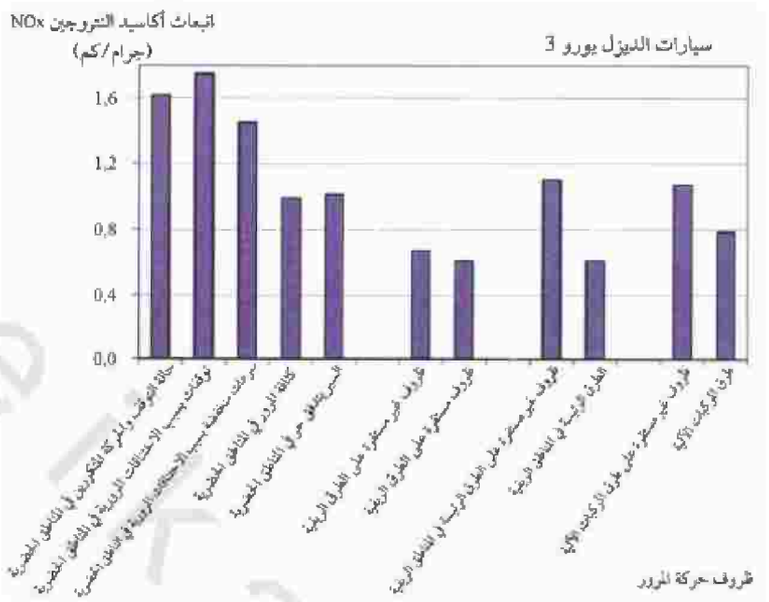
تكون معظم الانبعاثات السامة قليلة عند السرعات المتوسطة، وتميل للزيادة مع السرعات المنخفضة والعالية (انظر الشكل رقم ٥,١٢). إذ يؤدي تشغيل المحركات بسرعات منخفضة إلى احتراق غير كامل وإلى زيادة حجم الانبعاثات غير المحترقة من كربون الهيدروجين وأول أكسيد الكربون. أما انبعاثات أكاسيد النتروجين فهي مرتبطة مباشرة بدرجة حرارة المحرك وهي بذلك تزداد عند السرعات العالية والأحمال الزائدة[٢١]. ويؤدي الاختناق المروري إلى تقليل انبعاث أكاسيد النتروجين (باستثناء الشاحنات والحافلات بسبب ارتفاع عزم تسارعها) وارتفاع معدلات انبعاث المركبات العضوية الطيارة وكربون الهيدروجين[٢٢].

لكن منحنيات الانبعاثات (والاستهلاك) مقابل السرعة مبنية على متوسطات السرعات. وتؤكد دراسات تفصيلية حول الاستهلاك والانبعاثات في الزمن الحقيقي حقيقة أن متوسط السرعة تعطي معلومات قليلة عن أداء محرك كل مركبة في ظروف الاختناق المروري وما يسببه من توقف وحركة متكررين. أما العامل الأكثر ارتباطاً مباشرة بأداء المحرك والانبعاثات الصادرة عنه فهو نوع القيادة (تسارع/تباطؤ، قوة المحرك/العزم المطلوب، تشغيل المحرك "بارداً" مقابل تشغيله "ساخناً"، ...إلخ) كما يوضح الشكل رقم (٥,١٣).



الشكل رقم (٥,١٢). الانبعاثات الناتجة عن حركة المرور مقابل متوسط السرعة (UK DfT).

المصدر: مديرية النقل في المملكة المتحدة



الشكل رقم (٥,١٣). تأثير ظروف المرور المختلفة على الانبعاثات الملوثة (مشروع أبحاث ARTEMIS).

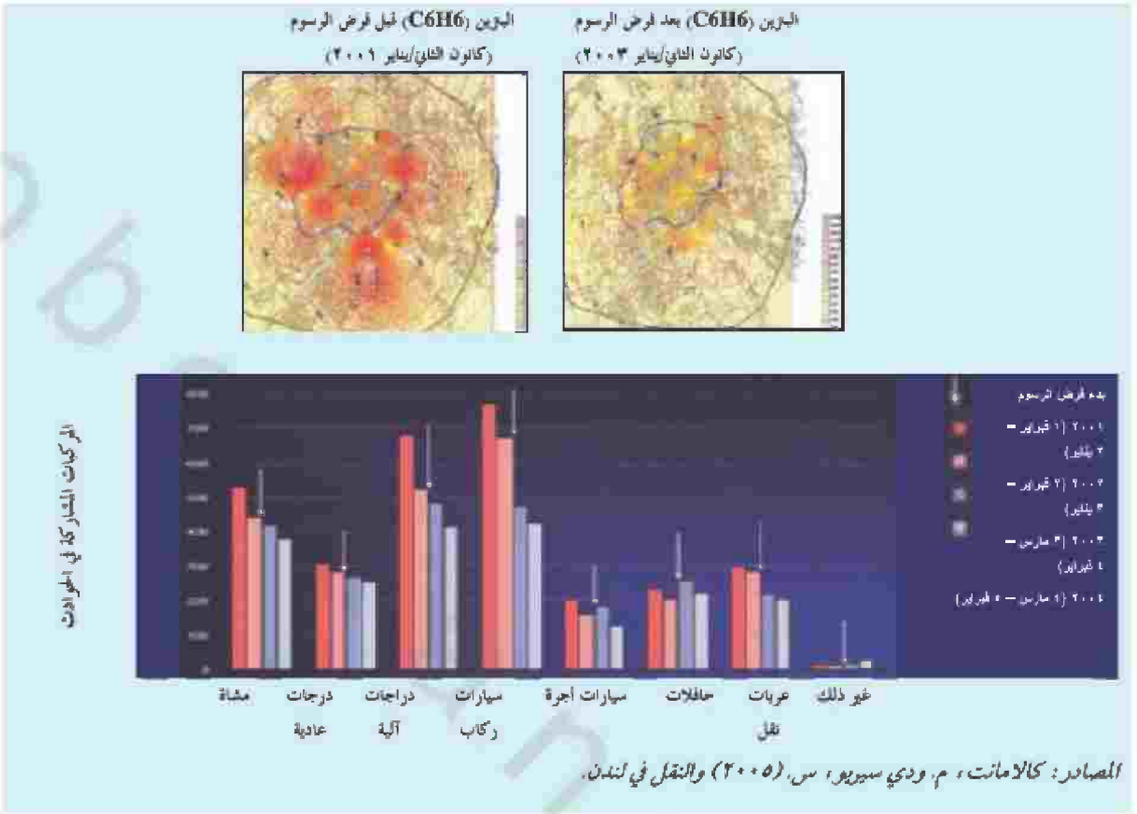
المصدر: اتصالات شخصية، مايكل أندريه (INRETS).

الآثار على البيئة والسلامة جراء فرض رسوم على الاختناقات وإدارة الدخول في لندن وروما

يعطى مشروع فرض رسوم على الاختناقات المرورية في لندن ونظام إدارة الدخول المؤتمت إلى مركز مدينة روما (ZTL-IRIDE) فكرة جيدة عن مجال آثار الاختناقات المرورية على البيئة والسلامة ومقياسها من خلال إظهار التغييرات في هذه التأثيرات عندما يقل حجم المرور، بمقدار ١٨٪ و٢٠٪ في لندن وروما على التوالي.

فقد سجل نظام النقل في لندن ضمن المنطقة التي تفرض فيها رسوم انخفاضاً بنسبة ١٣٪ على إطلاق أكاسيد النتروجين (NOx) مقارنة بالمستويات المسجلة قبل فرض هذه الرسوم، وانخفاضاً آخر بنسبة ١٥٪ في الجسيمات المعلقة (وهي PM10). كما شهدت منطقة فرض الرسوم انخفاضاً متسارعاً في تراكيز الجسيمات المعلقة مقارنة بباقي مناطق لندن. بينما سجلت روما هبوطاً بنسبة ٤٠٪ في تراكيز البنزين (C6H6) ضمن مركز المدينة (انظر أدناه) وشهدت أيضاً تراجعاً في كميات الجسيمات المعلقة وذلك يعزى إلى انخفاض قدره ١٨٠,٠٠٠ في عدد المركبات الملوثة للبيئة التي تدخل مركز مدينة روما. لكن لا تتوفر نتائج تغطي كافة المناطق.

يمكن أيضاً رؤية آثار الاختناقات المرورية على سلامة الطُرق بدراسة الوضع بعد تقليل الاختناقات المرورية، إذ سجلت لندن تراجعاً بين ٤٠ و٧٠ في عدد حالات الاصطدام على الطُرق ضمن منطقة فرض الرسوم.



المصادر: كالامانت، م. ودي سيريو، س. (٢٠٠٥) والنقل في لندن.

وهكذا نرى أنه لإجراء تقدير صحيح للانبعاثات الهامشية واستهلاك الوقود الهامشي نتيجة للاختناقات المرورية، فلا بد من دراسة عوامل مثل نوع نمط المرور السائد (القيادة في حالة من التوقف والحركة المتكررين، والتوقفات والتسارعات، وتشكل صفوف المركبات المنتظرة)، أو الموقع (وجود اختناقات مرورية قريباً من نقطة بداية الرحلة أو من نهايتها)، إضافة إلى سرعة التنقل.

