

أسباب الاختناقات المرورية في المناطق الحضرية

Causes of Congestion in Urban Areas

يقدم هذا الفصل فكرة عن كل من "محطات" المستوى الجزئي [المحطات الجزئية] و"دوافع" المستوى الكلي للدوافع الكلية وراء الاختناق المروري. إن فهم كيفية عملها بشكل مستقل إلى جانب علاقة بعضها ببعض لهو خطوة أولى أساسية نحو وضع إستراتيجيات فعالة في إدارة الاختناقات المرورية. كما يدرس الفصل سمات الاختناقات المرورية على الطُرق الحضرية السريعة ومرافق المرور ذات التدفق المستمر بالمقارنة مع الاختناقات المرورية على شبكات الطُرق الحضرية أو مرافق المرور ذات التدفق المتقطع. ليست هذه الفروقات مهمة بالنسبة للسياسات المرورية فقط، بل أيضاً بالنسبة لتقييم تكاليف الاختناقات المرورية، وهي ما يبحثه الفصل الرابع. ويشير هذا الفصل أيضاً إلى العلاقة المهمة جداً بين مدى توفير البنية التحتية الطُرقية ومقدار الطلب على استخدامها، تلك العلاقة التي تنبغى دراستها ضمن إستراتيجيات إدارة الاختناقات المرورية.

(3.1) مقدمة

الاختناقات المرورية ظاهرة معقدة متعددة الأبعاد ومن الصعب إمطة اللثام عنها، بل إن الأكثر صعوبة هو تخفيفها. حيث يلقي الباحثون ومدبرو شبكات الطُرق صعوبة في تحليل هذه الظاهرة إلى مجموعة من العوامل السببية المنفصلة. فالمسببات المباشرة للاختناقات المرورية متعددة (مثل زيادة عدد المركبات فوق الطاقة الاستيعابية التصميمية لطريق بعينه، والتغيرات الديناميكية في الطاقة الاستيعابية للطريق والناجئة عن سلوك تغيير الحارات المرورية وتبع المركبات الأخرى، إلخ...) ومرتبطة دائماً بعوامل أخرى استبعدت في هذه الدراسة (مثل أنماط استعمالات الأراضي، وأنماط فرص العمل، والاتجاهات السائدة بشأن ملكية الأراضي، واستثمار البنية التحتية، والقوى الاقتصادية الإقليمية، إلخ).

لكننا نستطيع تحديد ثلاث فئات أساسية من العوامل السببية التي تؤثر في الاختناقات المرورية على الطُرق؛ عوامل المستوى الجزئي (مثل العوامل المرتبطة بحركة المرور على الطريق)، وعوامل المستوى الكلي المرتبطة بالطلب

على استخدام الطريق ، ومجموعة من العوامل خارجية المنشأ التي تتصل بأنماط رحلات التنقل وحجمها. وهناك أيضاً متغيرات "عشوائية" ، مثل الطقس ووضوح الرؤية ، يمكن أن تلعب دوراً في بداية نشوء الاختناقات المرورية. إلا أننا نميز عموماً في هذا الفصل بين "محفزات" الاختناق المروري التي تسبب زيادة فورية في الاختناقات المرورية على المستوى الجزئي ، و"دوافع" الاختناق المروري التي تعمل على المستوى الكلي وتسهم في حدوث الاختناق المروري وشدته. يوضح الشكل رقم (٣،١) كيفية ارتباط هذه العوامل المختلفة بعضها ببعض ويتجارب مستخدم الطريق الذي هو مساهم أيضاً في تقرير كيفية تدفق حركة المرور^(١).

يبين الشكل رقم (٣،١) الجوانب التالية بشأن الاختناق المروري :

- ١- تؤثر أنماط النشاطات ، والتي تتحدد بعوامل ديمغرافية واجتماعية واقتصادية إلى جانب أنماط استعمالات الأراضي ، على سلوك التنقل بالنسبة للأفراد والأسر والشركات.
 - ٢- يؤدي سلوك التنقل بدوره إلى إحداث زيادة في الطلب على التنقل تنتشر زمنياً ومكانياً أيضاً.
 - ٣- يؤدي هذا الطلب على التنقل إلى مستوى عام من تدفق حركة المرور على شبكة الطرق وإلى تراكيب محددة من المركبات وسائقيها على أجزاء منفصلة من شبكة الطرق ، مثل ما نراه على المستوى الجزئي. وتحدد على هذا المستوى أيضاً الطاقة الاستيعابية الديناميكية للطريق من خلال تفاعل هذه العوامل بصورة مزيج من أنواع المركبات أو أطوالها وسرعات المرور ونماذج الدخول والخروج إلى الطرق العامة وسلوك تبديل الحارة المرورية وتتبع المركبات الأخرى ،... إلخ تحت تأثير الظروف الجوية ونوع النموذج الطرقي السائد.
 - ٤- ينشأ الاختناق المروري عندما يتجاوز التدفق العام على شبكة الطرق الطاقة الاستيعابية الديناميكية لوصلات معينة في الشبكة ، ثم يمتد في عكس اتجاه حركة المرور.
 - ٥- تصل التغذية الراجعة إلى النظام عندما يستفيد مستخدمو الطرق من تجاربهم مع الاختناق المروري في تكيف سلوكهم في التنقل و/أو عندما يؤدي الاختناق المروري إلى تغييرات بعيدة المدى في أنماط النشاطات مما يضيف بدوره أثراً على سلوك التنقل والطلب عليه ،... إلخ.
- يوضح هذا الشكل ، و"الجوانب" التي يبينها ، ضرورة وضع إستراتيجيات متعددة الجوانب لإدارة الاختناق المروري. فإستراتيجيات إدارة المرور التي تركز على المستوى الجزئي لا تترك في النهاية إلا تأثيراً محدوداً إذا لم تأخذ إستراتيجيات إدارة الاختناق المروري أيضاً في اعتبارها العوامل السببية والعوامل المساهمة بالمقياس الواسع وخارج البيئة المرورية في حد ذاتها.

(٣،٢) أنماط الاختناق المروري: "المكرر" مقابل "غير المتكرر" ، و"المتوقع" مقابل "العشوائي"

يصنف الاختناق المروري عادة إلى متكرر و غير متكرر. والاختناق المروري المتكرر: هو عموماً نتيجة لعوامل تطراً بشكل دوري على نظام النقل ، مثل رحلات التنقل اليومية أو الأسبوعية. أما الاختناق المروري غير

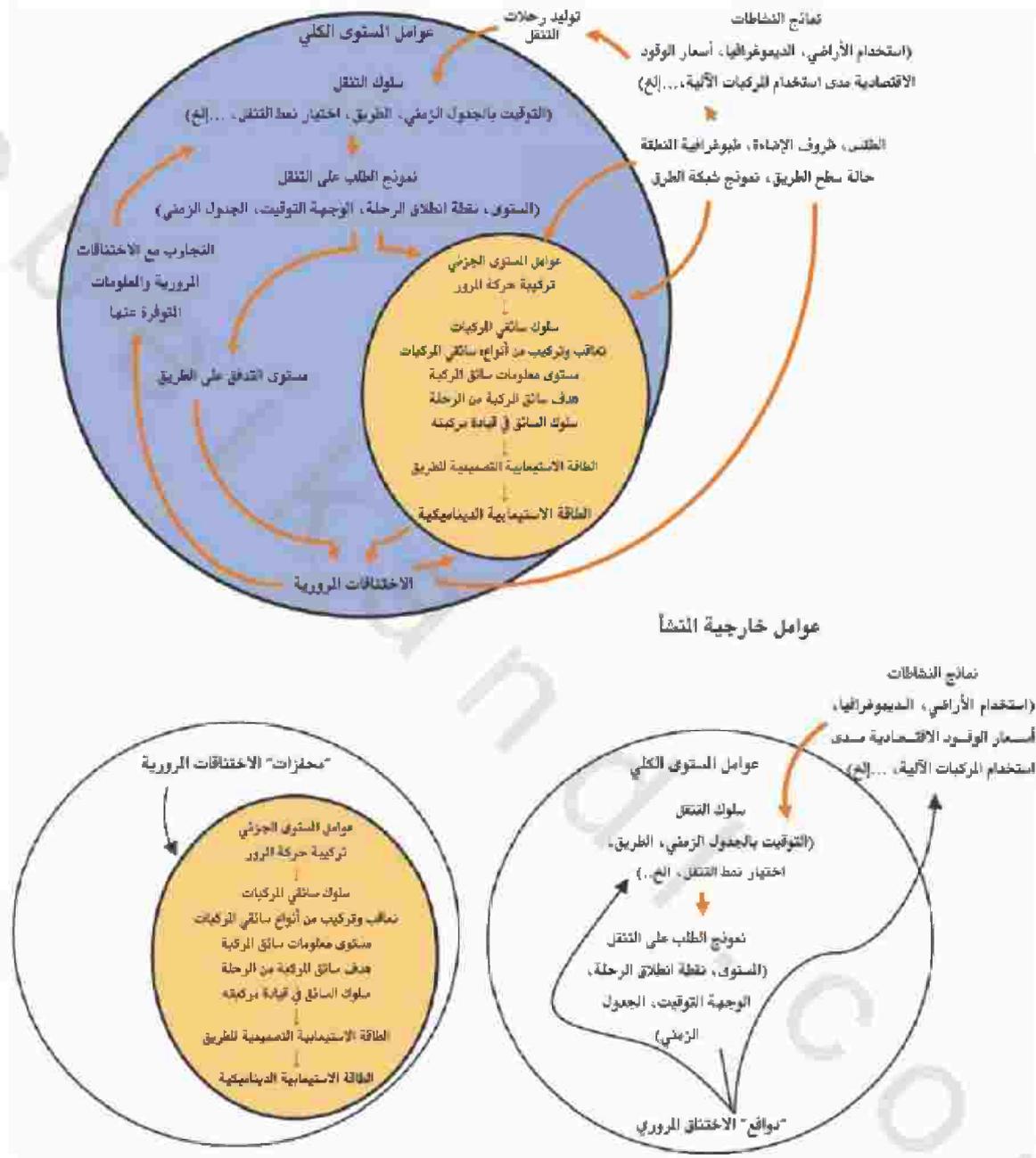
المتكرر؛ فهو نتيجة لأحداث كبيرة أو غير متوقعة أو غير منخطط لها (مثل أعمال الطرق والحوادث ذات الطبيعة الخاصة، وما إلى ذلك) تؤثر على أجزاء من نظام النقل بشكل عشوائي تقريباً، وبصورة لا يمكن توقعها أو تمذجتها بسهولة. تتفاوت نسبة الاختناق المروري غير المتكرر من شبكة إلى أخرى وهي ترتبط بمدى وفعالية استراتيجيات الاستجابة للحوادث وجدولة أعمال الطرق إضافة إلى الظروف الجوية السائدة (ثلج، مطر، ضباب، ... إلخ). صحيح أن بعض التقديرات تعطي نسبة عالية للاختناق المروري غير المتكرر عند قيمة ٥٥٪ من إجمالي حالات الاختناق المروري^(١)، إلا أن المناطق الحضرية التي تتمتع بسياسات استباقية لإدارة الاختناق المروري استطاعت أن تخفض هذه النسبة إلى ١٤٪ وحتى ٢٥٪ من إجمالي حالات الاختناق المروري^(٢) كما يوضح الشكل رقم (٣.٢).

تلعب الحوادث دوراً كبيراً في خلق الاختناق المروري غير المتكرر. وحالات الاصطدام وتعطل المركبات والطقس السيئ والمناسبات الخاصة ومناطق العمل هي كلها أمثلة على حوادث يمكن أن تزيد أحياناً من حدة حالات الاختناق المروري المفرط. فربما تسبب تعطل إحدى المركبات في إغلاق جزء من طريق سريع ونشوء تضيق مروري (عُلق الزجاجة). وقد تؤدي منطقة العمل أو الطقس السيئ إلى إغلاق ممرات طرقية وتحويل الحركة إلى ممرات أخرى، وهو ما يخلق اختناقاً مرورياً في الطرق البديلة. ويمكن أن تلحق الكوارث الطبيعية ضرراً بالبنية التحتية لنظام النقل متسببة باختناقات مرورية، لكنها قد تزيد أيضاً من الطلب على التنقل بسبب الدعر. أما بالنسبة للمناسبات الخاصة، فهي بطبيعتها تولد زيادة في الطلب على التنقل. ويمكن تصنيف هذه المناسبات بين محلية، وهي التي تؤثر على جزء صغير فقط من شبكة الطرق، أو عامة تشمل النظام كله عندما تولد اختناقاً مرورياً في جزء كبير من الشبكة أو في الشبكة كلها.

ورغم أن معظم الحوادث غير المتكررة تترك الأثر السلبي ذاته على أداء الطرق، إلا أنها ليست جميعها عشوائية تماماً وليست كلها على المستوى ذاته من صعوبة التخطيط. صحيح أن معظم حالات الاصطدام غير متوقعة بطبيعتها، إلا أنه يمكن تحديد أجزاء الطريق المعرضة لحالات الاصطدام من خلال تطبيق التحليل الإحصائي وتحليل التصميم الهندسي أو غير ذلك من تدابير السلامة.

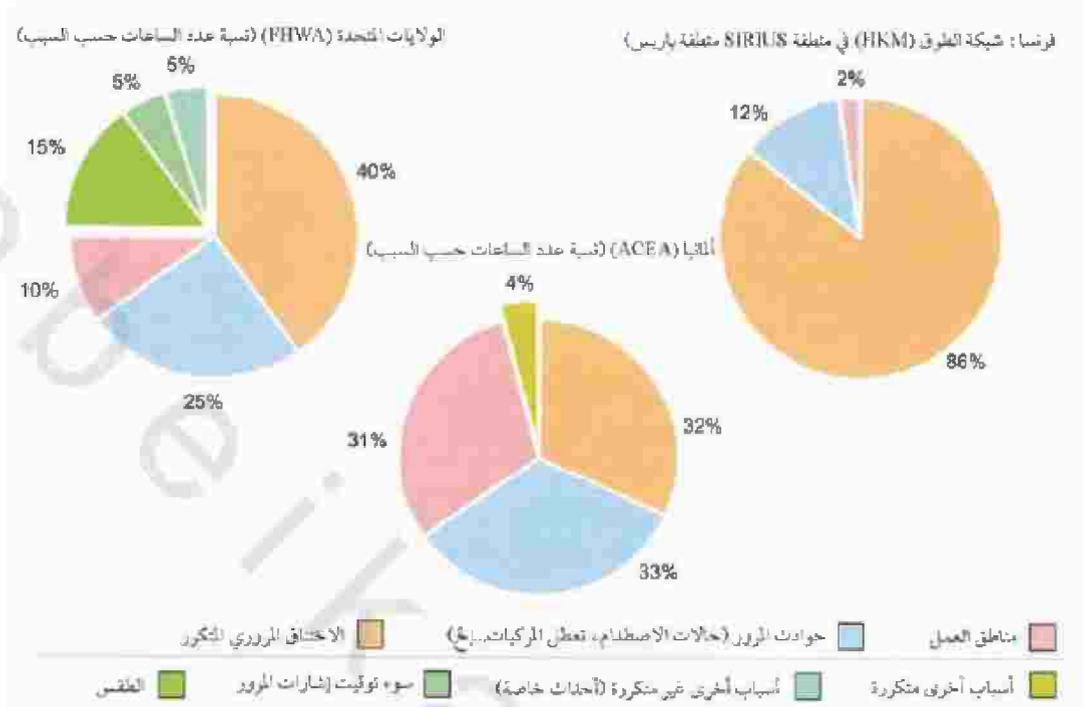
وينطبق المثل على الأعمال الطرقية، إذ يمكن إدارتها بطريقة تقلل من أثارها على حركة المرور. بل يمكننا تقليل آثار الطقس^(٣)، الذي يستحيل تغييره، عن طريق تزويد سائقي المركبات بالمعلومات الملائمة، وفرض حدود سرعة خاضعة للتعديل وفقاً للظروف، ومن خلال الفاعلية في وضع خطط الطوارئ.

إدارة الاختناقات المرورية في المناطق الحضرية



الشكل رقم (٣.١). عوامل المستوى الكلي والجزئي التي تؤثر على الاختناقات المرورية.

المصدر: مأخوذ من يوفي، بي (Bovy, P.) وهوجيندورن، س. (Hoogendoorn, S.) (٢٠٠٠).



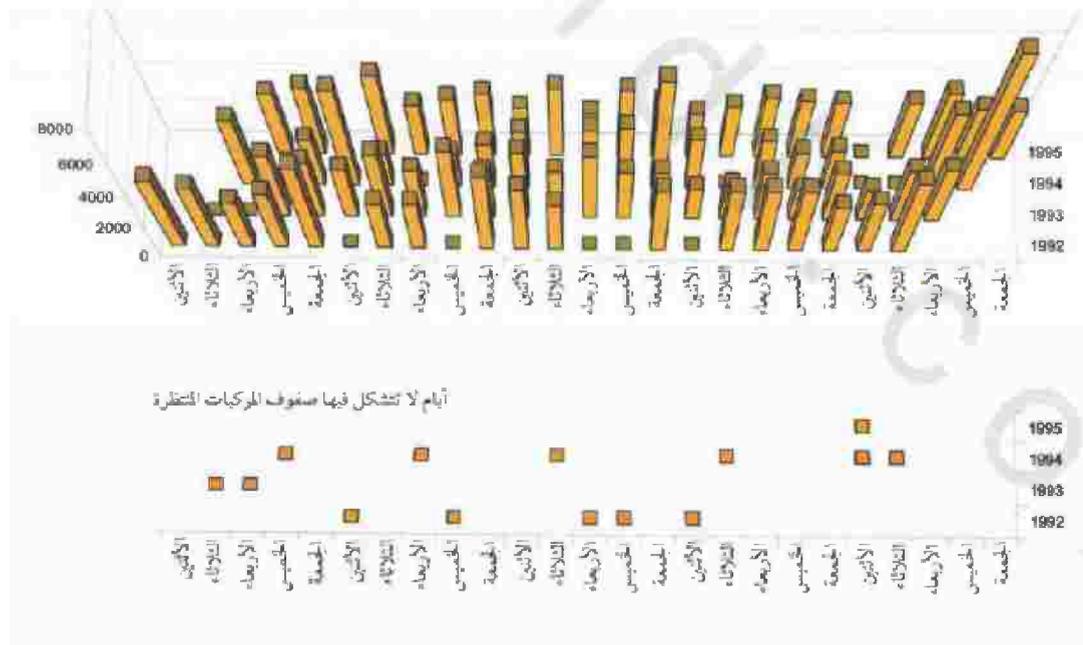
الشكل رقم (٣.٢). مصادر الاختناق المروري: نسبة الأسباب المتكررة مقابل الأسباب غير المتكررة.

المصدر: (FHWA) (2004c) و (ACEA) (٢٠٠٤) و (SIRIUS) (٢٠٠٤).

ولا بد أخيراً من الإشارة إلى أن طبيعة الاختناق المروري "غير المتكرر" يمكن أن تتغير حسب نوع شبكة الطرق المدروسة، وهذا الأمر صحيح على وجه الخصوص للحوادث المعيقة لحركة المرور باستثناء حالات الاصطدام. فقد يؤدي أي عدد من الأحداث المتكررة بانتظام وغير المتوقعة بالضرورة إلى إعاقة حركة المرور ضمن شبكات الطرق الحضرية الكثيفة (مثل مرافق المرور ذات التدفق المتقطع) حيث تكون مساحة الطريق محدودة. وذلك يشمل عمليات الإزاحة/الإخلاء، توزيع رحلات الشحن، الرحلات المدرسية، إضافة إلى مناورات وقوف المركبات على المستوى الجزئي. إذ أن هذه العوامل يمكن أن تسهم إلى حد كبير في إحداث عقد ضمن حركة المرور، لكن يمكن معالجتها باتخاذ تدابير معينة في سياق السياسات المرورية.

إن إدارة الاختناق المروري غير المتكرر أمر مهم لعدة أسباب. أولها أن الاختناق المروري غير المتكرر يسهم بطبيعته في إحداث تغيير غير مقبول في أزمته التنقل وبشكل ضيقاً هائلاً على مستخدمي الطرق الملتزمين بأوقات محددة في تنقلهم. صحيح أن التنقل في ظروف حركة المرور البطيئة ليس أمراً ساراً ولا مرغوباً، إلا أن الأشخاص يستطيعون أخذه بعين الاعتبار في جداولهم الزمنية إذا كان منتظماً. أما حركة المرور البطيئة و/أو المتوقفة بشكل غير متوقع بسبب حالات الاصطدام أو ضعف التخطيط في الأعمال الطرقية وغير ذلك فتسبب إحباطاً من طرف مستخدمي الطريق وتسهم إلى حد كبير في عامل "التعاسة" بسبب الاختناق المروري. لكن تقليل حجم الاختناق المروري غير المتكرر على شبكة طرقية يقلل من التغيير في حدوث الاختناق المروري ومدته، ويزيد من قدرة مستخدمي الطرق على تخطيط رحلاتهم بحيث تكون أكثر قابلية للتنبؤ بها، وذلك يمكن أن يعزز من خبراتهم، حتى ولو بقي متوسط أزمته التنقل مستقراً.

وتجدر الإشارة أيضاً إلى أن الفصل بين الاختناق المروري المتكرر (أي المتوقع أو القابل للتنبؤ) والاختناق المروري غير المتكرر (أي العشوائي) ليس صحيحاً في كثير من الحالات. فقد بينت دراسات تفصيلية حول الاختناقات المرورية على المستوى الجزئي أن الاختناق المروري يمكن أن يكون شديد العشوائية، حتى الذي يمكن أن نعتبره "متكرراً". وعلى الرغم من أن المستويات المتماثلة من تدفق المرور وكثافته، مع أخذ الحوادث والعوامل الأخرى المساهمة في الاختناق المروري غير المتكرر بعين الاعتبار، فإن ثمة احتمال لوجود شخص يتنقل على جزء الطريق ذاته دون أن يواجه أي اختناقات مرورية، سواء كانت خفيفة أو شديدة، في ساعة محددة وفي أي يوم كان. ورغم أن مستخدمي الطرق كثيراً ما يصادفون الاختناق المروري المتكرر في فترات ساعات الذروة خلال أيام الأسبوع، لكن ذلك في بعض الأحيان لا يشمل تشكل صفوف المركبات المنتظرة. وبالمثل، يمكن أن تشكل هذه الصفوف في المناطق التي تتوفر فيها طاقة استيعابية كافية ("حالات الازدحام الوهمية"). وفي حال توفر بيانات تفصيلية، فهي تؤكد على الطبيعة العشوائية حتى لأكثر حالات الاختناق المروري "توقعاً" وارتباطاً بأسباب معروفة. ويبين الشكل رقم (٣.٢)، مثلاً، أنه على الرغم من أن المتقنين يتوقعون تشكل صف المركبات المنتظرة الذي يتكرر في وقت الظهيرة عند مدخل كروسويك (Crooswijk) في روتردام، إلا أنهم يتمتعون بفرصة جيدة في عدم مصادفة أي صف مرة في الأسبوع على الأقل. والسبب الأساسي في هذه العشوائية هو عدم استقرار تدفقات حركة المرور عندما يقارب الطلب على استخدام الطريق طاقته الاستيعابية (كما سنناقش لاحقاً).



الشكل رقم (٣.٢). طول صفوف المركبات المنتظرة في وقت الظهيرة عند مدخل كروسويك في روتردام حسب أيام الأسبوع في حزيران/يونية، ١٩٩٢ حتى ١٩٩٥.

المصدر: مأخوذ من بوفي، بوي (Bovy, P.) وهوجيندورن، س. (Hoogendoorn, S.) (٢٠٠٠).

ندرس في المقاطع التالية العوامل المتنوعة الموضحة في الشكل رقم (٣.١) بغية إلقاء الضوء على المواضيع التي تكون فيها هذه العوامل ذات صلة من منظور إستراتيجيات إدارة الاختناق المروري. ندرس أولاً ما "يحفز" الاختناق المروري على الطريق قبل النظر في "الدوافع" الأكبر وراءه والتي تسهم في حدوثه وفي شدته.

(٣.٣) مصادر الاختناق المروري: "محفزات" الاختناق المروري

لا تنشأ الاختناقات المرورية بالطريقة ذاتها على جميع الطُرق. فالمركبات المتنقلة على الطريق في الاتجاه نفسه تسهم في تدفق حركة المرور. وقد يستمر هذا التدفق المروري، حسب نوع الطريق المدرس (مثل الطُرق ذات إمكانية الدخول المحدودة كما هو الحال مع الطُرق الحضرية السريعة) أو يتقطع عند التقاطعات المرورية ونقاط الداخل/المخارج (مثل ما يمكن أن نجد على الطُرق الشريانية، والطُرق التجميعية، والطُرق المحلية). ينشأ الاختناق المروري، في كثير من جوانبه الأساسية، على المرافق المرورية ذات التدفق غير المتقطع ويكون سلوكه ثم زواله مختلفاً عما لو كان يحدث على الشبكات ذات التدفق المتقطع. ورغم اختلاف سلوك الاختناق المروري على هذين النوعين من الطُرق فإن شبكات النقل الطُرقية تشمل عادة مزيجاً من هذه المرافق وبالتالي فإنه ليس من المهم فهم طبيعة الاختناق المروري على كل من هذين النوعين من الطُرق فقط، بل من المهم أيضاً فهم كيفية تأثير الاختناق المروري على مرافق المرور ذات التدفق غير المتقطع وتفاعله مع الاختناق المروري على الطُرق ذات التدفق المتقطع.

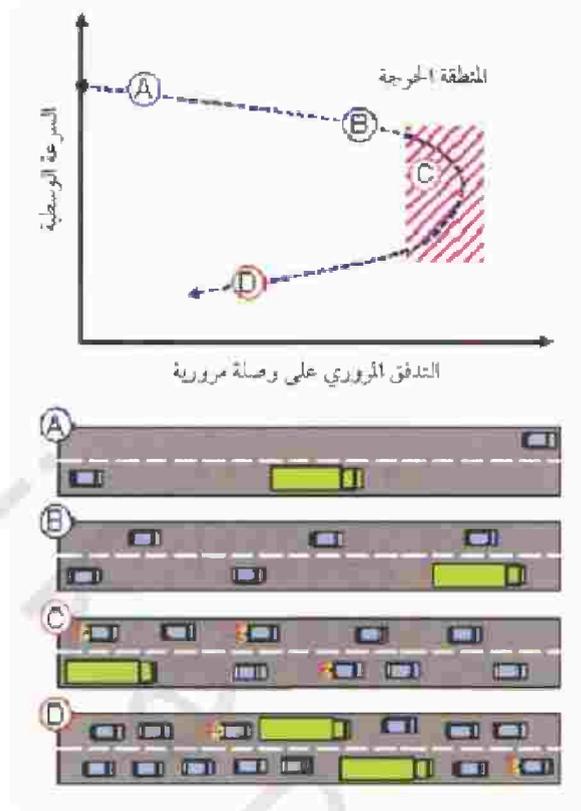
(٣.٣.١) "محفزات" الاختناق المروري على مرافق المرور ذات التدفق غير المتقطع

تتسم مرافق المرور ذات التدفق غير المتقطع، مثل الطُرق الحضرية السريعة و/أو الطُرق الشريانية متعددة المستويات و/أو الطُرق ذات إمكانية الدخول المحدودة، بمعدل التدفق الكبير والسرعات العالية نسبياً، وتصمم من أجلها أيضاً. وهي تمثل قنوات مرور رئيسية تربط شبكات الطُرق المحلية بعضها ببعض وبشبكات الطُرق الإقليمية. والعلاقة بين السرعة والتدفق، أو بدلاً من ذلك بين الكثافة والتدفق على شبكات الطُرق ذات التدفق غير المتقطع، تنال القسط الأكبر من تركيز المهندسين وعلماء الرياضيات والفيزياء في تحليلهم النظري للاختناق المروري، والسبب الأساسي في ذلك هو قوة الانقطاعات وعشوائيتها النسبية التي تلاحظ عندما تقارب حمولة الطُرق مستوى الإشباع.

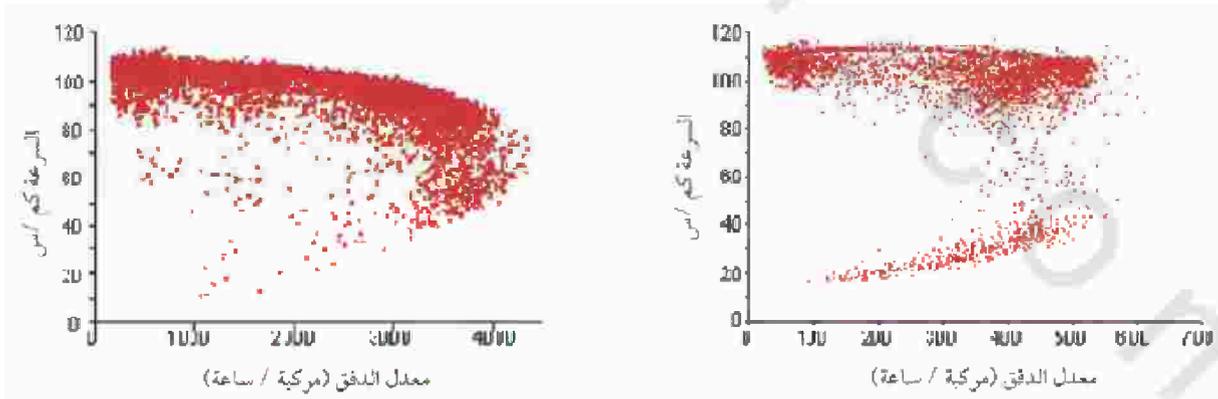
الرسم البياني الأساسي لحركة المرور: السرعة والتدفق

يوضح الشكل رقم (٣.٤) العلاقة الديناميكية بين سرعات المرور وتدفقاته على المرافق ذات التدفق غير المتقطع، والمعروفة أيضاً بـ "الرسم البياني الأساسي لتدفق المرور". وإذا قرأنا الرسم البياني في اتجاه عقارب الساعة من النقطة A حتى النقطة D، نستطيع أن نلاحظ ظهور النموذج المروري التالي، وهو عادة بشكل قطع مكافئ:

- ١- يلاحظ في ظروف حركة المرور ذات التدفق الحر/غير المقيد^(٩) أن سائقي المركبات يختارون سرعاتهم بأنفسهم (وهي ثابتة عادة)، مع ترك تباعد بين المركبات إلى حد ما. ويمكن أن يتأثر اختيار السائقين للسرعة بمحدود السرعة النظامية، وكذلك فإن رسائل المرور على الطريق تشير على السائقين باتخاذ مسافات الأمان بين مركباتهم. تتسم ظروف المرور هنا بالسرعات العالية وبانخفاض معدل التدفق المروري.
- ٢- ومع دخول المزيد من المركبات إلى الطريق، لا يعود بإمكان السائقين اختيار سرعاتهم المفضلة. لكنهم يستطيعون التحكم بالمسافة بين مركباتهم والمركبات أمامهم. تتسم هذه المرحلة بانخفاض السرعات وتقلص المسافات بين المركبات (زيادة الكثافة)، مع استمرار الزيادة في معدل التدفق المروري.
- ٣- يقارب نظام المرور من حد الإشباع مع دخول مزيد من المركبات إلى الطريق. ومن المهم التأكيد على أنه لا توجد نقطة واحدة يمكن أن يقال عندها بالوصول إلى حد "الإشباع" أو تجاوزه، أو على الأقل لا توجد طريقة عملية سهلة يمكن أن تحدد هذه النقطة بدقة (وذلك يشير إلى الصعوبة الشديدة التي يواجهها مديرو الطرق عند وضع توقعات تفصيلية حول الاختناق المروري). بل يدخل النظام على الأصح منطقة "حدية" غير مستقرة حيث يمكن لحالات الاصطدام و/أو الحوادث الأخرى التي تؤثر على الطاقة الاستيعابية الديناميكية للطريق، مثل التغييرات الطفيفة في السرعات، والمسافات بين المركبات، وتغيير الحارات المرورية بحده، أن تنقل النظام من حالة إلى أخرى، مثلاً من سرعات متناقصة ومعدل دفق مروري متزايد إلى سرعات متناقصة ومعدل دفق مروري متناقص أيضاً. وهذا ما يوضحه ميلان المنحني إلى الخلف الذي يؤيد معظم مخططات السرعة - التدفق في ظروف المرور الفعلية على الطرق الحضرية السريعة (انظر الشكل رقم ٣.٥).
- ٤- وأخيراً، ومع دخول المزيد والمزيد من المركبات إلى الطريق المختنق، تهبط سرعات المركبات بصورة مفاجئة، وتزداد أزمدة التنقل بشكل كبير وفي نهاية الأمر تتشابه حركة المرور في تقدمها بين التوقف ومعاودة التحرك (والتي يسميها علماء الاقتصاد "الاختناق المروري المفرط") حيث تنخفض السرعات ومعدل التدفق المروري معاً. وبسبب الطبيعة الخاصة بالمرافق ذات التدفق غير المتقطع (قلة نقاط المداخل/المخارج)، يحدث تضخم شديد في الاستمرار الطبيعي للاختناق المروري ولا يعود النظام إلى النقطتين A أو B إلا بعد انخفاض معدل المركبات التي تدخل الطريق.



الشكل رقم (٣.٤). منحني السرعة - التدفق في حالة التدفق غير المتقطع.
المصدر: المؤتمر الأوروبي لوزراء النقل (٢٠٠٧).



الشكل رقم (٣.٥). منحنيات السرعة - التدفق لاثنتين من الطرقتن الحضرية السريعة.

المصدر: (ACEA) (٢٠٠٤) واستناداً إلى بيانات نظام كاليفورنيا لقياس أداء الطرقتن السريعة (California Freeway

<http://pems.eecs.berkeley.edu/>-PeMS (Performance Measuring System

إن مهندسي المرور ومديري الطرق وعلماء اقتصاد النقل جميعهم مهتمون بحماسة في المجال المحيط بذروة منحنى السرعة/التدفق. فالأعطال تحدث ضمن هذا المجال في المرافق ذات التدفق غير المتقطع (وبشكل عتيق جداً في بعض الأحيان كما هو موضح في مثال لوس أنجلوس في الشكل رقم ٣.٥).

