دليـل تخطيط النقل في المدن السعودية

الطبعة الأولى
١٤٢٦هـ

ⓒ - وزارة الشؤون البلدية والقروية، ١٤٢٦هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

وزارة الشؤون البلدية والقروية

دليل تخطيط النقل في المدن السعودية. / وزارة الشؤون البلدية والقروية – الرياض، ١٤٢٦هـ

٢٨ ص ؛ ٢٢,٥ × ٢٢ سم

ردمك: ٦-٨٦-٧١٠-٩٩٦٠

١ - البلديات – السعودية – أدلة أ. العنوان

ديوي ٣٥٢,٠٥٣١ ١٤٢٦/٨٨٨

رقم الإيداع: ١٤٢٦/٨٨٨

ردمك: ٦-٨٦-٧١٠-٩٩٦٠

أعد هذا الدليل ضمن مجموعة من الدلائل التخطيطية - الموضح أسماؤها في نهاية الدليل - لمساعدة القائمين على أعمال التخطيط و التنمية بهدف توفير بيئة عمرانية مناسبة و المساهمة في رفع مستوى أداء الكوادر الفنية في الأمانات و البلديات.

المحتويات

تقديـم ١

المصطلحات و المفاهيم ٢

١- الإطار العام ٣
١-١ مشاكل تخطيط النقل ٣
١-٢ استراتيجية النقل والمخططات الهيكلية ٣

٢- تجميع بيانات الوضع الراهن ٣
٢-١ جمع البيانات والمعلومات الأساسية ٣
٢-٢ دراسة شبكة الطرق والنقل ٦
٢-٣ حصر تدفق حركة المرور على شبكة الطرق ٨
٢-٤ مسح حركة النقل ١١
٢-٥ دراسة نظام حركة النقل ١٢
٢-٦ دراسة استعمالات الأراضي والأنشطة الاقتصادية ١٣

٣- بناء النموذج ومعايرته والتنبؤ بحجم الطلب على النقل ١٤
٣-١ بناء النموذج ومعايرته ١٤
٣-٢ تصنيف الحركة حسب مكوناتها الأساسية ١٥
٣-٣ نموذج استخدام الأرض ١٦
٣-٤ نموذج مولدات الرحلات ١٦
٣-٥ تصنيف المناطق ومعدل إنتاج الرحلات ١٨
٣-٦ حساب معدلات الرحلات المتولدة ١٨
٣-٧ نماذج توزيع الرحلات ١٩
٣-٨ نموذج اختيار وسيلة النقل ٢٠
٣-٩ نموذج تحديد شبكة النقل ٢٠

٤- تصميم خطة النقل وأولويات التنفيذ ٢١
٤-١ تصميم الخطة ٢١
٤-٢ خطوات إعداد خطة النقل ٢٣
٤-٣ مقترحات لحل مشاكل النقل ٢٤
٤-٤ التقييم واختيار البديل المفضل ٢٦
٤-٥ التنفيذ ٢٧
٤-٦ متابعة التنفيذ ٢٧

المراجع ٢٨

تقديـم

نظراً لطبيعة التنمية العمرانية وما تتطلبه من منهجية تخطيطية سليمة تأخذ في اعتبارها الأبعاد العلمية والعملية والاستفادة من التجارب المختلفة للمجتمعات الإنسانية ، وانطلاقا من دور وزارة الشؤون البلدية والقروية في توجيه وضبط التنمية العمرانية وضمان توفر الخدمات والمرافق لتحقيق بيئة عمرانية ملائمة تحقق التفاعل بين الإنسان وبيئته ، وبناء على توجيه صاحب السمو الملكي الأمير / متعب بن عبد العزيز وزير الشؤون البلدية والقروية قامت وكالة الوزارة لتخطيط المدن بإعداد مجموعة من دلائل الأعمال التخطيطية تهدف إلى نشر الوعي المعرفي بأعمال التخطيط وتساعد على تطوير الفكر التخطيطي وتحقيق البناء المؤسسي له.