يمكن أيضاً أن تتطلب محركات البنزين الحديثة وقوداً إضافياً (تعزيز) لضمان الحصول على طاقتها القصوى خلال أوقات الحمل الزائد على المحرك والحيلولة دون فرقعة المحرك عندما لا يكون تسخين المحرك كافياً، وكذلك لتشغيل الملحقات، مثل مكيف الهواء. ويؤدي التشغيل في ظروف الإغناء بالوقود (مثل التسارع الشديد من حالة السكون كما يحدث في حركة المرور بين توقف وحركة متكررين) إلى زيادة انبعاثات غاز أول أكسيد الكربون بسبب عدم وجود كمية كافية من الأكسجين لأكسدة الوقود إلى ثاني أكسيد الكربون. ويسهم التشغيل في ظروف التعزيز بالوقود إلى زيادة انبعاثات الهيدروكربونات والمركبات العضوية الطيارة لعدم حصول احتراق كامل في الأسطوانة. وتتفاقم هذه المشكلات نتيجة القيادة إلى مسافات قصيرة في الظروف الحضرية بسبب عدم تسخين المادة المحفزة تسخيناً يكفي لتتمكن من التقاط هذه الملوثات[٢٣].

ثمة نقطة أخرى مهمة تجدر الإشارة إليها وتتصل بالأثر الذي يمكن أن تتركه الاختناقات المرورية على انبعاث الملوثات وهو دورات الاختبار القياسية التي تستخدم لإعطاء تقدير رسمي للمركبات، وبالتالي إيصالها إلى حالة مثلى فيما يتصل بانبعاث الملوثات التي لا تمثل النماذج المعتادة في التنقل الحضري[٢٤]. ولأنها تميل إلى المبالغة في تصوير ظروف حركة المرور غير المقيدة وإلى إعطاء تمثيل غير كاف لنماذج التسارع أو التباطؤ بسرعة منخفضة والتي تصور حركة المرور بين التوقف والحركة المتكررين، نجد أن دورات الاختبار هذه تميل إلى إعطاء تمثيل غير صحيح للانبعاثات الناتجة في الظروف الحقيقية لحركة المرور الحضرية. إذ يرجح أن تعطي هذه الدورات تقديرات أقل من القيمة الحقيقة لانبعاثات الهيدروكربونات والمركبات العضوية الطيارة وتقديرات مبالغة لمعدلات انبعاث أكاسيد النتروجين.

ومن العوامل المهمة أيضاً أخذ التدفق المروري بعين الاعتبار عند محاولة فهم تأثير انبعاثات الاختناقات المرورية. فقد أظهرت دراسة تنظر في أثر التدفق الحر لحركة المرور مقابل حالة التوقف والحركة المتكررين ضمن ظروف الاختناق المروري في واحد من الشوارع المقيدة أن الحجوم المرتفعة من المركبات تسبب، في ظروف حركة المرور بتدفق حر (حيث تكون السرعات أعلى من ٥٠ كم /ساعة)، زيادة في مستويات الملوثات البيئية، بينما تسبب السرعات الأعلى زيادة في تراكيز أكاسيد النتروجين. وكذلك فإن انخفاض متوسط السرعات من ٥٠ وحتى ٣٥ - ٤٠ كم/ساعة، إلى جانب ارتفاع حجوم حركة المرور، يسبب زيادة في تراكيز أكاسيد الكربون التي تبقى مستقرة لسرعات أقل من ٣٥ كم/ساعة[٢٥].

إن تغير المناخ نتيجة أساسية مرافقة لانبعاث ثاني أكسيد الكربون بسبب احتراق المواد الهيدوركربونية، وغازات الدفيئة (مثل الميتان (CH4) الذي يعبر عنه عادة بمكافئات CO2). ونرى هنا أيضاً أن الآثار الهامشية لتغير المناخ بسبب القيادة في ظروف الاختناق المروري هي نتيجة مدة التنقل في ظروف الاختناق المروري وكذلك خصائص تحميل المحرك عند القيادة في هذه الظروف، لأن انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون من المحركات يرتبط ارتباطاً مباشراً باستهلاكها للوقود.

التلوث بالضجيج

يعرف الضجيج بأنه أحد الملوثات المحلية الأكثر إزعاجاً. ولأن حركة المرور هي أحد أهم مصادر الضجيج في المناطق الحضرية، فليس من المدهش أن يسجل على أنه مصدر الإزعاج الرئيس في معظم المسوحات الحضرية. فهو يسبب بشكل مباشر تراجعاً لجودة الحياة في المدينة، وخاصة في حالة الأشخاص الذين يعيشون في منازل قريبة من الطريق.

يأتي الضجيج الناتج عن المركبات من مصدرين مختلفين: المحرك (الذي ينتج الضجيج حتى في حال إيقاف السيارة) وحركة المركبة (تدحرج الإطارات والآثار الأيروديناميكية). وهذه بعض المقاييس التي تلعب دوراً في انبعاثات المركبة من الضجيج: تخطيط الطريق، وميله، وظروف التعبيد وخصائصه، ونوع المركبة ونوع محركها والقيادة وتدفق حركة المرور.

ينخفض مستوى الضجيج المرتبط بتدحرج الإطارات والآثار الأيروديناميكية مع انخفاض سرعة القيادة، بينما يبقى ضجيج المحرك المسبب الرئيسي للإزعاج (رغم أنه يقل أيضاً). إضافة إلى ذلك، ينبغي أن نأخذ في اعتبارنا الضجيج الناجم عن التوقفات المتتالية ودورات تسارع المركبات في ظروف الاختناق المروري، فضلاً على الضجيج الناتج عن الإفراط في استخدام أبواق السيارات.

ثمة تفاوت في الآثار السلبية للضجيج على الناس، لكن أهمها هو الضغط النفسي الذي يسببه ضجيج حركة المرور بقدر ما يكون ذلك ناتجاً عن الاختناقات المرورية.

وهناك أيضاً آثار على بقية الأنظمة في جسم الإنسان: الجهاز الوعائي (التغييرات المتصلة بفرط ضغط الدم الشرياني والتوية القلبية، ...إلخ) والجهاز التنفسي (زيادة معدل التنفس) والجهاز الهضمي (التغييرات الحاصلة في حركة المعدة) ونظام الغدد (زيادة نسبة السكر في الدم، ...إلخ) والجهاز البصري (نقص حدة البصر) والجهاز العصبي (الأرق ونقص الانتباه، ...إلخ).

علاوة على أن الضجيج الناجم عن الاختناقات المرورية يمكن أن يترك أثراً غير مباشر على قيمة الممتلكات من الأراضي والمباني المجاورة للطرق التي تعاني من اختناقات مرورية.

(٥,٤,٥,٢) آثار الاختناقات المرورية: الضغط النفسي وسلامة الطريق

آثار الاختناق المروري على الضغط النفسي

يمكن تعريف الضغط النفسي كنموذج لردود الفعل الفيزيولوجية والسلوكية والعاطفية والإدراكية لـ"مسببات الضغط النفسي" وهي المحفزات التي وجد أنها تحول دون تحقيق هدف معين (مثل الوصول إلى الوجهة في الوقت المحدد) أو تهدد حسن معيشتنا أو تعرضنا للخطر. يمكن أن تسهم لاموثوقية حركة المرور في الحالة السابقة إلى حد بعيد في حدوث الضغط النفسي، وهي بالتالي تترك أثراً مهماً على انزعاج مستخدمي الطريق في التدفقات المرورية التي لا يمكن التنبؤ بها.

ويعرف التعرض لفترة طويلة إلى "مسببات الضغط النفسي" بآثاره السلبية على كل من الصحة النفسية والجسمية. إذ يمكن أن يؤدي الضغط النفسي في الحالات الشديدة إلى أزمة نفسية وجسدية مثل الصداع والاكتئاب وسرعة الغضب والأرق والمشكلات الهضمية، ...إلخ.

ومن المعروف أن القيادة في ظروف الاختناق المروري واحدة من أهم "مسببات الضغط النفسي". إذ يمكن للسائقين أن يتبعوا نماذج سلوكية متباينة بسبب الضغط النفسي وتسبب رفع مستويات الضغط النفسي لديهم (ولدى الآخرين). ومن أمثلة ذلك: القيادة على مسافة قريبة جداً خلف مركبة أخرى، والقيادة بشكل عدائي، وإطلاق أبواق السيارات، وزيادة السرعة ثم الفرملة بسرعة، وعدم التركيز على الطريق (مثل النظر إلى الساعة) والتحدث إلى سائقين آخرين. وقد تكون حالات الإرهاق خطيرة أيضاً، حيث نرى السائقين يخرقون قواعد المرور ويرتكبون

مخالفات مرورية. وربما أدت الاختناقات المرورية بالسائق إلى سلوك يمكن أن يشوش حركة المرور ويزيد من مستويات الضغط النفسي على غيره من مستخدمي الطريق.