يمثل منحنى السرعة/التدفق الذي ناقشناه أعلاه متوسط القيم لخصائص تدفق حركة المرور لوصلة مرورية معطاة أو مجموعة من وصلات ومجموعة معطاة من سائقي المركبات، والتي تتسم بصفات مختلفة في التسارع أو التباطؤ حسب نوعها وحجمها (مثل السيارات مقابل الشاحنات ومقابل عربات مركبة تضم قاطرة ومقطورة،...إلخ). لكن ثمة طريقة مقبولة عموماً وواسعة الانتشار لتمثيل تدفقات حركة المرور في المرافق ذات التدفق غير المتقطع. وهي مهمة أيضاً لأنها تركز على جزء كبير من التحليل الاقتصادي المرتبط بتكاليف الاختناقات المرورية كما سنناقش في الفصل الخامس. لكنه ليس الرسم البياني الأساسي الوحيد المحتمل فثمة دراسات أخرى تتناول مناقشة ميزات الأشكال الأخرى لتمثيل تدفق المرور بما فيها المتوسط المكاني للسرعة مقابل متوسط المسافة البيئية الفاصلة بين المركبات، والتدفق مقابل الكثافة^(٧).

نظرية المراحل الثلاث لتدفق المرور

ظهرت في منتصف التسعينات طريقة أخرى لتمثيل سلوك حركة المرور نتيجة لمجموعة مكثفة ومفصلة من القياسات التجريبية على طول الطرق الألمانية السريعة^(٧). كشف هؤلاء الباحثون عن نماذج معقدة ومتنوعة بين الزمن والمسافة في بيانات المرور التجريبية لم تتوافق مع ظروف التوازن أحادي البعد الموصوفة في مخططات "السرعة - التدفق" و"السرعة - الكثافة". فاقترحوا نموذجاً تصورياً بديلاً لفهم تدفق حركة المرور في المرافق ذات التدفق غير المتقطع التي تميز حركة المرور عندما تعمل ضمن واحد من النظم الثلاثة المحتملة؛ التدفق الحر والتدفق المتزامن والاحتكاك الواسع المتنقل (انظر الشكل رقم ٣.٦). توجد ضمن كل من هذه الحالات نماذج متعددة ترتبط بنمو أهمية النموذج، أو تراجعها، وبموضعه، وبوجود اختناق شديد أو بسيط، وبعلاقته مع النماذج الأخرى. يتسم هذا الأسلوب بأنه نوعي ويقتصر على وصف "ما يحدث" على الطريق وليس "سبب حدوثه"، لكن ميزة هذا الأسلوب تنجلي في أنه يساعد على متابعة الاختناقات المرورية وتوقعها أو التنبؤ بها^(٨).

هبوط الطاقة الاستيعابية

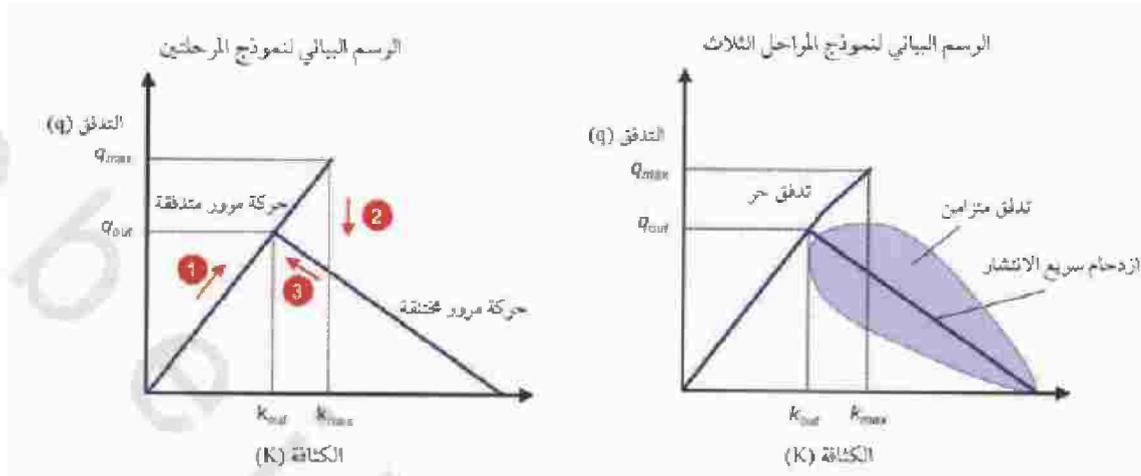
إحدى سمات تدفقات المرور الكثيفة على المرافق ذات التدفق غير المتقطع هي الانقطاعات الملحوظة في قياسات التدفق عندما تقترب من الطاقة الاستيعابية التصميمية "القصى". حيث يحدث "ضيق" مفاجئ واضح في الطاقة الاستيعابية، كما يظهر على مخطط "السرعة - التدفق" من كاليفورنيا في الشكل رقم (٣.٥). يوضح الشكل رقم (٣.٦) التمثيل التخطيطي لهذه العلاقة، من أجل التمثيل ثنائي المراحل وثلاثي المراحل لتدفق المرور والكثافة، ويدعى أيضاً الرسم البياني الأساسي على شكل حرف لامدا المقلوب. وكما يوضح الشكل، فإن هذا السلوك من تأخر الاستجابة يشير إلى تراكم بين النظام ذي التدفق الحر والنظام المعرض لاختناق مروري. وربما

كان من الأسباب المحتملة لهذا "الضياع" في الطاقة الاستيعابية عدم التناظر بين حركة المرور المتسارعة والمتباطئة، حيث تبدي الأولى فجوات زمنية فاصلة أطول بين المركبات (مما يقلل من الطاقة الاستيعابية للطريق)، بعكس الثانية (التي تزداد فيها الطاقة الاستيعابية)^(١٤). وهذا يدل ضمناً على أنه ينبغي، لاستعادة التدفق المروري، تقليل الكثافة حتى نقطة أدنى بكثير من الطاقة الاستيعابية القصوى، وليس حتى النقطة الأخيرة قبل التغير المفاجئ في النظام إلى الكثافة القصوى.

الطاقة الاستيعابية "الديناميكية"

إضافة إلى فكرة الطاقة الاستيعابية "غير المستقرة" التي ناقشناها أعلاه، هناك فكرة الطاقة الاستيعابية "الديناميكية". فقد توصل بحث أجري مؤخراً حول حركة المرور على الطرق إلى نتيجة راسخة وهي أن الطاقة الاستيعابية على الطرق، والتي لطالما اعتقد أنها سمة ثابتة في تصميم الطريق وإنشائه، تصبح متغيرة بشدة ضمن المنطقة الحرجة القريبة من قمة منحنى السرعة/التدفق. هناك عدة أطر تحليلية لوصف سلوك حركة المرور قرب قمة هذا المنحني لكنها جميعاً تشير إلى مجموعة من الظروف المتقاربة المسؤولة عن خلق حالة الاختناق المروري.

وما تبينه هذه الأساليب أن الاختناق المروري يحدث بسبب "صددمات" جزئية تصيب النظام. ويصفها البعض بأنها "طفرات" الطلب. بينما يسميها آخرون صددمات الطاقة الاستيعابية، لكن النتيجة تبقى واحدة. إذ يمكن أن تحدث تغييرات مفاجئة وعابرة في الطاقة الاستيعابية على الطريق بسبب مجموعة من التفاعلات بين المركبات أو بين المركبة والطريق عندما يقارب التدفق العتبة "الحرجة" التي ناقشناها أعلاه. وتظهر "محفزات" الاختناق المروري بسبب سلوك تتبع المركبات (حيث يمكن لسائق المركبة أن يحدد المسافة والفجوة الفاصلة) واختيار السرعة والسرعات التفاضلية والتباطؤ و/أو التسارع وسلوك تغيير الحرارة المرورية، ...إلخ. صحيح أن العلاقة الحتمية بين الطلب والطاقة الاستيعابية، كما تجسدها كثير من الأدلة الهندسية مثل "دليل الطاقة الاستيعابية على الطرق السريعة"، تتوقع حصول تعطل في النظام عند تجاوز الطاقة الاستيعابية القصوى، إلا أن الدراسات التجريبية تشير إلى علاقة احتمالية يمكن أن يحدث فيها تعطل النظام قبل تجاوز الطاقة الاستيعابية، أو حتى بعد ذلك. أما النقطة التي تسبب عندها التفاعلات الحقيقية في حركة المرور انقلاب علاقة "السرعة - التدفق" من تدفقات كثيفة تحت حرجة إلى تدفقات مختلفة فوق حرجة فهي تعتمد على عدد من المتغيرات المرتبطة بالتركيبة الحقيقية لتدفق حركة المرور.



- ١- نظاف تدفق حر ، يزداد التدفق مع ازدياد الكثافة. إلى جانب حدوث اضطرابات طفيفة أثر واضح.
- ٢- عند الوصول إلى الكثافة القصوى ، يقال إن حركة المرور مستقرة ظاهرياً ؛ حيث تترك الاضطرابات الطفيفة أثراً بسيطاً على حركة المرور لكنها تؤدي بعد مستوى العتبة إلى تأثيرات تزداد تدريجياً لتبلغ أوجها مع تعطل التدفق المروري. وتختفي حالة تدفق الطاقة الاستيعابية عند وصول إلى الكثافة القصوى بسبب النقص المفاجيء في التدفق ، والذي يدعى هبوط الطاقة الاستيعابية.
- ٣- للعودة إلى النظام التدفق الحر ، لا بد من تقليل كثافة المرور بصورة واضحة. وبعد استعانهه يكون التدفق أقل بكثير من التدفق الأعلى $q_{out} \ll q_{max}$ وهو التدفق الخارج من الازدحام أو الطاقة الاستيعابية لتصرف صفوف المركبات المنتظرة ، وليس q_{max} .

الشكل رقم (٣.٦). توضيح هبوط الطاقة الاستيعابية لنموذج المرحلتين ونموذج الثلاث مراحل.

المصدر: مأخوذ من مايريفوت ، س. (Maerivoet, S.) ودو مور ، ب. (de Moor, B.) (٢٠٠٦).

يقدم الباحثان الهولنديان 'هوجيندورن' و'بوفي' المجموعة التالية من المتغيرات التي اعتبرهاها مهمة لتحديد لحظة "تحميز" الاختناق المروري في المرافق ذات التدفق غير المتقطع :

- ١- مزيج أنواع المركبات وتتاليها (سيارات ، حافلات ، شاحنات ، سيارات شاحنة).
- ٢- مزيج أنواع سائقي المركبات وتتاليها (الميل لمواجهة المخاطر ، الابتعاد عن المخاطر ، العدائية ، ... إلخ).
- ٣- مزيج سائقي المركبات وتتاليهم وفقاً لمستوى معلوماتهم (توقع الاختناق المروري ، إلمام السائق بالظروف المحلية ، ... إلخ).
- ٤- مزيج غايات الرحلات وتتاليها (المتنقلون في رحلات يومية ، حركة المرور المتصلة بالأعمال التجارية ، حركة المرور الترفيهية ، حركة المرور العابرة ، ... إلخ).
- ٥- مزيج أمزجة سائقي المركبات وتتاليها.

إن معالجة مدى تأثير هذه العوامل على الطاقة الاستيعابية الديناميكية عند تضيقات مرورية محددة (عُتق الزجاجة) تمثل عاملاً مهماً جداً لا بد من دراسته عند النظر في تشكل الاختناقات المرورية على المرافق ذات التدفق

غير المتقطع. فالتضيقات المرورية (عُنق الزجاجة) هي بمثابة مكونات ضعيفة بصورة خاصة ضمن النظام الطُرقي ويجدر أن تكون معالجتها ذات أولوية في سياسات تخفيف الاختناقات المرورية. وقد تكون التضيقات المرورية مادية (مثل الجسور والأنفاق) أو "ديناميكية" فعلية من حيث ما هو متوفر من طاقة استيعابية (انظر المستطيل أدناه). لكن سلوك حركة المرور الداخلة إلى تضييق مروري (عُنق الزجاجة) لا يتغير عند الطاقة الاستيعابية للطريق أو قريباً منها. وعندما يزيد عدد المركبات على ما يمكن أن تمتصه الطاقة الاستيعابية المحددة للطريق عند التضييق المروري، تتشكل صفوف المركبات المنتظرة وتنتشر بعكس اتجاه حركة المرور، وفي الوقت نفسه يكون التدفق مع اتجاه حركة المرور خارج التضييق المروري أدنى من الطاقة الاستيعابية الفنية لذلك الجزء من الطريق.

إن لنتائج البحث المتصلة بتدفق حركة المرور عند الطاقة الاستيعابية أو قريباً منها حيثيات مهمة تتصل بسياسات إدارة الاختناق المروري. فعند الاقتراب من الطاقة الاستيعابية التصميمية للطريق، تبدأ الطاقة الاستيعابية الفعلية بالتغير ضمن كثافة التدفق ومع احتمال زيادة حالات الانقطاع في حركة المرور. لكن السياسات المرورية التي تسعى إلى معالجة العوامل (مزيج أنواع المركبات، مزيج أنواع السائقين، مستوى المعلومات، غايات الرحلات، أمزجة السائقين) المسببة لتغير الطاقة الاستيعابية في المنطقة الحرجة قرب قمة منحني "السرعة - التدفق" يمكن أن تؤثر في نقطة نشوء التضييق المروري، أو تؤخرها فترة كافية حتى يبدأ تراجع الطلب على استخدام الطريق.

التضيقات المرورية (عُنق الزجاجة)

التضيقات المرورية مهمة جداً، بل لعلها أهم العوامل المساهمة في تشكل صفوف المركبات المنتظرة. صحيح أننا ننظر إلى الاختناقات المرورية في الغالب على أنها "ازدياد حجم حركة المرور عن استيعاب الطريق" (انظر الفصل الثاني)، لكننا نستطيع ربط حالة محددة لحركة المرور بالزيادة الكبيرة في عدد المركبات على جزء محدد من الطريق قيد الدراسة. قد يكون هذا القيد على الطاقة الاستيعابية للطريق خاصية فيزيائية لذلك الطريق (كما هي الحال عندما يتم دمج حارتين مرورتين في حارة مرورية واحدة) أو نتيجة لحادث عابر. وهكذا نرى، من الناحية الشكلية، أن التضييق المروري هو حدث يتم على الطريق أو بجانبه، أو قيد مادي على الطريق، يسبب خفض الطاقة الاستيعابية لمعدل التدفق المروري عما كانت عليه في اتجاه حركة المرور وبعكسها بدءاً من الموقع قيد الدراسة^(١٠). يحدد الاتحاد الأمريكي لمستخدمي الطرق السريعة أربعة أنواع أساسية للتضيقات المرورية وهي:

النوع الأول: التضيقات المرورية (عُنق الزجاجة) - التأثيرات البصرية على سائقي المركبات

يتأثر سلوك سائق المركبة في هذه الحالة بنوع من الإشارة البصرية والتي تشمل:

١ - المشوشات الواقعة على جانب الطريق؛ وهي أحداث غير مألوفة أو غير معتادة تصرف انتباه سائقي

المركبات عن قيادة مركباتهم.

٢- محدودية الحيز الجانبي: عادة ما يقوم سائقو المركبات بإبطاء سرعاتهم عندما تصبح الحواجز شديدة القرب من الحارات المرورية أو في حال تعطل مركبة على كتف الطريق.

٣- "الفضول" للنظر إلى الحوادث: غالباً ما يبطئ سائقو المركبات من سرعاتهم لإلقاء نظرة خاطفة على مشهد اصطدام، حتى ولو كان هذا الاصطدام قد حدث في اتجاه المرور المعاكس أو حتى لو كانت لديهم فسحة كافية في الحارة المرورية.

النوع الثاني: التضيقات المرورية (عُتق الزجاجة) – التغييرات المفاجئة في استقامة الطُرق السريعة تؤدي المنحنيات والمرتفعات الحادة إلى جعل سائقي المركبات يبطئون من سرعاتهم إما بسبب اعتبارات السلامة أو لأن مركباتهم لا تستطيع متابعة السرعة ذاتها على المرتفعات. من الأمثلة الأخرى على هذا النوع من التضيقات المرورية ما نراه في مناطق الأعمال الطُرقية حيث يمكن أن تتم إعادة توجيه الحارات المرورية أو "نقلها" خلال مرحلة الإنشاء. يمتد النوعان الأول والثاني عادة على فترة زمنية قصيرة ويكون أثرهما محدوداً على تدفق حركة المرور.

النوع الثالث: التضيقات المرورية (عُتق الزجاجة) – الإعاقة المقصودة للتدفق المروري نرى في بعض الأحيان أن "التضيقات المرورية المقصودة" ضرورية لإدارة التدفق المروري. إن إشارات المرور الضوئية والتحكم في مداخل الطُرق السريعة وأكشاك دُفع الرسوم الطُرقية جميعها أمثلة على هذا النوع من التضيقات المرورية.

النوع الرابع: التضيقات المرورية (عُتق الزجاجة) – مناورات المركبات للاندماج في الحارات المرورية إن لهذا النوع من التضيقات المرورية أشد الأثر على التدفق المروري. فهو يحدث بسبب نوع من القيد المادي أو الإعاقة على الطريق، والذي بدوره يدفع المركبات إلى الاندماج في حارات مرورية أخرى. ترتبط درجة تأثير التضييق المروري على تدفق حركة المرور بعدد المركبات التي يجب أن تندمج في مساحة معطاة خلال فترة زمنية محددة. ويشمل النوع الرابع من التضيقات المرورية (عُتق الزجاجة) ما يلي:

- ١- الأماكن التي تنقطع فيها الحارة المرورية وتصادف أحياناً عند تقاطعات الجسور وفي مناطق العمل.
- ٢- الحوادث التي تسد الحارة المرورية (مثل حالات الاصطدام والأنقاض، ...إلخ).
- ٣- الأماكن التي يجب أن تندمج فيها حركة المرور عبر عدة حارات مرورية للولوج من نقاط الدخول والخروج (وتدعى "مناطق التناسج").
- ٤- مداخل الطُرق السريعة – وهي مناطق اندماج حيث يمكن لحركة المرور من الشوارع المحلية أن تنضم إلى الطُرق السريعة.
- ٥- التقاطعات بين الطُرق السريعة – وهي حالة خاصة من مداخل الطُرق السريعة حيث يتم توجيه التدفق المروري من طريق سريعة إلى أخرى.

يمكن أن نضيف الشكل التالي إلى النوع الرابع من التضيقات المرورية ضمن هذه القائمة التي جمعها الاتحاد الأمريكي لمستخدمي الطرق السريعة :

- "التضيقات المرورية الجزئية" والتي تحدث بسبب سلوك تغيير الحارات المرورية وتفاوت السرعات بين المركبات المارة (مثل ما نجد عندما تتجاوز شاحنة أخرى على طريق صاعد ذا حارتين مرورتين).
- المصدر: الاتحاد الأمريكي لمستخدمي الطرق السريعة، ٢٠٠٤، الصفحة السابعة.

(٣.٣.٢) "محفزات" الاختناق المروري على المرافق المرورية ذات التدفق المتقطع

يعاني التدفق المروري في الطرق الحضرية، مقارنة بالطرق السريعة، من انقطاعات بسبب التقاطعات، سواء كانت محكومة بإشارة ضوئية أو من دونها، والدورات (انظر الشكل رقم ٣.٧). وهنا تصبح إدارة التفاعل والتضارب بين تيارات حركة المرور على الطرق الحضرية أكثر تعقيداً وأشد صعوبة مقارنة بحركة المرور على الطرق الحضرية السريعة. علاوة على ذلك، ينبغي استيعاب عدة أنواع من مستخدمي الطريق في شوارع المدن: فالمشاة وراكبو الدراجات الهوائية والسيارات ومركبات خدمة التوصيل إضافة إلى النقل العام يستخدمون كلهم الحيز ذاته من الطريق.

تلعب التقاطعات دوراً أساسياً في تحديد نوعية التدفق المروري وحجمه على شبكات الطرق الحضرية. فهي لا تستخدم فقط للفصل بين تيارات حركة المرور المتضاربة على الطريق فحسب، بل تسمح أيضاً لفتحي مستخدمي الطريق وغير مستخدمي الطريق (وخاصة المشاة) باستخدام الحيز ذاته من الطريق لكن بالتناوب. كما أن الطاقة الاستيعابية للتقاطع المروري، وليس للوصلة المرورية، هي العامل الأهم في تحديد العتبات التشغيلية للطرق الحضرية، وعادة ما تكون الطاقة الاستيعابية للتقاطعات المرورية أصغر بكثير من الطاقة الاستيعابية للوصلة المرورية على الشبكات الحضرية. لكن، وبسبب التعدد والتضارب بين تيارات مستخدمي الطريق وغير مستخدمي الطريق الداخلة إلى التقاطعات، وبسبب تأثيرات التقاطعات والوصلات المرورية الأخرى الحاصلة في اتجاه حركة المرور وعكسها، يصبح تحديد الطاقات الاستيعابية الأساسية أمراً غاية في الصعوبة.

إن حجم حركة مرور المركبات التي يمكنها الاقتراب والمرور من التقاطع المروري يعتمد على عدد من الخصائص الفيزيائية والتشغيلية للوصلات المرورية المؤدية إلى التقاطع المروري والخارجة منه. كما أن الترتيب الهندسي للتقاطع المروري وطبيعة محيط البناء وما يحويه من إشارات ومنافذ عرض، ... إلخ بجوار التقاطع المروري جميعها تؤثر على سلوك سائق المركبة عند التقاطع. وهذا السلوك هو ما يحدد سرعة المركبة والمسافات الفاصلة بين المركبات، ويحدد أيضاً قرارات التباعد وتوقيتها والتي تترك جميعها أثراً على فعالية الطاقة الاستيعابية للتقاطع المروري قيد الدراسة. وبالمقارنة مع التدفق المروري غير المتقطع على الطرق السريعة، يتبين أن تحليل عمليات التدفق المروري عند التقاطعات المرورية ضمن شبكة من الشوارع الحضرية يتطلب استخدام منهجية مختلفة تماماً.



الشكل رقم (٣.٧). المرافق ذات التدفق المتقطع.

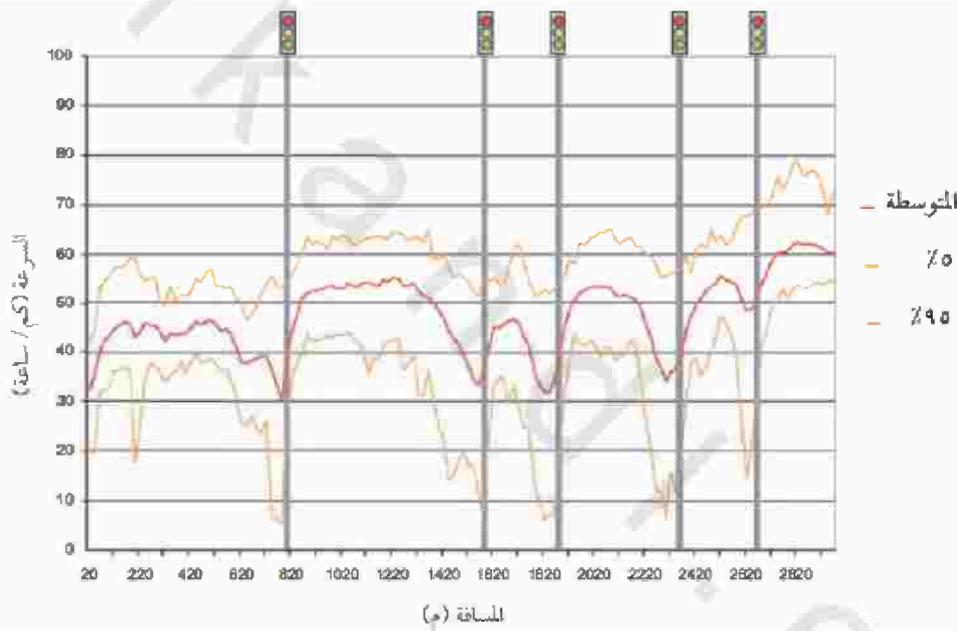
المصدر: جامعة ميونيخ التقنية (Technische Universität München)، ٢٠٠٦.

وبشكل خاص، فإن تحليل قيود الطاقة الاستيعابية التي نصادفها على التقاطعات المرورية يجب أن يأخذ في اعتباره عرض الحارات المرورية القادمة والمغادرة، وشكل أماكن وقوف المركبات على الطريق عند التقاطع أو قريباً منه إضافة إلى التصميم الهندسي للتقاطع المروري نفسه، وهو يشمل معالجة حارات الالتفاف للسيارات (وحارات الالتفاف لليمين في الدول التي تعتمد نظام القيادة على الجهة اليسرى) ضمن التقاطع المروري نفسه والحيز المتاح لحارات الالتفاف لليمين قبل التقاطع. وهناك سمات أخرى، مثل استخدام الأبنية المجاورة وترتيبها والإشارات المرورية المؤدية إلى التقاطع إضافة إلى الإشارات المرورية ضمن التقاطع والعوائق البصرية المحتملة (مثل جميع الجوانب التي لا يمكن تغييرها بالتصميم أو خصائص التحكم بالتقاطع المروري)، وهي مهمة في النهاية لتحديد الطاقة الاستيعابية التشغيلية للتقاطع المروري.

إن التأخير هو المؤشر الأكثر شيوعاً بين مؤشرات الاختناق المروري المستخدمة في ظروف التدفق المتقطع. وهو يشمل التحرك بسرعات أبطأ والتوقف عند التقاطعات، فتتقدم المركبات ضمن صف المركبات المنتظرة أو تتباطأ سرعتها قبل الوصول عند التقاطع المروري.

أما المحفزات الأهم للتوقفات الثابتة على المرافق المرورية ذات التدفق المتقطع فهي الإشارات الضوئية. حيث يصبح توقف المركبات وتشكل صفوف المركبات المنتظرة أمراً لا مفر منه خلال مرحلة الضوء الأحمر. يبين الشكل رقم (٣.٨) متوسط السرعات والسرعة الخامسة بالنسبة المثوية والسرعة الخامسة والتسعين بالنسبة المثوية لحركة مرور تتحرك على طول جزء يمتد لمسافة ثلاثة كيلومتر تقريباً من الطرق الحضرية. يظهر لنا بوضوح أثر الإشارات الضوئية الخمس على متوسط السرعات لأنه لا يمكن لكامل السائقين ضمن حركة المرور أن يخلوا التقاطع خلال مرحلة الضوء الأخضر. ويؤدي عدم الكفاية في تنسيق التحكم بإشارة المرور في هذه الحالة إلى زيادة أزمنا التنقل وازدياد الانبعاثات الغازية من المركبات وزيادة استهلاك الوقود بسبب تكرار دورات التسارع.

يؤمن تنسيق إشارات المرور وسيلة لتخفيف هذه المشكلات ، إذ أن تنسيق أضواء المرور يوفر فرصة أكبر لسائقي المركبات للتنقل عبر إشارات المرور المتعاقبة دون الاضطرار إلى التوقف (مثلاً من خلال استخدام أسلوب "الموجة الخضراء" أو من خلال "خوارزميات إخلاء التقاطعات") وهي بمثابة محاولة للوصول إلى الحد الأقصى من استخدام البنية التحتية الطرقيّة الموجودة من خلال تأمين سرعات تنقل مثلى مع تقليل التأخر. كما أن تنسيق حركة المرور يمكن أن يبرجى الحاجة إلى توسيع الطريق ، أو حتى يلغيها. فالهدف من تنسيق إشارات المرور هو إيجاد ارتال أو مجموعات مترابطة من المركبات تستطيع التحرك بسهولة من تقاطع إلى آخر دون توقف. والظروف التي تؤمن ذلك عادة هي وضع الإشارات المرورية بتباعدات متساوية. لكن عندما تكون الإشارات متباعدة جداً عن بعضها ، أو موضوعة بتباعدات غير متساوية أو قريبة من بعضها ، فإن ذلك قد يقلل أيضاً من فعالية تشكيل المجموعات المذكورة آنفاً.



الشكل رقم (٢.٨). بيانات لسيارة طوافه تم جمعها لجزء من طريق رئيسي يضم حاريتين مروريتين ومجهز بإشارة ضوئية في ميونيخ

المصدر: جامعة ميونيخ التقنية ، ٢٠٠٦.

في التقاطعات غير المجهزة بإشارات ضوئية يتعين على سائق المركبة أن يختار فجوة في التدفق المروري ذي الأولوية (أي المار داخل التقاطع) لتقدمه المرغوب. وتشير الفجوة إلى المسافة بين المركبات على التدفق ذي الأولوية. وبذلك فإن الطاقة الاستيعابية للاقتراب من طريق ثانوي تعتمد على توزيع الفجوات المتاحة في تيار حركة المرور على الطريق الرئيسي وعلى أحجام الفجوات المرغوبة لدى سائقي المركبات في الشارع الثانوي. بينما توزع الفجوات المتاحة ، من بين أمور أخرى ، على الحجم الكلي لحركة المرور على الشارع الرئيسي أو على عدد الحارات المرورية.

أما الأحجام المطلوبة للفجوات فتعتمد مثلاً على نوع المناورة (يسرى، عابرة، يميني) أو على عدد الحارات المرورية وسرعة المركبات في الشوارع الرئيسية أو على مدى الرؤية.

وعندما يتجاوز الطلب على استخدام التقاطع الطاقة الاستيعابية لذلك التقاطع، يبدأ تشكل صفوف المركبات المنتظرة. تتشكل هذه الصفوف أيضاً عند الانتظار في منطقة خدمات، مثل انتظار الإشارة الخضراء أو انتظار فجوة مقبولة في تيار حركة مرور على شارع رئيس، أو الانتظار لدفع رسوم الطريق أو رسوم وقوف المركبات، وهكذا دواليك.

تتوفر مجموعة واسعة من الطرق المستخدمة لتقييم أداء التقاطعات المجهزة بإشارات ضوئية والتقاطعات غير المجهزة بها^(١١).

لا تعتمد نوعية حركة المرور ضمن شبكة الطرق الحضرية على التقاطعات فقط. فالوصلات المباشرة الأخرى تؤثر أيضاً على جودة حركة المرور ضمن الشبكة الطرقية حسب وظيفتها وتصميمها. لكن مناورات وقوف المركبات أو حركة مرور مركبات التوصيل، أو توقيفات النقل العام مثلاً، تمثل بصورة خاصة توقيفات منهجية في حركة مرور المركبات، إضافة إلى حركات الالتفاف التي تؤدي أيضاً إلى تقليل مؤقت في الطاقة الاستيعابية المتاحة على الطريق.

ويجوز في بعض الحالات عكس العلاقة بين السرعة والتدفق، وهي العلاقة التي تهتم المرافق المرورية ذات التدفق غير المتقطع، للرحلات الطويلة عموماً عبر شبكات الشوارع الحضرية، وبصورة خاصة لسرعات التنقل الأدنى من متوسط السرعات (حوالي ٣٠ كم/ساعة). لكن هذا النوع من التحليل يتطلب كمية شاملة من البيانات التي يصعب جمعها على المستوى الحضري، وهذا يوضح سبب عدم توثيق هذه العلاقة على نطاق واسع^(١٢). علاوة على أن تعريف الاختناق المروري على مستوى الشبكة المرورية يبقى مسألة شديدة الصعوبة.

(٣.٤) مصادر الاختناق المروري: "دوافع" الاختناق المروري

(٣.٤.١) الطلب على النقل

تلعب الزيادات في الطلب على النقل دوراً رائداً في توليد الاختناق المروري ضمن المناطق الحضرية. فالنمو الاقتصادي والتنمية الاجتماعية يزيدان من التنقلات في المدن ويشجعان استخدام المركبات الخاصة. إضافة إلى أن الناس يشعرون بحاجة أو رغبة في الوصول إلى نشاطات متعددة في بيئات حضرية أكثر تعقيداً وأوسع انتشاراً، وبذلك تصبح زيادة الطلب على النقل أمراً حتمياً. لكن البنية التحتية الخاصة بالنقل محدودة وهي لا تُستخدم دائماً بشكل أمثل. هناك عدد من العوامل التي تؤثر في الطلب على التنقل مما ينتج عنها اختناقات مرورية على المدى القريب أو البعيد، ومنها على سبيل المثال:

١- النمو الاجتماعي - الاقتصادي.

- ٢- الزيادة في عدد سكان المُدن.
- ٣- ملكية السيارات والاعتماد عليها.
- ٤- استخدامات الأراضي.
- ٥- أنماط التنقل.
- ٦- عمليات النقل العام.
- ٧- عمليات الشحن الحضري وتوصيل السلع.
- ٨- وقوف المركبات.

النمو الاجتماعي - الاقتصادي

يحدث نمو الاقتصاد والمجتمع بشكل رئيس في المناطق الحضرية الكبرى، حيث تتركز معظم النشاطات والأموال والمعرفة فيصبح التفاعل بينها ممكناً. تؤثر هذه الظروف على احتياجات النقل، وبالنتيجة يزيد الطلب على النقل ويظهر احتمال حدوث الاختناق المروري على شبكات النقل الحضرية. لكن على الرغم من ازدياد التنقلات في المناطق الحضرية مع النمو السكاني، إلا أن المُدن لا تشترك جميعها بالنمط ذاته من حيث نمو هذه التنقلات.

ملكية السيارات والاعتماد عليها

لأن الاعتماد على السيارات يرتبط بإمكانية الوصول وببسر التنقل، فإننا نراه شديد الصلة بهيكلية البيئة الحضرية. إذ يلعب الشكل الحضري دوراً هاماً ومتفوقاً أحياناً في توليد الحاجة إلى استخدام السيارات وفي استمرار هذه الحاجة. وبالمقابل، يمكن أن يكون لاستخدام السيارات ضمن المُدن دوراً حتمياً في تشكيل ملامح المنطقة الحضرية. إن العلاقة بين المركبات والمدينة ثنائية الاتجاه بطبيعة الحال. فهناك، من حيث المبدأ، فوائد متعددة للسيارة الشخصية، مثل الراحة والسرعة والرفاهية، يمكن أن تفسر جاذبية هذا النمط من النقل. لكن قد تصادف في الحياة العملية حالة من التوافق غير الكامل بين السيارات وأجزاء معينة من البيئة الحضرية. وتصبح الموازنة حرجة أحياناً بين الدور الإيجابي للسيارات في تحقيق استمرارية التجمعات الحضرية ككل وبين الأثر السلبي الذي تتركه هذه السيارات على الاستمرارية والجاذبية في أجزاء معينة من المدينة.