يشكل النقل جزءً مهماً من الحياة المعاصرة. والواقع أن النقل كان دائماً عنصراً مهماً في حياة معظم المجتمعات في العصور الغابرة. وسيظل كذلك في المستقبل، إذ أن وسائل النقل ونظمه تعد مؤشراً ومقياساً عادلاً لمدى نمو الدول والشعوب وتقدمها.

ونظراً لما شهدته مدن المملكة من نمو وتطور خلال العقود الماضية، والذي شمل إنشاء آلاف الكيلو مترات من الطرق ذات العروض المختلفة، بطاقات استيعابية متباينة، إضافة إلى الزيادة المضطردة في الأنشطة الاقتصادية والاجتماعية، فقد أدى ذلك إلى التوسع في إنشاء العديد من المباني، ذات الاستعمالات المختلفة على بعض الطرق التي لا تتحمل الطاقة الاستيعابية للرحلات المتولدة عن تلك المباني. كما لوحظ أنه تم تحويل بعض المباني السكنية إلى استخدامات أخرى، مما أدى إلى تولد رحلات مرورية إضافية على الطرق المحيطة بهذه المباني، وبالتالي أدى إلى انخفاض كفاءة الأداء بها و بالتالي أصبحت هناك حاجة إلى توحيد الأسس و المعايير ذات العلاقة بحركة النقل و المرور و إصدار دليل تخطيطي لذلك.

و يهدف دليل تخطيط النقل في المدن السعودية إلى شرح مبسط لمراحل تخطيط النقل في المدن، و كيفية تحديد أهدافه لتلافي المشاكل الناشئة عن تغيير استعمالات الأراضي و زيادة الأنشطة الإقتصادية و الإجتماعية دون تخطيط مسبق.
ومن هذا المنطلق قامت وزارة الشؤون البلدية والقروية متمثلة في وكالة الوزارة لتخطيط المدن، بإعداد دليل تخطيط النقل في المدن، الذي يهدف إلى مساعدة العاملين بالأمانات و البلديات و المهتمين بالدراسات المرورية على معرفة كيفية إعداد ومراجعة دراسات تخطيط النقل.

المفاهيم و المصطلحـات

النقل

النقل هو حركة الناس والسلع والمرافق اللازمة للقيام بذلك. وله ثلاثة أبعاد:

البعد الأول: الفراغ وهو المسافة من مدينة إلى مدينة – من قرية إلى قرية – من دولة إلى دولة ...

البعد الثاني: الزمن وهو ساعة من ساعات اليوم (ذروة – أو خارج الذروة).

البعد الثالث: حالة الحركة وهي حركة الإنسان أو البضائع.

نظام النقل

المقصود بنظام النقل هو الشبكات والوسائل والمحطات، وتعتبر نقاط الالتقاء (الوسيلة على الشبكة) هي المحطة.

نموذج النقل

نموذج النقل هو أحد وسائل التعرف على تطور حركة النقل والمرور مستقبلاً، على أساس أن النموذج هو وسيلة للتعرف على الآثار المترتبة على أي تغيرات في المعطيات التخطيطية أو استخدامات الأراضي أو شبكة الطرق. ويتكون نموذج النقل من ثلاثة أجزاء رئيسية:

- شبكة الطرق الاستراتيجية.
- بيانات تخطيطية (اجتماعية واقتصادية).
- ومجموعة من العلاقات الرياضية لربط ملكية السيارات بمعدلات رحلات الأفراد اليومية المستنتجة من الحصر الاجتماعي الاقتصادي.

وتقتصر المعطيات لنموذج النقل على جزءين فقط هما: شبكة الطرق، والبيانات التخطيطية. مع افتراض ثبات باقي العلاقات الرياضية، لتحقيق اتزان واستقرار في نموذج النقل على المدى الطويل.