أما ردود الفعل النفسية الناتجة عن التعرض المطول إلى ضغط نفسي فهي تقع بشكل رئيس ضمن ثلاث مراحل:

١- التنبيه: ويمكن اعتباره مرحلة إيجابية، لأنه يزيد جميع الوظائف الحيوية، لكنه يمكن أن يؤدي أيضاً إلى العدائية أو نفاذ الصبر أو القيادة المتهورة أو عدم احترام قواعد المرور.

٢- المقاومة: التي تعزز السلوك العدائي.

٣- الإنهاك: ازدياد معدل دقات القلب والتوتر العضلي والصداع وخطورة الإعياء وانخفاض التركيز والقدرة على تلقي المعلومات.

وما زالت الأبحاث تصل باستمرار إلى أن ظروف الاختناق المروري عامل مهم في الضغط النفسي. إذ خلصت دراسة حديثة تلخص نتائج هذه الأبحاث إلى أن القيادة في ظروف الاختناق المروري تزيد من الضغط النفسي والفيزيولوجي وتسهم في ظاهرة التغيب عن العمل وفي انخفاض مستوى الرضا عن الوظيفة، فضلاً على أنها تترافق مع مشاعر سلبية (سرعة الغضب والإحباط والقلق والانزعاج العام)، وتسهم في تقليل الحافز على العمل بعد التعرض لها، وتزيد من الشعور بالعجز بعد التعرض لحالات خارجة عن نطاق السيطرة[٢٦]. وهناك دراسات تؤيد هذه النتائج، إضافة إلى اكتشاف ازدياد إفراز مكونات مرتبطة بالضغط النفسي مثل الكورتيزول اللعابي لدى متنقلين بشكل يومي يصادفون الاختناقات المرورية[٢٧].

من الجدير أيضاً الإشارة إلى احتمال وجود أشخاص يتناولون أدوية محددة (لتجنب آثار الضغط النفسي)، وقد يؤدي ذلك إلى زيادة مخاطر القيادة في هذه الحالات.

لذلك نرى أن الضغط النفسي يمكن أن يؤدي إلى آثار عكسية على سلوك السائقين في حركة المرور كواحد من أهم آثار الاختناقات المرورية (حتى ولو كان من الصعب تقييم كلفته الاقتصادية).

آثار الاختناقات المرورية على سلامة الطريق

السلامة أيضاً مسألة مهمة تنبغي دراستها في ما يتصل بحركة المرور في ظروف الاختناقات المرورية ضمن المناطق الحضرية، وهذا بشكل أساسي محصلة لارتفاع كثافات المركبات (وانخفاض المسافات الفاصلة بينها) والضغط النفسي الناشئ عن ظروف القيادة في ظل الاختناقات المرورية.

تحدث النسبة الأكبر من حالات الاصطدام في ظروف الاختناق المروري في سرعات منخفضة ولذلك فهي تتسم بقلة الخسائر. لكن احتمال حدوث حالة اصطدام يرتفع في ظروف الاختناق المروري بسبب تقارب المسافات بين المركبات وحالات التوقف والحركة المفاجئة في المركبات الأخرى. وهكذا تزداد احتمالية حدوث هذا الاصطدام ويصبح من الصعب تحديد أثرها على كلفة الحوادث المتوقعة.

ولتحديد آثار حالات الاصطدام المرتبطة بالاختناقات المرورية في المناطق الحضرية، لا بد أولاً من تحديد الزيادة الحاصلة في عدد هذه الحالات بسبب ازدياد الاختناقات المرورية. وهذا أمر صعب لأنه يدل ضمناً على تحليل شامل لجميع تقارير الأحداث الموضوعة في المنطقة المدروسة والتي قد يكون من غير الممكن الحصول عليها من وجهة نظر تشغيلية، إذا تغاضينا عن تعقيدات الحصول على هذه البيانات.

وبعد تحديد عدد الحوادث التي يمكن أن ننسبها للزيادة في الاختناقات المرورية، يمكننا أن ندرس مختلف المقاييس المتضمنة في هذه الحوادث. وهذا يشمل: وجود خسائر في الحادث (وحجم هذه الخسائر) ووجود مصابين (وحجم الإصابات) والأضرار المادية التي لحقت بالمركبات ذات الصلة والبنية التحتية الحضرية إذا استلزم الأمر)، والضياعات الزمنية المرافقة لتراجع ظروف حركة المرور في موقع الحادث ناهيك عن عدم إزالة جميع آثاره بعد، والحاجة إلى مساعدة خدمات عامة محددة (الشرطة أو الطوارئ أو الخدمات الطبية أو رجال الإطفاء أو الشاحنات الخاصة بإصلاح الأعطال أو خدمات التنظيف، ...إلخ) وما يلي الحادث من ضرورة لمتابعة إجراءات إدارية معينة وإجراءات خاصة بالمحكمة. ومن الصعب جداً تحديد كل من هذه المقاييس المذكورة (ولو بشكل نوعي) لكون هذه الآثار شخصية مثل ضياع الطاقة الإنتاجية، والأضرار النفسية على أفراد العائلة، والتعويض المأخوذ من شركات التأمين، والجنازات وإجراءات الدفن، ...إلخ.

(٥,٤,٥,٣) آثار الاختناقات المرورية على الإنتاجية الإقليمية

إن الأثر الذي تتركه الاختناقات المرورية على الاقتصاديات الإقليمية غامض نوعاً ما. فالمُدن تستمد مزايا من التجمع وكثافة النشاطات. لكن هذه العوامل غالباً ما تسهم في زيادة الاختناقات المرورية ضمن شبكات النقل الحضرية، وهذا بدوره يضعف المنافع المتحققة. لذلك تتطلب الحوكمة الحضرية على المستوى الإقليمي أسلوباً في الإدارة يدرس الاختناق المروري والتجمع كعنصرين مرتبطين بشكل دائم إذا ما أرادت المناطق الحضرية زيادة مكاسبها من التجمع وتقليل مساوئ الاختناق المروري في الوقت نفسه.

وبسبب الارتباط بين هاتين السمتين من سمات المُدن، فمن الصعب عزل أثر الاختناقات المرورية على الاقتصاديات الإقليمية دون النظر أو الرجوع إلى منافع التجمع.

وأخيراً نذكر وجود ارتباط وثيق بين الإنتاجية الإقليمية وإنتاجية كل من الشركات والقطاعات التجارية والأسر. والفقرات التالية تتناول كلاً منها بشكل مستقل.

(٥,٤,٥,٤) آثار الاختناقات المرورية على إنتاجية الشركات

لا تتجلى آثار الاختناقات المرورية على الشركات من خلال الآثار المباشرة، المتمثلة في زيادة استهلاك الوقود وتكاليف العمالة وتشغيل المركبة، بل أيضاً من خلال آثارها التسلسلية على سلسلة اللوجستيات. وقد تكون هذه الآثار مهمة بحيث تقلل من الأرباح الإجمالية التي تجنيها الشركات من وقوعها في أسواق حضرية كبيرة. لكن تعقب

هذه الآثار بشيء من الدقة أمر صعب نوعاً ما عبر المناطق الحضرية في مدن مُنظمة التعاون الاقتصادي والتنمية والمؤتمر الأوروبي لوزراء النقل. فما الذي يمكن قوله إذن حول الآثار الاقتصادية والآثار الأخرى التي يتركها الاختناق المروري على الشركات في المناطق الحضرية؟

الأمر الأول: هو الانتباه إلى أن الشركات تصادف أنواعاً مختلفة من تكاليف الاختناقات المرورية. إذ أنها، كما لاحظنا أعلاه، تتحمل تكاليف إضافية تتعلق بالتنقل في ظروف الاختناقات المرورية. وتتألف هذه التكاليف من التكاليف الهامشية المترتبة على العمالة وتشغيل المركبات والتي من السهل نسبياً معرفتها من خلال المعدلات الساعية والنسبة والتناسب للقيمة السوقية لتكاليف الوقود وصيانة المركبات. ومع تراجع الاختناقات المرورية، تتناقص هذه التكاليف المترتبة على كل شركة أيضاً. لكن إذا ترافق هذا التراجع في الاختناقات المرورية مع تغير في مقياس الاقتصاد الإقليمي وهيكليته، فقد لا يكون من الممكن معرفة الأثر الإجمالي الحاصل.

ورغم السهولة النسبية في معرفة التكاليف المترتبة على الشركات في طُرق النقل، إلا أن التحقق من التكاليف الإضافية التي تتحملها والآثار الناتجة على إنتاجيتها والتي تعزى إلى تأخر الجداول الزمنية وعدم التقيد بها أمر أكثر صعوبة.

لكن المسوحات التي تجريها الشركات ليست مقنعة تماماً لأن كثيراً من الشركات لا تتعقب بشكل واضح آثار الاختناقات المرورية على عملياتها. وثمة ثلاثة أسباب لذلك وفق دراسة شاملة أجريت في الولايات المتحدة[٢٨] حول آثار الاختناقات المرورية على الشركات:

١- سيناريوهات افتراضية للاختناقات المرورية: حيث تسأل الشركات في المسوحات عما إذا كانت تواجه اختناقات مرورية أقل أو حتى لا تصادف أية اختناقات مرورية. لكن معظم الشركات لا تشارك في التخطيط الافتراضي حول سيناريوهات الاختناقات المرورية البديلة لأنها تعتبر الاختناق المروري كلفة ثابتة على الشركة، وهي بكل تأكيد كلفة لا يمكنها التحكم بها.