يلعب كل من الشكل الحضري وتوفر أنماط نقل جذابة دوراً كبيراً في تحديد درجة اعتماد المُدن على "السيارات". تعتبر هذه الدرجة مرتفعة عندما تُستخدم السيارات في أكثر من ٧٥٪ من الرحلات^(١٣). وقد سجلت نسبة المتقنين في الولايات المتحدة ممن استخدموا السيارات في رحلاتهم اليومية نسبة ٨٨٪ عام ٢٠٠١^(١٤). ويحدد الباحثون عدة عوامل ملموسة، إضافة إلى التفاعل بين الشكل الحضري وجودة بدائل السيارات، تلعب دوراً مساهماً في جعل المُدن "معتمدة على السيارات". وهي تشمل انتشار السيارات كرمز يشير إلى الثروة والمكانة وقوة الترويج للسيارة الشخصية بفعل شركات الدعاية التي تركز على صفاتها غير المادية.

عالمياً، زادت نسبة امتلاك السيارات بصورة مفاجئة في العقود الأخيرة. فقد ارتفع عدد السيارات في الدول الغربية بنسبة تقارب ٥٠٪ خلال السنوات العشرين الماضية، وفقاً لليمبرتون (Pemberton) (٢٠٠٤). وارتفع عدد المركبات ذات الملكية الخاصة لكل ١٠٠٠ شخص في الاتحاد الأوروبي من ٣٩٣ إلى ٤٦٠ بين عامي ١٩٩٠ و١٩٩٩، أي بمعدل ١٨٪ سنوياً (وهي نسبة أكبر من الزيادة في دخل الفرد، والتي سجلت عند نسبة ١.٦٪ سنوياً، خلال الفترة نفسها). أما أكبر الزيادات في امتلاك السيارات خلال السنوات العشرين الماضية فسجلت في البرتغال (٢٤١٪) تلتها اليونان (١٨٥٪) ثم إسبانيا (١٠٢٪). وتقدر تقييماً أجريت في التسعينات من القرن المنصرم أن عدد المركبات التي تجوب الطرقات سوف يزيد في أثينا بنسبة ٤٢٪ حتى عام ٢٠١٠ وبنسبة ٨٣٪ حتى عام ٢٠٢٠^(١٥). هذا بينما زاد امتلاك الأسر للسيارات في بريطانيا العظمى من عام ١٩٧٢ حتى عام ٢٠٠٢ بنسبة ٢١٪^(١٦). أما بالنسبة للولايات المتحدة، فعلى الرغم من أن نسبة امتلاك السيارات كانت عالية أصلاً منذ بدايات الخمسينات، إلا أن عدد السيارات زاد بنسبة ١٢٪ في الفترة بين ١٩٧٧ و١٩٩٥^(١٧).

وعموماً، فإن أهم العوامل المؤثرة على امتلاك السيارات في المناطق الحضرية هي:

١- ارتفاع عدد السكان: ثمة زيادة ثابتة في عدد سكان المناطق الحضرية، وهي تؤدي إلى ارتفاع نسبة امتلاك السيارات في هذه المناطق.

أ) على الرغم من أن عدد السكان في الدول المتقدمة بقي ثابتاً تقريباً في مناطق وسط المدن (بل حتى تراجع) نتيجة لنشوء الضواحي حول المدن، لكن تلك الضواحي أصبحت تتوسع وتجذب قاطنين جدد. وهكذا زاد الاعتماد على السيارات بالنظر إلى طبيعة الضواحي (حيث الانتشار العشوائي هو السمة الأكثر شيوعاً على الأغلب).

ب) من جهة أخرى فإن الدول النامية تواجه واقع زيادة عدد السكان في المناطق الحضرية. فبينما كان ٢٧٪ فقط من سكان الدول النامية عام ١٩٧٥ يعيشون في المدن، يتوقع أن ترتفع هذه النسبة إلى ٥٨٪ بحلول عام ٢٠٣٠ (كلية جون هوبكينز بلومبيرغ للصحة العامة، ٢٠٠٢).

٢- نمو دخل الفرد: تمثل الزيادة في الدخل الشخصي حافزاً على زيادة استخدام السيارات وامتلاكها.

٣- الحاجة إلى قوة عمل مرنة ضمن البيئة الحضرية: يؤمن امتلاك السيارة التحرر من الاعتماد على شخص آخر للتنقلات، وهو بذلك يعزز المرونة في مختلف المهن التي لا ضرورة فيها للتنقل إلى الموقع ذاته دائماً.

٤- نماذج التنقلات الحضرية المعقدة.

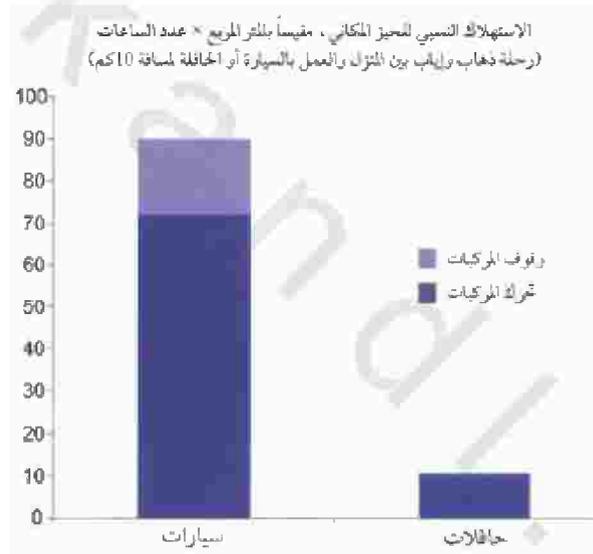
٥- النمو الحضري في ضواحي المدن.

٦- تسعير البنية التحتية أقل مما يجب: غالباً ما يكون السعر الذي يدفعه مستخدمو السيارات والمركبات

التجارية منخفضاً نسبياً، ونرى في بعض الدول أن البنية التحتية الطرقية تتلقى دعماً مادياً لأن توفيرها يعتبر خدمة عامة. وبالنتيجة، لا يتحمل سائقو المركبات في هذه الحالات كامل التكاليف المترتبة على استخدام السيارات.

٧- تجارب التخطيط والاستثمار: يهدف التخطيط والتمويل العام إلى تحسين المرافق الطرّقية ومرافق وقوف السيارات في سعي حثيث إلى تجنب الاختناقات المرورية. بينما يلاحظ ميل إلى التغاضي عن وسائل النقل الأخرى.

يمكن توضيح الاعتماد على السيارات وامتلاكها وآثارها في الاختناق المروري كما يلي: تتصف البنية التحتية الطرّقية عموماً بمحدوديتها، وعادة ما يكون توسيعها أمراً مكلفاً أو صعباً. والمركبة الخاصة تتسع بشكل عام لخمسة ركاب (رغم أن متوسط معدل الركاب الفعلي يكون ما بين راكب واحد إلى راكبين في كل مركبة) وهي تحتل مساحة ١٥ م^٢ من الحيز الحضري المحدود. لذلك فإن كل راكب يتنقل بمركبة خاصة يشغل حوالي ١٠ م^٢ من الشبكة الطرّقية. يشير الشكل رقم (٣،٩) إلى استخدام المركبات الخاصة للحيز المكاني مقارنة بنمط النقل العام المألوف (الحافلات).



الشكل رقم (٣،٩). استخدام الحيز المكاني من قبل المركبات الخاصة والحافلات.

المصدر: (UITP)، ٢٠٠١.

وبالنظر إلى الارتفاع الكبير في حجم الرحلات اليومية لتنقل الركاب ورحلات الشحن في المناطق الحضرية الكبرى، يغدو واضحاً أن السيارات الخاصة ليست هي الخيار الأفضل بالضرورة للتحرك في هذه المدن، وليس من المجدي كذلك دائماً إيجاد حيز مكاني أكبر لإقامة بنية تحتية طرّقية إضافية. وهكذا فإن القيود الملازمة في البنية التحتية الطرّقية، وزيادة استخدام المركبات الخاصة، وانخفاض عوامل التحميل في المركبات الخاصة، تؤدي بمجموعها حتماً إلى حدوث الاختناق المروري.

استخدامات الأراضي

يهدف النقل الحضري إلى تعزيز إمكانية الوصول ورفد الطلب على النقل الناشئ عن تنوع النشاطات في البيئة الحضرية. لكن الأثر المختلط للمحيط المكاني وتنقل الركاب والسلع في المدن ضمن المناطق الحضرية يؤدي إلى عدة جوانب متناقضة، منها على سبيل المثال:

١- التعقد المكاني: تتسم الأنماط الأكثر تعقيداً في استعمالات الأراضي بأنماط أكثر تعقيداً أيضاً في القيام بالرحلات. فضلاً على ذلك، فإن التطور التاريخي للمدن يؤدي إلى استخدامات مختلطة ورحلات أكثر تعقيداً حتى في مناطق وسط المدن (رغم كونها أقصر زمناً)، وخاصة في أوروبا. وبطبيعة الحال، فإن الرحلات الأقصر تعطي إمكانية استخدام أنماط أخرى (مثل المشي واستخدام الدراجات الهوائية). وبالمقابل، يبدو أن المدن الأمريكية والضواحي الأوروبية تعزز الرحلات الأطول والزيادات في كل من حجم حركة المرور والاختناق المروري، بسبب سيطرة الانتشار الحضري العشوائي. لكن دراسات أجريت مؤخراً في الولايات المتحدة تبين، بخلاف التوقعات، أن أزمنة الرحلات اليومية تناقصت فعلياً في محيط بعض المراكز الحضرية، مما قد يعكس انتقال الأسر للإقامة في مناطق أقرب إلى أماكن العمل في هذه الضواحي.

٢- التجمع المكاني: تستفيد المدن من النشاطات المتجمعة في المنطقة ذاتها، لأن التجمع يؤدي إلى تناقص في تكاليف النقل. لكن تجمع التنقلات في مساحة محدودة يمكن أن يؤدي إلى اختناق مروري. فضلاً على ذلك، فإن اختيار أماكن الخدمات يستند إلى معايير تتصل بالعقارات لا إلى كلفة نقل السلع أو التكاليف المترتبة على المستخدم بسبب استخدام الخدمات (لأن هذه التكاليف تبدو هامشية مقارنة بتكاليف العقارات).

٣- الأثر المكاني: يستهلك النقل حيزاً مكانياً، مثل أي نشاط حضري، وله بالتالي أثر مكاني. ومع محدودية الحيز المكاني في المناطق الحضرية، تبلغ احتياجات النقل أعلى مستوياتها في هذه المناطق. تؤثر استخدامات الأراضي على أنماط التنقل كما سوف نناقش لاحقاً. كما يمكن أن تكون عاملاً في جذب الرحلات أو الحد منها أو تجميعها في أجزاء من البيئة الحضرية مما يؤدي إلى زيادة الطلب على التنقل وإلى تراجع قدرة نُظم النقل على تلبية.

أنماط التنقل

إن لأنماط الطلب على التنقل، والتي غالباً ما ترتبط ضمناً باستخدامات الأراضي، أثر خطير على الاختناقات المرورية. ولأن أنماط التنقل هي نتيجة للحاجة إلى التنقلات (والتي تتأثر بشدة بالتغيرات في المجتمع ضمن المنطقة الحضرية أو البلد)، فإن لها أثر كبير على نظام النقل في المدينة وبالتالي على الاختناق المروري. تميل أنماط التنقل لتكون أكثر تعقيداً في المناطق الحضرية التي تضم العديد من مراكز النشاط (وهي الظروف المعتادة في مناطق المدن الحديثة)، مما يؤدي إلى زيادة كبيرة في عدد الرحلات. وقد تكون هذه الرحلات مهمة في دفع نظام النقل إلى ظروف الاختناق المروري. وعموماً، فإن نماذج التنقل الحضري تتأثر بنشاطات المدينة وما يرافقها من رحلات، وهي:

- ١- رحلات التنقل اليومية : الرحلات التي يقوم بها الناس للوصول إلى أماكن العمل. وهي على درجة عالية من الدورية وإمكانية التنبؤ والتكرار المنتظم.
 - ٢- التوجه إلى المدرسة : ثمة زيادة في استخدام المركبات الخاصة لنقل الأطفال والناشئة إلى مدارسهم بدلاً من المشي أو استخدام الدراجات الهوائية أو وسائل النقل الجماعي. تتسم هذه الرحلات أيضاً بكونها دورية وبإمكانية التنبؤ بها إضافة إلى أنها يمكن أن تؤدي إلى الاختناق المروري في محيط المرافق المدرسية.
 - ٣- رحلات النشاطات المهنية : وهي تتم لغايات تتصل بالمهنة أو بالعمل (اجتماعات، خدمة العملاء، ... الخ).
 - ٤- الرحلات الشخصية : وتتم بهدف الاستجمام أو التسوق أو متابعة المسائل الشخصية.
 - ٥- الرحلات السياحية : وهي مهمة بالنسبة للمدن التي تتمتع بملامح تاريخية وترفيهية. وهي رحلات موسمية بطبيعتها أو تحدث في فترات زمنية محددة.
 - ٦- رحلات الشحن : الرحلات المرتبطة بتوزيع الشحنات من البضائع المنقولة.
- لا بد من الإشارة إلى أن تغير التوزيع المكاني للنشاطات في المناطق الحضرية يسبب تغييرات في وجهات الرحلات، وخاصة تلك المتصلة بالعمل. كذلك فإن المناطق الواقعة وسط المدن بشكل خاص، والتي عادة ما تكون هي الوجهات الرئيسة في مختلف أنواع الرحلات، تبدي درجة التناقص ذاتها في عدد الرحلات المنتهية فيها، بينما أصبحت الضواحي اليوم مسؤولة عن معظم تقاطع انطلاق الرحلات ووجهاتها في المناطق الحضرية. وبعيداً عن نشاطات المدينة وما يرافقها من رحلات، يبدو واضحاً أن أنماط التنقل ترتبط أيضاً باختيار الطرق وتوفرها.
- كما أن لنوع النشاطات ومداهما وتوزيعها المكاني والزمني أثر على أنماط التنقل والطلب عليه. فهناك أجزاء من المناطق الحضرية تزخر بعدد كبير من النشاطات وتؤدي بالتالي إلى زيادة في احتياجات النقل. إن أنواعاً مختلفة من النشاطات تجري في أماكن مختلفة وهي بالتالي تواجه متطلبات مختلفة تتصل بالنقل. كما أن المدن التي تضم عدداً من مراكز النشاط تتسم بطلب على النقل موزع حول البيئة الحضرية، بينما نرى أن الطلب على النقل في المدن الأخرى التي تضم مركزاً رئيساً للنشاط يتركز في ذلك المكان. وبالنتيجة، يمكن أن يحصل مستوى مرتفع من الطلب على النقل في أي مكان وفي أي وقت في المدن الكبرى بشكل خاص. إلا أن نظم النقل لا يمكن أن تشتغل دائماً عند تلك المستويات العليا التي تقدمها في أوقات الذروة، وذلك يعود لأسباب اقتصادية وعملية وأسباب أخرى، وهكذا ينشأ احتمال حدوث الاختناقات المرورية.

عمليات النقل العام

تؤثر خصائص نظام النقل وتشغيله ضمن بيئة حضرية في الطلب على التنقل بشكل يمكن أن يؤدي بنظام النقل نفسه إلى الاختناق المروري. إن طريقة تأثير نظام النقل على هذا الطلب ترتبط ارتباطاً وثيقاً باستخدام مختلف أنماط النقل المستخدمة في المدينة، وبأدائها وتوفرها أيضاً. أما اختيار نمط النقل وسلوك الأشخاص المتنقلين فيعكسان توفر أنماط النقل المختلفة واستخدامها وجودتها.

وعموماً نقول أن النقل العام يعتبر مكوناً أساسياً في إدارة الاختناق المروري في المناطق الحضرية. لكن فقدان جاذبية النقل العام، في بعض الحالات، يسهم في نشوء الاختناق المروري، لأن ذلك يبعد المتنقلين عن نمط النقل العام لصالح استخدام المركبات الخاصة. أما أسباب عدم تفضيل النقل العام فتشمل وجود مستوى حقيقي أو مدرك من الأداء المتدني، مستوى حقيقي أو مدرك من غياب تغطية الشبكة، مستوى حقيقي أو مدرك من الأمن الشخصي والراحة الشخصية وانخفاض حقيقي أو مدرك في مستوى موثوقية هذا النمط من أنماط النقل. وحتى في حال وجود طلب كبير على النقل العام، فقد يؤدي ذلك إلى حدوث اختناقات في أداء هذا النظام، مما يقلل من قدرته على توسيع حصته من السوق. علاوة على ذلك، فإن النقل العام يواجه صعوبة كبيرة في تخديم المناطق الحضرية المتفرقة والمبعثرة بصورة عشوائية، ويقدم خدماته، إن وجدت، بطاقة استيعابية محدودة وفي حفنة فقط من الأسواق المتخصصة. وبالنتيجة نرى أن دور النقل العام غالباً ما يكون محدوداً في توفير بديل فعال للتنقل يقوم بتخديم المنطقة الحضرية كلها.

كما أن عمليات النقل العام الجديدة أو الموسعة يمكن أن تولد طلباً على التنقل. فإنشاء تقاطع جديد أو خط مترو، أو إقامة خط جديد للحافلات، أو حتى تغيير طاقتها الاستيعابية، تليه عادة زيادة في الطلب على طول الممر الطرقي المعزز بخدمة نقل محددة. ويحتمل أن تؤدي هذه الزيادة إلى ظروف من الاختناق المروري في الممر الطرقي الذي أصبح يستوعب عمليات نقل جديدة. فكثير من الممرات الطرقية الحضرية في الواقع والتي تحتمل مستوى عالياً من استخدام النقل العام تعاني من الاختناقات المرورية على طرقها، وهذا الوضع يعكس إجمالي مستوى الطلب على التنقل للممر الطرقي دون أن يعكس بالضرورة طلباً محدوداً على النقل العام أو على استخدام السيارات.

عمليات تسليم السلع ونقلها في المناطق الحضرية

أشرنا سابقاً إلى احتمال أن تؤدي مركبات نقل السلع إلى تحفيز الاختناق المروري (مثلاً عبر خلق "عوائق" طرقية بطيئة نسبياً عند تجاوز بعضها البعض)، لكن من المهم بمكان أن ندرس أيضاً مساهمة عمليات الشحن في إجمالي حجوم حركة المرور وحصتها في تركيبة التدفقات المرورية اليومية على كل من المرافق المرورية ذات التدفق المتقطع وغير المتقطع. ويقال إن واحدة من أولى السياسات الموثقة في إدارة الاختناق المروري قد استهدفت عمليات تسليم السلع في المناطق الحضرية كوسيلة لتخفيف ظروف الاختناق المروري في روما القديمة قبل أكثر من ٢٠٠٠ عام من الآن^(١٨).

أما في السياق الحضري، فثمة عدة اتجاهات في تسليم السلع وعمليات الشحن الحضرية تساهم في زيادة حجم رحلات التنقل ذات الصلة بعمليات الشحن وفي زيادة تكرارها. وذلك يشمل نقله نحو اعتماد عمليات التسليم "في الوقت المحدد"، مع ارتفاع حجم عمليات التسليم بالطرود ذات الصلة بالتجارة الإلكترونية، إضافة إلى زيادة استخدام موظفي خدمة التوصيل السريع في عمليات التسليم التي تتسم بحساسيتها الزمنية.^(١٩)

الجدول رقم (٣،١) : العوامل المرتبطة بالشركات والتي تؤثر على توليد رحلات تسليم السلع إلى المنازل وما تفرضه من اختناقات مرورية (المملكة المتحدة).

العامل	الأثر المرتبط بالاختناق المروري
نجاح عملية التسليم في المرة الأولى	يؤدي انخفاض معدلات النجاح إلى ارتفاع عدد الرحلات.
معدلات رحلات العودة	يؤدي ارتفاع معدلات رحلات العودة إلى ارتفاع عدد الرحلات.
نُظم التليية والتوصيل إلى المنازل (سواء كانت مخصصة أو مشتركة)	يمكن أن تؤدي نُظم النقل المخصصة ، إن لم تستخدم بصورة كاملة ، إلى خلق حاجة لزيادة عدد المركبات وعدد الرحلات.
التكاليف الحقيقية المترتبة على التوصيل إلى المنازل	إذا كان سعر البيع يتضمن تكاليف التوصيل ، فسوف يؤدي ذلك إلى تشجيع الطلبات الصغيرة ويزيد بالتالي من عدد رحلات التوصيل.
انخفاض كثافة دورات التوصيل إلى المنازل.	كلما كان الانخفاض في الكثافة أقل ، كلما زاد حجم أسطول المركبات المطلوبة وكلما زادت المسافة التي تقطعها.
ظروف تفريغ الحمولة على الطريق خارج منزل العميل.	تؤدي قلة مساحة التوقف المتاحة إلى زيادة زمن التوصيل وتخلق حاجة إلى عدد أكبر من المركبات لتنفيذ مهمة التوصيل.
القيود الزمنية المفروضة على المركبات في مهمة التوصيل (سواء من قبل العملاء أو السلطات المحلية).	كلما قلت المدة الزمنية المسموحة في عمليات التوصيل ، كلما زاد عدد المركبات المطلوبة وكلما زاد عدد الرحلات اللازمة لتنفيذ عمليات التوصيل ضمن الفترة الزمنية المخصصة لذلك.
موقع المخزن الذي تبدأ منه رحلات التوصيل.	يمكن أن يكون لتوليد الرحلات حول المخزن أثر على الاختناق المروري إذا كان هذا المخزن يقع في منطقة حضرية كثيفة أو في منطقة غير مجهزة كما يجب بالطرق الرافدة للطريق الرئيس.

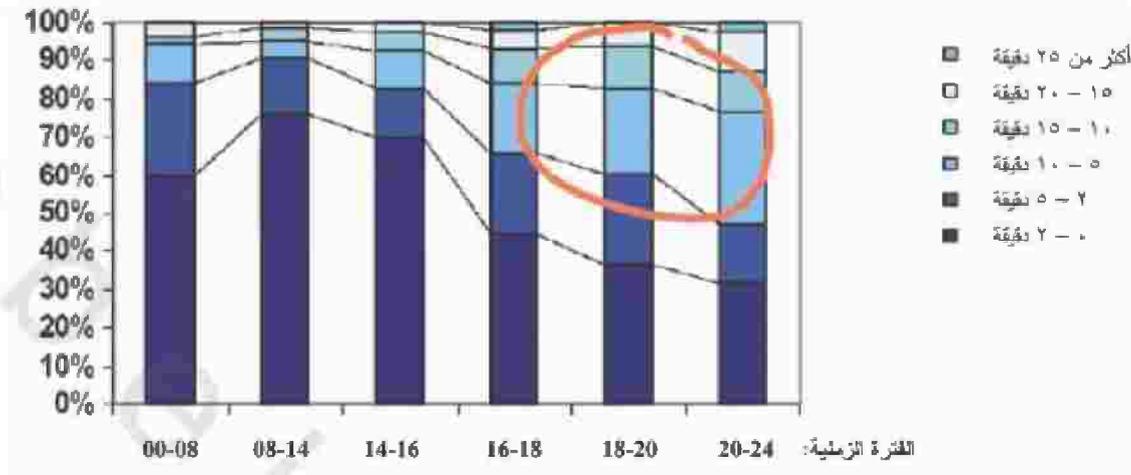
المصدر: مأخوذ من براون، م (Browne, M.) وآخرون (٢٠٠١).

أما بالنسبة لوجهات الرحلات التجارية ، فإن الأثر الرئيس الذي تتركه خدمات التوصيل وعمليات الشحن على الاختناق المروري يرتبط بمساهمة مركبات توصيل السلع في إجمالي حجوم حركة النقل (مع أنه لا بد من الإشارة إلى السهولة النسبية المتاحة في جدولة هذه الرحلات خارج أوقات الذروة أو في الأوقات التي تنخفض فيها هذه الذروة) وفي العوائق المرورية المحتملة التي يمكن أن تحدث إذا ما توقفت مركبات توصيل السلع على الطريق أثناء عملية التوصيل.

ويبرز عامل إضافي يلعب دوره في عمليات التوصيل إلى المنازل (وخاصة في حالة عمليات توصيل الطرود الصغيرة) وهو أن كل عملية توصيل ناجحة يمكن أن تتطلب رحلتين فعليتين أو أكثر بسبب ارتفاع معدل فشل عمليات التوصيل (وذلك على الأغلب بسبب عدم وجود أحد في المنزل لاستلام الطرد). وقد قدرت عمليات التوصيل غير المكتملة بين عمليات توصيل الطرود الصغيرة في المملكة المتحدة (إن لم توضع لها ترتيبات مسبقة مع الزبون) بنسبة مرتفعة بلغت ٦٠٪. بينما نجد نسبة ٤٠٪ من محاولات تسليم الطرود الصغيرة في إسبانيا التي لم تنجز من المرة الأولى^(٢٠). وقد حددت دراسة مجملتها أجرتها جامعة وستمنستر (University of Westminster) على عمليات التسليم إلى المنازل في المملكة المتحدة لصالح "جمعية عمليات الشحن" عدداً من العوامل التي يمكن أن تؤثر، من جهة الشركة، على توليد رحلات تسليم السلع إلى المنازل ويحتمل أن تؤثر بالتالي على الاختناقات المرورية. وهذه العوامل ملخصة في الجدول رقم (٣،١) أعلاه.

وقوف المركبات

يمكن أن يترك وقوف المركبات، أو بدقة أكبر ببحث المركبات الخاصة عن أماكن للوقوف، أثراً مهماً على المستوى "العام" لحركة المرور يمكن أن يسهم في نشوء الاختناقات المرورية. وتبرز هذه الحالة على وجه التحديد ضمن المراكز الحضرية الكثيفة حيث يرتفع الطلب على أماكن وقوف المركبات وحيث يمكن أن تؤدي تفاعلات حركة المرور عند التقاطعات المرورية وبصورة سريعة إلى حالة من فرط الإشباع. وبطبيعة الحال، يمكن أن نلاحظ أهمية كبيرة للزمن المستغرق أثناء "الطواف" بحثاً عن مكان لوقوف المركبات أو لإنهاء الرحلات في المناطق الحضرية الكبيرة، فهو مسؤول عن الارتفاع النسبي في نسبة متوسط الأزمنة المستغرقة في الرحلات (ويتجاوزه في بعض الحالات)^(٢١). يبين الشكل رقم (٣،١٠) أدناه الوزن النسبي لسلوك البحث هذا في كوبنهاغن، فنرى أن سائقي المركبات يستغرقون أزمنة طويلة في البحث عن أماكن لإيقاف مركباتهم، وخاصة بعد الساعة الرابعة مساءً حيث أن نسبة تصل حتى ٢٥٪ من متوسط الأزمنة المستغرقة في الرحلات تضيق في البحث عن أماكن لإيقاف المركبات. ونجد بالمثل تقييمات من باريس تشير إلى أن "الطواف" بحثاً عن مكان لإيقاف المركبة والمسؤول عن ١٠ - ١٥٪ من إجمالي حركة المرور في المدينة يصل حتى نسبة ٦٠٪ من حركة المرور في أحياء بعينها^(٢٢).



الشكل رقم (٣،١٠). الزمن المستغرق في البحث عن مكان لإيقاف المركبة في كوينهاغن.

المصدر: سيلفان، هـ (Sylvan, H.)، مؤتمر الآثار المرورية (Impacts Conference)، ستوكهولم، ٣٠/٢٩ تموز/يولية ٢٠٠٦.

(٣،٤،٢) جانب العرض للنقل

(٣،٤،٢،١) العلاقة بين تأمين بنية تحتية خاصة بالنقل وبين استخدامها

إن عدم توفير طاقة استيعابية كافية في البنية التحتية الخاصة بنظام النقل لمستوى محدد من الطلب على النقل هو السبب الأول في الاختناق المروري. لكن كثيراً من المناطق الحضرية التي سعت إلى تخفيف الاختناق المروري من خلال تأمين طاقة استيعابية جديدة لاحظت نشوء الدورة "المفرغة" الموضحة في الشكل رقم (٣،١١) حيث يؤدي توفير الطاقة الاستيعابية الجديدة في البنية التحتية إلى تغييرات في أنماط التنقل (وخاصة في مسافات التنقل الطويلة لفترة زمنية معطاة في رحلات التنقل). وينشأ تغير آخر في أنماط التنقل يشمل تفاعل حجم حركة المرور على وصلة مرورية أو عبر شبكة طرقية استجابة إلى الزيادة في سرعات التنقل (وبالتالي تقليل تكاليف التنقل العامة). ولا بد من دراسة هذه العلاقة في سياسات إدارة الاختناقات المرورية لأنها تقيّد فعالية السياسات في توفير الطاقة الاستيعابية المتاحة حديثاً ضمن المناطق الحضرية.

إذا عدنا تاريخياً إلى الوراء، نلاحظ أن المراحل المبكرة في توسيع البنية التحتية الطُرقية قد أعطت فوائد كبيرة، سواء ضمن المناطق الحضرية أو بينها. والأجيال الراهنة من مستخدمي الطُرق وصناع القرار والمخططين تشهد فعلياً وبشكل مباشر كيف استطاعت الطاقة الاستيعابية الجديدة التي أضيفت في الخمسينيات وحتى السبعينيات من القرن الماضي أن تحقق في بعض الأحيان تحسناً كبيراً في ظروف حركة المرور في وقت كانت بلدان كثيرة تشهد زيادات مفاجئة في الرخاء وامتلاك السيارات. ربما انتشرت هذه الأنماط ذاتها في العقدين الأخيرين من القرن الماضي في كثير من بلدان الاتحاد السوفييتي السابق حيث استطاع توسيع الطُرق أن يحقق فوائد أولية كبيرة فيما يتصل بتخفيف الاختناقات المرورية. لكن ذلك لا يعني أن توسيع الطُرق سوف يحقق النتائج المرغوبة إلى

الأيد لأنه قد أعطى فوائد ملموسة في الماضي. ويشير 'ت. ليتمان' (T. Litman) إلى أن "أولى الطرق السريعة في أي منطقة غالباً ما تعطي إيرادات اقتصادية كبيرة، لكن الفوائد الهامشية تتضاءل مع رقد الشبكة بطاقة استيعابية إضافية"^(٢٣).

وهو يوضح السبب بما يلي:

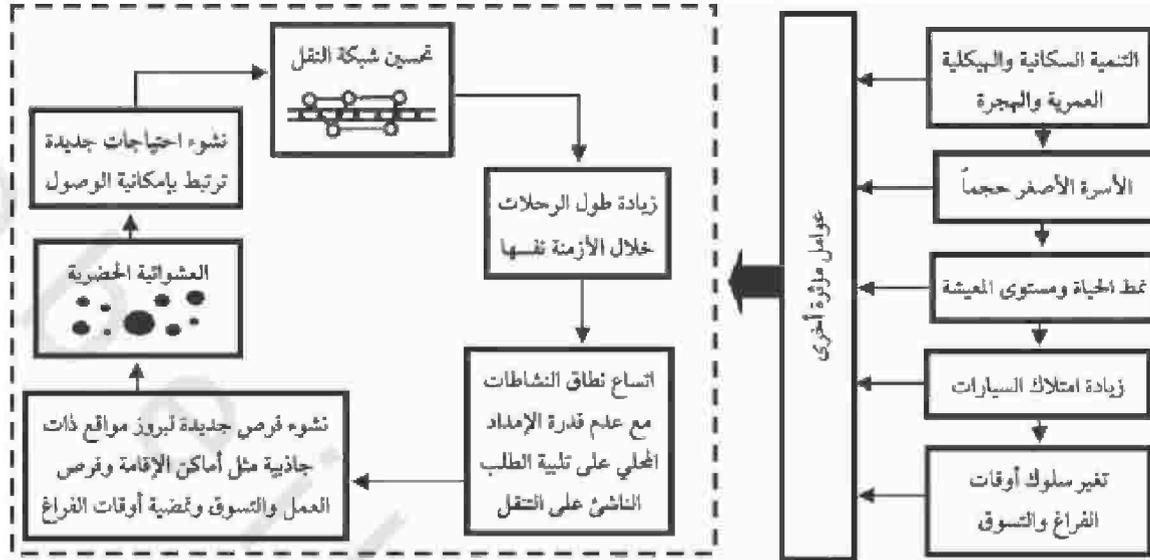
١- أولى مشاريع الطرق السريعة هي الأكثر كلفة عادة لأن المخططين يتمتعون بذكاء كاف لترتيب الاستثمارات حسب أولويتها. من أمثلة ذلك، إذا كان ثمة عدة مسارات (محاذات) محتملة للطريق السريعة على أحد الممرات الطرقية، فإن المحاذات التي تعطي أعظم الفوائد وتتطلب أقل التكاليف هي عادة التي تقام أولاً، وذلك يرجئ تنفيذ الخيارات الأقل فعالية في كلفتها إلى مراحل لاحقة.

٢- عادة ما يتم إنشاء الطرق السريعة بين الأقاليم أولاً (وهي التي تربط بين المدن). فهي تميل إلى تقديم مكاسب اقتصادية أكبر، وتفرض تكاليف في إقامة الوحدة الطرقية أقل مما يفرضه توسيع الطرق المحلية السريعة، وذلك بسبب تعدد النزاعات وارتفاع تكاليف الأراضي في المناطق الحضرية.

٣- تؤدي إضافة طاقة استيعابية جديدة إلى تزويد المستخدم بمنافع تتناقص مع الزمن، لأن مستخدمي الطريق يتمتعون بذكاء كاف يمكنهم من ترتيب الرحلات حسب أولويتها. كمثال على ذلك، إذا تعرضت الطرق السريعة إلى اختناق مروري، نرى مستخدمي الطريق ينظمون حياتهم مبتعدين عن التنقل بسياراتهم في ساعات الذروة. ومع ازدياد الطاقة الاستيعابية على الطريق السريعة، يزداد تنقلهم خلال فترات الذروة، فلعلنا لا نراهم يقودون مركباتهم عبر المدينة خلال ساعة الذروة لأداء مهمة يمكن تأجيلها، ولعلنا نراهم يبتعدون أكثر في سكانهم عن مواقع عملهم. فكل ميل إضافي تقطعه المركبة يقلل من المكاسب المتحققة لمستخدم الطريق، لأن المركبة في هذه الحالة تكون قد قطعت أساساً الأميال الأعلى قيمة^(٢٤).

صحيح أن توسيع الطريق وإنشاء طريق جديد يبقى إجراءً فعالاً في بعض الحالات، وخاصة لمعالجة التضيقات المرورية (عُنق الزجاجة)، لكن يبدو أن هذا الإجراء لم يعد مناسباً كاستجابة عامة للزيادات الإقليمية في مستويات الاختناق المروري؛ وذلك يأتي في جزء كبير منه بسبب دليل يشير إلى أن الطرق الجديدة لا تستوعب الطلب الحالي على التنقل فحسب، بل هي أيضاً تحت حركة المرور، أو بدقة أكبر تسمح بظهور حجم غير معروف من الطلب على التنقل. إن فكرة التنقل المحشوث وما ينتج عنه من قسر للطلب على التنقل، تستحق المزيد من النقاش والدرس لأن لوجوده تشعبات مهمة تتصل بسياسات إدارة الاختناق المروري.

إن التنقل المحشوث، وحركة المرور المتولدة، والطلب الكامن، والتقارب الثلاثي (انظر المستطيل) جميعها مصطلحات تهدف إلى معالجة الطبيعة الأساسية للعلاقة بين توفير الطاقة الاستيعابية الطرقية والطلب على التنقل.



الشكل رقم (٣.١١). دورة الاختناق المروري المفرغة.

المصدر: اتصالات شخصية، أكسيل أرينز (Axel Ahrens)، ٢٠٠٥.

حركة المرور المحثوثة أو المتولدة بسبب الزيادات في الطاقة الاستيعابية المتاحة على الطرق، تعاريف: حركة المرور المتولدة: وتضم الرحلات الإضافية على طريق بعينه أو في منطقة محددة والتي تحدث عند ازدياد الطاقة الاستيعابية للطريق، أو عند تحسن ظروف التنقل بطرق أخرى. يمكن أن يضم هذا النوع تغييرات في زمن التنقل والطريق المسلك ونمط النقل والوجهة و/أو تكرار الرحلة.

حركة المرور المحثوثة: وهي زيادة في إجمالي حركة تنقل المركبات بسبب ازدياد تكرار رحلات التنقل بالسيارات أو ازدياد مسافات الرحلات، أو الانتقال من أنماط نقل أخرى، لكنها لا تشمل انتقال حركة المرور من أزمته أخرى وطرق أخرى.

الطلب الكامن: الرحلات الإضافية المحتملة إذا ما تحسنت ظروف التنقل (انخفاض حدة الاختناق المروري، زيادة السرعات التصميمية، انخفاض تكاليف المركبات أو رسوم عبور الطرق).

التقارب الثلاثي: زيادة حجم حركة مرور المركبات خلال فترة الذروة عندما تزداد الطاقة الاستيعابية للطريق بسبب التحول من طرق أخرى، وأزمته أخرى و/أو أنماط نقل أخرى.

المصدر: (VTPI)، ٢٠٠٥.

إن من شأن زيادة الطاقة الاستيعابية المتاحة على وصلة طرقية أو على مجموعة من الوصلات المرورية ذات الكثافة المرورية العالية في المناطق التي تشهد مستويات مرتفعة ومتزايدة من الطلب على استخدام الطرق، مثل معظم الأقاليم الحضرية النشيطة، أن تسمح برفع سرعات التنقل كأثر مباشر لها على طول تلك الوصلة أو مجموعة الوصلات المرورية بسبب تضاؤل الإعاقة بين المركبات التي تستخدم الوصلات المرورية حالياً. وترجم هذه الزيادة في سرعات التنقل إلى انخفاض متزامن في التكاليف العامة للتنقل. ويمكن للمتقنين أن يستفيدوا من هذا "التوفير" إما بزيادة تنقلهم "بالكلفة نفسها" أو باستخدام هذا التوفير الزمني أو المالي لغايات أخرى. ويكلا الوجهين، نرى تحقق منفعة للمتقنين ممن يستخدمون أساساً الوصلات المرورية قيد الدراسة، في البداية على الأقل. فالواقع يقول إن المنافع التي يكتسبها مستخدمو الطريق الموجودون من الطاقة الاستيعابية المضافة تشكل عادة جملة المنافع المذكورة في تقييمات المنفعة مقابل الكلفة في المشاريع الطرقية، وهي بالتالي تقدم فائدة كبيرة في تبرير توسيع الطريق حتى في المناطق الحضرية المكتظة.

الوجه المقابل للطلب المحثوث/القسري: حركة المرور المتضائلة أو المتلاشية

توضح فكرة الطلب المحثوث أو القسري كيف يمكن للزيادات في الطاقة الاستيعابية المتاحة أن تحفز زيادات في طلب محدد على التنقل لوصلة طرقية أو في إجمالي الطلب على التنقل ضمن المنطقة الحضرية. ويقوم عدة باحثين، وهم أتكينز (Atkins) وكيرنز (Cairns) وغودوين (Goodwin)، بتقصي ما إذا كان العكس صحيحاً، أي ما إذا كان انخفاض الطاقة الاستيعابية المتاحة يقلل مستويات محددة أو إجمالية من حركة المرور. وقد درسوا في مرحلتين من بحثهم حوالي ١٠٠ حالة دراسية من إغلاق الطرق/انخفاض الطاقة الاستيعابية الطرقية حول العالم وجمعوا بيانات محددة وتفصيلية عن ٦٠ من حالات تم فيها تنفيذ مراقبة عالية الجودة قبل تقليل الطاقة الاستيعابية وبعدها. فخرجوا بما يلي:

١- عادة ما تكون المشكلات المرورية أقل خطورة مما هو متوقع عندما يعاد تقسيم مساحة الطريق المخصصة للمركبات.

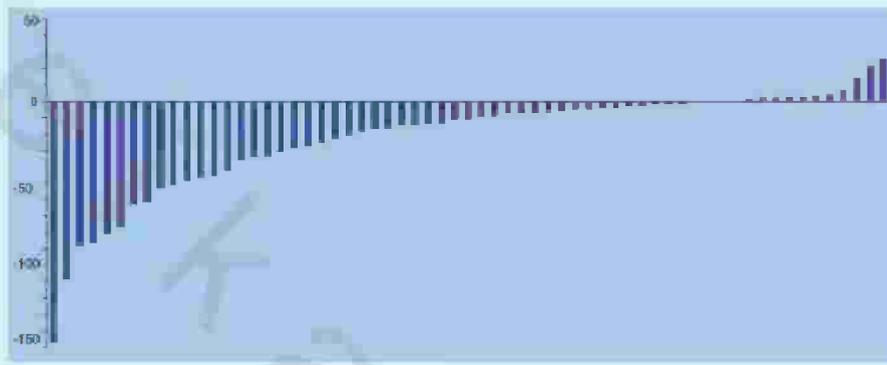
٢- يمكن أن تقل المستويات الإجمالية لحركة المرور بشكل كبير.

٣- يتوضح انخفاض حجم حركة المرور في جزء منه إذا علمنا أن الناس يتفاعلون مع التغيير الحاصل في ظروف الطريق بطرق أكثر تعقيداً مما تفترضه عادة النماذج المرورية.

بلغت نسبة المتوسط الحسابي للتغيير في حركة المرور - ٢١ و ٩٪ ضمن الحالات المدروسة لكل من الطريق المعدل أو المنطقة المعدلة إضافة إلى الطرق الموازية أو البديلة، بينما بلغ متوسط التغيير في حركة المرور رقماً قريباً من - ١١٪. وعلى الرغم من أن ١١ حالة من أصل ٦٣ حالة دراسية أظهرت ازدياد حجم حركة المرور قبل الإغلاق، لكن الدراسة وجدت أن التوجه السائد هو نحو تضاؤل حركة المرور أو تلاشيها في المساحة المتأثرة.

لوحظ أيضاً أن درجة استمرار هذه القيود على المدى البعيد تعتمد بشكل كبير على الأثر التراكمي لعدة سياسات مرورية منسجمة. وبغض النظر عما إذا كان القيد المروري نتيجة مرغوبة للسياسات المرورية أم لا في المناطق الحضرية، تأتي هذه الدراسة لتبين أن القيود المفروضة على مساحة الطريق المتاحة لا تؤدي بالضرورة إلى زيادة حدة الاختناقات المرورية.

توزع التغيرات المسجلة في حركة المرور في كل من الحالات الدراسية



المتوسط الحسابي للتغيير في حركة المرور = - ٢١.٩ %

الوسيط الحسابي للتغيير في حركة المرور = - ١٠.٦ %

المصدر: مأخوذ من كيرنز والآخرين، ٢٠٠٢.

حركة المرور المتضائلة أو المتلاشية: تطوير "خط تشيونغاي" في سيؤول

تستشهد الدراسة بإعادة خط تشيونغاي إلى ما كان عليه. وهو ما جرى مؤخراً في وسط مدينة سيؤول. احتلت فكرة تناقص حجم حركة المرور أو تلاشيها المكانة المركزية في هذا المشروع الذي تولته حكومة بلدية سيؤول التي سعت بطموح إلى إزالة مسافة الـ ٥,٨ كيلو متر من طريق شيونغهاي المرتفع وأربعة من الحارات المرورية الثمانية من الشوارع المجاور لشيونغهاي بغية إعادة المجرى الذي غطته الطرقات الحضرية السريعة وإعادة الحياة للحى بإقامة حديقة حضرية فيه. وكانت نتائج مراقبة الطرقات قبل إعادة الخط القديم وبعدها في وسط سيؤول منسجمة مع ما توصل إليه كيرنز والآخرين في دراستهم والتي تقول بأن معظم حركة المرور التي كانت تنتقل على طول ممر شيونغهاي الطرقي لم تظهر في الشوارع المجاورة أو في المنطقة الحضرية الأوسم. ويشير الدليل إلى حدوث نقلة في أزمنا المغادرة وإلى زيادة كبيرة في استخدام نمط المترو كنتيجة رئيسية للنقص الطارئ في الطاقة الاستيعابية الطرقية. لا بد من الإشارة أيضاً إلى أن ما توقعه حديقة ستريم تشيونغهاي كوسيلة للراحة وما حققته من ارتفاع في قيمة العقارات المجاورة هي أيضاً من نتائج المشروع التي لا يمكن تجاهلها.



خط شيونغاي : قبل التطوير

خط شيونغاي : بعد التطوير

المصدر: لي وآخرون، هوانغ، كمي - واي ولي، س. (٢٠٠٤) وحكومة مدينة سيول (الصور).

لكن المقابلة بين الأدلة المتوفرة تؤيد الفكرة البديهية نوعاً ما التي تقول بأن سياسات إدارة الاختناقات المرورية التي تؤمن طاقة استيعابية جديدة (أو تحمّر الطاقة الاستيعابية الموجودة، مثل تحسين توقيت الإشارات الضوئية، وسياسات النقل العام التي تنجح في إبعاد مستخدمي السيارات عن الطريق، ... إلخ) تُمثّل على زيادة حجم التنقل على المرفق المروري قيد الدراسة. وهكذا فإن تقليل أزمات التنقل الذي غداً ممكناً بفضل الطاقة الاستيعابية الجديدة أو المتاحة حديثاً أصبح يجذب رحلات جديدة وحركة مرور من المرافق المرورية الأخرى، وتنقلاً من أنماط النقل الأخرى و/أو تنقلاً حدث سابقاً في أوقات أخرى. بينما نرى من الناحية العملية أنه غالباً ما افترض أن هذا الطلب المعبر عنه حديثاً محدود بطبيعته وبالتالي فإن إضافة طاقة استيعابية جديدة أو "قديمة" أتاحت حديثاً يمكن أن تحقق منافع دائمة لصالح تخفيف الاختناقات المرورية. وتؤكد دراسات عديدة ما ثبت من أن هذا تقييم متفائل جداً على الأقل وغير صحيح عموماً،^(٢٥) على الأقل فيما يتصل بالطلب على التنقل على طول الممر الطرقي قيد الدراسة.

تستخدم قياسات المرونة لمعرفة أثر التغييرات في استخدام سلعة ما أو خدمة ما استجابة للتغييرات في سعر غيرها. ويبدو في هذه الحالة أنه يمكن معرفة أثر التنقل المستحث إما بمحاولة عزل التغييرات في حجوم التنقلات التي يمكن ربطها بالتغييرات الحاصلة في زمن التنقل أو بالتغييرات في الطاقة الاستيعابية. وقد أجري عدد من الدراسات التي تناولت زمن التنقل أو مرونة العرض^(٢٦) والنتائج التفصيلية في الجدول رقم (٣،٢) توضح نتائج الدراسات المذكورة. صحيح أن بعض عوامل المرونة التي تناولها الباحثون تشير فقط إلى الإضافات على الطاقة الاستيعابية المادية (مثل عدد الكيلومترات أو الأميال من الحارة المرورية) دون أن تشير إلى زمن التنقل وتكاليفه، وهي بالتالي قياس غير مباشر لكيفية تفاعل المنتقلين مع الانخفاض في التكاليف العامة، لكن هذه الدراسات التي تنظر في عوامل المرونة في زمن التنقل وكلفته وجدت عوامل مرونة منسجمة بشكل واسع على المدى القريب والبعيد. فضلاً على ذلك، فإن كثيراً من الدراسات التي تنظر في عوامل المرونة المرتبطة بالعرض وجدت أيضاً بشكل منسجم أن عوامل المرونة على المدى البعيد أكبر من عوامل المرونة على المدى القريب. وأخيراً نذكر أن المغزى العام للنتائج المأخوذة من

عوامل المرونة المتصلة بزمن التنقل وأميال الحارة المرورية يؤيدها بشكل واسع دليل تجريبي مفصل، وهو أن الطاقة الاستيعابية المتاحة حديثاً على الشبكات الطرقية تُحدث أو تولد، بخلاف ذلك، تنقلاً إضافياً لم يكن ليحدث على ذلك المرفق المروري لولا توفير هذه الطاقة الاستيعابية المتاحة حديثاً^(٢٧).

الجدول رقم (٣،٢). موجز عن التقييمات المُمثلة لعوامل مرونة حجم حركة المرور.

الدراسة	النتيجة	عوامل المرونة
غودوين، ١٩٩٦ (SACTRA)، ١٩٩٤	يؤدي انخفاض زمن التنقل بنسبة ١٠٪ إلى زيادة بنسبة ٥٪ في حجم حركة المرور على المدى القريب وزيادة بنسبة ٩٪ في حجم حركة المرور على المدى البعيد. تشير الدراسة إلى أن هذا الأثر الوسطي يمكن أن يكون أكبر في المناطق الحضرية المكتظة بسبب الاختناق المروري.	١.٥٪ وحتى - ٠.٩ (زمن التنقل)
بار، ٢٠٠٠	يؤدي انخفاض زمن التنقل بنسبة ١٠٪ إلى زيادة بنسبة ٣٪ وحتى ٤٪ في حجم حركة المرور. ويزداد هذا الأثر في المناطق الحضرية.	٠.٣ وحتى - ٠.٠٤ (زمن التنقل)
سيرفيرو، ٢٠٠٣	تؤدي زيادة سرعة التنقل بنسبة ١٠٪ على المدى البعيد إلى زيادة حجم حركة المرور بنسبة ٦.٤٪، وتتمثل بنسبة ٨٠٪ من الطاقة الاستيعابية الإضافية بالتنقل في وقت الذروة، والتي يمثل نصفها نتيجة مباشرة للطاقة الاستيعابية المتاحة حديثاً.	٠.٦٤ (سرعة حركة المرور)
هاتسن وهوانغ، ١٩٩٧	تؤدي زيادة الطاقة الاستيعابية بنسبة ١٠٪ إلى زيادة بنسبة ٣٪ وحتى ٧٪ في حجم حركة المرور، لكنها ترتفع إلى ٩٪ في المناطق الحضرية.	٠.٣ وحتى ٠.٧ (أميال الحارة المرورية)
نولاند، ٢٠٠١	تؤدي زيادة الطاقة الاستيعابية بنسبة ١٠٪ إلى زيادة بنسبة ٣٪ وحتى ٦٪ في حجم حركة المرور على المدى القريب بنسبة ٧٪ وحتى ١٠٪ على المدى البعيد.	على المدى القريب = ٠.٣ وحتى ٠.٦ على المدى البعيد = ٠.٧ وحتى ١.٠ (أميال الحارة المرورية)

المصدر: نولاند وليم، ٢٠٠١، وهانلي ودارغي وغودوين، ٢٠٠٢ - ٢٠٠٣، وليتمان، ٢٠٠٥.

وبذلك فإن دراسة حركة المرور الموثوقة قد تبدو إلى حد بعيد وكأنها تساؤل عن دراسة التأثير من خلال اختيار قيمة مرونة مناسبة لزمن التنقل على المدى القريب والبعيد للمشاريع الجديدة. لكن هذه ليست مهمة بسيطة لأن ذلك قد يعني أن كثيراً من النماذج المستخدمة لتقييم آثار التوسيع الطريقي تعاني من صعوبة في معرفة آثار الرحلات المعاد جدولتها أو المتولدة حديثاً. كمثال على ذلك نذكر وجود دليل على أن الطاقة الاستيعابية المتاحة حديثاً تؤدي إلى تركيز الرحلات حول الأزمنة المفضلة للتنقل في ساعات الذروة، وهذا يدل ضمناً على انخفاض في

التكاليف الإجمالية لإعادة جدولة الرحلات. لكن "تضيق الذروة" هذا يقلل من قدرة الطاقة الاستيعابية المتاحة حديثاً على تقليل الاختناق المروري في ساعات الذروة، مما يقلل من المجال المتاح أمام التوفير في زمن التنقل^(٢٨). صحيح أن المتقنين الذين يغيرون توقيت رحلاتهم يتكونون أثراً طفيفاً على التنقل إجمالاً في المنطقة الحضرية، إلا أنهم قد يتكونون أثراً كبيراً على محصلة التدابير المتخذة لإدارة الاختناق المروري التي تستهدف وصلة مرورية محددة أو مجموعة من الوصلات المرورية المحددة على الشبكة الطرقية.

لا بد من التأكيد على أن وجود أثر على الطلب المحدث أو القسري لا يعني بالضرورة عدم حصول منفعة للمنطقة، أو لمستخذي الطريق، جراء التوسعات في الطاقة الاستيعابية الطرقية، فهذه المنفعة تحقق في أغلب الأحيان. لكن يتعين على واضعي السياسات أن يولوا اهتماماً خاصاً بهذه الآثار الثانوية لتأمين الطاقة الاستيعابية بهدف تقييم منافع توسيع الطرق على نحو واقعي. أما الأمر الأهم هنا فهو ليس مستوى حركة المرور على الطرق قبل تنفيذ سياسات إدارة الاختناق المروري، بل ما يرجح واقعياً أن تكون عليه مستويات حركة المرور على الطرق بعد توظيف إجراءات إدارة الاختناق المروري، وكيف يحتمل أن تتطور على المدى القريب إلى المتوسط. والظاهر أن الإجابة على السؤال الأخير تأتي بشكل أسرع مما تخطط له كثير من المشاريع أو تدرسه.

وبشكل خاص، فإن طرق نمذجة النقل المستخدمة في تقييم المنافع المتحققة من السياسات المرورية في معالجة الاختناق المروري والموصوفة في الفصل الخامس يجب أن تولي اهتماماً خاصاً بهذه الآثار الثانوية للطاقة الاستيعابية المضافة. إذ عندما لا يتمكن تصميم المشروع وتقييمه من تمييز هذه الآثار، فإن ما يتم تحقيقه من تقليل حدة الاختناق المروري لن يلبى التوقعات العالية التي تكونت لدى واضعي السياسات حول أداء هذه السياسات المرورية. وكما أشرنا أعلاه، فإن ظاهرة حركة المرور المحدثثة هذه ليست سلبية بالضرورة؛ بل تشير إلى تنفيذ نشاطات جديدة وإلى أن المتقنين يعملون بناء على الفرص المتاحة حديثاً. صحيح أن السياسات المرورية المتصلة بإنشاء طاقة استيعابية جديدة ما تزال تعود بالنفع وتعطي قيمة مقابل المال، لكن ما تولده من طلب على التنقل في ظروف الاختناق المروري يقلل المكاسب التي يمكن أن تحققها في غياب توليد حركة المرور. ولهذا الأمر أهمية خاصة في ضوء سياسات إدارة الاختناق المروري، فكثير من الدراسات تؤكد على أرجحية أن يؤدي الطلب المحدث/القسري، وخاصة في المناطق الحضرية التي تشهد مستويات عالية من الاختناق المروري، إلى ضياع المكاسب المتحققة من مشاريع توسيع الطرق^(٢٩).

فضلاً على ذلك فإن واقع التنقل المحدث يفترض سؤالاً فلسفياً، لكنه عملي جداً رغم ذلك: فإذا كانت حركة المرور على مرفق مروري سوف تزداد بشكل دائم تقريباً وصولاً إلى الطاقة الاستيعابية للطريق، بل وتتجاوزها، فما هي حدود إنشاء الطرق الجديدة؟

من الواضح أن المدن والمناطق الحضرية قادرة، ويجب أن تكون قادرة، على الاستمرار في توسيع بنيتها التحتية الخاصة بنظام النقل حيثما يكون ذلك هو الحل الأفضل، لكن ما هي العلامات المتضمنة في المثال السائد

حالياً والمتجلي في سياسات توقع الطلب وتلبيته لتوجيه عملية تأمين البنية التحتية في ضوء الطُرق "المجانبة" (من وجهة نظر المتنقل المباشرة) والتنقل المحثوث؟

تمثل الإجابة على هذا السؤال إطار النقاش الدائر في الفصل السادس والذي يتناول المبادئ الإستراتيجية لسياسات إدارة الاختناق المروري

ملخص الفصل

- ١- يتعين على سياسات إدارة الاختناق المروري الفعالة أن تستند إلى تشخيص خاص بالموقع والسياق لحجم ومجال مشكلة الاختناقات المرورية التي تواجه المنطقة الحضرية.
- ٢- يمكننا تحديد ثلاث استراتيجيات عامة للعوامل السببية التي تؤثر على الاختناق المروري على الطُرق؛ وهي عوامل المستوى الجزئي (مثل العوامل المرتبطة بحركة المرور "على الطُرق")، وعوامل المستوى الكلي المرتبطة بالطلب من الدرجة الأولى على استخدام الطُرق ومجموعة من العوامل خارجية المنشأ التي تتصل بالطلب من الدرجة الثانية على استخدام الطُرق إضافة إلى متغيرات "عشوائية" مثل الطقس ووضوح الرؤية. ومن المهم أن نتذكر أن الاختناق المروري هو نتيجة "محفزات" تزيد فوراً من حدة الاختناق المروري على المستوى "الجزئي" (مثل ما نراه على الطُرق)، و"دوافع" تعمل على المستوى "الكلي" وتسهم في حدوث الاختناق المروري وفي شدته.
- ٣- يصنف الاختناق المروري عموماً إلى متكرر وغير متكرر. يحدث الاختناق المروري المتكرر عادة بسبب عوامل تؤثر بشكل دوري على نظام النقل، مثل التنقل بشكل يومي أو رحلات عطلة نهاية الأسبوع. لكن الاختناقات المرورية يمكن أن تبدي درجة كبيرة من العشوائية، حتى المتكررة منها، وخاصة في مدتها الزمنية وفي شدتها.
- ٤- وما يبدو واضحاً أيضاً من دراسة أسباب الاختناقات المرورية "المتكررة" عبر مختلف أنواع شبكات الطُرق هو شدة تأثير حركة المرور بالأعطال المفاجئة عندما يصل الطلب على الطريق إلى الطاقة الإنتاجية الفنية القصوى على إحدى الوصلات أو في شبكة الطُرق. إذ عندما يتم تشغيل الطُرق عند طاقتها الاستيعابية القصوى لمعدل التدفق المروري أو قريباً منها، يمكن لتغيرات صغيرة في الطاقة الاستيعابية المتاحة تنتج عن عوامل مثل السرعات التقاضية للمركبات وتغيير الحارات المرورية ودورات التسارع والتباطؤ، أن تسبب انتقالاً مفاجئاً من حركة مرور متدفقة سلسة إلى حالة من التوقف والحركة المتكررين.
- ٥- الاختناقات المرورية غير المتكررة هي نتيجة لأحداث كبيرة أو غير متوقعة أو غير مخطط لها (مثل أعمال الطُرق وحالات الاصطدام والمناسبات الخاصة وغير ذلك) تؤثر على أجزاء من نظام النقل بشكل شبه عشوائي، وبذلك لا يمكن التنبؤ بها أو نمذجتها أو تخفيفها بسهولة. وتختلف نسبة الاختناقات المرورية غير المتكررة من شبكة طُرق إلى أخرى وهي مرتبطة بوجود وفعالية إستراتيجيات الاستجابة للحوادث وجدولة الأعمال الطُرقية والظروف الجوية السائدة (ثلج، مطر، ضباب، ... إلخ).

- ٦- صحيح أن معظم الحوادث غير المتكررة لها الأثر السلبي ذاته على أداء الطريق، إلا أنها ليست جميعها عشوائية تماماً وليس التخطيط لمواجهةها على نفس الدرجة من الصعوبة. وعلى الرغم من أن معظم حالات الاصطدام لا يمكن التنبؤ بها بسبب طبيعتها، إلا أننا نستطيع تحديد أجزاء الطريق المعرضة للحوادث من خلال تطبيق التحليل الإحصائي وهندسة الطريق ذاته أو إجراءات السلامة الأخرى.
- ٧- يمكن على نحو مماثل إدارة أعمال الطرق بشكل يقلل من أثرها على حركة المرور. وحتى الطقس نفسه، وهو ما لا يمكن التدخل فيه أبداً، يمكن الاستعداد له بخطة للطوارئ قادرة على تقليل أثره على حركة المرور.
- ٨- فضلاً على ذلك، فإن الآليات المحددة المرتبطة بإحداث الاختناق المروري تختلف باختلاف مستويات الطرق. فالاختناقات المرورية على المرافق ذات التدفق غير المتقطع مثل الطرق السريعة لا تحدث بالأسلوب نفسه ولا بفعل الأسباب المباشرة نفسها التي تصادف على المرافق ذات التدفق المتقطع مثل ما تجده في المراكز الحضرية الكثيفة.
- ٩- إضافة إلى أن مستوى الطلب على الطرق وتشكل الاختناقات المرورية ليس ظاهرة ستاتيكية تحدث مرة واحدة فقط. فتحرير مساحة الطريق أو توفير طاقة استيعابية جديدة يحمّل أن يجذب حركة مرور جديدة إلى الطريق قيد الدراسة. ومن المهم بمكان عدم الاستخفاف بأثر حركة المرور المحثثة و/أو المحوثة.
- ١٠- يتوجب أخيراً أن تسعى السياسات الفعالة في إدارة الاختناقات المرورية إلى فهم طبيعة الطلب على التنقل في ظروف الاختناق المروري. صحيح أن الرحلات اليومية عامل أساسي، إلا أنه من المهم ألا نغفل عن الأنواع الأخرى من رحلات ساعات الذروة بما فيها رحلات حافلات المدارس والرحلات الترفيهية والتجول بحثاً عن أماكن لوقوف المركبات، وكذلك عمليات الشحن وتسليم السلع في المناطق الحضرية.

ملاحظات

- (١) بوفي، بي. وهوجيندورن، س. (٢٠٠٠).
- (٢) ويشكل عام، فإن ٥٥٪ من الاختناقات المرورية غير المتكررة في أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية تنسب إلى الحوادث العشوائية ومناطق العمل؛ فيلاحظ على الطرق الألمانية السريعة أن مناطق العمل وحالات الاصطدام مسؤولة عن ٦٠٪ من أسباب الاختناقات المرورية؛ وتخفض النسبة في سويسرا إلى ٣٣٪ و ١٩٪ على التوالي من أجل حالات الاصطدام ومناطق العمل.
- (٣) بوفي، بي. وهوجيندورن، س. ٢٠٠٠ و (SYTADIN)، ٢٠٠٤.
- (٤) يمكن أن يترك الطقس العاصف أثراً مهماً على الطاقة الاستيعابية للطرق. إليكم التقييمات التالية من إحدى الدراسات التي أجراها تشين، س.م. وآخرون (٢٠٠٤) من الولايات المتحدة:

تؤدي الأمطار الخفيفة إلى تقليل السرعة بنسبة تقارب ١٠٪، وذلك يقلل الطاقة الاستيعابية بنسبة ٤٪ تقريباً.	الطرق الحضرية السريعة
تؤدي الأمطار الغزيرة إلى تقليل سرعة التثقل بنسبة ١٦٪ تقريباً، مع تخفيض الطاقة الاستيعابية بنسبة ٨٪ تقريباً.	
يؤدي الثلج الخفيف إلى تقليل الطاقة الاستيعابية بنسبة ٥٪ وحتى ١٠٪، حسب تراكمه على الطرق.	الطرق الرئيسية
تنخفض السرعات في ظروف الثلج الكثيف بنسبة ٢٨٪ تقريباً، مما يشير إلى انخفاض بنسبة ٢٥٪ وحتى ٣٠٪ في الطاقة الاستيعابية.	
تؤدي الأمطار إلى تقليل السرعة بنسبة ١٠٪ وتخفيض الطاقة الاستيعابية بنسبة ٦٪.	الطرق الرئيسية
يؤدي تساقط الثلج وتبلل الطرقات إلى تناقص سرعات التثقل بنسبة ٢٥٪ مع تخفيض الطاقة الاستيعابية بنسبة ١٨٪.	
تنخفض السرعة بنسبة ٢٥٪ والطاقة الاستيعابية بنسبة ١٨٪ في حال نشوء ظروف من "البلل والوحل" على الطرق.	
تنخفض السرعة بنسبة ٣٠٪ والطاقة الاستيعابية بنسبة ١٨٪ عندما تكون الحارات المرورية "موحلة".	
يؤدي تساقط الثلج وتغطيته لتعبيد الطريق إلى تقليل الطاقة الاستيعابية بنسبة ٢٠٪.	

- (٥) يشير مهندسو النقل إلى التدفقات المرورية عند النقطتين A و B في المخطط بالتدفق غير المكتظ أو غير المقيد أو غير المحدد أو الحر. لكن علماء الاقتصاد يصنفون هذه التدفقات بين حالات الاختناق المروري.
- (٦) انظر لورنت، ف. (٢٠٠٦) ومايريفوت، س. ودو مور، ب. (٢٠٠٦) لمناقشة هذه النقاط.
- (٧) كيرنز، ب. (٢٠٠٤).
- (٨) كيرنز، ب. وآخرون (٢٠٠١).
- (٩) زهانغ هـ. (١٩٩٩) ومايريفوت، س. ودو مور، ب. (٢٠٠٦).
- (١٠) (AHUA) (٢٠٠٤)، الصفحة السابعة.
- (١١) انظر، على سبيل المثال، دليل الطاقة الاستيعابية للطرق السريعة، ٢٠٠٠.
- (١٢) انظر على سبيل المثال بريلون، شنابل، ٢٠٠٣.
- (١٣) نيومان وكينورثي، ١٩٩٩.
- (١٤) (CLF)، ٢٠٠٤.
- (١٥) مترو أثينا (Athens METRO)، ١٩٩٦.
- (١٦) مكتب الإحصائيات الوطنية في المملكة المتحدة، ٢٠٠٤.
- (١٧) بيكريل وشيميك، ١٩٩٥.

(١٨) سعى القيصر أوغسطس ومن بعده الإمبراطور هادريان إلى تخفيف الاختناقات المرورية في روما عبر حظر توصيل السلع وعمليات الشحن أوقات النهار في العاصمة القديمة. فيقول هادريان: "قمت بتخفيض مستوى ازدحام العربات الشديد الذي يثقل شوارعنا، فترف السرعة هذه يقضي على الهدف منها؛ إن الراجل يحقق تقدماً أكبر مما تحققه مئة مركبة متتالية على طول الانحناءات والالتفافات في الطريق المخصصة. لكن سرعان ما جرى عكس الحواجز المستخدمة نهائياً، في تناقض صارخ مع السياسات المرورية السابقة، وذلك بسبب شكاوى مواطني روما القديمة من أن عمليات التوصيل ليلاً تمنعهم من النوم. ووتشر، م. (٢٠٠٢)، الموسوعة البريطانية.

(١٩) منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (٢٠٠٣).

(٢٠) براون، م. وآخرون (٢٠٠١).

(٢١) آرنوت، ر. (٢٠٠١) "ربما كان متوسط الزمن الضائع في البحث عن مكان لإيقاف المركبات كبيراً بقدر متوسط الضياع الزمني الحاصل بسبب الاختناقات المرورية، على الأقل من أجل المركبات المتوجهة إلى وسط المدينة، وربما كان الطواف للبحث عن مكان لإيقاف المركبة على الطريق مساهماً كبيراً في تشكل الاختناق المروري داخل المدينة". الصفحة ٢٣.

(٢٢) مدينة باريس، "كتاب التقييمات". <http://paris.centraldoc.com/index.php?c=nlletter&do=showone&id=10>.

(٢٣) ليمان، ت. (٢٠٠٦). (a)

(٢٤) ليمان، ت. (٢٠٠٦). (a)

(٢٥) انظر غودوين، بي. ودارغي، جي. وهانلي، م. (٢٠٠٢) و(٢٠٠٤)، وغيلستر، س. وغراهام، د. (٢٠٠٤)، ودو جونج، ج. وخن، ه. (٢٠٠١)، و(CPRE) (٢٠٠٦)، ونولاند، ر. (٢٠٠١)، و(SACTRA) (١٩٩٤) وليتمان (٢٠٠٥). (b)

(٢٦) انظر غودوين، بي. ودارغي، جي. وهانلي، م. (٢٠٠٢) و(٢٠٠٤)، وغيلستر، س. وغراهام، د. (٢٠٠٤)، ودو جونج، ج. وخن، ه. (٢٠٠١)، و(CPRE) (٢٠٠٦)، ونولاند، ر. (٢٠٠١)، و(SACTRA) (١٩٩٤) وليتمان (٢٠٠٥). (b)

(٢٧) انظر غودوين، بي. ونولاند، ر. (٢٠٠٣) للحصول على شرح واف لهذه المسألة.