٢- التحيز إلى الاختيار الذاتي: تتناول المسوحات إجراء مقابلات مع الشركات التي ما زالت تعمل رغم ازدياد مستويات الاختناقات المرورية. أما الشركات التي لم تستطع تكييف سلوكها أو نشاطاتها أو امتصاص التكاليف الإضافية التي يفرضها الاختناق المروري فقد انتقلت بعيداً أو خسرت.

٣- تفاوت مقدار الحساسية: هناك ارتباط مباشر بين النقطة السابقة وحقيقة أن الحساسية إلى ازدياد تكاليف الاختناقات المرورية ليست متساوية لدى جميع الشركات. فبعض الشركات التي تزدهر في المناطق الحضرية عالية الكثافة قد لا تسجل حتى التكاليف الإضافية المرتبطة بالاختناقات المرورية. أو قد تتمتع بعض الشركات بمرونة أكبر من غيرها في امتصاص هذه التكاليف أو تعويضها. وتشمل العوامل ذات الصلة هيكلية النشاط وأعمال الشحن والتخزين بل حتى أنماط الملكية.

وبسبب ارتباط هذه القيود بحسابات مستندة إلى المسوحات حول آثار الاختناقات المرورية على الشركات التي تتجاوز التكاليف المباشرة "على الطريق"، فمن المنطقي أن يفترض المرء احتمال وضع تقديرات لهذه الآثار أقل من الواقع. ويمكن تصنيف هذه الآثار ضمن ثلاث فئات رئيسية:

١- آثار الإنتاجية المرتبطة باللوجستيات وسير الأعمال.
٢- آثار حجم السوق وإمكانية الوصول إليها.
٣- التكاليف المترتبة على الشركات بسبب نقل العاملين يومياً.

آثار الإنتاجية المرتبطة باللوجستيات وسير الأعمال

شهدت السنوات الثلاثون الماضية زيادة في التزود بموارد أكثر مرونة وارتفاعاً في حجم الإنتاج وعمليات التوزيع، مما أدى إلى نقل السلع بصورة متزايدة من نمط التخزين في أماكن ثابتة مثل السلع المخزنة في المواقع والمخازن إلى نمط أكثر سلاسة يعتمد التسليم "في الوقت المحدد" بحيث تستخدم مركبة النقل نفسها كمخزن مؤقت. وكانت زيادة تكاليف امتلاك المخازن مع تناقص تكاليف النقل السببين الرئيسيين وراء هذا التغير الذي أدى إلى زيادة كبيرة في مرونة الشركات استجابة لطلبات السوق.

صحيح أن التسليم "في الوقت المحدد" غالباً ما يستخدم بشكل مرادف للتسليم "السريع"، إلا أن القيمة الحقيقية لهذا النوع من العمليات اللوجستية تتجلى في تسليم السلع "بالوقت الصحيح"، أي تماماً في وقت الحاجة إليها. ولا بد من الانتباه إلى هذا التمييز المهم فيما يتصل بآثار الاختناقات المرورية على الشركات التي تشغل خطوط إنتاج "في الوقت المحدد". ورغم أن من الممكن احتساب أزمنة التنقل التي يتوقع أن تكون بطيئة مع أزمنة احتياطية كافية، لكن التأخر غير المخطط له، مثل الذي ينشأ بسبب ظروف التنقل غير الموثوقة، يترك أثراً كبيراً على عمليات التسليم "في الوقت المحدد" ويدفع الشركات إلى زيادة مكلفة في حجم مخزوناتها ضمن الموقع. وهذا صحيح بشكل خاص في القطاعات التي تتسم بنسبة كبيرة من السلع القابلة للتلف أو الباهظة أو التي يصعب تخزينها (مثل الأطعمة المجمدة والأجهزة الإلكترونية الباهظة والملابس الشخصية).

فضلاً على ذلك، فإن سير أعمال بعينها يمكن أن يفاقم آثار اللاموثوقية في التنقل وما ينتج عنه من تأخر في تسليم الشحنات، وخاصة اعتماد عمال الشحن بشكل واسع لمبدأ "المجالات الزمنية المتاحة" في الجدول الزمني للتسليم. والواقع أنه يتعين على موظف التوصيل أن يعيد وضع الجدول الزمني بحيث يتأخر التسليم إلى وقت لاحق، وعادة ما يؤخر ٢٤ ساعة أو أكثر. وهكذا نرى أن لاموثوقية التنقل تؤثر على موظفي التوصيل وعمال الشحن أيضاً.

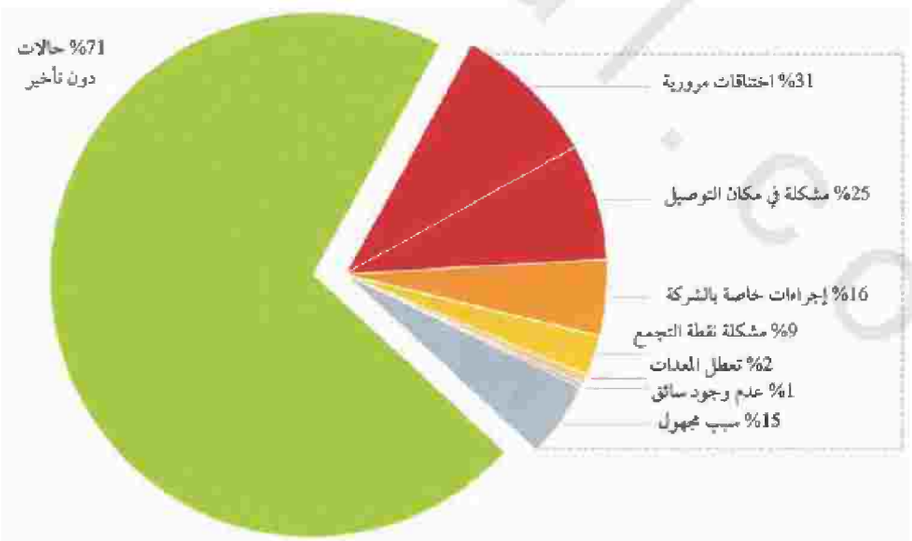
هناك أمثلة متعددة تتحدث عن مدى أثر اللاموثوقية في التنقل على الشركات (انظر المستطيل) وتقييمات عديدة للكلفة التي تفرضها لاموثوقية التنقل عليها.

ونذكر منها إحدى الدراسات الهولندية التي أجريت في بوزوا وهوين عام ١٩٩٥ وشملت ٢٣٠ شركة من شركات التوصيل والشحن، حيث قدرت الكلفة اللوجستية غير المباشرة للاختناقات المرورية بنسبة ٨ - ١١٪ من تكاليفها المباشرة على الشركات المعنية.

ووجدت دراسة أخرى أجريت لصالح الاتحاد الدولي للنقل الطُرقي أن التكاليف اللوجستية للاختناقات المرورية تساوي ٢.٢ مرة من قيمة وقت التنقل لرحلات الشحن[٢٩].

لكن تجدر الإشارة إلى أن أثر الاختناقات المرورية على العمليات اللوجستية ودورات الإنتاج يتحدد بعدة عوامل تتصل بالتأخر المحتمل. فقد وجدت دراسة شاملة تناولت توصيل الأطعمة في المملكة المتحدة شملت أكثر من ٣,٥٠٠ شاحنة تقوم بأكثر من ١٥,٠٠٠ رحلة خلال فترة ٤٨ ساعة أن نسبة ٩٪ فقط من هذه الرحلات تأخرت بسبب الاختناقات المرورية (انظر الشكل ٥ - ١٤). وفي حين أن الاختناقات المرورية هي المصدر الرئيس الوحيد للتأخر (٣١٪) عند النظر إلى ٢٩٪ فقط من جميع الرحلات التي صادفت شكلاً من التأخر، لكن معظم حالات التأخر ليست ناتجة عن الاختناقات المرورية. بل كانت التوقفات أو العيوب في سير الأعمال، سواء كانت داخلية أو خارجية، هي السبب الرئيس للتأخر في هذا المسح. لسنا نريد بذلك القول إن الاختناقات المرورية ليست مهمة بالنسبة لهذه الشركات، فمن الواضح أنها تشكل عبئاً كبيراً عليها، بل إن الشركات يمكن أن تتصرف حيال تناقص الموثوقية بالتركيز على مناطق تملك فيها بعض السيطرة على زمام الأمور.

وهناك عامل آخر تجدر دراسته وهو أثر الاختناقات المرورية على قطاعات الأعمال التي تتسم بمنافسة تقوم على الزمن. فقد تضاعفت أهمية السرعة والموثوقية بصورة متزايدة في تسليم السلع وتقديم الخدمات، وخاصة في قطاعات التجزئة. وأصبح تسليم السلع إلى المنازل خلال ٢٤ ساعة وحتى ٤٨ ساعة يعتبر صفة تنافسة لكثير من تجار التجزئة تماماً مثلما يركز كثير من مقدمي الخدمات على تقديم خدماتهم بسرعة أكبر حتى (إصلاح الآلات المكتبية وإصلاح التمديدات الصحية، ...إلخ). ورغم أن إجمالي التأخر الناشئ عن التنقل في ظروف الاختناقات المرورية يمكن أن يؤثر على هذه القطاعات لأن هذه الشركات غالباً ما تتنافس ضمن المنطقة نفسها من المدينة، لكن أثرها الإجمالي على التنافسية يختفي إلى حد بعيد لأن هذه الشركات تواجه المستوى العام نفسه من الاختناقات المرورية.



الشكل رقم (٥,١٤). أسباب الاختناقات المرورية في قطاع توصيل الأطعمة ضمن المملكة المتحدة، ٢٠٠٢.

المصدر: مك كينون، أ. وواي. ومك كليلاند، د. (٢٠٠٤)، تقييم الفرص لتبرير عمليات الشحن الطُرقي: التقرير النهائي.

آثار حجم السوق وإمكانية الوصول إليها

كما أشار الفصل الأول، فالمناطق الحضرية تتصف عموماً بإنتاجية كبيرة ترتبط بحقيقة أن الأفراد يستطيعون بسهولة كبيرة الوصول إلى غيرهم من الأفراد والخدمات والوظائف وأن الشركات تستطيع الوصول بسهولة إلى جملة كبيرة من قوة العمل تضم مجموعة واسعة من العاملين ذوي المهارات، والحصول على مجموعة واسعة ومتنوعة من مدخلات الإنتاج والوصول إلى سوق كبيرة لسلعها وخدماتها. ويؤكد مجال الجغرافيا الحضرية دور الاختناقات المرورية كحلقة سلبية من التغذية الراجعة التي يمكن أن تؤدي إلى تقليل المنافع الناجمة عن التجمع وتسبب إبعاد موقع بعض النشاطات إلى خارج المناطق التي تعاني من حدة الاختناقات المرورية، وخاصة إلى المناطق المحيطة بمراكز هذه المُدن المكتظة. إذ ينبغي على الشركات أن تجري مقايضة بين حجم الاقتصاديات الموجبة في مجال تنافسيتها وتكاليف النقل السلبية المترتبة على الاختناقات المرورية. لكن لا تستطيع جميع الشركات أن تتخذ القرار نفسه، فبينما نرى أن بعض الشركات قد تنتقل من المناطق ذات الاختناقات المرورية بصورة سريعة نسبياً بسبب نشاط تجاري خاص بها (مثل نشاطات الإنتاج الصناعي)، فإن بعضها الآخر يبدي مرونة أكبر بكثير حيال ازدياد الاختناقات المرورية (مثل الشركات التي تعتمد على قوة عمل متخصصة يهمها أن تعيش في مناطق حضرية عالية الكثافة).

التكاليف المترتبة على الشركات بسبب نقل العاملين يومياً

وأخيراً، تصادف بعض الشركات تكاليف غير مباشرة ترتبط بالاختناقات المرورية التي يواجهها عاملوها في رحلاتهم اليومية إلى مكان العمل. ويتعين بشكل خاص على الشركات الواقعة في مناطق تتطلب رحلة طويلة أو صعبة أن تزيد الأجور التي تمنحها للعاملين للحفاظ عليهم، وإلا فقد يقايضون تقليل زمن رحلاتهم اليومية مقابل أجور أقل. لكن تحذر إحدى الدراسات التي تؤكد هذه الفرضية من أن هذا الأثر يمكن أن يبقى صحيحاً للعاملين الإداريين ذوي المهارات في المناطق الحضرية[٣٠].

(٥,٤,٥,٥) آثار الاختناقات المرورية على وضع الجدول الزمني لدى الأسر

عادة ما تعمل الأسر وفق جداول زمنية يومية ثابتة تقريباً، وتتقيد النشاطات التي تنجزها بتوفر يوم إجازة (٢٤ ساعة) ووجود مجالات واسعة من الزمن "الثابت" (وخاصة وقت النوم ووقت العمل)، وتضع الجدول الزمني لجميع النشاطات الأخرى في الوقت المتبقي، وكلما زاد الزمن المخصص للتنقل بسبب الاختناقات المروري، كلما قل عدد النشاطات الأخرى التي يمكن أن يشارك فيها أفراد الأسرة (مثل تمضية وقت مع العائلة، وإعداد الطعام، ...إلخ). وكذلك فإن استجابة الأسر للاختناقات المرورية (مثل المغادرة في وقت أبكر) يمكن أن تعطل نشاطات أسر أخرى (مثل تناول وجبة الفطور مشتركة بين أفراد العائلة).

وثمة دليل على أثر ازدياد الاختناقات المرورية على الأسر يشير إلى أن زيادة زمن الرحلات اليومية تميل، على المدى القصير على الأقل، إلى التأثير سلباً على وقت العائلة. ونذكر على سبيل المثال، مسحاً أجراه مجلس عائلات ولاية واشنطن في الولايات المتحدة يقول بأن "٥٥٪ من الأشخاص الذين شملهم المسح و٨٥٪ من الأشخاص الذي شملهم إضافة إلى الأطفال في المنازل يفتقدون أسبوعياً واحدة أو أكثر من وظائف العائلة بسبب الاختناقات المرورية"، وأن ٨٥٪ ممن شملهم المسح مستعدون لتمضية وقت أطول مع عائلاتهم إذا تمكنوا من تقليل الزمن الذي يمضونه في زحمة المرور[٣١].

إن مسألة مقدار الزمن الذي تخصصه الأسر للنقل بشكل عام وللتنقل إلى العمل بشكل خاص مع مرور الوقت، أي عندما تصادف ازدياداً في الاختناقات المرورية، ليست بالوضوح الذي يشير إليه الدليل المذكور. فلطالما كان الرأي السائد أن الأسر تنجذب نحو وضع مقادير ثابتة لزمن التنقل. وكثيراً ما تبين مسوحات أجريت في عدد من الدول ثباتاً ملحوظاً في مقدار الزمن الذي تخصصه الأسر للتنقل، وربما يدل هذا ضمناً على أن الأسر تضع قراراتها، على المدى البعيد على الأقل، بحيث تبقي أزمنة تنقلها ثابتة تقريباً (مثلاً من خلال اختيار موقع المنزل والعمل بحيث يبقى التنقل ثابتاً مع مرور الوقت).

لكن، بسبب ثبات معظم ترتيبات السكن والعمل على المدى القريب، يمكننا أن نرى كيف تؤثر زيادة أزمنة الرحلات اليومية سلباً على الزمن المتاح لنشاطات أخرى. كما أن المرونة المفترضة التي تتمتع بها الأسر في تغيير موقع إقامتها قد لا تكون بالوضوح الذي تشير إليه النظرية، حتى على المدى البعيد، وخاصة في المناطق التي ترتفع فيها تكاليف السكن ويصعب فيها الحصول على تمويل عقاري، ناهيك عن قلة العقارات المتاحة للتأجير والأسر المكونة من شخصين عاملين.

إضافة لذلك، ثمة دليل على ازدياد التنقل المرتبط بالعمل ضمن مناطق المُدن الكبرى، مع بقاء أزمنة التنقل ثابتة بالمعدل، و/أو تغيير الأسر لرحلاتها الأخرى غير المرتبطة بالعمل بما يلائم رحلاتها المرتبطة بالعمل التي تستغرق وقتاً أطول. إذ هناك تحليل أجري من قبل "ليفينسن" و"رافيرتي"[٣٢] يتناول أزمنة الرحلات اليومية في منطقة مدينة العاصمة واشنطن يبين أن أزمنة التنقل المرتبط بالعمل تبقى ثابتة بين عامي ١٩٨٨ و١٩٩٨ إذا ما درسنا منطقة المدينة الأصلية فقط. لكن أزمنة التنقل اليومي تزيد إذا ما أخذنا في الاعتبار توسع منطقة المدينة الذي يميز مسح العام ١٩٩٨. وبطريقة مماثلة، يمكننا أن نعتبر أن أزمنة التنقل المرتبط بالعمل في مينيبوليس، سانت باولو، وفق دراسة أجراها ليفينسن وآخرون، قد زادت بين عام ١٩٩٠ و٢٠٠٠. نلاحظ في كلتا الحالتين أن الاختناقات المرورية تسهم في زيادة أزمنة التنقل. وبالمثل، وفي حين أننا نستطيع أن نعتبر بقاء زمن التنقل الإجمالي للفرد في منطقة باريس ثابتاً نسبياً من عام ١٩٧٦ حتى عام ٢٠٠١، لكن متوسط المدة الزمنية المستغرقة في الرحلة من المنزل إلى العمل ومن العمل إلى المنزل زادت بشكل كبير. وما تغير هو الأهمية النسبية لرحلة العمل في إجمالي هذا المزيج من غايات التنقل؛ حيث أصبحت اليوم الرحلات القصيرة غير المرتبطة بالعمل هي السائدة في هذا المزيج[٣٣].