(٢٨) زهانغ، جي.، وروفولو، أم.، ودويكر، ك. جي. وستراثمان، جي. ج. (٢٠٠٢). تأثيرات تأمين الطرق على تصبوق الذروة. مجلة ملتقى أبحاث النقل، ٥٦ (٣)، الصفحة ١٢٩ - ١٤٥.

(٢٩) انظر على سبيل المثال، المؤتمر الأوروبي لوزراء النقل (١٩٩٨)، الصفحة ٢١٥ أو كتابات هنشر، د. وبوتن، ك.، الصفحة ١٢٥ - ١٤١.

لمحة عامة عن الاختناق المروري ومنهجيات التعامل معه في الدول الأعضاء

Overview of Traffic Congestion and Congestion Approaches in Member Countries

يقدم هذا الفصل لمحة عامة عن المدخلات التي قدمتها الدول الأعضاء حول الاختناق المروري في مدنها الكبرى. تشمل هذه المدخلات مشورة حول مستويات الاختناق المروري الحالية ولمحة عامة عن الاختناق المروري. كما تصيف موجزاً عن مختلف الأطر التي استخدمتها الدول لمعالجة الاختناق المروري على المستوى الحضري.

(٤.١) مقدمة

عادة ما تتم صياغة أبعاد سياسات النقل ذات الصلة بالاختناقات المرورية في سياق الاهتمام السياسي والمجتمعي المتعلق بزيادة مستويات الاختناقات المرورية. وتشمل استجابة كثير من إدارات النقل العامة لاتجاهات الاختناق المروري غير الملائمة واهتمامات المجتمع في جعل أهداف السياسات الوطنية أو الإقليمية/المحلية متصلة بالاختناقات المرورية.

وغالباً ما نرى أن السياسات المرورية المتصلة بالاختناقات المرورية، حيث وُجدت، تستهدف تقليل تكاليف الاختناقات المرورية وتأثيراتها (مثل "الضياغات" في زمن التنقل، وتغييره بشكل غير مقبول، وضياغات الوقود، والآثار السلبية على جودة الهواء، ...إلخ). أما عمليات تخطيط النقل فهي تقدم بدورها دعماً لما تم وضعه من أهداف للسياسات المرورية الواسعة وبحيث تكون منسجمة مع هذا الدعم عموماً.

وهناك بطبيعة الحال تفاعلات قوية بين سياسات النقل وتخطيط النقل. لأن ما يتم تخطيطه وكيفية تخطيطه يعتمد على الأهداف العامة للسياسات المرورية. فإذا كان الهدف من سياسات النقل، مثلاً، الاستجابة لمتطلبات المجتمع المتمثلة في مدن أكثر تراصاً وأكثر ملاءمة للعيش وأقل كثافة في مواردها، تزداد عندها احتمالية جعل التخطيط لصالح زيادة كثافة التنمية (وإعادة التنمية) ونمط النقل العام والمشبي.

أما في المدن أو المواقع التي تزداد فيها استجابة سياسات النقل لصالح مزيد من الطلب على اختيار الموقع، والتنقل بواسطة السيارات والعيش بكلفة أقل، ولا مركزية المواقع مع زيادة الحيز المعيشي، فيحتمل أن يكون التخطيط مختلفاً تماماً. وهذا يعني، بتعبير آخر، أن محصلة عمليات التخطيط تعتمد نوعاً ما على الإطار العام للسياسات الوطنية والإقليمية/الحضرية.

يلخص هذا الفصل المدخلات التي قدمتها مجموعة العمل والمتصلة بالمستوى الراهن للاختناقات المرورية مع توقعاتها المستقبلية في الدول التالية:

- ١- أستراليا.
- ٢- كندا.
- ٣- جمهورية التشيك.
- ٤- فرنسا.
- ٥- ألمانيا.
- ٦- اليونان.
- ٧- اليابان.
- ٨- هولندا.
- ٩- نيوزيلندا.
- ١٠- روسيا الاتحادية (منطقة موسكو).
- ١١- إسبانيا.
- ١٢- المملكة المتحدة.
- ١٤- الولايات المتحدة.

وكما أشرنا سابقاً، فإن ثمة أساليب مختلفة مستخدمة لتعريف الاختناقات المرورية وقياسها، وهناك أساليب مختلفة أيضاً لتقييم الإجراءات اللازمة. يقدم هذا الفصل لمحة عامة عن الدول تعكس التعاريف والأساليب المستخدمة في كل بلد.

(٤.٢) لمحة عامة عن الاختناقات المرورية في الدول المختارة

(٤.٢.١) أستراليا

(٤.٢.١.١) مواقع الاختناقات وشدتها

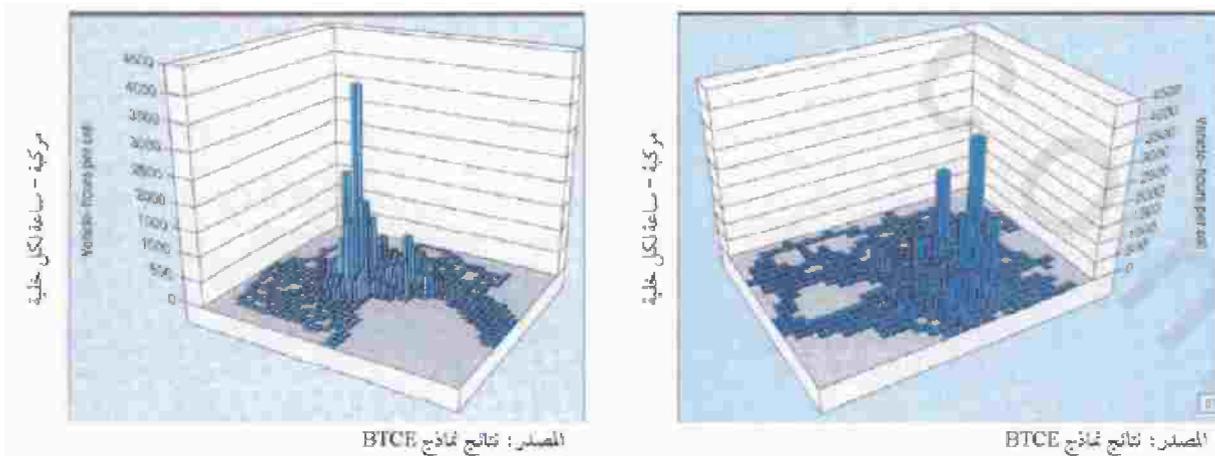
زاد إجمالي عدد الكيلومترات التي يقطعها المتقلون بسبب الزيادات الحاصلة في عدد السكان وازدياد امتلاك المركبات لكل فرد وزيادة الدخول وزيادة اللامركزية الحضرية. إن ثمة ارتباطاً مباشراً بين الطلب على النقل، سواء كان نقل الأشخاص أو السلع، وبين النمو الاقتصادي، وذلك مع ازدياد تنقل الأشخاص بصورة أسرع من

معدل النمو السكاني. إذ تبين أن مهمات الشحن ضمن البلاد زادت إلى ما يعادل ١.٢١ مرة تقريباً من معدل النمو الاقتصادي^(١). وشهد الاقتصاد الأسترالي عبر التاريخ انخفاض معدلات الفائدة وارتفاعاً قوياً في النمو الاقتصادي، وهو ما أسهم في نمو عمليات الشحن، بما فيها ما يتم في المناطق الحضرية.

ورغم أن أسرع مدن أستراليا نمواً، بريزبن وبييرث، تعاني من زيادة في ظروف الاختناق المروري على الطرق، فإن سيدني وملبورن تشهدان جملة من الاختناقات المرورية التي تتجاوز الحدود المثلى. تتسم ملبورن بارتفاع مستوى الاختناقات المرورية، مع تركيزها حول منطقة مركزية صغيرة نسبياً قرب منطقة الأعمال المركزية (الشكل رقم ٤.١). وتقدر التكاليف الكلية للاختناقات المرورية في ملبورن بحوالي ثلاثة بليون دولار سنوياً. وهناك ٦٤٠ كيلومتراً من شبكة الطرق الشريانية تشتغل في ظروف الاختناقات المرورية في أوقات الذروة. وتنشأ معظم الاختناقات المرورية حالياً داخل الضواحي الوسطى، ضمن محيط ١٥ كم حول منطقة الأعمال المركزية (DOI ٢٠٠٥).

يبلغ عدد سكان مدينة ملبورن أكثر من ٣.٦ مليون نسمة وتغطي مساحة تساوي تقريباً ٩٠٠٠ كيلومتر مربع. وتتركز الاختناقات المرورية داخل الضواحي الوسطى، ضمن محيط ١٥ كيلومتر حول منطقة الأعمال المركزية. لكن نظام الطرق السريعة في ملبورن يشهد حركة مرور كثيفة، وخاصة الممر الطرقي الشرقي - الغربي وحول ميناء ملبورن، وكذلك على الطرق السريعة التي تؤمن الدخول إلى منطقة الأعمال المركزية والخروج منها. بينما نرى أن ٨٨ كيلومتراً تقريباً من شبكة الطرق الشريانية تشتغل في ظروف الاختناقات المرورية في أوقات الذروة^(٢).

شهدت ملبورن ازدياد تغير أزمته التنقل (اختلاف النسبة في أزمته التنقل بسبب التأخر) في أوقات الذروة الصباحية من ١٧,٤٪ إلى ٢٥,٣٪ خلال فترة الخمس سنوات كاملة. بينما زاد تغير أزمته التنقل في أوقات الذروة المسائية من ١٥,٨٪ في عام ١٩٩٩ - ٢٠٠٠ إلى ١٨,٨٪ في عام ٢٠٠٣ - ٢٠٠٤، ثم سجل هبوطاً إلى ١٧,٧٪ في العام ٢٠٠٤ - ٢٠٠٥^(٣).



الشكل رقم (٤.١). حالات التأخر المسجلة في أوقات الذروة الصباحية (ملبورن وسيدني ١٩٩٨).

المصدر: الإجابات على استبيان مجموعة العمل.

يشكل ارتفاع حجوم النقل في سيدني، أكبر المدن الأسترالية والتي يزيد عدد سكانها على ٤.٥ مليون نسمة وتمتد على مساحة ١٢٠٠٠ كيلومتر مربع، توتراً في موثوقية شبكة النقل، ليس داخل مركز المدينة فقط بل أيضاً في الضواحي الخارجية عند النقاط الأساسية للدخول إلى شبكة الطرق الشريانية. وبالمقارنة مع ملبورن، نجد أن الاختناقات المرورية في سيدني ممتدة بشكل أكثر تساوياً من منطقة الأعمال المركزية حتى منطقة باراماتا (الشكل رقم ٤.١). ويبلغ مستوى توليد رحلات الشحن ذروته في المناطق التي تضم أكبر عدد من المواقع والمخازن الصناعية، وخاصة في جنوب وغرب سيدني، متركزاً بجوار الطرق الرئيسية السريعة. بينما توجه ٩٠٪ من السلع القادمة من ميناء سيدني شرقاً نحو غرب المدينة^(٤).

وتبلغ المسافة المقطوعة لتتوسط رحلات المتنقلين يوماً أقل من خمسة كيلومتر، وغالبية هذه الرحلات تُقطع بالسيارة. كلما زاد عدد السكان الذين يعيشون خارج منطقة الأعمال المركزية، كلما زادت المسافات المقطوعة في رحلاتهم غالباً، وكلما زاد الاعتماد على السيارات في التنقل كلما قل احتمال لجوئهم إلى المشي أو ركوب الدراجات الهوائية^١. وزاد عدد سكان سيدني بنسبة ٢١٪ خلال السنوات العشرين الماضية، ورغم أن بعض هذا النمو تركّز داخل المدينة، إلا أن نسبة كبيرة منه حصلت أيضاً في محيطها. وزاد عدد رحلات السيارات خلال الفترة نفسها بنسبة ٤١٪ بينما زاد عدد السيارات بواقع ٥٨٪^(٥).

أما بريزبن، فهي تشهد اليوم توسعاً في الاختناقات المرورية نحو المناطق المأهولة الساحلية والخارجية التي تسجل أسرع نمو سكاني، بينما تم التركيز بشكل رئيس سابقاً على الاختناقات المرورية الحاصلة في الطرق الشريانية القطرية داخل المدينة. وتشير التوقعات إلى أن المسافات التي تقطعها المركبات في جنوب شرق كوينزلاند، وهو الموقع الذي توجد فيه بريزبن ضمن الولاية، سوف تزيد بواقع ١.٩٪ سنوياً (من عام ٢٠٠١ حتى عام ٢٠٢٦)، مقابل نمو سكاني سنوي قدره ١.٧٪^(٦).

وتشهد بيرث نمواً سكانياً سريعاً مع توسع حضري كبير في المنطقة الخارجية من المدينة يترافق بتكثف سكاني داخل المدينة. ويتوافق هذا النمو السكاني مع زيادة في امتلاك السيارات، من ٥١٥ سيارة لكل ١٠٠٠ شخص في عام ١٩٩١ إلى حوالي ٦٥٠ سيارة لكل ١٠٠٠ شخص في العام ٢٠٠٦. وتترافق الزيادة في امتلاك السيارات مع انخفاض في نسبة استخدام نمط النقل العام من ٢٠٪ في عام ١٩٦٦ حتى ٦٪ من إجمالي الرحلات المقطوعة في عام ٢٠٠٥. وتحديث الاختناقات المرورية بشكل رئيس على المرطقي جنوب - غرب المدينة (مثلاً بين المناطق الصناعية الكبرى في كيودل وكوينانا والموانئ في فريمانتل وكوينانا)، لكنها تزداد أيضاً على امتداد الطريق الدائري السريع الذي يصل بين الشمال والجنوب.

أما رحلات الشحن البري الداخلة إلى بقية أجزاء الولاية والخارجة منها فتجري بشكل رئيس على طول الطرق الشريانية الكبرى باتجاه شمال و جنوب و شرق بيرث. وتشكل المركبات الثقيلة نسبة تصل حتى ١٠٪ من

إجمالي حركة المرور على الطرق الرئيسية^(٨). ويستفيد نظام الشحن في المدينة من الفصل بين مسار السكك الحديدية لقطارات الشحن وقطارات نقل الركاب داخل المدن.

(٤.٢.١.٢) توقعات مستقبلية للاختناقات

يتوقع أن يزداد إجمالي متوسط الكيلومترات المقطوعة داخل المدينة بالمركبات عبر أستراليا (سواء للسلع أو الأشخاص) بواقع ٤٠٪ بين عامي ٢٠٠٢ و ٢٠٢٠. فالسيارات هي نمط النقل السائد في تنقل الركاب المحليين، ومسؤولة عن ٨٠٪ تقريباً من إجمالي المسافات المقطوعة بالمركبات داخل المدينة. وكذلك فإن الطرق هي النمط السائد أيضاً في عمليات الشحن الحضرية. ويتوقع أن تزداد بأكثر من ٧٠٪ بين عامي ٢٠٠٢ و ٢٠٢٠. كما يتوقع أن تزداد عمليات الشحن المحلي للسلع السائبة بمعدل أسرع من إجمالي نمو حركة المرور، بما فيها السيارات. لكن يتوقع أن تشكل حركة مرور السيارات في العام ٢٠٢٠ نسبة ٧٥٪ من إجمالي المسافات المقطوعة بالمركبات داخل المدينة، حتى مع النمو السريع في حركة مرور مركبات الشحن التجارية الخفيفة^(٩).

ويشهد معدل المسافات المقطوعة بالمركبات زيادة أسرع في بيرث وبريزبن، حيث تتجاوز معدلات النمو نظيراتها في سيدني وملبورن.

ويحتمل أن يؤدي النمو المتوقع في الطلب على نقل الركاب في سيدني متوافقاً مع النمو في عمليات الشحن على الطرق إلى زيادة في المنافسة على مساحة الطريق. ويتوقع نشوء ظاهرة مماثلة في شبكة السكك الحديدية الحضرية المشتركة جزئياً بسبب إضافة خدمات نقل الركاب بالسكك الحديدية التي سوف تقلل من توفرها لصالح عمليات الشحن^(١٠). أما في ملبورن، فيتوقع حصول زيادة كبيرة في الاختناقات المرورية داخل المدينة، بينما يتوقع أن تخف هذه الاختناقات المرورية في الضواحي الخارجية. لكن إن لم تحدث أي تغييرات، فسوف تمتد الاختناقات المرورية في عام ٢٠٢١ إلى أكثر من ٣٨٥ كيلومتراً من شبكة الطرق الشريانية^(١١).

لكن القياسات التقليدية لأداء الاختناقات المرورية، مثل متوسط سرعات التنقل وغيرها من قياسات الاختناق المروري المعتمدة على السرعة، لا تعطي دائماً صورة دقيقة عن كيفية تغير الاختناقات المرورية على مستوى الممر الطرقي والدرجة التي تصبح عندها موثوقة شبكة النقل مسألة تستوجب النظر. إلا أن هذه القياسات تعطي فائدة أكبر عندما تبدأ الاختناقات المرورية بالظهور، لكنها لا تعود بالفائدة ذاتها عندما تصبح فترات الاختناقات المرورية الشديدة هي المعيار السائد.

ولم تسجل مقياس المتوسط الموزون لسرعة التنقل الإجمالية خلال فترات الذروة الصباحية والمسائية على شبكات الطرق الحضرية في سيدني وملبورن تغيراً ملحوظاً خلال السنوات الخمس الماضية على الرغم من التحسينات الكبيرة في البنية التحتية الطرقية^(١٢). وتعكس هذه النتيجة واقع أن الطرق الشريانية المدروسة قد بلغت طاقتها الاستيعابية إلى حد كبير. وقد لا تستطيع مقياس سرعة التنقل في هذه الحالات إعطاء مقدار الزيادة في مدة

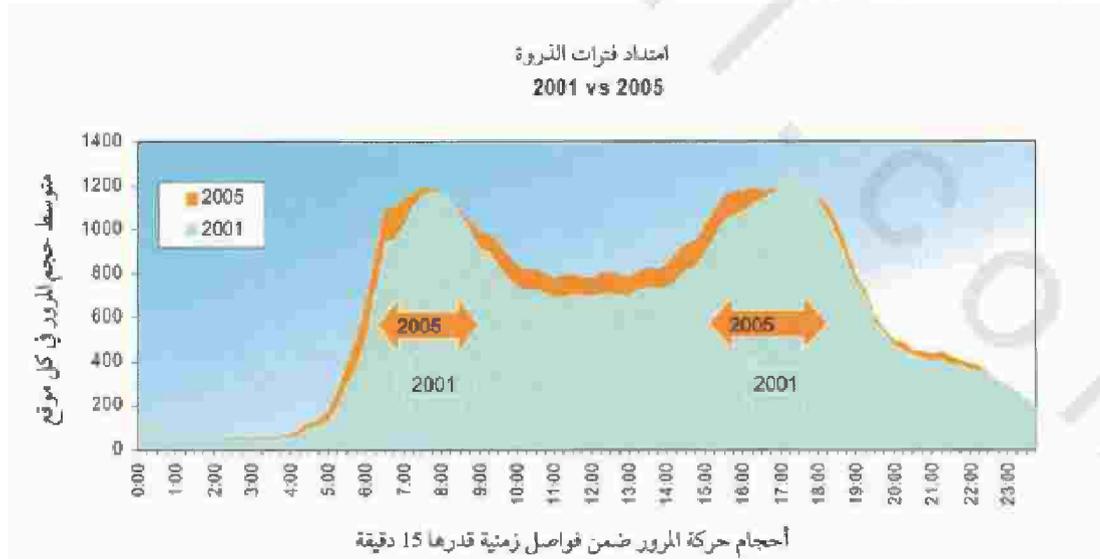
الاختناقات المرورية أو الامتداد الجغرافي لهذه الاختناقات، مثلاً من خلال تحويل حركة المرور، إلى طرق أقل جاذبية لا يتناولها المسح.

يمثل توسع الذروة ظاهرة عامة في المناطق ذات المستويات العالية من الاختناقات المرورية. والأساليب المتبعة حالياً في جمع بيانات الاختناقات المرورية في أستراليا تخفي هذه الظاهرة. لكن يمكن قياس هذه الظاهرة في ملبورن بكل وضوح. حيث توظف هيئة الطرق في فيكتوريا تقنية جديدة تمكنها من جمع بيانات حول أداء الطرق السريعة بشكل دائم. ويبين الشكل رقم (٤،٢) درجة توسع الذروة في ملبورن من عام ٢٠٠١ حتى عام ٢٠٠٥. حيث تمثل المنطقة البرتقالية الزيادة الكلية في حجم حركة المرور بين فترات الذروة صباحاً ووقت الظهيرة وتوضح أيضاً ازدياد المدة الزمنية لفترات الذروة.

(٤،٢،٢) كندا

(٤،٢،٢،١) مواقع الاختناقات وشدتها

ما يزال النمو السكاني السريع، مترافقاً مع التحضر وما يرتبط به من نمو في امتلاك السيارات واستخدامها، حافظاً على نشوء الاختناقات المرورية على الطرقات في كندا. ففي العقد الممتد بين عامي ١٩٩٣ و٢٠٠٣، زاد عدد سكان كندا نحو ٢،٧ مليون نسمة. وكان هذا النمو سريعاً بشكل خاص في مناطق حضرية هي فانكوفر، فبلغ نسبة ٢٣٪، وكالغاري بنسبة ٢٧٪ خلال تلك الفترة. أما بالنسبة لأكبر زيادة مطلقة في عدد السكان فسجلت في منطقة تورنتو الحضرية، حيث زاد عدد السكان بمقدار يتجاوز ٩٠٠،٠٠٠ نسمة، أي بنسبة ٢١،٥٪ في ذلك العقد من الزمن.



الشكل رقم (٤،٢). المدة الزمنية لفترات الذروة في ملبورن، ٢٠٠٥ - ٢٠٠١.

المصدر: هيئة الطرق في فيكتوريا (VicRoads).

لقد استمرت الزيادة في استخدام المركبات بصورة أسرع من الزيادة في عدد السكان الكلي، فزاد عدد السيارات والشاحنات مجتمعة بمعدل ١٣٪ خلال العقد حتى عام ٢٠٠٢.

وتساهم هذه الاتجاهات في زيادة الاختناقات المرورية، وخاصة في المناطق الحضرية الكبرى من البلاد (كالغاري وإدمونتون وهاميلتون ومونتريال وكيبك وأوتاوا - غاتينو وفانكوفر ووينيبغ). ويلاحظ أن ساعات الذروة تستمر عادة في كبرى هذه المناطق الحضرية من الساعة السادسة إلى التاسعة صباحاً ومن الساعة الثالثة والنصف وحتى الساعة مساءً. أما في المناطق الحضرية الصغيرة، فعادة ما تكون فترات الذروة أقصر زمنياً وتمتد على ساعة واحدة فقط أو ساعتين. وتحدث الاختناقات المرورية أيضاً خارج ساعات الذروة في بعض المناطق الحضرية الكبرى، وخاصة على الطرق السريعة في المدن. فثمة أجزاء معينة من هذه الطرق في تورنتو ومونتريال تعاني بصورة منتظمة من ظروف الاختناقات المرورية خلال ساعات الذروة إلى حد أصبح لا يكاد يمكن تمييز الفارق بين "ساعة الذروة" وباقي ساعات اليوم. إن ظاهرة الاختناق المروري هذه خارج ساعات الذروة تعكس، جزئياً، واقع أن التنقل خارج أوقات الذروة قد زاد في السنوات الأخيرة بصورة أسرع من ازدياد التنقل في ساعات الذروة.

وقد أجريت دراسة "تكاليف الاختناقات المرورية في كندا" وانتهت عام ٢٠٠٤. وقام وزير النقل بنشر نتائجها الرئيسية في آذار/مارس من عام ٢٠٠٦. كلفت هيئة النقل في كندا بإجراء الدراسة للحصول على فهم أفضل لطبيعة الاختناقات المرورية ودرجتها في كندا، ولاعتماد أسلوب ثابت في تقييم التكاليف المرتبطة بها. نظرت الدراسة في البيانات والحالات التي حدث فيها الاختناق المروري بصورة يومية لأن الطلب على التنقل تجاوز الطاقة الاستيعابية للمدن على نقل الأشخاص. وقامت أيضاً بدراسة التكاليف المترتبة على تأخر رحلات التنقل، وما ينجم عنه من استهلاك إضافي في الوقود وإصدار كميات أكبر من غازات الدفيئة (غازات البيوت المحمية).

النتائج المتوقعة: تقدم الدراسة المنفذة عن تكاليف الاختناقات المرورية أول تحليل منهجي للاختناقات المرورية الحضرية المتكررة في كندا، إضافة إلى تقييمات لكلفة الاختناقات المرورية الحضرية من حيث التأخير واستهلاك الوقود وانبعاثات غازات الدفيئة المرافقة بسبب ظروف الاختناقات المرورية. وقد وجدت الدراسة أن الاختناقات المرورية المتكررة في المناطق الحضرية تكلف الكنديين بين ٢.٣ و ٣.٧ بليون دولار سنوياً (مقدرة بقيمة الدولار لعام ٢٠٠٢). ويتوافق أكثر من ٩٠٪ من هذه الكلفة مع ضياع زمني في حركة المرور يلحق بسائقي المركبات وبالمتنقلين؛ بينما تحدث نسبة ٧٪ منها بسبب الوقود المستهلك؛ و ٣٪ من ازدياد انبعاثات غازات الدفيئة. وسوف تستخدم تقييمات تكاليف الاختناقات المرورية التي خرجت بها هذه الدراسة لدراسة التكاليف الكلية لنشاطات النقل التي تجريها هيئة النقل في كندا حالياً.

(٤.٢.٢.٢) توقعات مستقبلية للاختناقات

يتوقع أن يستمر نمو الزيادة السكانية بمعدله الأخير، وخاصة مع استمرار الهجرة. إذ أن آخر التوقعات يعطي معدل النمو السكاني بحوالي ٠.٧٥٪ سنوياً حتى العام ٢٠٢٠. ويتوقع أيضاً ازدياد التحضر، لأن التوسع السكاني ما يزال متركزاً في المناطق الحضرية.

وتشير جميع الاتجاهات السائدة إلى أن حركة المرور على الطرق سوف تستمر في التوسع بشكل سريع، بعيداً عن أي صدمات اقتصادية كبيرة أو تغييرات سياسية. ويتوقع أن يكون نمو الناتج المحلي الخام أكثر من ٢٪ سنوياً، وإذا استمرت الاتجاهات الأخيرة، فسوف يزداد امتلاك السيارات واستخدامها بمعدل أكبر من ذلك، أو قريباً من ٣٪ سنوياً. ورغم أن البعض قد يقول بأن هذا النمو بعيد الاحتمال، لأن امتلاك السيارات واستخدامها لا بد أنه يقترب من "حد الإشباع"، لكن المقارنة مع الولايات المتحدة إجراء مفيد للغاية. ففي عام ٢٠٠٢، بلغ متوسط معدل امتلاك المركبات لكل ١٠٠٠ شخص في الولايات المتحدة ٣٨٠، أي أكثر من المعدل المسجل في كندا بواقع ٤٠٪، وذلك وفقاً لإحصاءات رسمية. وفي الوقت نفسه، كان الناتج المحلي الإجمالي للفرد أكبر بنسبة ٢٧٪ من الرقم المسجل في كندا (وفق تقييمات نسبة القوة الشرائية). وكان الفارق النسبي في امتلاك السيارات قريباً من ٤٠٪ في العقود الأربعة الأخيرة، بينما كان مستوى النمو مرتفع. وسجل امتلاك المركبات في الولايات المتحدة منذ ثلاثين سنة مضت نسبة مرتفعة تساوي المعدل الكندي الحالي. كما زاد الاستخدام السنوي لكل مركبة خلال هذه العقود في الولايات المتحدة. وبالنظر إلى التشابه في الاقتصاد والجغرافية، يمكننا أن نتوقع أن كندا ستتابع مسار النمو نفسه في امتلاك المركبات واستخدامها مع بقاء معدلات النمو السكاني والناتج المحلي الإجمالي مساوية لما هو مسجل في الولايات المتحدة. ونظراً إلى العلاقة الأسية بين الاختناقات المرورية وحركة المرور، وبعيداً عن إجراء توسيع كبير في الطاقة الاستيعابية الطرّقية، يتوقع حصول زيادة كبيرة في التأخر الناجم عن الاختناقات المرورية في كندا خلال العقود القادمة.

(٤.٢.٣) جمهورية التشيك

(٤.٢.٣.١) مواقع الاختناقات وشدتها (مع التركيز على براغ)

زاد عدد السيارات في جمهورية التشيك بشكل كبير خلال العقد المنصرم. فوصل اليوم معدل تسجيل المركبات لكل فرد إلى المستوى المسجل في الدول الأوروبية الأكثر تطوراً، بل وتجاوز في براغ نظيره في معظم مدن غرب أوروبا. وزاد حجم حركة المرور أيضاً، وارتفع في الفترة من العام ١٩٩١ وحتى اليوم بصورة أكبر مما سجله في السنوات المئة المنصرمة مجتمعة. ورغم تباطؤ هذا التوجه نوعاً ما مؤخراً، إلا أن حجم حركة المرور ما زال في ازدياد.

يعتبر الاختناق المروري سمة يومية في المدن الكبرى مثل براغ وبرونو. وهو يحدث أيضاً في أوسترافا ويلزن وأولوموك لكن بشكل أقل حدة. إذ أن نسبة ٧٥٪ من حجم حركة المرور اليومية تجوب شوارع براغ بين الساعة السادسة صباحاً والسادسة مساءً. ويتسم التنقل الحضري اليومي بحدوث الاختناقات المرورية في أوقات

الذروة على الطُّرق، مما يؤدي إلى تأخير زمني يصل حتى ٣٠ إلى ٣٥ دقيقة لكل ١٠ كم مقطوعة بالمقارنة مع أزمات التنقل بتدفق حر.

ويبلغ حجم الدخول إلى براغ يومياً ٢٤٠,٠٠٠ سيارة و٤٤٠,٠٠٠ شخصاً. لكن الطاقة الاستيعابية الحضرية المتاحة على الطُّرق لا تكفي لاستيعاب هذا الحجم من حركة المرور، ناهيك عما يسود من تراجع أداء حركة المرور على طُرق الشاحنات وبعض شبكات الطُّرق المغذية خلال فترات الذروة. كما أن كثافة حركة المرور في ساعات الذروة في براغ تتجاوز كثافة حركة المرور على الطُّرق الأكثر استخداماً في أي مكان آخر من البلاد. وارتفاع استخدام السيارات في الرحلات اليومية هو واحد من العوامل الرئيسة المسؤولة عن ازدياد مستوى الاختناقات المرورية في المُدن التشيكية. فقد تراجعت حصة النقل العام من التنقل اليومي من ٧٥٪ حتى ٦٠٪ منذ عام ١٩٩٠ في جميع المُدن التشيكية الكبرى. وأصبحت سيارات التنقلين تشكل اليوم نسبة ٨٠٪ من أسطول المركبات التي تجوب الطُّرق، بينما تشكل حركة مرور هذه السيارات نسبة ٩٠٪ من تدفقات حركة المرور اليومية في جميع المُدن التشيكية الرئيسة. وتبلغ حالياً نسبة متوسط إشغال المركبات ١,٤ شخصاً لكل سيارة.

(٤,٢,٣,٢) توقعات مستقبلية للاختناقات

إن اتجاهات حركة المرور في المستقبل مشروطة بتطوير إجراءات كشف الاختناقات المرورية وإدارتها، ونجاحها. وذلك يشمل تأمين معلومات حول حركة المرور (اللوحات المتغيرة الرسائل (VMS) والبيث والإنترنت والهاتف المتحرك) ومعلومات حول زمن التنقل والتوقعات بشأنه، وكذلك من خلال توفير نقل عام عالي الجودة وزيادة حجمه بشكل دائم مع مرافق "قف واركب النقل العام". ومن المنتظر أن يلعب استيعاب الحركة الديناميكية بالمركبات دوراً في تقليل الاختناقات المرورية المفرطة.

(٤,٢,٤) فرنسا

لا يمكن القول إن الاختناقات المرورية هي من كبرى الاهتمامات السياسية الوطنية في فرنسا، رغم أن وسائل الإعلام في كل البلاد تلمح إلى ذلك بصورة متكررة، وخاصة خلال فترات العطلات. ومع ذلك، يبدو أن الاختناقات المرورية سمة من سمات الحياة الحضرية التي يمكن تحملها في فرنسا، وتولي الحكومة الوطنية وكذلك الحكومات الإقليمية اهتماماً متزايداً بهذا الموضوع. أما في سياق السياسات المرورية، فغالباً ما يعالج الاختناق المروري الحضري بصفته واحداً من المسائل المتعددة التي تتم معالجتها على المستوى الإقليمي الحضري الواسع، وتشمل المواضيع الأخرى قابلية العيش في المناطق الحضرية والمساواة والبيئة وتأمين شبكات نقل عام ذات كفاءة.

(٤.٢.٤.١) مواقع الاختناقات ودرجاتها

تتلقى منطقة باريس الكبرى الحصة الأكبر، بالقيم المطلقة، في توزيع تأثيرات الاختناقات المرورية الحضرية، إذ تتحمل منطقة باريس الثلاثين من إجمالي الضياعات الزمنية عبر فرنسا، مع امتداد الاختناقات المرورية لمدة ١٤ ساعة يومياً على الطريق الدائري الأول في باريس ("طريق باريس الدائري"). وتستمر فترة الذروة الصباحية في باريس لمدة ساعتين بينما تستمر فترة الذروة المسائية لمدة ٣ ساعات. وتقل هذه الفترات عموماً في المدن الكبرى الأخرى (مثل ليون ومارسيليا وبوردو وتولوز وغرونوبل، ... إلخ)، رغم أن المدة الزمنية لساعات الذروة وشدتها في المدن ذات النمو السريع يشهدان ارتفاعاً سريعاً أيضاً.

(٤.٢.٤.٢) توقعات مستقبلية للاختناقات

على الرغم من أن الاختناقات المرورية تسبب إعاقة شديدة لاستخدام بعض أجزاء البنية التحتية الطرقية، إلا أن الإدراك العام (كما ثبت من الدراسات) هو أن متوسط سرعات التنقل في الرحلات تزداد بشكل منتظم بفضل تنمية الشبكة الطرقية (طرق المركبات، والسكك الحديدية عالية السرعة، والنقل العام) إضافة إلى إدارة الطلب الذاتي (اختيار الوجهة) التي تسمح بتحقيق "توازن معدّل" للزيادة الثابتة على حجم حركة المرور. ورغم أن كثيراً من مدن فرنسا سعت عبر التاريخ إلى تكيف أنفسها مع حركة مرور السيارات من الخمسينيات وحتى الثمانينيات من القرن الماضي، لكن ظهر انتشار واسع نسبياً لرد فعل عنيف مع سعي المدن إلى الحد من الاستخدام المتزايد للسيارات بدل تسهيله، وخاصة في المراكز الحضرية الكثيفة. أما في الوقت الحاضر، فإن كثيراً من المدن تعتمد على سياسات ضبط حركة المرور وتلحق التنمية المرورية الطرقية بغايات أخرى للسياسات المرورية الحضرية، أو تجعلها مساوية لها على الأقل، مثل تشجيع نمط النقل العام والمشى وركوب الدراجات الهوائية.

(٤.٢.٥) ألمانيا

(٤.٢.٥.١) مواقع الاختناقات ودرجاتها

غالباً ما يحدث الاختناق المروري بشكل متكرر على شبكة الطرق السريعة، وخاصة في المناطق الحضرية مثل هاننورغ وبرلين ومنطقة الراين - الرور ودورتموند وإيسن وديسلدورف وكولن وفرانكفورت وشتوتغارت وميونخ. فقد نمت شبكة الطرق السريعة في ألمانيا من حوالي ٣٤٠٠ كم في عام ١٩٥٠ لتبلغ ١٢٢٠٠ كيلومتراً في عام ٢٠٠٥. ولا يمكن لتأمين بنية تحتية طرقية كافية أن يلبي الزيادة الحاصلة على عدد المركبات والمسافات المقطوعة في نقل الأشخاص إضافة إلى عمليات شحن السلع. فهذا النمو سريع جداً ويتطلب كثيراً من الموارد. علاوة على أن تحسن عملية تأمين الطرق أدى إلى إحداث حركة مرور إضافية على الطرق.

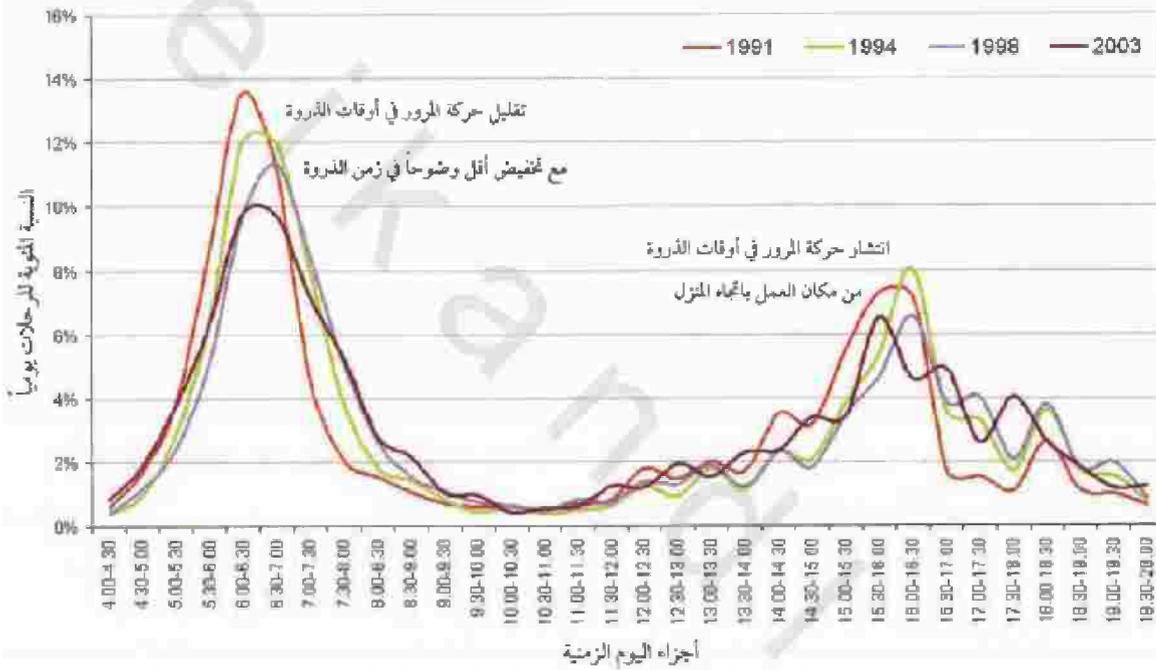
وبسبب غياب تعريف موحد للاختناقات المرورية، نرى اختلاف الإحصاءات فيما يتصل بشدة الاختناقات المرورية وتكرارها في ألمانيا. لكنها تفترض أن الطول الإجمالي للاختناقات المرورية يبلغ حوالي ٢٠٠

كيلومتر يومياً ويرتفع إلى ١٠٠٠ كيلومتر في أيام الذروة. يمكن تقسيم أسباب الاختناقات المرورية بين الأعمال الطرقية والحوادث وارتفاع حجوم حركة المرور، وكل منها يسبب ثلث الاختناقات المرورية تقريباً.

تحدث الاختناقات المرورية خلال ساعات الذروة (أي من الساعة السادسة وحتى العاشرة صباحاً، ومن الساعة الرابعة وحتى السادسة مساءً)، وخاصة عندما تتزامن الرحلات الإقليمية والرحلات الطويلة ورحلات النقل العام. وتمتد ٦٠٪ من حالات الازدحام المروري على الطرق السريعة على طول ٣ كيلومتر تقريباً.

توزع الرحلات بين الأماكن السكنية وأماكن العمل

(الفترة الزمنية المدروسة من الرابعة صباحاً حتى الثامنة مساءً SrV-Cities Profile يوم عمل)



الشكل رقم (٤.٣). تطور التنقل اليومي في مدن ألمانيا الشرقية بين عامي ١٩٩١ و ٢٠٠٣ (متوسط الوزن لـ ١٥ مدينة، نسبة الرحلات يومياً).

المصدر: الإجابات على استبيان مجموعة العمل.

وتشهد كثير من المدن في ألمانيا أيضاً توسعاً في فترة الذروة المرورية. ويوضح الشكل رقم (٤.٣) حالة المدن الكبرى الخمس عشرة في الجزء الشرقي من ألمانيا، إذ ثمة ازدياد في نسبة الرحلات التي تتم خلال جانبي فترات الذروة، بينما تتراجع نسبة الرحلات المقطوعة في ساعات الذروة المعتادة مع مرور السنوات.

(٤.٢.٥.٢) توقعات مستقبلية للاختناقات

من المحتمل أن يؤدي النمو الاقتصادي المرغوب وازدياد استخدام المركبات ونمط الحياة والعمولة إلى زيادة إضافية في حركة مرور نقل السلع والأشخاص. وتتوقع الخطة الأخيرة للنقل الاتحادي المتكامل نمواً مستقبلياً يبلغ حوالي ٢٠٪.

لتنقل الأشخاص بالسيارات وحوالي ٦٠٪ لتتنقل الشاحنات على الطُرق السريعة حتى عام ٢٠١٥ (التنقل بين المناطق الحضرية). وسوف تحافظ زيادة النمو في المحيطات الحضرية والمناطق المحيطة بالمُدن الناجحة، مثل برلين وفرانكفورت وميونخ وهامبورغ ومدن أخرى، على مستوى مرتفع من الطلب على التنقل في هذه المناطق أيضاً.

لكن لن تحدث زيادة الطلب على التنقل في المناطق الحضرية وارتفاع حجم حركة المرور الإقليمية في جميع المناطق خلال الفترة نفسها بنفس الدرجة، وذلك بسبب التراجع الكبير في عدد السكان والتغيرات الديمغرافية في ألمانيا. ويُحتمل أن تشهد كثير من المُدن في الغرب والشرق سابقاً تراجع عدد السكان بحلول عام ٢٠٢٠، باستثناء بعض المناطق الحضرية المزدهرة، مما يؤدي إلى مستويات غير متجانسة البتة من الطلب على النقل عبر كامل أنحاء البلاد.

(٤.٢.٦) اليونان

(٤.٢.٦.١) مواقع الاختناقات ودرجتها

تبلغ مساحة منطقة أثينا الحضرية، وهي عاصمة اليونان، ٦٠ كيلومتراً مربعاً وتضم حوالي ٣,٨ مليون نسمة، أي ما يقارب ٤٠٪ من سكان اليونان. فقد زاد عدد السكان خلال العقد الماضي في أثينا الكبرى بنسبة ١٠٪ مع ازدياد كبير في امتلاك السيارات في الوقت نفسه، بواقع ٤٠٠ مركبة تقريباً لكل ١٠٠٠ شخص. وتتركز في أثينا ٥٠٪ من النشاطات الصناعية الوطنية، و٥٥٪ من السيارات الخاصة في اليونان. لقد شهدت أثينا زيادة كبيرة في امتلاك المركبات وعدد السكان خلال السنوات الأربعين الماضية. وأدى ذلك إلى زيادة في زمن التنقل بنسبة ٢٦٪ في السنوات الإحدى عشرة الماضية، وكانت النتيجة تراجع ظروف حركة المرور في العاصمة. كما تغير توزيع حصص وسائل النقل لصالح التنقل بالمركبات، من نسبة ٤٥:٤٠ (مركبة خاصة: نقل عام) في عام ١٩٩٠ إلى ٣٠:٥٤ في عام ٢٠٠١^(١٣). يُبين الشكل رقم (٤.٤) مؤشراً على مواقع الاختناقات المرورية في أثينا.

يمكن أن تستغرق المركبات أكثر من ٢٠ دقيقة في قطع مسافة كيلومتر واحد أو اثنين على طول الطُرق الشريانية الكبرى خلال ساعات الذروة. أما أنماط النقل العام السطحية فهي تعمل عند مستويات متدنية من الخدمة، رغم إجراءات الأولوية المتخذة. إذ تتراوح متوسط السرعات للحافلات بين ٩ و ١٢ كم/ساعة.

(٤.٢.٦.٢) توقعات مستقبلية للاختناقات

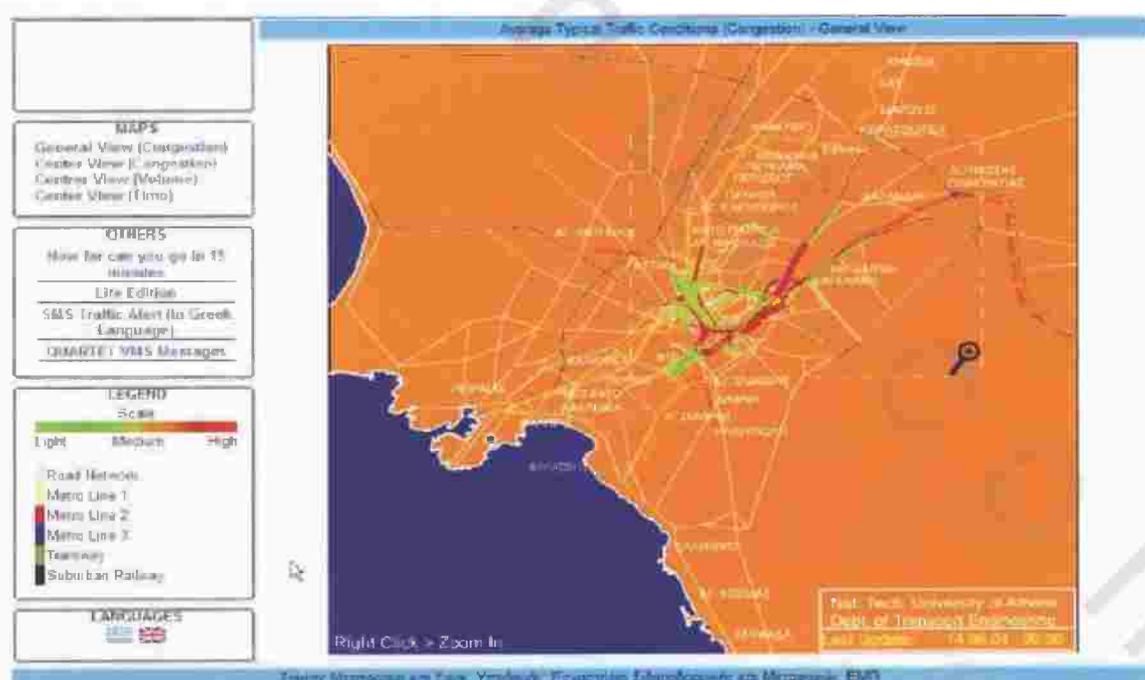
يتوقع أن تزداد الاختناقات المرورية في أثينا لأن العرض لا يستطيع أن يواكب الزيادة في مستوى الطلب. وعموماً، فقد توجب على هيئات التخطيط أن تعالج زيادة سنوية في حركة المرور بلغت ٣.٥٪ خلال السنوات العشر الماضية. فنسبة متزايدة من مداخل التقاطعات المحكومة بإشارات ضوئية في مركز المدينة تعاني من مستويات مرتفعة من الاختناقات المرورية (مستويات الخدمة E-F)^(١٤). وتشتغل معظم التقاطعات المحكومة بإشارات ضوئية في ظروف الاختناقات المرورية معظم ساعات اليوم خلال أيام الأسبوع. وتبين دراسات أجريت على الطُرق الشريانية

المكتظة في منطقة أثينا الحضرية زيادة في الاختناقات المرورية خلال السنوات الأربعة الماضية وميلاً نحو الزيادة في المستقبل. ووجد أيضاً أن الاختناقات المرورية تتعلق بالمكان^(١٥).

(٤,٢,٧) اليابان

(٤,٢,٧,١) مواقع الاختناقات ودرجاتها

رافق تطور اليابان اجتماعياً واقتصادياً تراكم سكاني وصناعي في كبرى المناطق الحضرية: طوكيو وأوساكا وناغويا. وأدى ذلك، مع التحضر السريع في المناطق المحيطة بهذه المناطق الحضرية، إلى نشوء الاختناقات المرورية. وبالنظر إلى الأرقام الإجمالية على اتساع البلاد من حيث أكبر الخسائر الناتجة عن الاختناق المروري، نجد تركيزاً ما يزيد على ٨٠٪ من الاختناقات المرورية في مناطق تحوي نسبة ٢٠٪ فقط من إجمالي طول الطرق. ويتبين بشكل خاص أن منطقة عاصمة اليابان، طوكيو، تؤدي دوراً هاماً في الجوانب السياسية والاقتصادية والثقافية الوطنية، إذ يبلغ عدد سكانها حوالي ٤٠ مليون نسمة. وبذلك يصبح حل مشكلات الاختناق المروري في كبرى المناطق الحضرية مسألة ذات أولوية للحفاظ على التنافسية الدولية التي تتمتع بها اليابان ولرعاية هذا البلد النشط. ويبين الشكل رقم (٤,٥) مواضع حدوث أسوأ الاختناقات المرورية في أنحاء طوكيو.



الشكل رقم (٤,٤). تعقب الاختناقات المرورية في الوقت الحقيقي في أثينا.

المصدر: الإجابات على استبيان مجموعة العمل.

(٤.٢.٧.٢) توقعات مستقبلية للاختناقات

زاد حجم حركة المرور في اليابان خلال السنوات الثلاثين الماضية مع التقدم السريع في استخدام المركبات. ويُعتقد أن يستمر الطلب على التنقل بالنمو في المستقبل، رغم تأثيره الكبير بعدد السكان والظروف الاقتصادية، وأن يزداد الاختناق المروري سوءاً (في المناطق الحضرية الكبرى بشكل رئيس) نتيجة لذلك. ويتوقع مكتب الطرق في وزارة الأراضي والبنية التحتية والنقل أن يبلغ عدد السكان الحاصلين على رخصة قيادة ذروته في العام ٢٠٣٠، على الرغم من واقع أن عدد السكان بدأ يتناقص في العام ٢٠٠٦، وذلك بسبب ازدياد عدد النساء وكبار السن الحاملين لرخصة القيادة. ووفقاً لذلك، يتوقع أن يتباطأ النمو في المسافات المقطوعة بالمركبات بصورة تدريجية خلال السنوات الخمس عشرة القادمة، وتبعاً لذلك، يُتوقع أن تبلغ المسافات المقطوعة بالمركبات في كافة أنحاء البلاد ذروته بواقع ٩٠٠ بليون كيلومتر- مركبة (٢٠٢٠). ويتوقع أن تنخفض المسافات المقطوعة بعد ذلك.



الشكل رقم (٤.٥). نقاط الاختناق المروري الرئيسية في منطقة طوكيو الحضرية.

المصدر: الإجابات على استبيان مجموعة العمل.

(٤.٢.٨) هولندا

(٤.٢.٨.١) مواقع الاختناقات ودرجاتها

تبين الخريطة أدناه (الشكل رقم ٤.٦) التشتت الجغرافي لضياعات زمن التنقل بسبب الاختناقات المرورية الهيكلية على شبكة الطرق الوطنية السريعة وفق تقديرات العام ٢٠٠٠. يشير رمز اللون إلى تقييم نوعي لـ 'درجة الخطورة':

١- رمادي = لا توجد خطورة

٢- أخضر = خطورة منخفضة

٣- أصفر = خطورة متوسطة

٤- برتقالي = خطورة كبيرة

٥- أحمر = خطورة شديد

تركز الاختناقات المرورية على شبكة الطرق الحضرية بمعظمها في المدن الصغيرة المتقاربة وحولها في الجزء الغربي من البلاد والتي تشكل ما يسمى مقاطعة راندستاد، والمدن الرئيسية بينها أمستردام وروتردام ولاهاي وأوترخت، بل أيضاً على الممرات الطرقية المؤدية إلى الجزء الجنوبي والشرقي من البلاد والبلدين الجارين بلجيكا وألمانيا.

(٤,٢,٨,٢) توقعات مستقبلية للاختناقات

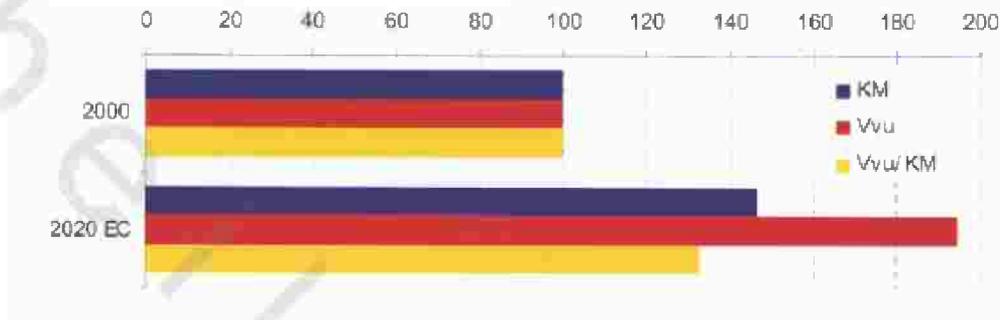
كما هو الحال بالنسبة للتنقل بالسيارات، يتوقع أيضاً أن يزداد حجم رحلات الشحن على الطرق في السنوات القادمة بشكل كبير، وكذلك الأمر بالنسبة للاختناقات المرورية. وسوف تؤدي زيادة التحضر والنشاط التجاري إلى ازدياد حجم التنقلات. ويتوقع أن تنمو حركة المرور على الطرق بواقع ٤٠٪ (مقاسة بالمسافات التي تقطعها المركبات) بين عامي ٢٠٠٠ و٢٠٢٠، سواء في نظام الطرق الرئيسية أو في شبكة الطرق الثانوية. كما يتوقع أن تصل الضياعات في إجمالي عدد الساعات التي تستغرقها المركبات على الطرق إلى حوالي الضعف في العام ٢٠٢٠ إن لم يتم اتخاذ المزيد من تدابير السياسات المرورية.



الشكل رقم (٤,٦). هولندا: الاختناقات المرورية الهيكلية على شبكة الطرق الوطنية السريعة في العام ٢٠٠٠.

المصدر: الإجابات على استبيان مجموعة العمل.

إذا اعتبرنا الساعات الضائعة أثناء تنقل المركبات على الطرُق (مركبة - ساعة) لكل كيلومتر تقطعه المركبات (مركبة - كم)، فيتوقع أن تزداد الضياعات في زمن التنقل بحوالي ٣٠٪ في العام ٢٠٢٠، كما يبين الشكل رقم (٤.٧) أدناه = VvU = عدد الساعات الضائعة أثناء تنقل المركبات ؛ KM = المسافات بالكيلومتر التي تقطعها المركبات على شبكة الطرُق السريعة).



الشكل رقم (٤.٧). هولندا؛ "الضياعات" الزمنية على الطرُق السريعة ٢٠٠٠ - ٢٠٢٠.

المصدر: الإجابات على استبيان مجموعة العمل.

(٤.٢.٩) نيوزيلندا

(٤.٢.٩.١) مواقع الاختناقات ودرجتها

إن مستويات الاختناقات المرورية في نيوزيلندا، بعيداً عن أوكلاند، أدنى بكثير من المستويات المسجلة في معظم بلدان منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية الأخرى. فالاختناقات المرورية الحاصلة بانتظام تقتصر في الأغلب على الممرات الطرُقية الكبرى في مراكز أوكلاند وويلينغتون ودرجة أقل في كريستشيرش وهاميلتون. ونرى في حالة أوكلاند وويلينغتون أن طوبوغرافية المنطقة (الموانئ والتلال) تؤثر على تنمية شبكة الطرُق، فكان عدد الممرات الطرُقية الرابطة محدوداً بين المناطق الحضرية الكبيرة ومنطقة الأعمال المركزية وغيرها من الواجهات الرئيسية لقوة العمل. وبالتالي تكرر حصول اختناقات مرورية كبيرة على طول هذه الممرات الطرُقية.

(٤.٢.٩.٢) توقعات مستقبلية للاختناقات

تشير التوقعات المستقبلية إلى توسع رقعة الاختناقات المرورية المتكررة والدورية زمنياً ومكانياً في جميع المراكز الرئيسية، مع ازدياد تكرار الاختناقات المرورية المرتبطة بالحوادث.

(٤.٢.١٠) روسيا الاتحادية: موسكو

يرتبط التحليل التالي بموسكو. حيث تشير التقديرات الخاصة بموسكو إلى أن الاختناقات المرورية (بما فيها الضياعات الزمنية وزيادة الإنفاق على الوقود)، إلى جانب الانخفاض الكبير الحاصل في فعالية نظام النقل ضمن المدن، يجعل الاختناقات المرورية إحدى أهم اعتبارات السياسات بالنسبة لسلطات موسكو.

(٤.٢.١٠.١) مواقع الاختناقات ودرجتها

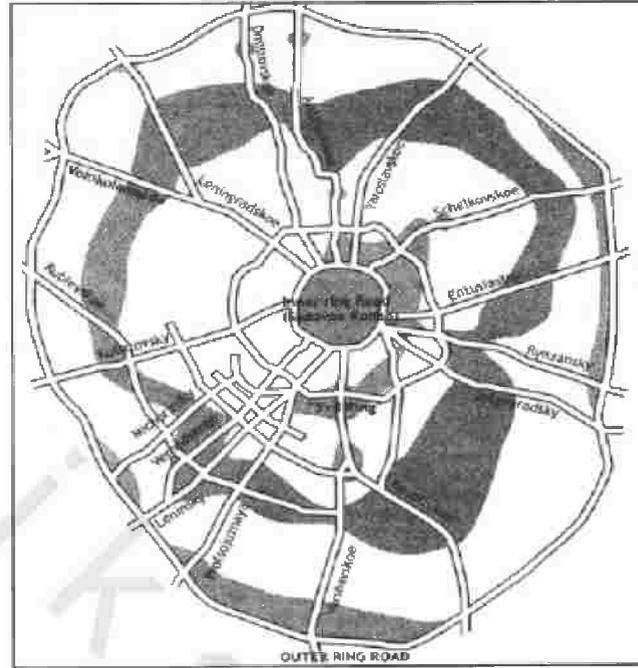
تحدث الاختناقات المرورية في موسكو بشكل رئيس نتيجة ثلاثة عوامل هي: الزيادة السريعة في استخدام المركبات، وتدهور نظام النقل العام، والخاصية الفريدة لشبكة الطرق في المدينة. ويقدر عدد المركبات التي تجوب شوارع المدينة خلال فترات الذروة (بين الساعة الثامنة والعاشر صباحاً وبين الساعة السادسة والثامنة مساءً) برقم كبير يساوي ٦٠٠ ألف مركبة. وبذلك فإن الاختناقات المرورية تمثل أهم المشكلات في مركز موسكو وعلى مداخل المدينة. فالمنطقة الواقعة ضمن الطريق الدائري الرئيسي ("سادوفو كولتسو") تتحمل حجماً زائداً من حركة المرور من الساعة الثامنة صباحاً وحتى الثامنة مساءً في ظل سوء تحديد فترات الذروة. كما أن الطرق السريعة القطرية الرئيسية تعمل في ظروف الاختناق المروري على التقاطعات مع الطريق الدائري المحيطي. ويبلغ متوسط سرعة تدفق حركة المرور حوالي ٣٠ كم/ساعة في المناطق المحيطة بالمدينة ولا تزيد على ١٥ كم/ساعة في مركز المدينة. وتتفاقم الاختناقات المرورية مع قلة الأماكن المخصصة لوقوف السيارات بعيداً عن الشوارع، فكثير من سائقي السيارات يوقفون مركباتهم على طول جانب الطريق مما يقلل من الطاقة الاستيعابية للشبكة الطرقية.

(٤.٢.١٠.٢) توقعات مستقبلية للاختناقات

ليس لدى موسكو حالياً توقعات بشأن اتجاهات الاختناقات المرورية تكون على درجة كافية من الموثوقية لإعطاء الخطوط العريضة للمشكلة. وقد يكون ذلك نتيجة لطريقة التفكير الشائعة بين سلطات المدينة. فأسلوبها في سياسات النقل يعتمد بشكل كبير على الحدس العام، وغالباً ما تتخذ القرارات دون إجراء دراسات مسبقة مناسبة. وهذا يشير بشكل أساسي إلى أن السلطات ليست ميالة إلى تمويل المسوحات المرورية أو نمذجتها أو غير ذلك، بل تفضل بدلاً منها إيجاد طاقات استيعابية وتقاطعات جديدة في المناطق التي تعاني من ظروف الاختناقات المرورية.

(٤.٢.١١) إسبانيا

تمثل الاختناقات المرورية أحد الاهتمامات الرئيسة في المجتمع الإسباني. فمعلومات حركة المرور تملأ النشرات الإذاعية والتلفزيونية، بل تظهر في بعض الأحيان على الصفحات الأولى للصحف في حالات استثنائية. وعلى الرغم من تزايد المخاوف بشأن الاختناقات المرورية، إلا أن تحليل المشكلة ما يزال وصفاً نوعياً إلى حد كبير جداً، وما يزال من الصعب الحصول على فهم واسع لدرجة الاختناقات المرورية عبر المدن الإسبانية وكثافتها وتطورها. وتشجع الحكومة المركزية، مدركة لنقص المعلومات اللازمة، إطلاق مشاريع بحث جديدة تهدف إلى إعطاء وصف كمي للاختناقات المرورية في المناطق الحضرية الكبرى والمتوسطة عبر البلاد.



الشكل رقم (٤.٨). شبكة الطُرق في موسكو.

المصدر: الإجابات على استبيان مجموعة العمل.

(٤.٢.١١.١) مواقع الاختناقات ودرجتها

تتخذ البنية التحتية الرئيسية لشبكة الطُرق الوطنية شكلاً شعاعياً (قطرياً) مركزه العاصمة مدريد التي تنطلق منها ستة ممرات طرقية رئيسة تقطع معظم أرجاء المنطقة. وهناك أيضاً أربعة ممرات طرقية محيطية مهمة تصل العاصمة بساحل البحر المتوسط وحدود البرتغال وساحل البحر الكاريبي ووادي نهر إيبرو.

ويمكن معرفة امتداد الطُرق المكتظة داخل المدينة على المستوى الوطني من العلاقة بين تدفق حركة المرور المقاس والطاقة الاستيعابية للوصلة المرورية. ومن التحليل الذي أجرته وزارة الأشغال العامة عام ٢٠٠٥، يمكننا أن نستنتج أن الوصلات الطُرقية الواقعة تحت ظروف الاختناق المروري تقع بشكل رئيس في الممر المتوسطي وعلى مداخل المناطق الحضرية في مدريد وبرشلونة وفالنسيا ولبلباو وأشبيلية وملقة، إضافة إلى وصلة غرناطة - مورتيل ومدخل ليديا.

تعاني معظم المدن الكبيرة والمتوسطة من مشكلات الاختناقات المرورية الحضرية التي تتركز بشكل خاص في مدريد وبرشلونة، إذ تقدر تكاليف الاختناقات المرورية بـ ٢٦٣ يورو سنوياً للفرد في برشلونة و٤٨٦ يورو للفرد في السنة في مدريد (روبوستي (Robusté) ومونز (Monzón)، ١٩٩٥). أجريت هذه التقديرات عام ١٩٩٥ باستخدام بيانات من العام ١٩٩٣، وبدأت تكاليف الاختناقات المرورية في برشلونة منخفضة بصورة استثنائية بسبب زيادة إمداد الطُرق الحضرية الذي جرى مؤخراً بعد أولمبياد صيف عام ١٩٩٢؛ وهناك دليل على أن هذه التكاليف تضاغت في الفترة بين عامي ١٩٩٣ و١٩٩٨ (انظر التفاصيل في روبوستي، ١٩٩٨).

(٤.٢.١١.٢) توقعات مستقبلية للاختناقات

ثمة زيادة مستمرة في عدد السكان الإسبانين، وذلك يعود بشكل رئيس إلى الهجرة. وتوضح دراسات اقتصادية أن التنقلات زادت بمعدل أكبر من الناتج المحلي الإجمالي في إسبانيا، والذي يزداد ذاته بصورة أسرع مما تشهده كثير من الدول الأخرى في الاتحاد الأوروبي. إضافة إلى أن كبرى المناطق الحضرية، مثل مدريد وبرشلونة وبيلباو وفلنسيا وأشبيلية وغيرها، تشهد انتقالاً سكانياً من المراكز الحضرية الكثيفة إلى نماذج تنمية أكثر انتشاراً في المناطق المحيطة. يأتي هذا التوجه جزئياً نتيجة لارتفاع أسعار السكن في المناطق المركزية مما يسبب زيادة في متوسط المسافات المقطوعة لرحلات العمل اليومية ولرحلات الأغراض الأخرى (مثل التعليم).

علاوة على أن اعتماد التخطيط الحضري منخفض الكثافة أصبح يزداد شيوعاً في المنطقة المحيطة بهذه المدن، إلى جانب المنازل ذات التراسات المستخدمة عادة في الدول الشمالية من أوروبا. وهذا يبين الفارق مع نمط المدن المكتظة التي عادة ما تكون هي السائدة في الدول المتوسطة حيث يكون من السهل تنفيذ نظام نقل عام جيد. ولن يؤدي هذا الأسلوب في التخطيط الحضري إلى تعزيز استخدام السيارات الخاصة فحسب، بل سيزيد من صعوبة تنفيذ نظم نقل عام ذات كفاءة. والزيادة المتواصلة في إجمالي عدد السيارات، والتي بلغت ٤.٦٪ بين عامي ٢٠٠٣ و٢٠٠٤، تؤيد هذه الصورة.

ويتوقع حصول زيادة في التنقلات داخل المناطق الحضرية خلال السنوات العشرين القادمة. ورغم السياسات المرورية القوية التي تؤيد نظم النقل العام وسياسات التنمية الإقليمية التي تمنع إنشاء مساكن مشتتة منخفضة الكثافة، بيد أنه يُرجح كثيراً أن يحقق هذا النمط زيادات سنوية تزيد على ٢٪ أو ٢.٥٪.

من شأن الزيادة في التدفقات المرورية أن تؤدي إلى زيادة الاختناقات المرورية على شبكة الطرق وهو ما سيشكل عبئاً كبيراً على التنمية الاقتصادية في البلاد وصعوبات كثيرة من وجهة نظر بيئية أيضاً. يمكن الرجوع إلى (DPTOP، ٢٠٠٣) للحصول على تقييم لشبكات النقل الخارجية يركز بشكل خاص على الاختناقات المرورية ويشير إلى منطقة كاتالونيا.

(٤.٢.١٢) المملكة المتحدة

(٤.٢.١٢.١) مواقع الاختناقات ودرجتها

الاختناقات المرورية هي نتيجة للعلاقة الداخلية بين عوامل العرض والطلب. ولأن هذه العوامل تتفاوت بشكل كبير عبر المناطق الحضرية في المملكة المتحدة وضمنها، نرى أن هذا التفاوت يسري أيضاً بالنسبة لسمات الاختناقات المرورية.

وتشمل الاعتبارات الرئيسة من جانب الطلب ما يلي:

- ١- مستوى النشاط الاقتصادي - قوي بشكل متنسق (في بضع مناطق حضرية خارج جنوب شرق إنكلترا) ويجمع بين القوة والضعف (في مانشستر الكبرى مثلاً) وضعيف (في ميرسي سايد مثلاً).
 - ٢- درجة احتواء المنطقة المعمورة على عدة مراكز (كما في مانشستر الكبرى) أو منطقة أعمال مركزية مهيمنة (كما في مقاطعة ليدز)، ومدى كونها مسألة متداخلة.
 - ٣- درجة الانعزال عن باقي مراكز النشاط الاقتصادي الإقليمية الأخرى. وهناك من جانب العرض مصادر اختلاف مهمة تنشأ من:
 - ١- ترتيب شبكة الطرق: مستوى الطاقة الاستيعابية، والتوازن بين إمداد شبكة الطرق بشكل شعاعي ومحيطي وامتداد شبكة الطرق السريعة.
 - ٢- وجود شبكة نقل عام عالي الجودة وذو طاقة استيعابية كبيرة من عدمه.
- لذلك نجد تنوعاً كبيراً في محصلة هذه العلاقات بين العرض والطلب في المناطق الحضرية ضمن المملكة المتحدة. إذ يمكن أن تكون الاختناقات المرورية مسألة شديدة الأهمية عبر المقاطعات وضمنها، أو قد تكون متوسطة الأهمية لكنها تزداد أهمية مع الوقت، أو أمراً غير مهم نسبياً.