تجدر الإشارة أخيراً إلى أن الأسر لا تقع جميعها "أسيرة" للاختناقات المرورية. بل تتوافر لديها خيارات كثيرة تسمح لها أن تعالج آثار الاختناقات المرورية أو تتجنبها بشكل أفضل. فتغيير الجداول الزمنية للعمل من أجل المغادرة في وقت أبكر ثم العودة إلى المنزل في وقت أبكر، والعمل في وظيفة تتمتع بمرونة زمنية تساعد على تعويض الزيادة في ساعات العمل اليومية بأخذ يوم عطلة إضافي، وأشكال أخرى من ترتيبات العمل المرنة والعمل على جهاز الكمبيوتر من المنزل جميعها خيارات تتوافر لكثير من الأفراد قبل أن يفكروا في تغيير مكان إقامتهم و/أو عملهم بسبب ازدياد الزمن المستغرق في الرحلات اليومية خلال ساعات الذروة.

(٥,٥) التقديرات الإجمالية لتكاليف الاختناقات المرورية

ثمة تخوف في كثير من الدول بشأن زيادة تكاليف الاختناقات المرورية على الأفراد والشركات، يشمل زيادة أزمنة التنقل وتراجع الموثوقية وتناقص الإنتاجية وزيادة التلوث مع انخفاض سرعة المركبات وعوامل أخرى مثل الضغط النفسي واهتلاك المركبة وتقادمها.

وإذا ما توجب على واضعي السياسات عمل شيء بخصوص الاختناقات المرورية، فالسبب هو الفهم السائد بأن الاختناقات المرورية تفرض أعباء على المجتمع وتسبب جوانب قصور بالنسبة للشركات والأفراد، وأنهم يقبلون بوجوب تخفيف الاختناقات المرورية، أو تحسين إدارتها على الأقل، بما يقلل من هذه الأعباء وضعف الكفاءة.

يحاول عدد من الباحثين وغيرهم من الأطراف المعنية إجراء تقديرات إجمالية لتكاليف الاختناقات المرورية في مدن مختلفة أو على الصعيد الوطني. وعادة ما تنشر هذه التقديرات حول كلفة الاختناقات المرورية وتُستخدم للفت الانتباه إلى تفاقم الاختناقات المرورية في المُدن أو للتأكيد على حصول زيادة على المستوى الوطني في مستوى تكاليف الاختناقات المرورية وآثارها العكسية (على إنتاجية الأفراد أو الشركات مثلاً)، بهدف تعزيز الحاجة إلى اتخاذ إجراء في هذا الشأن.

كما تم أيضاً إجراء تقديرات بديلة تشير إلى أن تكاليف الاختناقات المرورية أقل بكثير، وخاصة من وجهة نظر اقتصادية، مما أشارت إليه دراسات أخرى، بل هي أقل مما تبرزه بعض مجموعات الضغط.

يأخذ هذا القسم في اعتباره الفروقات بين طريقة إجراء هذه التقديرات الإجمالية وطريقة معالجة تكاليف الاختناقات المرورية في الأطر التصورية المذكورة سابقاً في هذا الفصل ويلفت الانتباه إلى بعض نقاط الضعف المنهجية الشائعة التي تلقي شكوكاً حول صحة ودقة كثير من التقديرات الإجمالية التي تم نشرها.

(٥,٥,١) حساب "التكاليف الإجمالية" للاختناقات المرورية

يتولى المحللون بانتظام تقدير التكاليف الإجمالية للاختناقات المرورية. فكانت التقديرات حتى ٢٪ من الناتج المحلي الإجمالي هي السائدة خلال السنوات الأخيرة. لكن التقديرات المتدنية البديلة عادة ما تكون أقل بكثير من ١٪ من الناتج المحلي الإجمالي.

ويشير بعض المراقبين إلى أنه ليس من المنطقي مقارنة تكاليف الاختناقات المرورية بالناتج المحلي الإجمالي لأن جزءاً كبيراً من هذه الكلفة متضمن في الناتج المحلي الإجمالي. والواقع أننا يمكن أن نمضي أكثر ونقول أن الناتج المحلي الإجمالي يزداد مع ازدياد الاختناقات المرورية بسبب ارتفاع تكاليف التنقل التجاري الحضري[٣٤].

تتجلى الصعوبة الأولى عند إجراء أي تقدير لإجمالي تكاليف الاختناقات المرورية في أنه يتطلب الرجوع إلى قيمة مقارنة لمعرفة آثار الاختناقات المرورية. إذ غالباً ما يقارن المحللون بين أزمنة الرحلات المقطوعة في الوقت الحاضر ضمن ظروف الاختناق المروري في ساعات الذورة وخارجها وبين الأزمنة التي يحتمل أن تستغرقها على الطُرق نفسها دون أي تأخير في حركة المرور. ثم يقومون بإعطاء قيمة لهذا التوفير الزمني فيحصلون على كلفة للاختناقات المرورية.

وعند استخدام هذه المنهجية على المستوى الوطني، نلاحظ أن كلفة الاختناقات المرورية تقدر برقم يصل حتى ٢ ٪ من الناتج المحلي الإجمالي في بلدان مختلفة.

وعادة ما تقارن أزمنة التنقل الفعلية في التقديرات المذكورة أعلاه بأزمنة التنقل المثالية التي لا صلة لها أبداً بأزمنة التنقل الفعلية خلال فترات الذروة، وذلك باختيار أزمنة التنقل الخالية من أي تأخير على أنها القيمة المرجعية. لكن لا يمكن تحقيق أزمنة التنقل هذه إلا على الطُرق التي لا تحوي حركة مرور كثيفة. يُدعى الفارق بين هاتين القيمتين بمصطلح "التأخر"، وهي تسمية غير دقيقة نوعاً ما، بينما يُدعى الزمن الإضافي الذي يستغرقه المتنقلون في تنقلهم على جزء الطريق قيد الدراسة بـ "الضياع" الزمني. وهذان المصطلحان تركيبان مصطنعان كما نوضح أدناه.

حتى يكون الزمن "ضائعاً" (كما في أوقات الذروة)، يجب أن "يحوزه" المرء في الأصل. ولن تكون الحالة كذلك إلا إذا مر سابقاً بحالات لم يحدث فيها أي تأخير (في أوقات الذروة). وباعتبار هذه الحالة، فلعل من الضروري أن يكون هدف سياسات النقل هو تأمين سرعات تدفق حر في جميع ساعات اليوم وفي جميع أيام السنة، ليس فقط لأن هذه السياسات المرورية لا يمكن أن تستمر بسبب هذه النتيجة (في المُدن الحضرية على الأقل)، بل أيضاً لأن من الواضح أنها نتيجة غير ممكنة.

يُلخص بي. غودوين هذه المشكلة ببلاغة في التقييمات "الإجمالية" الاستاتيكية لتكاليف الاختناقات المرورية:

> إن التصريحات على شاكلة "الاختناقات المرورية تكلف الاقتصاد ٢٠ بليون دولار سنوياً، والتي يتم تعديلها من وقت إلى آخر بسبب التضخم، جيدة كعناوين في تحويل مشكلة كبيرة إلى حدث درامي. لكن ما تدل عليه ضمناً من حصة سنوية تبلغ ١٠٠٠ يورو بانتظار توزيعها على كل عائلة ليس إلا مجرد خيال. وتحسب هذه الحصة بمقارنة الزمن المستغرق اليوم في حركة المرور مع التخفيض الزمني الذي يمكن أن يطبق إذا كان حجم حركة المرور نفسه يتنقل كله بسرعة تدفق حر، ومن ثم إعطاء جميع قيم التوفير الزمني الافتراضي القيمة النقدية ذاتها التي سوف تطبق على كل دقيقة من الدقائق التي يوفرها تحسين نظام النقل.

لكن ذلك غير ممكن في الواقع، ليس بسبب صعوبته العملية، بل لأنه متناقض داخلياً. فإذا تدفقت حركة المرور كلها بسرعة التدفق الحر، فمن المؤكد تماماً وجود حجم كامن أكبر منها، وسوف يستغرق تنقل آخر جزءاً على الأقل من التوفير الزمني المتحقق، ويمكن تحفيز تغييرات أخرى لم تكشف بعد جودةُ قيمتها. يبدو أنه جواب دقيق على سؤال وهمي[٣٥].

ومع ذلك، يبقى هذا الأسلوب دعامة أساسية في حساب التكاليف الإجمالية للاختناقات المرورية في كثير من الدول. لذلك من المهم أن لا تُستخدم تقديرات التكاليف الإجمالية للاختناقات المرورية المستندة إلى مراقبة هذه الاختناقات بالنسبة إلى سرعات التدفق الحر كأساس لوضع تقديرات مطلقة حول التكاليف الإجمالية المرتبطة بالاختناقات المرورية.

وبالمثل، بما أن هذه التقديرات لتكاليف الاختناقات المرورية ليست صحيحة من حيث المبدأ بالمعنى المطلق، فينبغي عدم استخدامها كأساس في تقدير تكاليف الاختناقات المرورية كنسبة من الناتج المحلي الإجمالي.

ولتأكيد هذه النقطة نذكر أن الفروقات في الواقع بين السرعات الفعلية وأزمنة تنقلها من جهة وسرعات "التدفق الحر" وأزمنة تنقلها من جهة أخرى لا صلة لها بالمعنى المطلق بالظروف أو الحالات الواقعية (مثل أوقات الذروة). بل ربما يمكن اعتبارها تعكس فهماً بأن الاختناقات المرورية حالة مطلقة وليس ظاهرة نسبية.

(٥,٥,٢) استخدام التكاليف النسبية للاختناقات المرورية

من الواضح أنه لا ضرورة لتقدير التكاليف الإجمالية للاختناقات المرورية من أجل تحسين إدارتها. بل الأمر المهم بالنسبة لواضعي السياسات هو وجود سياسات وإجراءات يمكن تنفيذها بحيث تعطي منافع تفوق تكاليفها.

وليس من فارق بين التكاليف والمنافع الناتجة عن سياسات تحسين إدارة الاختناقات المرورية وبين التكاليف والمنافع التي ينبغي قياسها وتحديد قيمها في تقييم أي مشروع آخر في مجال النقل الحضري. صحيح أنه يتوجب تركيز اهتمام أكبر على بعض المنافع، مثل تحسين الموثوقية، بيد أن التقنيات والطُرق العامة تبقى نفسها.

لكن يمكن أن نجد قيمة إضافية في المقارنة النسبية لهذه التقييمات حول التكاليف "الإجمالية" لأنها قد تكون مفيدة في تعقب الفروقات بين مستويات الاختناقات المرورية مع الزمن، كما وضحنا أعلاه، لأن الفروقات بينها تبين الفروقات الحقيقية في أزمنة التنقل الفعلية وتكاليف الوقود والمصادر الأخرى. نلاحظ في هذه المقارنات اختفاء الأسس غير الواقعية للتدفق الحر في الحسابات الفردية عندما نسقط التقدير السابق من التقدير الحالي لإجمالي تكاليف الاختناقات المرورية.

وبالمجمل، فإن تقديرات تكاليف الاختناقات المرورية المستندة إلى الانحراف عن سرعات "التدفق الحر" ليست ذات قيمة فيما يتصل بتقديرات تكاليف الاختناقات المرورية إلا إذا استخدمت لإدخال تغييرات في هذه التقديرات مع الزمن.

موجز الفصل واعتبارات ذات صلة بالسياسات المرورية

ما يزال ثمة توتر بين مختلف الأساليب التصورية المستخدمة في معالجة الاختناقات المرورية على الطُرق: منهجيات التشغيل الطُرقي التقليدية ومنهجيات الاختناقات المرورية المثلى اقتصادياً.

فعادة ما تركز المنهجيات التقليدية المستخدمة من قبل الإدارات على إدارة النُظم الطُرقية في المناطق الحضرية بشكل يزيد من قدرة البنية التحتية القائمة على التعامل مع الطلب الحالي والمتوقع مستقبلاً على حركة المرور. وهذه المنهجيات التشغيلية معدة بشكل جيد لتحديد مواقع وجود تضيقات مرورية (عُنق الزجاجة). وهي تهدف إلى تقليل تأخر حركة المرور وما يرافقها من آثار على الأشخاص والشركات والموارد بما فيها الكلفة الزمنية الشخصية والمنتجة وضياعات الوقود وتأثر جودة الهواء. كما أنها تسمح للإدارات بالتركيز على المواقع التي تستوجب اتخاذ إجراء يعالج مسألة التأخير الفعلي الذي يعاني منه مستخدمو الطريق بشكل دائم.

إن منهجيات الاختناق المروري المثلى اقتصادياً تدرس كلاً من العرض والطلب على مساحة الطريق وتسعى إلى تحقيق توازن "أمثل" بينهما. ومستويات الاختناق المروري المثلى اقتصادياً لا تأخذ في اعتبارها كلفة توفير الطُرق فحسب، بل تدرس أيضاً ما يمكن أن يدفعه الناس من أجل استخدام الطريق. كما أن مستويات المرور "المثلى" اقتصادياً لا تستلزم درجة محددة من الاختناق المروري فقط، كما يفهمه عادة مديرو الطُرق ومستخدموها، بل إن هذا المستوى "الأمثل" من حركة المرور يمكن أن يتغير أيضاً، بمعنى أنه ليس مرتبطاً فقط بالطاقة الاستيعابية للبنية التحتية المدروسة.

ومن المهم الإشارة إلى وجود تضارب بين المنهجيات التشغيلية والاقتصادية البديلة في معالجة الاختناقات المرورية؛ وبهذا المعنى، يرجح أن تؤدي على الأغلب إلى مستويات مختلفة من حركة المرور على الطريق إذا ما طبقت بشكل كامل، أي:

١- إذا كان الطلب على المرور مرتفعاً، فالأرجح أن تتسم مستويات "التوازن الطبيعي" من حركة المرور المترافقة مع المنهجيات المستندة إلى التدفق ومعدل التدفق المروري الأعلى بارتفاع نسبة حدوث الاختناقات المرورية المزمنة وظروف اللاموثوقية وحالة التوقف والحركة المتكررين في حركة المرور.

٢- سوف تكون المستويات المثلى اقتصادياً من حركة المرور أقل من مستوياتها في حالة "التوازن الطبيعي". والأرجح أن تتسم بانخفاض حجوم المرور وانتشار ظروف تنقل أكثر قبولاً تحول دون حدوث اختناقات مرورية مترافقة مع حالة من التوقف والحركة المتكررين.

ويؤكد المسح المنفذ أن إدارات الطُرق ترتكز حالياً وبشكل كبير جداً إلى استخدام المنهجيات التشغيلية التقليدية، اعتماداً على زيادة التدفقات المرورية، بهدف تعزيز الكفاءة في استخدام البنية التحتية. أما المنهجيات المثلى اقتصادياً في معالجة الاختناقات المرورية فتستند على رسوم الاختناقات المرورية التي لم تنفذ إلا في عدد محدود من المناطق. لكن من الواضح أن ثمة اهتماماً متزايداً بالمنهجيات المستندة إلى الرسوم. وتؤكد تجربة هذه

المنهجيات عند دراستها في بلدان مختلفة أن: كثيراً من الناس مستعدون لدفع المال بدل زمن الانتظار، ولذلك فهم يفضلون الحصول على فرصة لذلك؛ لكن ثمة كثيرين غيرهم على استعداد تام للانتظار (للدفع من أوقاتهم) عندما لا يكونون مستعدين لدفع المال.

تعظيم الرفاه: بعد دراسة هذه الأطر التصورية المتضاربة بعمق أكبر، يبدو واضحاً أن مستويات حركة المرور التي تكون أدنى من مستويات "التوازن الطبيعي" أو "معدل التدفق المروري الأعلى" يمكن أن تزيد من مستوى الرفاه لأنها تأخذ في اعتبارها بوضوح التكاليف الإضافية التي يفرضها ازدياد مستويات استخدام الطُرق على المستخدمين الآخرين. تعطي هذه النتيجة دعماً تصورياً لإجراءات تخفيف الاختناقات المرورية التي:

١- تحسن نتائج حركة المرور بتعرض المستخدمين الهامشيين إلى التكاليف الإضافية التي يفرضونها على غيرهم من مستخدمي الطريق.

٢- أو تعتمد إجراءات بديلة لتقليل حجوم المرور على الطُرق إلى أدنى مما يمكن بموجب منهجيات "التوازن الطبيعي" أو "معدل التدفق المروري الأعلى".

تقديرات تكاليف الاختناقات المرورية: تعرف المنهجيات الاقتصادية تكاليف الاختناقات المرورية بأنها الكلفة الاقتصادية المترتبة على المجتمع عندما يصبح استخدام الطريق فوق النقطة المثلى اقتصادياً. وبالمقابل، فإن تقديرات التكاليف "الإجمالية" للاختناقات المرورية غالباً ما تكون على أساس "التأخير" الذي يفرضه التنقل بسرعات أدنى من سرعات التدفق الحر. لكن هذه التقديرات مضللة وقليلة الفائدة لأنها تمثل تركيبة مصطنعة. وليس من المجدي إقامة النُظم الطُرقية بحيث توفر سرعات التدفق الحر لمدة ٢٤ ساعة في اليوم وعلى مدار الأسبوع وفي ٥٢ أسبوعاً في السنة ضمن المناطق الحضرية النشيطة والمتنامية. لذلك ينبغي ألا نستخدم هذه الأسس لإجراء تقديرات إجمالية للاختناقات المرورية المرتبطة بالتكاليف. وبالمثل، وبما أن هذه التقديرات لإجمالي تكاليف الاختناقات المرورية ليست صحيحة، فينبغي عدم استخدامها كأساس في تقدير تكاليف الاختناقات المرورية كنسبة من الناتج المحلي الإجمالي. لكن يمكن أن نجد قيمة أو فائدة إضافية في المقارنة النسبية لهذه التقديرات حول التكاليف "الإجمالية" بسبب اختفاء المستويات المرجعية غير المناسبة ولأن المقارنات تبين الفروقات الحقيقية في أزمنة التنقل الفعلية وتكاليف الوقود والمصادر الأخرى من فترة زمنية إلى أخرى.