(٤.٢.١٢.٢) توقعات مستقبلية للاختناقات

يضم الجدول أدناه توقعات حول الاختناقات المرورية المستتبهة باستخدام الأساليب المعتمدة في نموذج النقل الوطني (لوزارة النقل). يبين الجدول في صفوفه الأولى النمو المتوقع في حركة المرور على الطرق في 'الحالة المرجعية' دون اعتماد سيناريو خطة الوزارة الممتدة على عشرة سنوات والنمو المتوقع في سيناريو 'مع تنفيذ الخطة'.

تضم خطة السنوات العشر توليفة من التدابير، بما فيها الاستثمار في الطاقة الاستيعابية للطرق الرئيسية والمحلية وفي خدمات السكك الحديدية، وتحسين خدمات الحافلات ونظام النقل المحلي وتخطيط استعمالات الأراضي الهادف إلى تقليل الحاجة إلى التنقل. ويبين الجدول في جزئه الثاني التغييرات الخاصة بمستويات الاختناق المروري، بعد مقارنتها بالمستويات المسجلة في السنة المرجعية ٢٠٠٠، والناجمة عن نمو حركة المرور وسيناريو السياسات المرورية الثابتة في الحالة المرجعية دون اعتماد الخطة، ثم أثر الخطة على الاختناقات المرورية.

إن أثر الخطة على الاختناقات المرورية أكبر من أثرها على حركة المرور لأن الإجراءات التي تتضمنها تستهدف الأماكن التي تشهد أسوأ حالات الاختناق المروري.

توقعات نمو حركة المرور والاختناقات المرورية في تقرير سير العمل (إنكلترا).							
طرق الشاحنات داخل المناطق الحضرية	جميع الطرق					النسبة المئوية للتغيرات في العام ٢٠١٠ مقارنة بالعام ٢٠٠٠	
	مناطق أخرى	المناطق الحضرية الأخرى	المقاطعات والمناطق الحضرية الكبرى	لندن	جميع المناطق		
من ٣٠ وحتى ٣٥	من ٢٦ وحتى ٣٠	من ١٩ وحتى ٢٢	من ٢٠ وحتى ٢٣	من ١٩ وحتى ٢٢	من ٢٣ وحتى ٢٦	التقرير دون تنفيذ الخطة	حركة المرور
من ٩ وحتى ٣٤	من ٢٤ وحتى ٢٩	من ١٩ وحتى ٢٠	من ١٥ وحتى ٢١	من ١١ وحتى ١٨	من ٢٠ حتى ٢٥	التقرير مع تنفيذ الخطة	
من ٥٢ وحتى ٦٧	من ٤٤ وحتى ٥٢	من ٢٩ وحتى ٣٣	من ٢٦ وحتى ٣٠	من ٢٦ وحتى ٣٠	من ٢٧ حتى ٣٢	التقرير دون تنفيذ الخطة	الاختناقات
من ١ وحتى ١٥	من ٢١ وحتى ٣٠	من ٢٠ وحتى ٢٦	من ١١ وحتى ٢١	من ١٠ وحتى ٢٠	من ١١ حتى ٢٠	التقرير مع تنفيذ الخطة	المرورية

المصدر: الإجابات على استبيان مجموعة العمل.

(٤.٢.١٣) الولايات المتحدة

(٤.٢.١٣.١) مواقع الاختناقات ودرجتها

شهدت الولايات المتحدة خلال العقود الماضية نمواً صارخاً في رحلات التنقل الشخصي. إذ أن نسبة ٨٩.٧٪ من سكان الولايات المتحدة، وفقاً لموسوعة غينيس لعام ٢٠٠٠، يتاح لها استخدام مركبة خاصة. ويؤدي الاعتماد الشديد على المركبات الشخصية كوسيلة للنقل، مع الارتفاع المصاحب في مستويات حركة المرور والاختناقات المرورية على الطرق الرئيسية، إلى زيادة مفاجئة في الزمن الذي يستغرقه الأفراد في سياراتهم، وهو مستمر في الازدياد.

إن تكاليف الارتفاع المفاجئ في مستويات الاختناق المروري كبيرة سواء من حيث الزمن والموارد. وإذ يقوم معهد النقل في تكساس بمراقبة مستويات الاختناق المروري في ٧٥ مدينة عبر الولايات المتحدة منذ عام ١٩٨٣، فقد أوجد مقياسين أوليين يساعدان في إعطاء تقييمات لمستويات التنقل وزمن التنقل الإضافي المترتب على سائقي المركبات وراكبيها، بهدف تحديد نوع الأثر الذي تتركه الاختناقات المرورية على الأفراد. وهما:

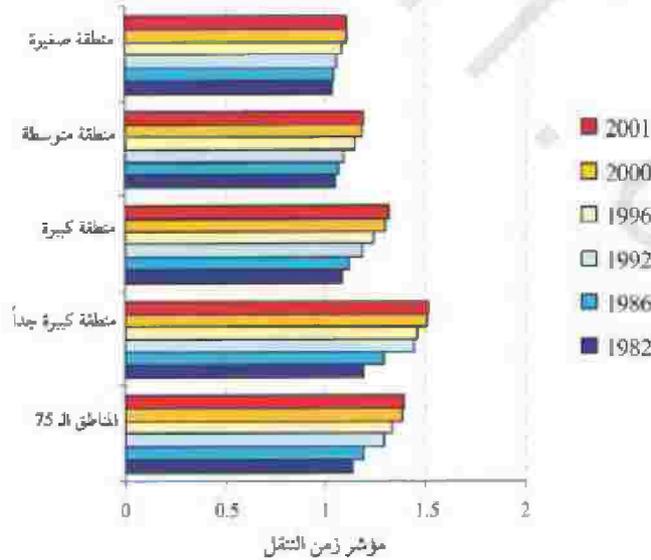
١- مقياس زمن التنقل (TTI) الذي يقيس مقدار الزمن الإضافي المستغرق في التنقل خلال فترات الذروة مقارنة بالتنقل خارج ساعات الذروة.

٢- التأخر الزمني الحاصل في تنقل كل شخص.

ويقدر معهد النقل في تكساس مؤشر متوسط زمن التنقل في جميع المناطق الحضرية الخمس والسبعين التي شملتها المراقبة بحوالي ١,٣٩ ، وهذا يعني أن الرحلة التي تستغرق ساعة واحدة (٦٠ دقيقة) خارج أوقات الذروة سوف تستغرق ما يقارب ساعة ونصف (٨٣,٤ دقيقة) خلال أوقات الذروة. بينما يبلغ مقياس متوسط زمن التنقل في منطقة حضرية كبرى ١,٥٢.

(٤,٢,١٣,٢) توقعات مستقبلية للاختناقات

لم تحصل الزيادة في شبكة النقل ضمن الولايات المتحدة بشكل يعادل النمو في حجم التنقل والتجارة. حيث زادت الأميال المقطوعة بالمركبات بواقع ٨٠٪، في قطاع الطرق السريعة، بينما زاد طول الحارات المرورية على الطرق العامة بنسبة لم تتجاوز ٢٪ بين عامي ١٩٨٠ و ٢٠٠٠. بل كان النمو في الأميال المقطوعة بالشاحنات أكثر حدة، متجاوزاً النمو في الأميال المقطوعة لمركبات الركاب خلال السنوات القليلة الماضية. ويبدو واضحاً ازدياد حجم حركة المرور المتقلبة على البنية التحتية الطرقية ذاتها من حيث الأساس. وشهدت أزمات التنقل زيادة ثابتة في هذا السياق، فأصبحت الاختناقات المرورية خلال السنوات العشرين الماضية أسوأ وبصورة متزايدة؛ إذ حدثت نقلة كبرى في حالة المناطق الحضرية من ظروف تنقل خالية من الاختناقات المرورية في غالبيتها (٥٨٪) إلى أخرى مليئة بالاختناقات المرورية في معظمها (٧٦٪). وليست هذه المسألة مقتصره على المدن الكبرى مثل نيويورك ولوس أنجلوس. ويبين الشكل رقم (٤,٩) مؤشرات زمن التنقل لمناطق حضرية مختلفة في الولايات المتحدة من خلال تطورها من عام ١٩٨٢ حتى عام ٢٠٠١.

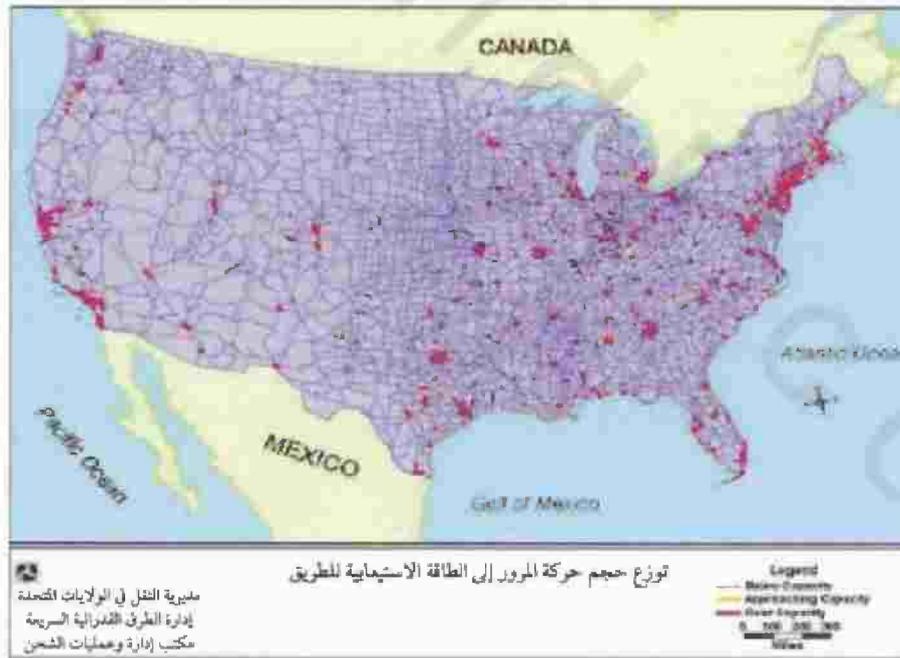


الشكل رقم (٤,٩). اتجاهات مقياس زمن التنقل لمدن مختلفة الأحجام في الولايات المتحدة.

المصدر: شرانك، د. ولوماكس، ت. (٢٠٠٣)، تقرير معهد النقل في تكساس لعام ٢٠٠٢ حول التنقل الحضري.

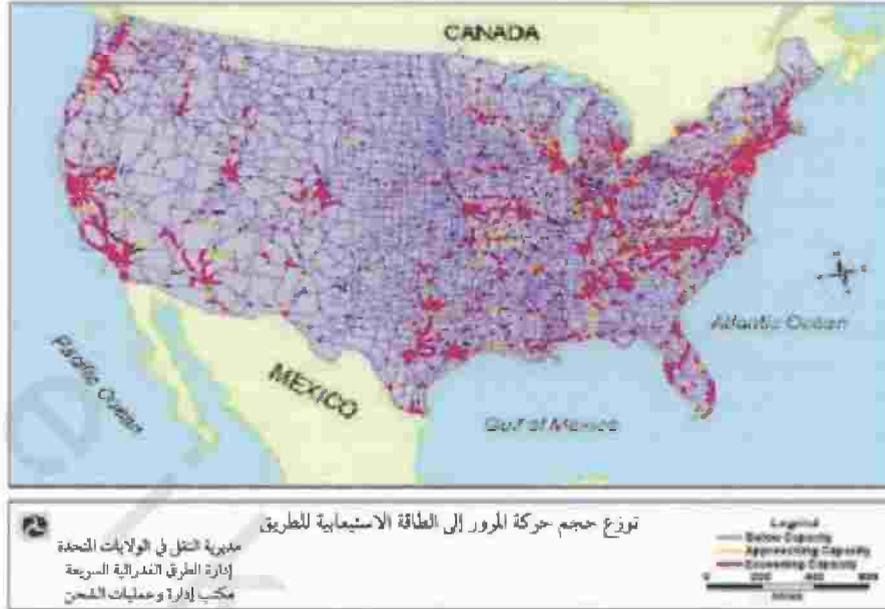
تبين التوقعات المستقبلية بشأن حركة المرور ضمن النظام الوطني للطرق السريعة أثر هذا النمو على الاختناقات المرورية، بافتراض عدم تحسين نظام الطرق الحالي حتى العام ٢٠٢٠. ويبدو واضحاً، وخاصة بالمقارنة بين الأرقام أدناه جنباً إلى جنب، أن احتمال تسبب الشاحنات بالاختناقات المرورية هو احتمال كبير. أما بدون الشاحنات، فقد تبقى معظم الاختناقات المرورية ضمن المناطق الحضرية الكبرى (كما يبين الشكل رقم ٤.١٠). لكن عند إضافة الشاحنات إلى نظام الطرق السريعة، يحصل امتداد للاختناقات المرورية إلى الممرات الطرقية التي تعتبر حالياً ريفية من حيث الأساس (كما يبين الشكل رقم ٤.١١).

إن تحليل التضيقات المرورية (عُنق الزجاجة) الحضرية الرئيسية فيما يتصل بالشاحنات يكشف أيضاً بعض الأمور (كما يبين الشكل رقم ٤.١٢). فقد استخدم هذا التحليل مواضع التضيقات المرورية المحددة في الدراسة الأخيرة التي أجراها الاتحاد الأمريكي لمستخدمي الطرق السريعة إضافة إلى التوقعات ذاتها الخاصة بالشاحنات والمستخدمين في الأشكال أعلاه في هذه المناطق. إذ أن إبعاد الشاحنات عن هذه التضيقات المرورية يؤدي إلى تخفيض كبير في أزمته التأخر، لكنه يبقى عند مستويات مرتفعة نسبياً. وهذا متوقع لأن هذه التضيقات المرورية محكومة بحركة المرور اليومية خلال أيام الأسبوع. ويمكن توقع وجود تأثير كبير نسبياً للشاحنات على الاختناقات المرورية عندما تقع التضيقات المرورية في المناطق الحضرية الصغيرة والمحيطية والريفية^(١٦).

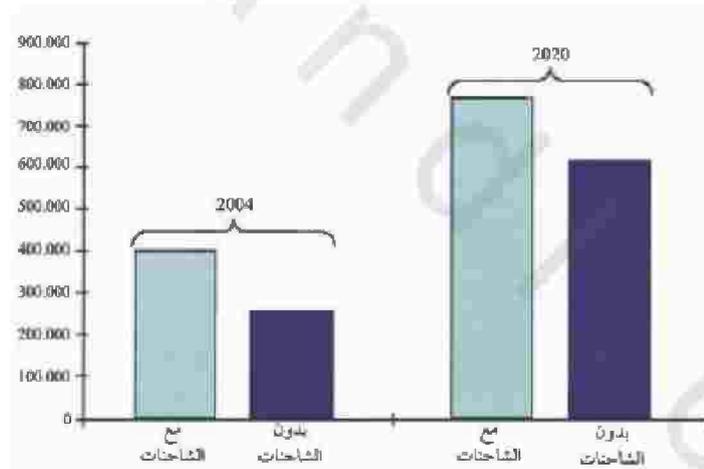


الشكل رقم (٤.١٠). توقعات الاختناقات المرورية في الولايات المتحدة لعام ٢٠٢٠، بدون شاحنات^١.

المصدر: إدارة الطرق الاتحادية السريعة في الولايات المتحدة، مكتب إدارة وعمليات الشحن.



الشكل رقم (٤.١١). توقعات الاختناقات المرورية في الولايات المتحدة لعام ٢٠٢٠، مع شاحنات^٢.
المصدر: إدارة الطرق الاتحادية السريعة في الولايات المتحدة، مكتب إدارة وعمليات الشحن.



الشكل رقم (٤.١٢). أثر الشاحنات على التأخر الزمني في ٥٠ من أسوأ التضيقات المرورية الحضرية في الولايات المتحدة.
المصدر: (FHWA) (٢٠٠٥)، التقرير النهائي حول الاختناقات المرورية والموثوقية: اتجاهات واستراتيجيات متقدمة لتخفيف الاختناقات المرورية.

(٤.٣) مراجعة أطر إدارة الاختناقات

(٤.٣.١) أستراليا

تتولى حكومات الولايات والمقاطعات في أستراليا المسؤولية الرئيسية عن وضع إجراءات لمعالجة الاختناقات المرورية وعن تنفيذها. لكن زاد اهتمام الحكومة الأسترالية مع الزمن بمسائل تخفيف الاختناقات المرورية من خلال التزامها بتحقيق الكفاءة في تشغيل شبكة الطرق الوطنية التي تمر أجزاء منها في المناطق الحضرية.

وتدرك الحكومات أن زيادة الطاقة الاستيعابية لنظام النقل من خلال برامج إقامة الطرق لا تستطيع وحدها حل مسألة الاختناقات المرورية. وتعمل حكومات الولايات في أستراليا على تقديم مجموعة متكاملة من سياسات النقل وأساليب التخطيط لمعالجة الاختناقات المرورية. وهي تشمل تحسين إدارة نظام الطرق القائم، وتحسين أداء نظام النقل العام، إضافة إلى مشاريع إدارة التنافسية على الطرق والحيز المكاني بين حركة مرور الشحن والركاب، والفاعلية في تشجيع نمط النقل العام والمشي وركوب الدراجة الهوائية. ولكل ولاية خطة إستراتيجية لمعالجة النقل ضمن سياق تخطيط حضري أوسع.

ولدى كل من سيدني وملبورن وبريزبن وبيث خطط قائمة خاصة بالنقل الحضري أو خطط قيد الدراسة. وتشمل السمات الأساسية المشتركة بين هذه الخطط وجود استراتيجيات لتخفيف الاختناقات المرورية. وهي تعتمد على أسلوب متعدد الشعبات في تخطيط النقل داخل المدينة، يجمع بين تحسين إدارة الطاقة الاستيعابية الحالية على الطرق والسكك الحديدية، والتوجه نحو توسيع البنية التحتية، والاستثمار في تحسين نظم النقل العام، وإجراءات لتغيير السلوك في تنقل الأشخاص ورحلات الشحن، وتحسين التكامل بين تخطيط النقل واستعمالات الأراضي، ورسوم إيقاف السيارات، وتحسين المعلومات المقدمة للمتقنين حول ظروف تنقلهم، واستخدام نظم إدارة المرور الذكية لتحسين تدفق حركة المرور.

ومن سمات الخطط الإستراتيجية الحضرية التي اعتمدها ملبورن وبيث لعام ٢٠٣٠ تركيز التنمية في مراكز النشاط وحولها، والتي ترتبط ببعضها عبر شبكة النقل العام الرئيسية وتغذى بخدمات النقل العام المحلي. وتهدف هذه الإستراتيجية إلى إدارة الاختناقات المرورية بتسهيل الوصول إلى فرص العمل والخدمات الاجتماعية والنشاطات الأخرى بواسطة المشي وركوب الدراجة الهوائية والنقل العام بشكل خاص.

وتأتي خطة النقل الحضري في ملبورن، والتي تكمل خطة مدينة ملبورن لعام ٢٠٣٠، لتضع الخطوط العامة المعتمدة في الإستراتيجيات الرئيسة للحكومة الفيكتورية لإدارة الاختناقات المرورية على طرق ملبورن. ومن المشاريع الأساسية المذكورة في هذه الخطة تحقيق نسبة ٢٠٪ في حصة النقل العام بين أنماط النقل بحلول عام ٢٠٢٠. وتشمل الإستراتيجيات الموضوعية لتحقيق هذه الغاية وضع تدابير تقلل من التأخر الزمني في رحلات الترام والحافلات بهدف تحسين موثوقيتها. وتشمل إستراتيجيات تقليل استخدام السيارات أيضاً إيجاد "حارات مرورية للمركبات عالية الإركاب" (مثل ما نجده في الطرق السريعة الغربية)، والتي لا يمكن أن تستخدمها سوى مركبات تحمل راكبين على الأقل في ساعة الذروة، مما يؤمن حافزاً على التشارك لتقليل أزمدة الرحلات اليومية.

ولدى سيدني خطة إستراتيجية مماثلة - مدينة المدين - وهي خطة لمستقبل سيدني صدرت في كانون الأول/ديسمبر من عام ٢٠٠٥. وتتألف الإستراتيجية الحضرية، وهي خطة لتوجيه النمو والتنمية في سيدني خلال ٢٥ عام، من سبعة إستراتيجيات مترابطة من بينها إستراتيجية للنقل تدرك أن الناس بحاجة للوصول إلى نشاطات في مواضع مختلفة وبمقاييس مختلفة، ضمن محيطهم المحلي وفي المراكز والممرات الطرقية ضمن المنطقة، وإلى نشاطات

وأماكن عبر منطقة المدينة ككل. وتضم إستراتيجية النقل سلسلة من الإجراءات لإدارة الاختناقات المرورية تشمل تمديد شبكات السكك الحديدية والحافلات وتحسين نظام النقل الحالي والتأثير على خيارات التنقل وتحسين كفاءة عمليات الشحن في سيدني.

(٤.٣.٢) كندا

تجري حكومات المقاطعات والبلديات مجموعة كبيرة من البرامج المعتادة في إدارة شبكات وعمليات النقل والتي وضعت لإدارة الاختناقات المرورية وتخفيفها كجزء من أهدافها، وعدد من البرامج المحددة والحديثة لتشجيع استخدام الأنماط البديلة عن المركبة الخاصة وتسهيل تدفق حركة المرور المتبقية، بغية تحقيق أهداف لصالح الاستدامة وتقليل انبعاث غازات الدفيئة (غازات البيوت المحمية).

تتركز جهود الحكومة الاتحادية بشكل رئيس على دعم استثمارات البنية التحتية بإدارة البنية التحتية في كندا. ويتمثل البرنامج الأساسي في صندوق كندا للاستثمارات الإستراتيجية، والذي جمع أربعة بليون دولار منذ عام ٢٠٠١ لصالح إقامة استثمارات في البنية التحتية البلدية من كل الأنواع، وحصلت مشاريع النقل العام الحضري على نسبة ٤٠٪ من إجمالي الإنفاق حتى تاريخه بينما حصلت مشاريع الطرق السريعة على ٢٠٪ أخرى. ولدى هيئة النقل في كندا إستراتيجية مستدامة خاصة بقطاع النقل، وهي مسؤولة عن مكون النقل في الإستراتيجية الوطنية لتغير المناخ. ويستهدف اثنان من البرامج نظام النقل المستدام وتقليل انبعاثات غازات الدفيئة (غازات البيوت المحمية)، بينما يمثل تقليل الاختناقات المرورية هدفاً أساسياً فيهما.

(٤.٣.٣) جمهورية التشيك

أطلقت وزارة النقل في جمهورية التشيك والسلطات المحلية عدة دراسات وخطط تهدف إلى معالجة الاختناقات المرورية. وتعتمد هذه المشاريع على تشجيع استخدام بدائل المركبات الخاصة وإدارة وقوف المركبات وتقنية نقل البيانات.

وتتضمن وثيقة السياسات المرورية حول تطوير حركة المرور البلدية، والتي تحمل عنوان "مبادئ السياسات المرورية في العاصمة براغ"، إرشادات سياسية في تخطيط المرور وإدارته وتشغيله بانسجام مع البيئة والوظائف الحضرية الأخرى. وهي تركز بشكل رئيسي على مسائل التنمية الحضرية وأولوية النقل العام وتحسين جودة نظام النقل المتكامل في براغ. وتعتمد هيئة النقل العام البلدي تمديد السكك الحديدية وخطوط الترام تحت الأرض وهذا يعني إيجاد وصلات مرورية جديدة متعددة لوسائط النقل في شبكة النقل العام. وتوضح خطة استعمالات الأراضي في مدينة براغ سياسات نظام المرور الطرقي والتي تؤكد على إقامة طريق دائري خارج المنطقة الحضرية ذات الكثافة السكانية المرتفعة في السنوات القليلة القادمة بهدف تخفيف الضغط عن مركز المنطقة الحضرية.

(٤.٣.٤) فرنسا

يجري التخطيط للمضي في خطوة كبرى نحو اعتماد إطار عمل وطني موحد في التقييم الاقتصادي للاختناقات المرورية على الطُرق الوطنية في فرنسا بحلول العام ٢٠٠٦ مع إعطاء مؤشرات سنوية عن الاختناق المروري^(١) بهدف التقليل من النفقات الحكومية على الطُرق حسب الميثاق التوجيهي الذي وضع مؤخراً للقوانين المالية. يُقر التشريع في فرنسا حق الأشخاص والسلع في الانتقال بحرية على شبكات النقل مع توفير إمكانية الوصول إليها؛ بل إن الميثاق التوجيهي لنظام النقل الداخلي (١٩٨٢) ينص على حق المتنقلين بالاختيار بين أنماط النقل، والذي يدل ضمناً على وجوب توفير إمكانية الدخول إلى شبكات النقل لأنماط نقل متعددة.

وضعت الخطط الراهنة حول تنمية البنية التحتية ضمن إطار "شبكات هيكلية" وفق ما وضحته مجموعة من عدة وزارات حول تنمية الأراضي والمنافسة الإقليمية. ويجري تنفيذ مشاريع محددة خاصة بالبنية التحتية ناشئة عن هذا الإطار بصورة مشتركة بين الحكومة الوطنية والحكومات الإقليمية أو البلدية تحت حماية عقود محددة في تطوير البنية التحتية.

وتقع على عاتق الحكومات في جميع مستوياتها مسؤوليات مختلفة على المستوى الحضري: فالحكومة الوطنية مسؤولة عن الطُرق السريعة غير المعهود بها لجهات أخرى (وخاصة الواقعة في منطقة باريس) والطُرق ذات الأهمية الوطنية. أما الحكومات الإقليمية فهي مسؤولة عن نقل الركاب بالسكك الحديدية الإقليمية، وتتولى المديرات مسؤولية خدمات الحافلات داخل المدينة وشبكة الطُرق "الواقعة ضمن نطاق صلاحياتها"، بينما تتولى البلديات أو الحكومات الإقليمية الحضرية في المجتمعات الأكبر مسؤولية الطُرق المحلية؛ وكذلك مسؤولية الإشراف على جهات تشغيل النقل العام المحلي، في بعض الحالات، ضمن منطقة نقل عام حضري محددة بوضوح.

أما المواضيع الرئيسة في السياسات المرورية المرتبطة بالاختناقات المرورية في فرنسا فهي:

١- إمكانية الوصول إلى النشاطات في أنحاء البلاد، مع جودة مقبولة في الخدمات المقدمة بين نقاط التنقل لنقل الأشخاص والسلع. ويعتقد أن إمكانية الوصول هذه عامل أساسي في الكفاءة الاقتصادية والنمو الاقتصادي، وكذلك من أجل العلاقات الاجتماعية.

٢- موثوقية نظام النقل، سواء على المستوى الوطني أو الإقليمي. وتضم العقود بين الهيئات المحلية وجهات تشغيل نظام النقل بعض الآليات المالية لصالح موثوقية خدمات القطارات والحافلات.

٣- التأثيرات البيئية: استهلاك الطاقة والضجيج والتلوث الناجم عن التدفقات المرورية.

٤- هذا إضافة إلى نشوء محور يدور حول الكفاءة الاقتصادية، كما ذكر في المقدمة. فقد تم في العام ٢٠٠٦، على المستوى الوطني، تنفيذ إطار عمل جديد لتصريحات السياسات المرورية وتقييمها، ويمكن أن يؤدي ذلك إلى زيادة التركيز على الاختناقات المرورية في شبكات الطُرق الوطنية (والتي يبلغ طولها حالياً حوالي ٢٠,٠٠٠ كيلومتراً من الطُرق السريعة).

(٤.٣.٥) ألمانيا

الحكومة الاتحادية مسؤولة عن شبكة الطرق الاتحادية السريعة وتحسينها من خلال توسيعها وتجهيزها (ضبط حركة المرور ونظم المعلومات) وصيانتها. أما على المستوى المحلي، فتقوم المدن والمناطق الحضرية وعلى نحو متزايد بوضع خطط محددة وإقامة مؤسسات ومرافق تحكم لإدارة التدفقات المرورية وتشغيلها، إلى جانب إقامة مراكز لضبط حركة المرور متعددة الأنماط واعتماد منهجية إدارة التنقلات.

تقسم مستويات تخطيط النقل واستعمالات الأراضي في ألمانيا إلى مستويات اتحادية ومحلية وإقليمية ومستوى الولاية. ويتم على كل مستوى وضع خطط نقل متكاملة مع استخدامها كأساس لصياغة السياسات المرورية وتنفيذها. يجب أن تتضمن هذه الخطط، أو أن تأخذ في اعتبارها، جميع أنماط النقل وخطط المستويات الأعلى والأدنى وخطط الوحدات الإدارية المجاورة والخطط والأهداف التي وضعتها قطاعات أخرى (التنمية الاقتصادية، البيئة، الثقافة، استعمالات الأراضي، ... إلخ)، إلى جانب اهتمامات مختلف الجهات المعنية والقاطنين وغيرهم.

وتتم خلال عمليات التخطيط هذه دراسة منتظمة لآثار الاختناقات المرورية على الطرق من وجهات النظر المختلفة (مثل وجهة نظر مستخدم مرافق النقل، وعامة الناس، ومشغل نظام النقل، ... إلخ). وتستخدم على المستوى الاتحادي أساليب تقييم موحدة في تحليل الكلفة مقابل المنفعة تدرس الجوانب التالية:

- ١- تكاليف النقل.
- ٢- تكاليف صيانة البنية التحتية.
- ٣- سلامة المرور.
- ٤- إمكانية الوصول.
- ٥- التأثيرات المكانية.
- ٦- التأثيرات البيئية.
- ٧- تحسن إمكانية الوصول إلى المطارات والموانئ.
- ٨- دراسة حركة المرور الموثوقة.
- ٩- الاعتمادية المتبادلة ضمن الأنماط وفيما بينها.

وتستخدم تحليلات مماثلة على مستويات التخطيط الأخرى. ويتعين على المدن التي تحاول جمع تمويل اتحادي لصالح النقل العام أن تراعي أيضاً الأسلوب الموحد في تقييم الكلفة مقابل المنفعة. ورغم عمليات التقييم الموحدة، إلا أن اختيار سياسات النقل وتنفيذها يتم عموماً استناداً إلى أهداف السياسات المرورية وغاياتها، والتي يمكن أن تتغير حسب الحزب الغالب أو الائتلاف السائد.

(٤.٣.٦) اليابان

تعمل اليابان حتى اليوم على تعزيز شبكة طُرق وطنية تشمل المناطق الحضرية الكبرى استناداً إلى خطط التنمية الوطنية الشاملة (من رقم واحد إلى رقم خمسة) التي تستند بدورها إلى قانون التنمية الوطنية الشاملة، وهو خطة سياسات على مستوى وطني أعلى، إضافة إلى البرامج الخمسية لتطوير الطُرق (من رقم ١ - ١٢) والخطة الأساسية لتطوير البنية التحتية (٢٠٠٣ - ٢٠٠٧). وفي نفس الوقت، قام الموظفون المعينون في الحكومات المركزية والمحلية بصياغة وتعزيز "برنامج العمل الثالث" حول تخفيف الاختناقات المرورية (١٩٩٨ - ٢٠٠٢)، يشمل إستراتيجيات توسيع النقل (إنشاء تحويلات، تحسين التقاطعات المرورية، ... إلخ). إضافة إلى إجراءات لأنماط النقل المتعددة، مع التركيز على نقاط الاختناقات المرورية الرئيسية.

وتضع الحكومة، في سياق بروتوكول كيوتو، "برنامج عمل" يعالج أيضاً الاختناقات المرورية فيما يتصل بمساهمتها في زيادة انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون. إذ أن الاختناقات المرورية المرتبطة بمكون برنامج العمل تستدعي إكمال شبكة الطُرق الشعاعية في طوكيو والمناطق الحضرية الكبرى الأخرى، وتحقيق التوازن في حجم المرور بين الطُرق العادية والطُرق السريعة، وإزالة التضيقات المرورية (عُنق الزجاجة) الرئيسة، وتنفيذ نظام تسعير الطُرق، وتوفير المعلومات حول حركة المرور من خلال نُظم النقل الذكية (ITS)، وإنهاء الاختناقات المرورية الناتجة عن إيقاف المركبات بصورة غير قانونية. والأمل معقود على أن تكون محصلة آثار هذه الإجراءات هي تقليل انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون بواقع ثمانية ملايين طن سنوياً بحلول عام ٢٠١٠ بفضل ازدياد سرعة حركة المرور وتحسن سلاسة التدفقات المرورية.

كما جرى وضع برنامج شامل جديد للسياسات اللوجستية (٢٠٠٥ - ٢٠٠٩) بهدف تعزيز التوزيع الدولي وتجسيد توزيع شامل يحقق الكفاءة والسرعة معاً.

وقد قام مكتب الطُرق في وزارة الأراضي والبنية التحتية والنقل، في السنة المالية ٢٠٠٣، بوضع إطار عمل جديد لإدارة مديريةية الطُرق مبني حول نظام تقييم شامل للأداء، يقع في صميمه نظام لتقييم السياسات المرورية. ويهدف إطار العمل هذا إلى تحقيق نقلة نحو إقامة طُرق ذات كفاءة وإدارة طُرق ذات شفافية عالية.

ويتركز أسلوب إدارة مديريةية الطُرق على دورة إدارية تشمل دورة قرار مستندة إلى منهجية "التخطيط-التنفيذ-التحقق-التصرف". حيث يتم التحقق من القيم المستهدفة لمختلف المؤشرات المعنية بالاختناقات المرورية والحوادث وغيرها إزاء الأداء الفعلي في التقييمات السنوية المنقذة من قبل مديريةية الطُرق التي تربط بوضوح بين الإجراءات المستخدمة لتحقيق الهدف المرجو.