تقييم إجراءات إدارة الاختناقات المرورية: من المهم وجود تقييم مناسب للبدائل يأخذ بعين الاعتبار عوامل مثل خطط المدينة وأهداف السياسات المرورية، فتكون الإجراءات المحققة لجميع هذه المتطلبات مجدية إذا كانت القيمة الحالية الصافية لمنافعها تتجاوز القيمة الحالية الصافية لتكاليفها. لذلك فلا حاجة لإجراء تقديرات إجمالية لإجمالي تكاليف الاختناقات المرورية من أجل تحسين إدارة الاختناقات المرورية.

قيمة التوفير في زمن التنقل: عادة ما تكون جملة المنافع الناتجة عن سياسات إدارة الاختناقات المرورية، في تقييم الإجراءات المحتملة لتخفيف الاختناقات المرورية، مستمدة من التوفير في زمن التنقل، ولا بد من توخي

الحرص الشديد عند تقييم حجم هذا التوفير ودرجته. وينبغي الانتباه بشكل خاص إلى عدم التجانس في قيمة الوقت لدى المتنقلين، والإنتاجية النسبية لزمن التنقل، والدور الذي تلعبه المقادير الصغيرة مقابل المقادير الكبيرة من التوفير في أزمنة التنقل في الحساب النهائي للمنافع والتكاليف.

الموثوقية: بالنظر إلى أهمية موثوقية زمن التنقل بالنسبة لمستخدمي الطريق، ينبغي الحرص على الاهتمام كما يجب بدراسة تقدير مستخدمي الطريق للموثوقية في تقييم الخيارات وترتيب الإجراءات حسب الأولوية. إذ يشير أحد الأبحاث الحديثة إلى أن كثيراً من مستخدمي الطريق يهتمون كثيراً بموثوقية زمن التنقل، بل يصبح اهتمامهم بها في بعض الحالات أكبر من اهتمامهم بمتوسط زمن التنقل.

التأثيرات غير المباشرة: ينبغي على السياسات المرورية الساعية إلى إدارة آثار الاختناقات المرورية أن تدرس الآثار غير المباشرة إضافة إلى بعض من الآثار المباشرة المذكورة أعلاه. وتشمل هذه الآثار غير المباشرة التأثيرات على الإنتاجية الإقليمية وإنتاجية الشركات، والآثار البيئية والآثار على الصحة والسلامة ووضع البرامج الزمنية في الأسر.

تم إنجاز عمل كثير نحو تحسين منهجيات العمليات التقليدية والمنهجيات المبسطة المثلى اقتصادياً المذكورة في بداية هذا الفصل. ونحن نشجع الإدارات على إدخال هذه التحسينات حيثما أمكنها ذلك في الأطر التصورية التي تستخدمها.

ملاحظات

(١) انظر وولترز، أ. (١٩٦١) وموريسون، س. (١٩٨٦).

(٢) يعكس المنحنيان ASC وMSC التكاليف العامة المتوسطة والهامشية المترافقة مع مختلف التدفقات؛ وهي تبين التكاليف الزمنية وتكاليف تشغيل المركبة التي يتحملها مستخدمو الطريق عند القيام برحلاتهم. يمكن أن نعتبرها تمثل التكاليف الاجتماعية، أي هي بالمعنى المحدود التكاليف المترتبة على "المجتمع" ومستخدمي الطريق. ولن يأخذ أي سائق يدخل الطريق في اعتباره سوى التكاليف الزمنية المترتبة عليه وتكاليف تشغيل مركبته، بما فيها تكاليف الاختناقات المرورية التي يضطر لتحملها، والتي تساوي لدى باقي المستخدمين متوسط الكلفة السائدة في تلك اللحظة أو ASC. وهكذا نرى أن ASC يُشير غالباً إلى الكلفة الخاصة الهامشية (MPC)، أو الكلفة التي يتحملها المستخدم الجديد على الطريق. والذي لن يأخذ في اعتباره التكاليف التي سوف يفرضها على المركبات الأخرى على الطريق. أما الفارق بين المنحنيين ASC وMPC عند أي مستوى للتدفق فيعكس التكاليف الهامشية للاختناقات المرورية". بوتون، ك. (٢٠٠٤)، الصفحتان السادسة والسابعة.

(٣) تجدر الإشارة إلى أن حجم الإيرادات الناجمة عن الرسوم المفروضة ليس مقياساً لكلفة الاختناقات المرورية. بل هو يعكس إجراءات فرض الرسوم المطلوبة لتقليل مستوى حركة المرور إلى المستوى الأمثل، إلى أي المستوى الذي يُعظم الفائض الاقتصادي ويُلغي تأثر الاختناقات المرورية بالظروف الخارجية.

(٤) انظر بوتون، ك. (٢٠٠٤) وإيفانز، أ. (١٩٩٢) وهيلز، بي. (١٩٩٣).

(٥) تنعكس هذه النتائج والتحليل المحدث في الوثائق الأخيرة حول توجيه إدارة الطُرق مثل الطبعة الأخيرة لدليل الطاقة الاستيعابية للطرق في الولايات المتحدة.

(٦) VCEC، ٢٠٠٦.

(٧) مثل نيويل وبريد وأرنوت ودو بلاما وليندسي.

(٨) انظر على سبيل المثال ميكي، بي. وجارا- دياز، س. وفاوكس، أ. (٢٠٠١).

(٩) بيتس، ج. وويلان، جي. (٢٠٠١).

(١٠) http://www.tc.gc.ca/finance/bca/en/Section7.htm#Small%20Travel-Time%20Savings.

(١١)انظر مختاريان، بي. وأوري، د.ت. (٢٠٠٥) ومختاريان، بي. (٢٠٠٥).

(١٢) نولاند، ١٩٩٥.

(١٣) صحيح أن هذه الدراسات أقل وضوحاً حول الأسلوب ذاته الذي يتبعه مستخدمو الطريق في حساب انحراف زمن التنقل والتأكد من تخصيصهم لزمن احتياطي. لكن البعض يشير إلى أن تصوراتهم حول زمن التنقل يتجه نحو ظروف التنقل الأسوأ وهكذا تصبح الاحتياطيات الزمنية أكبر مما قد تكون عليه بشكل موضوعي، بينما يشير آخرون إلى آليات أبسط في حساب الاحتياطات الزمنية؛ فاحتفاظ المستخدمين بأزمنة تنقل وسطية، على سبيل المثال، أسهل من احتفاظهم بموثوقيتها (أوشيكاوا وكيكوشي وكيتامورا، ٢٠٠٤).

(١٤) وجد لام، ت. وسمول، ك. (٢٠٠١) أن النسبة بين قيمة الزمن وقيمة الموثوقية تساوي ١.٣٩ عند النظر إلى الفارق بين النسبتين المئويتين التسعين والخمسين. لكن NCHRP (١٩٩٩) التي تنظر في القيمة الوسيطة للموثوقية والقيمة الوسيطة للزمن ترى أن النسبة تساوي ٠.٩٧.

(١٥) بيتس، ج. وآخرون (٢٠٠١).

(١٦) هامر، ر. وآخرون (٢٠٠٥).

(١٧) دو بالما، أ. وفونتان، سي. (٢٠٠٠).

(١٨) انظر سمول، ك. ووينستون، سي. ويان، ج. (٢٠٠٥) ويراونستون، د وسمول، ك. (٢٠٠٥).

(١٩) ملك كينون، ٢٠٠٤ (PPT).

(٢٠) وايزبرود، جي. وفيري، د. وتريز، جي. (٢٠٠٣).

(٢١) http://www.fhwa.dot.gov/environment/freightaq/chapter5.htm

(٢٢) المؤتمر الأوروبي لوزراء النقل (٢٠٠٦) و(ACEA) (٢٠٠٤).

(٢٣) ماردسن، جي. ويل، م. ورينولدز، س. (٢٠٠١).

(٢٤) المؤتمر الأوروبي لوزراء النقل (٢٠٠٦).

(٢٥) زيكوس، م. وفريغ، أ. (٢٠٠١).

(٢٦) وينر، ر. وإيفانز، جي. وبوتلي، بي. (٢٠٠٥) ووينر، ر. وإيفانز، جي. (٢٠٠٤).

(٢٧) وصل وينر، ر. وإيفانز، جي. ويوتلي، بي. (٢٠٠٥) ووينر، ر. وإيفانز، جي. (٢٠٠٤) إلى هذه النتيجة في حالة المتنقلين يومياً بواسطة القطار في ظروف الاختناقات المرورية.

(٢٨) NCHRP (2001a).

(٢٩) ملك كينون، ٢٠٠٤ PPT.

(٣٠) NCHRP (2001a)، الصفحة ٢٦ ضمن بحث زيكساك، ١٩٩١.

(٣١) مديرية النقل في الولايات المتحدة (٢٠٠٦).

(٣٢) ليفينسون، د. و'وو، واي.' (٢٠٠٥).

(٣٣) وزارة الأشغال العامة (Ministere de l'Equipement)،

http://www.ile-de-france.equipement.gouv.fr/IMG/pdf/partie9_cle2beea8-2.pdf

(٣٤) اتصالات شخصية من لين مارتين، BTRE.

(٣٥)غودوين، بي. (٢٠٠٤)، الصفحة ١٤.

obeikandl.com