وتتولى إدارة الطُرق الوطنية أيضاً وضع قائمة بالتضيقات المرورية (عُنق الزجاجة) الرئيسة التي ستناها إجراءات تخفيف الاختناقات المرورية. استخدام "الزمن الضائع" كمؤشر (والذي يستند بدوره على إحصاءات وقياسات مرورية مأخوذة بواسطة مركبات التقصي^١) فظهر تحسن في أداء حركة المرور على الطُرق. فقد تضاعف

الزمن الضائع بسبب الاختناقات المرورية من ٣.٨١ (بليون ساعة - شخص) في عام ٢٠٠٢ إلى ٣.٦٩ في العام ٢٠٠٤. والجهود جارية لتقليل الزمن الضائع بنسبة ١٠٪ بحلول السنة المالية ٢٠٠٧.

(٤.٣.٧) هولندا

تتسم هولندا بهيكلية حكومية ثلاثية التقسيم (الحكومة الوطنية، والمقاطعات، والبلديات). لكن سبعة أقاليم حضرية تعاني منذ التسعينات من استقلاليتها المحدودة، وخاصة فيما يتصل بسياسات النقل واستعمالات الأراضي. فالمقاطعات والمناطق الحضرية مسؤولة عن سياسات النقل وتقوم بدور هيئات النقل العامة فيما يتصل بالنقل العام الإقليمي والمحلي ضمن حدود اختصاصها. أما الطُرق، بعيداً عن شبكة الطُرق الوطنية، فتقع تحت إدارة المقاطعات أو البلديات؛ ولا تتولى المناطق الحضرية مسؤولية مباشرة عن إدارة الطُرق. بينما نرى بعض الطُرق الريفية واقعة ضمن إدارة منطقة الواجهة البحرية التي تضطلع بمسؤولية إدارة المياه ضمن المقاطعات.

والخط العام الأساسي في سياسات النقل الوطني الحالية محدد في وثيقة سياسات النقل التي حصلت على موافقة البرلمان في كانون الأول/ديسمبر من عام ٢٠٠٥. وهي خطة وطنية خاصة بحركة المرور والنقل بموجب قانون خطة النقل. وعلى هذا النحو تأتي هذه الخطة بعد خطة هيكلية النقل لعام ١٩٩٠. وتحدد وثيقة سياسات النقل ما يسمى بـ "المكونات الأساسية للسياسات المرورية" التي يتعين أيضاً على الحكومة المركزية والسلطات الإقليمية والمحلية وسلطات المقاطعات دمجها في السياسات والخطط المعتمدة.

يأتي معظم التمويل المقدم لبنية النقل التحتية الإقليمية والمحلية وفي المقاطعات من الحكومة المركزية على شكل منح إجمالية. وتوزع هذه المنح على المقاطعات والأقاليم الحضرية التي تتولى كل منها مهمة توزيعها على مشاريعها وعلى البلديات الواقعة ضمن اختصاصها.

والبند الأساسي في سياسات النقل الحالية هو تحسين موثوقية أزمته التنقل على شبكة الطُرق والسكك الحديدية أيضاً، بحيث يعلم المتنقلون زمن وصولهم، وبحيث تتمكن شركات النقل من تقديم خدماتها في الوقت المتفق عليه. وتسعى الحكومة المركزية إلى توفير أزمته تنقل موثوقة ومقبولة من الباب إلى الباب، معتمدة هدفاً يقيس الأداء اعتماداً على الموثوقية: فيتمكن المتنقلون بحلول عام ٢٠٢٠، في ٩٥٪ من الحالات، من الوصول إلى وجهاتهم في الوقت المحدد. وبحيث لا تزيد أزمته الرحلات المقطوعة خلال ساعة الذروة على الطُرق السريعة عن ٥٠٪ مما لو قطعت خارج أوقات الذروة، وألا تستغرق الرحلات على الطُرق الدائرية الحضرية التي لا تقع تحت إدارة الحكومة المركزية أكثر من الضعف فيما لو كانت الحكومة المركزية تتولى إدارتها. وبذلك يتوجب ألا تستغرق الرحلة الممتدة على ٥٠ كيلومتر من الطريق السريعة خلال ساعة الذروة أكثر من ٤٥ دقيقة (أي بتأخير زمني لا يتجاوز ١٥ دقيقة). أما الرحلة التي تقطع مسافة عشرة كيلومترات على الطُرق الدائرية الحضرية والطُرق الثانوية الأخرى فيجب ألا تستغرق أكثر من ١٢ دقيقة (أي بتأخير زمني لا يتجاوز ست دقائق). قد يكون ذلك ممكناً بفضل

مجموعة واسعة من الإجراءات المستخدمة في إنشاء الطرق واستخدامها، واعتماد طرق مختلفة في دفع تكاليف التنقل والتعاون في مجالات محددة وأعمال الصيانة. وسوف تعطى الأولوية للطرق الرئيسية، وخاصة الممرات الطرقية A2 وA4 وA12، إضافة إلى تحسين إدارة الحوادث وإدارة المرور والمعلومات المتعلقة بالطرق والتنقل.

تتولى الحكومة المركزية والسلطات المحلية والإقليمية والجهات المشغلة لنظام النقل المسؤولية عن توفير خدمة نقل عام واقعية وجذابة تؤمن على وجه الخصوص الدخول إلى شبكات النقل الحضرية والخروج منها والتنقل ضمنها، وعن تقديم حلول مصممة خصيصاً حيثما يكون الطلب محدوداً وحيث يشمل ألا يكون الناس قادرين على المساهمة في نشاطات المجتمع. إذ لا بد أن يكون المتنقلون قادرين على الانتقال بسلاسة وسهولة من نمط نقل إلى آخر، ومن وسيلة نقل عام إلى مركبة خاصة أو دراجة هوائية. ويمكن للنقل العام في شبكات النقل الحضرية أن يقدم إسهاماً كبيراً في جودة الحياة أيضاً.

(٤,٣,٨) روسيا الاتحادية

لا يوجد دور محدد تماماً للهيئات الوطنية حيال الاختناقات المرورية الحضرية. ولا يوجد على المستوى الوطني أساس منهجي أو تشريعي لوضع إستراتيجيات خاصة بإدارة الاختناقات المرورية على المستوى الحضري. ولا توجد كذلك سياسة محددة تهدف إلى تسهيل فهم البلديات لإستراتيجيات إدارة الاختناقات المرورية، وبذلك يتعين على إدارات المدن الكبرى أن تواجه وحدها مهمة إدارة مستويات المرور ضمن مناطقها الحضرية. ويلاحظ في حالة موسكو، كما هي الحال في عدة مدن أخرى، أن الزخم الرئيس في سياسات إدارة الاختناقات المرورية موجه نحو إكمال الطرق الدائرية حول مركز المدينة أو تأمين طاقة استيعابية جديدة بخلاف ذلك. لكن يجري تخفيف جزء كبير من الاختناقات المرورية من خلال تنسيق إشارات المرور الضوئية أيضاً.

(٤,٣,٩) إسبانيا

تقسم مسؤوليات إدارة الاختناقات المرورية في إسبانيا بين مختلف الجهات والمستويات في الحكومة. إذ تتولى وزارة الأشغال العامة الإسبانية، من جهة، المسؤولية عن إنشاء البنى التحتية الجديدة وإدارة شبكة النقل الرئيسية. بينما تضطلع مديرية الشرطة العامة الداخلية، من جهة أخرى، بمسؤولية إدارة المرور. كما أن لدى بعض الجماعات المستقلة في إسبانيا (في بعض الأقاليم) مديريات أشغال عامة ومديريات مرور خاصة بها تتولى مسؤوليات محلية. وتركز إجراءات وزارة الأشغال العامة على تطوير تخطيط النقل وعلى تمويل بنى نقل تحتية جديدة، بينما تركز مديرية المرور التابعة لمديرية الشرطة العامة على إدارة الطلب على حركة المرور. وتم لهذه الغاية تنفيذ مراكز لضبط حركة المرور في كامل البلاد مع إعداد وتنفيذ خطط محددة للفتترات الأكثر صعوبة (رحلات العودة من العطلات وخطط فصل الشتاء).

وبدا مؤخراً أن وزارة العمل الإسبانية هي الجهة الفاعلة الرئيسة في تخفيف الاختناقات المرورية، لأن انعدام المرونة في ساعات العمل هو السبب وراء نصف الاختناقات المرورية في إسبانيا. وأدى هذا الوضع إلى تشجيع الوزارة نحو تخفيف ساعات العمل على موظفي الحكومة. وتؤثر هذه السياسات بشكل إيجابي جداً على التوفيق بين العمل والحياة العائلية.

ونذكر أخيراً أن وزارة البيئة الإسبانية تقوم حالياً بتقييم جدوى فرض رسوم على حركة المرور عند دخول المدن الكبيرة والتنقل فيها. حيث أطلقت الحكومة الإسبانية للتو خطة إستراتيجية للبنى التحتية والنقل (وزارة الأشغال العامة، ٢٠٠٥). تحدد الخطة الخطوط العامة لسياسات الحكومة الإسبانية على المدى المتوسط في البنى التحتية وقطاع النقل. ومن بين الأهداف الرئيسية للخطة والمرتبطة بالاختناقات المرورية يأتي تحسين كفاءة نظام النقل، وتشجيع نظام نقل متكامل يساهم في التنقل بين أنماط النقل، وتحقيق استخدام أمثل للبنية التحتية القائمة من خلال إدارة الطلب على نظام النقل. من شأن هذه الخطة الإستراتيجية المنفذة على مستوى عالي أن تساعد على صياغة خطط إقليمية وبلدية على مستويات أدنى وعلى توجيه التمويل الوطني لاستثمارات البنية التحتية ونظام النقل.

(٤.٣.١٠) المملكة المتحدة

نتناول فيما يلي، وعلى نطاق واسع جداً، كيف تدور سياسات النقل فيما يتصل بإدارة الاختناقات المرورية في المملكة المتحدة. إذ تمثل الاختناقات المرورية مشكلة فعلاً، لكن من الواضح أن إقامة طرق جديدة لن 'يحل' هذه المشكلة، وقد تجر هذه السياسات تكاليف مالية وبيئية كبيرة، فهي تؤدي إلى توليد حركة المرور، ولها حيثيات هامة على استعمالات الأراضي والمراكز الحضرية. ولا يجري بناء طرق جديدة أو تأمين طاقة استيعابية جديدة على الطرق القائمة إلا إذا كانت التكاليف (بما فيها التكاليف البيئية) غير مرتفعة جداً نسبة للمنافع المتحققة. وتشمل إستراتيجيات الاستجابة للاختناقات المرورية، في حالات كثيرة، مزيجاً من الإجراءات، مثل السعي إلى تحسين إدارة المرور واستخدام شبكة النقل القائمة، وتوفير طرق أكثر موثوقية، وتحسين التنسيق بين السياسات الطرقية وبين أنماط النقل الأخرى وتخطيط استعمالات الأراضي، ... الخ.

تقع مسؤولية معالجة الاختناقات المرورية في منطقة حضرية محددة ضمن إنكلترا على عاتق جملة من المؤسسات. إذ تحوي كل منطقة عدداً من هيئات الطرق السريعة، هيئة لكل منطقة لها سلطة محلية. وتضطلع هيئة الطرق السريعة بمسؤولية شق طريق عبر هذه المناطق الجغرافية الواضحة، وذلك لجميع طرق الشاحنات في إنكلترا، والطرق السريعة والطرق الأخرى ذات الكثافة المرورية العالية. وتضم مانشستر الكبرى، على سبيل المثال، عشر هيئات للطرق السريعة، إلى جانب وكالة الطرق السريعة.

تخضع جميع مشاريع النقل الكبرى (التي تزيد تكاليفها على سبعة مليون يورو) إلى نمذجة مفصلة وتقييم اقتصادي (تحليل الكلفة مقابل المنفعة). وتشكل حيثيات المشاريع فيما يتصل بأزمة التنقل، وبالتالي إمكانية تقليلها

للاختناقات المرورية، جزءاً هاماً من المنافع المتحققة من أي إجراء متخذ. وعموماً، فلا تتم الموافقة على المشاريع أو السياسات المرورية التي لا تعطي قيمة جيدة مقابل المال. لكن ثمة نقص في عدد التحليلات فيما يتصل بمعرفة ما إذا كانت القياسات المنفذة قد أحدثت التغييرات المتوقعة في الاختناقات المرورية.

تأثرت السياسات الوطنية الراهنة المرتبطة بمجهود إدارة الاختناقات المرورية إلى حد كبير بسلسلة من التقارير والمشاريع، بما فيها مشروع فرض رسوم على الاختناقات المرورية الذي حقق نجاحاً كبيراً في لندن، التي تسعى إلى سبر مدى ملائمة فرض رسوم على الاختناقات المرورية ومدى فعاليته. وأصبح ينظر إلى تحسين إدارة شبكة الطرق الرئيسية وبصورة متزايدة على أنه مكمل للطاقة الاستيعابية الجديدة أو بديلاً لها. وتشمل التدابير المعتمدة تحسين تصميم التقاطعات المرورية والتحكم في مداخل الطرق السريعة وتشغيل كتف الطريق كحارة خلال ساعات الذروة وتقليل حدود السرعة القصوى من ٧٠ ميل/ساعة إلى ٥٠ ميل/ساعة. وينظر إلى تحسين الإدارة أيضاً كوسيلة نحو تقليل التغيير في أزمته الرحلات. إذ يمكن تقليل التأخر والاختناقات المرورية الحاصلة بسبب الأعمال الطرقية باتخاذ إجراءات فعالة. لكن من النادر أن تعتمد إضافة طاقة استيعابية جديدة كأحد الخيارات في المناطق الحضرية. إذ أن تكاليف الإنشاء تفوق مرات كثيرة تكاليف إنشاء الطرق الريفية، كما أن التكاليف البيئية والتكاليف الأخرى المترتبة على إنشاء طرق جديدة غالباً ما تعتبر مرتفعة بصورة غير مقبولة. ويتمثل التركيز الأساسي للسياسات المرورية المعنية بالطرق الحضرية في إبعاد حركة المرور العابرة عن المناطق السكنية وشوارع التسوق الرئيسية والتأكد من أن إشارات المرور وتصميم التقاطعات المرورية (منع حركات الالتفاف عبر تيار حركة المرور وغير ذلك) تؤدي إلى زيادة معدل التدفق المروري. ويمكن لمنع إيقاف المركبات والتحميل على الطرق الرئيسية أن يساعد في زيادة الطاقة الاستيعابية إذا ما تم إنفاذ هذه الإجراءات بشكل فعال.

قامت وزارة النقل في المملكة المتحدة بإجراء دراسة لجدوى تسعير الطرق انتهت في تموز/يوليه من عام ٢٠٠٤. وتبين من الدراسة وجود ضرورة اقتصادية قوية لصالح تنفيذ منهج تسعير الطرق الذي رُبط بمستويات الاختناقات المرورية في أنحاء المملكة المتحدة. لكن بدا واضحاً أنه لن يكون ممكناً تنفيذ أسلوب شامل في فرض الرسوم على مستخدمي الطرق مما قد يسمح بتفاوت الرسوم حسب الزمان والمكان لجميع المركبات على جميع الطرق عبر المملكة المتحدة خلال العقد القادم. ويشير التقرير إلى أنه رغم انتشار الاختناقات المرورية في أوقات الذروة عبر المملكة المتحدة، إلا أن المشكلة كانت أكبر في المناطق الحضرية، فكانت حلول مثل ربط التسعير بتحسين بدائل النقل العام إستراتيجية ناجحة في إدارة الاختناقات المرورية بصورة فعالة. وأدرجت الدراسة ضرورة زيادة العمل على تحديد التقنية المناسبة وعلى تأمين فهم أفضل لكيفية تنفيذ تسعير الطرق. وهي تقترح اعتماد عدد من المشاريع التجريبية بهدف توفير معرفة أفضل عن التقنية وعن استجابة المستخدمين.

(٤.٣.١١) الولايات المتحدة

تعتبر الاختناقات المرورية أحد الاهتمامات الأساسية لسياسات النقل في الولايات المتحدة. ففي أيار/مايو من عام ١٩٩٦، قامت مديرية النقل الاتحادية بإطلاق "إستراتيجية وطنية لتقليل الاختناقات المرورية في شبكة النقل الأمريكية" استجابة لتنامي الإدراك العام وإدراك قطاع الأعمال للتراجع الكبير في ظروف التنقل سواء على شبكات الطرق أو في الموانئ أو في عبور الحدود أو المطارات. ويأتي الحافز على تنفيذ البرنامج الجديد من حسابات تجسد ارتفاع تكاليف الاختناقات المرورية (مقاسة بالفارق بين ظروف التنقل الفعلية وسرعات التدفق الحر على شبكة الطرق) ومضاعفاتها على كميات المخزون التجاري والتنافسية في قطاع الأعمال. وتحدد الإستراتيجية أربعة من مجالات التركيز الرئيسة المرتبطة بالاختناقات المرورية الحضرية:

- ١- تخفيف الاختناقات المرورية الحضرية.
 - ٢- تحرير موارد الاستثمار في القطاع الخاص لصالح مشاريع البنية التحتية.
 - ٣- تشجيع التحسينات التشغيلية والتقنية.
 - ٤- استهداف التضيقات المرورية (عُنق الزجاجة) الرئيسة في نقل السلع.
- وضعت التشريعات الفدرالية المتعاقبة إطار عمل السياسات المرورية المتصلة بالنقل البري. وجاء قانون (Transportation Equity Act) للقرن الحادي والعشرين (TEA-21) بعد قانون كفاءة النقل البري متعدد الأنماط (The Intermodal Surface Transportation Efficiency Act). وفي عام ٢٠٠٥ أقر تشريع النقل البري الجديد (AFETEA-LU).

يتمثل الدور الرئيس للحكومة الاتحادية في التوزيع المشروط للإيرادات التي تجمع من الضرائب الاتحادية المفروضة على الوقود. ويساعد التشريع الاتحادية حكومات الولايات والحكومات المحلية في وضع التركيبة الصحيحة من حلول الاختناقات المرورية المطلوبة في ظل ظروف كل ولاية. أما مرونة التمويل فتتمكن صناع القرار على مستوى الولاية والمستوى المحلي من العمل على زيادة إنتاجية ما لديهم من نُظم نقل متعددة الأنماط إلى جانب استراتيجيات تخفيف الاختناقات المرورية التي تحسن أداء نظام النقل وإدارة الطلب على التنقل.

ورغم أن مديرية النقل في الولايات المتحدة تعتقد بشدة أن قرارات استعمال الأراضي يجب أن تتخذ على مستوى الولاية والمستوى المحلي ويجب أن تبقى على هذا النحو، إلا أن هناك فوائد كثيرة يمكن جنيها من زيادة التنسيق بين التخطيط على مستوى الولاية والمستوى المحلي وبين تقسيم المناطق وهيئات الإسكان والمسؤولين في قطاعي البيئة والنقل في الوصول إلى هذه القرارات. أما الأداة الأساسية المستخدمة في الولايات المتحدة لتنسيق سياسات النقل فهي عملية تخطيط النقل والموجه الرئيسي في ذلك هو أن يتم صرف عائدات الضرائب الاتحادية المفروضة على الغاز بصورة مشروطة.

ويتابع تشريع النقل البري (الأمان والمسائلة والمرونة وكفاءة وسائل النقل والمساواة - نصيب المستخدمين) (SAFETEA-LU) عملية تخطيط النقل التي بدأها بقانون كفاءة النقل البري متعدد الأنماط (ISTEA) وقانون عدالة النقل للقرن الحادي والعشرون (TEA-21) والتي تشترط ألا تقدم مديرية النقل تمويلًا اتحادياً من ضرائب الوقود إلا للمشاريع المعتمدة بشكل رسمي كجزء من خطط بعيدة المدى. وتشمل عملية التخطيط في جميع المناطق الحضرية عدداً من العناصر الرئيسية: خطة بعيدة المدى وبرنامج تنفيذ نظام النقل؛ والتخطيط المالي مع وضع قيود مالية؛ مشاركة الناس؛ تلبية معايير جودة الهواء؛ ووضع نُظم لإدارة الاختناقات المرورية، وتنفيذها. وتؤمن النقطة الأخيرة إدارة فعالة لمرافق النقل الجديدة والقائمة عبر استخدام إستراتيجيات الإدارة التشغيلية وتقليل الطلب على التنقل.

اعتبارات تتصل بالسياسات

الاختناقات المرورية: درجتها وموقعها وتوقعاتها المستقبلية

ليست المقارنة بين نماذج الاختناقات المرورية عبر الدول والأقاليم مهمة سهلة لأن المؤشرات المستخدمة والافتراضات الموضوعية في حساب التأثيرات غالباً ما تكون مختلفة من دولة لأخرى، بل ومن مدينة إلى أخرى ضمن الدولة نفسها. لكن الاختناقات المرورية تزداد في كثير من الحالات. وتشير بعض التقارير الوطنية بوضوح إلى نمو في الاختناقات المرورية مقيسة بتراجع متوسط سرعات التنقل خلال ساعات الذروة، كما في العديد من مناطق الولايات المتحدة. بيد أن متوسط السرعات في بعض المناطق الأخرى بقيت ثابتة أو زادت (كما في فرنسا). وفي اليابان أيضاً، على سبيل المثال، تناقصت "الضياعات" الزمنية الناتجة عن الاختناقات المرورية بين عامي ٢٠٠٢ و٢٠٠٤ رغم أنه لا يبدو واضحاً ما إذا كان التحسن ناتجاً عن التدخل المباشر لهيئات الطرق أو كان مرتبطاً باتجاهات اقتصادية أوسع.

وما يبدو واضحاً أن الاختناقات المرورية انتشرت في كثير من الحالات بمعنى أن الفترة الزمنية لامتداد ظروف الاختناق المروري على الطرق زادت خلال ساعات اليوم؛ وأصبح "توسم الذروة" ظاهرة عامة في مدن كثيرة. ومع نمو المدن، يزداد أيضاً الأثر المكاني للاختناقات المرورية، إذ نرى الاختناقات المرورية في مركز المدن وعلى محيط كثير من المناطق الحضرية الكبرى. وبالمثل، يبدو أن كثيراً من المناطق الحضرية، وليس جميعها بالطبع، تشهد تراجعاً في ظروف التنقل أدى إلى تناقص مستويات أزمته التنقل من حيث إمكانية التنبؤ والموثوقية. وزادت الاختناقات المرورية في كثير من الحالات مع تنامي المدن ومع توسع النشاط الاقتصادي؛ إذ أصبحت المدن تجذب عدداً أكبر من الناس والفعاليات، وغدت تنتج حجماً أكبر من الثروة، وكنتيجة لذلك أصبحت طرقها أكثر ازدحاماً. صحيح أن الاختناقات المرورية زادت بالمعنى المطلق في كثير من المناطق، لكن هذا لا يعنى بالضرورة أن تفاقمها يحصل نسبياً بنفس سرعته السابقة قياساً إلى وحدة الناتج الاقتصادي أو للفرد. يمكن لذلك أن يتضح لماذا تنظر بعض الدول إلى الاختناقات المرورية الحضرية وإلى تناميها باعتبارها مسألة ذات

أهمية وطنية حاسمة، بينما تراها بلدان أخرى "مشكلة" تُنظم نفسها بنفسها إلى حد ما، وخاصة عندما تتوفر بدائل للتنقل (مثل النقل العام) ويتسم أداء النظام المروري بالموثوقية.

ويمكن النظر أيضاً إلى الارتفاع النسبي في حجم الاختناق المروري من جهة كنتيجة "طبيعية" لمشقات توفير البنية التحتية. فمن غير الممكن إضافة سعة جديدة إلى الطريق على نحو مفرط التدرج، بل هي تضاف على مراحل كبيرة نسبياً، مما يؤدي إلى وضع تكون فيه البنية التحتية الجديدة قليلة الاستخدام غالباً على المدى القريب، ثم تصبح مستخدمة على نحو جيد في المدى المتوسط ثم يصبح استخدامها مفرطاً على المدى البعيد. ومن المستبعد أن نشهد مرة أخرى مستوى أداء الطُرق الذي شهده المستخدمون لدى إقامة البنية التحتية الجديدة منذ خمسينات القرن الماضي حتى ثمانيناته، إذ أصبحت هذه الطُرق أحياناً تغص بحركة المرور وغدت إمكانيات إضافة توسع كبير النطاق مقيدة إلى حد كبير بفعل ندرة الأراضي المتاحة وبثكاليفها الباهظة. وفي بعض الحالات حيث ما يزال ثمة إمكانيات لتوسيع البنية التحتية الطُرقية في المنطقة أو إكمال ما هو غير كاف منها، كما في حالة منطقة طوكيو الكبرى أو في موسكو، وفي غياب أي سياسات استباقية في إدارة المرور، يمكن للمرء أن يتوقع حدوث نمط مماثل من تخفيف الاختناقات المرورية، يليه نمو لحركة المرور يغرق البنية التحتية في ظل غياب أي سياسات فعالة لإدارة المرور.

أطر إدارة الاختناقات المرورية

من الواضح أن الدول المختلفة والمستويات المختلفة في الحكومات و/أو الهيئات ضمن الدول تعتمد أساليب مختلفة في إدارة حركة المرور الحضرية. إذ هناك تنوع حقيقي في وجهات النظر حول الاختناقات المرورية الحضرية عبر المستويات الحكومية وعبر الدول. فينظر بعضها إلى الاختناقات المرورية بصفتها إحدى المسائل الهامة ذات الصلة بالسياسات (مثل المملكة المتحدة والولايات المتحدة)، بينما يعتبرها البعض الآخر شأنًا أقل أهمية (مثل الحكومات الوطنية في فرنسا وروسيا الاتحادية).

وكما أوجزنا في نظرتنا العامة على الدول، فإن تحليل الاختناقات المرورية يتم في بعض الدول ضمن أطر عمل منسجمة على المستوى الوطني. لكن الأطر المستخدمة في معظم الدول تقع ضمن نطاق إدارات حكومية متعددة، سواء كانت إقليمية أو محلية أو على مستوى الولاية/المقاطعة و/أو المدينة. لذلك نرى تنوعاً كبيراً في الأطر والأساليب المستخدمة، ومن النادر أن نجد في الواقع إطار عمل موحد عبر الدول أو الأقاليم في معالجة الاختناقات المرورية وتقييم السياسات والإستراتيجيات والتدابير المتخذة في إدارة الاختناقات المرورية.

ورغم عدم وجود أطر عمل موحدة، لكن يبدو من تنوع الخبرات الوطنية التي جمعتها مجموعة العمل أن كثيراً من الدول والمناطق الحضرية ترجع في الواقع، بصورة صريحة أو ضمنية، إلى مقاييس تعتمد على التدفق المروري عندما تدرس أهدافها من سياسات إدارة الاختناقات المرورية (انظر مثلاً اليونان - أثينا واليابان وهولندا والمملكة المتحدة والولايات المتحدة الأمريكية). وربما استدعى الأمر تحسناً في هذا المجال إذا ما كانت هذه

الأساليب مبنية على أهداف تتصل بالتدفق المروري (مستوى الخدمة A-B، وتعظيم معدل التدفق المروري،... إلخ) التي تزيد أصلاً من احتمالية حدوث اختناقات مرورية مفرطة وتوقضات مفاجئة. وبما يثير الاهتمام أن عدداً قليلاً جداً من السلطات المختصة تعمل على أساس تحديد مستويات الاختناق المروري "المثلى" اقتصادياً ووضع أهداف للسياسات المرورية تستند إلى تحقيق هذه المستويات. فضلاً على ذلك، فهناك بلدان اثنان فقط، وهما هولندا والمملكة المتحدة، قاما بتحديد ووضع إطار عمل لتعقب موثوقية أزمدة التنقل على المستوى الوطني؛ ويظهر هنا أيضاً الإمكانية لإحداث بعض التقدم.

تقع المسؤولية عن إستراتيجيات الاستجابة للاختناقات المرورية بشكل رئيس على عاتق الحكومات البلدية و/أو الحكومات الإقليمية عندما تغطي مناطق حضرية كبيرة. ونادراً ما تكون الحكومات الوطنية طرفاً فاعلاً في وضع إجراءات إدارة الاختناقات المرورية وتوظيفها.. لكن توجد العديد من الروابط غير المباشرة بين الحكومات الوطنية والإقليمية والمحلية.

- عادة ما تركز إدارات النقل الوطنية على سياسات واسعة تتصل بالنقل وأنماطه لكنها لا تتولى في كثير من الحالات أية مسؤولية عامة أو تقدم مشاركة مباشرة لمعالجة الاختناقات المرورية في المناطق الحضرية، حتى الكبيرة منها.

وعند إشراك إدارات النقل الوطنية، فمن الغالب جداً رغم ذلك أن تشترك أيضاً هيئات النقل الوطنية التي قد تكون مسؤولة عن عمليات تطوير كبيرة في البنية التحتية، مثل إضافة أقسام جديدة من الطرق السريعة أو الطرق الوطنية. لكن من المستبعد أكثر أن يكون لإدارات النقل الوطنية دور في سياسات النقل العام في المدن أو تخطيطه أو تمويله.

١- تلعب حكومات الولايات أو المقاطعات أو الأقاليم دوراً أكثر مركزية بشكل عام. إذ تتولى الهيئات على مستوى المقاطعة أو المستوى المحلي في العديد من الدول مسؤولية كاملة عن التخطيط واتخاذ القرارات فيما يتصل بالاختناقات المرورية. وعادة ما تتولى كذلك مسؤولية وضع السياسات المرورية وتوفير التمويل لهيئات النقل العام في المدن وكذلك مسؤولية تمويل الطرق الكبرى (عدا الطرق الوطنية).

٢- غالباً ما تضطلع الحكومات المحلية بمسؤولية كاملة عن الطرق المحلية وليس عن وسائل النقل العام.

٣- أقيمت مؤسسات تخطيط المدن، أو ما يكافئها، في بعض الدول بهدف تنسيق عمليات التخطيط العام واستعمالات الأراضي، ويتولى بعضها أيضاً مسؤوليات تتصل بتخطيط النقل وتشغيله. وقد تقوم مؤسسات تخطيط المدن ذات الأساس الأوسع ضمن مسؤوليات الهيئات المعنية على مستوى الولاية أو المقاطعة أو الإقليم أو تتلقى الإشراف من الحكومة المحلية أو من مجموعة من الحكومات المحلية بدلاً من ذلك.

ومع كثرة عدد المؤسسات المختلفة التي يحتمل أن تكون طرفاً في الموضوع (إذ يزيد العدد على ١١ هيئة للطرق السريعة في منطقة مانشستر الكبرى، على سبيل المثال)، لم يعد من المدهش أن نشهد اختلافات كبيرة في

تحليل الكثيرين للاختناقات المرورية.

يؤدي هذا التعدد في المؤسسات ذات الصلة إلى تنوع كبير في الأساليب المتبعة مع الاختناقات المرورية وأطر العمل التصورية المعززة لهذه الأساليب. وهذا يعني أن طريقة تقييم الاختناقات المرورية وإدارتها يمكن أن تختلف أيضاً من مدينة إلى أخرى ومن إقليم آخر أو من ولاية إلى أخرى، ويحتمل أيضاً أن تختلف مجموعة الأطراف الفاعلة المشاركة ومجال عملها.

يتناول الفصل القادم هذه الأطر التصورية بمزيد من الدراسة والاهتمام.

ملاحظات

- (١) نمو حركة المرور في المدن الأسترالية: أسبابه وإجراءات منعه ومعالجته، ديفيد غارغيت و جون غافني، ٢٠٠٤.
- (٢) مديرية البنية التحتية في فيكتوريا، الأرقام المنقحة، ٢٠٠٦.
- (٣) أرقام هيئة الطرق في فيكتوريا المقدمة في الدراسة التي قدمتها مديرية البنية التحتية، نفس الصفحات السابقة.
- (٤) مدينة المدن - خطة لمستقبل سيدني، كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٥، (www.metrostrategy.nsw.gov.au).
- (٥) تبلغ نسبة الأسر التي تملك سيارة أقل من ٦٠٪ في وسط سيدني مقارنة بنسبة ٨٥٪ في المنطقة الأوسع من مدينة سيدني. المصدر: (www.cityofsydney.nsw.gov.au).
- (٦) مدينة المدن - خطة لمستقبل سيدني، كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٥، (www.cityofsydney.nsw.gov.au).
- (٧) خيارات التنقل الذكي في جنوب شرق كوينزلاند (Smart Travel Choices for South East Queensland): تقرير أولي حول النقل، ٢٠٠٥.
- (٨) إستراتيجية النقل في مدينة بيرث بين عامي ١٩٩٥ - ٢٠٢٩، ١٩٩٥.
- (٩) نمو حركة المرور في المدن الأسترالية: أسبابه وإجراءات منعه ومعالجته، ديفيد غارغيت و جون غافني، ٢٠٠٤.
- (١٠) مدينة المدن - خطة لمستقبل سيدني، كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٥، (www.cityofsydney.nsw.gov.au).
- (١١) مديرية البنية التحتية في فيكتوريا.
- (١٢) مؤشرات أداء الطرق الأسترالية الوطنية (Austroads National Performance Indicators)، (www.austroads.gov.au).
- (١٣) ستاثوبولوس وكارلافتيز، ٢٠٠١.
- (١٤) ستاثوبولوس وكارلافتيز، ٢٠٠١.
- (١٥) ستاثوبولوس وكارلافتيز، ٢٠٠٣.

- (١٦) "الاختناقات المرورية والموثوقية: ربط الحلول بالمشكلات". (Cambridge Systematics Incorporated). دراسة أعدت لصالح إدارة الطرق الاتحادية السريعة في الولايات المتحدة. ١٩ تموز/يولية، ٢٠٠٤، ٣- ١١.
- (١٧) "الاختناقات المرورية والموثوقية: ربط الحلول بالمشكلات". (Cambridge Systematics Incorporated). دراسة أعدت لصالح إدارة الطرق الاتحادية السريعة في الولايات المتحدة. ١٩ تموز/يولية، ٢٠٠٤، ٣- ١١.
- (١٨) أخذت البيانات في هذا الشكل من إطار تحليل عمليات الشحن (US FHWA Freight Analysis Framework).
- (١٩) تجري دراسة مقياسين للتنقل على الطرق الحضرية السريعة: الزمن المستغرق في ظروف الاختناقات المرورية مضروباً بالمسافة المقطوعة بالكيلومتر في الاختناقات المرورية موزوناً بطول الرحلات المقطوعة بالركبات ومؤشر التدفق/السرعة محسوباً كنتاج ضرب التدفق بسرعة المرور (التوسط اليومي لكل حارة ولكل رحلة ثم بحسب المتوسط السنوي).