١ - الإطار العام

يعتبر تخطيط النقل واحداً من العلوم الهامة التي تؤثر بشكل جوهري في تطور وتقدم كافة مجالات الحياة. ويهتم بدارسة شبكة النقل (الناس والبضائع) والمشاكل المترتبة عنها، باعتبارها قنوات الاتصال بين التجمعات السكنية على المستوى الإقليمي، وبين الاستعمالات المختلفة والأنشطة الاقتصادية داخل المدن.

١-١ تحديد مشاكل تخطيط النقل

من أهم المشاكل التي يتعرض لها تخطيط النقل أن هناك جهات كثيرة تشترك في وضع استراتجيات النقل بكل مدينة، على مختلف المستويات الحكومية، مما يجعل التنسيق بينها مهمة صعبة، فكل جهة من الجهات لها أهدافها الخاصة بها، والتي قد لا تتفق مع أهداف ووجهات نظر الجهات الأخرى بالنسبة لسياسات النقل. كما أن التنسيق يقل كثيراً على مستوى العمل اليومي، ويعزى ذلك بشكل رئيسي إلى غياب استراتجية نقل شاملة على مستوى المدن.

- يتم تحديد مشاكل النقل بالمدينة و توضيحها على خريطة وإظهارها بشكل واضح. ومن أهم المشاكل التي يجب توضيحها على لوحة المشاكل (مناطق الاختناقات – الاختلاط بين مستويات الطرق – العقد المرورية...). إلا أن هناك بعض المشاكل التي يمكن توضيحها ضمن تقرير النقل مثل (السعة غير المتكافئة،عدم الأمان، عدم توافر الخصوصية، عدم الراحة، أعمال البنية التحتية، والحفاظ على الطاقة، وارتفاع تكاليف الاستخدام أو إنفاق على الخدمات لا يساوي العائد، وتلوث الهواء، والجرائم، والضوضاء، والتأثير البصري، وتنمية الأراضي بشكل غير ملائم أو مطلوب، وآثار جانبية عقائدية أو دينية أو نفسية، وزيادة النمو السكاني...).

١-٢ استراتيجية النقل والمخططات الهيكلية

تنطلق العملية التخطيطية من خلال مفاهيم محددة لسياسات النقل واستراتيجياته. لذلك يتم تحديد سياسات واستراتيجيات الخطة الوطنية للنقل تجاه المنطقة المراد عمل مخطط نقل لها، سواء كانت سياسات خاصة أو عامة. حيث إن التأثير الرئيسي لاستراتيجية النقل لا يكمن فقط في توسيع وتحسين شبكة الطرق لمواكبة النمو العمرانى، و تحسين نظام النقل وتوسيع مساهمته في التنقل. بل تركز استراتيجية النقل على إدارة أفضل للتجهيزات الأساسية الموجودة، والاستفادة منها بشكل أفضل، عوضاً عن مجرد زيادة الطاقة الاستيعابية، كردة فعل رئيسة للازدحام المروري ولزيادة الطلب على التنقل. ويتم تخطيط وتحديد متطلبات النقل كمراحل محددة كما هو موضح بالشكل (١-١).

٢ - تجميع بيانات الوضع الراهن

إن عملية تخطيط النقل عملية معقدة وتعتبر بحد ذاتها مشكلة. فمن الممكن استعمال خبرات المهندس في جميع مراحل تطوير نظم النقل، سواء كان ذلك خلال التخطيط أو التصميم أو الإنشاء أو التشغيل. ولكن عملية التخطيط قد أصبحت معقدة إلى حد أنه من المستحيل أن يعمل المهندس وحيداً وبمعزل عن التأثيرات الأخرى. ولذلك فهو يعمل عضواً في فريق من الخبراء يضم مخططين حضريين واختصاصيين اجتماعيين ومعماريين وقانونيين وخبراء تمويل، وحتى آخرين من تخصصات متنوعة. لذلك يجب أن تتم عملية جمع المعلومات والبيانات عن الأوضاع الراهنة بصورة محددة ودقيقة مما يساعد على أخذ القرارات بصورة صحيحة وفاعله.

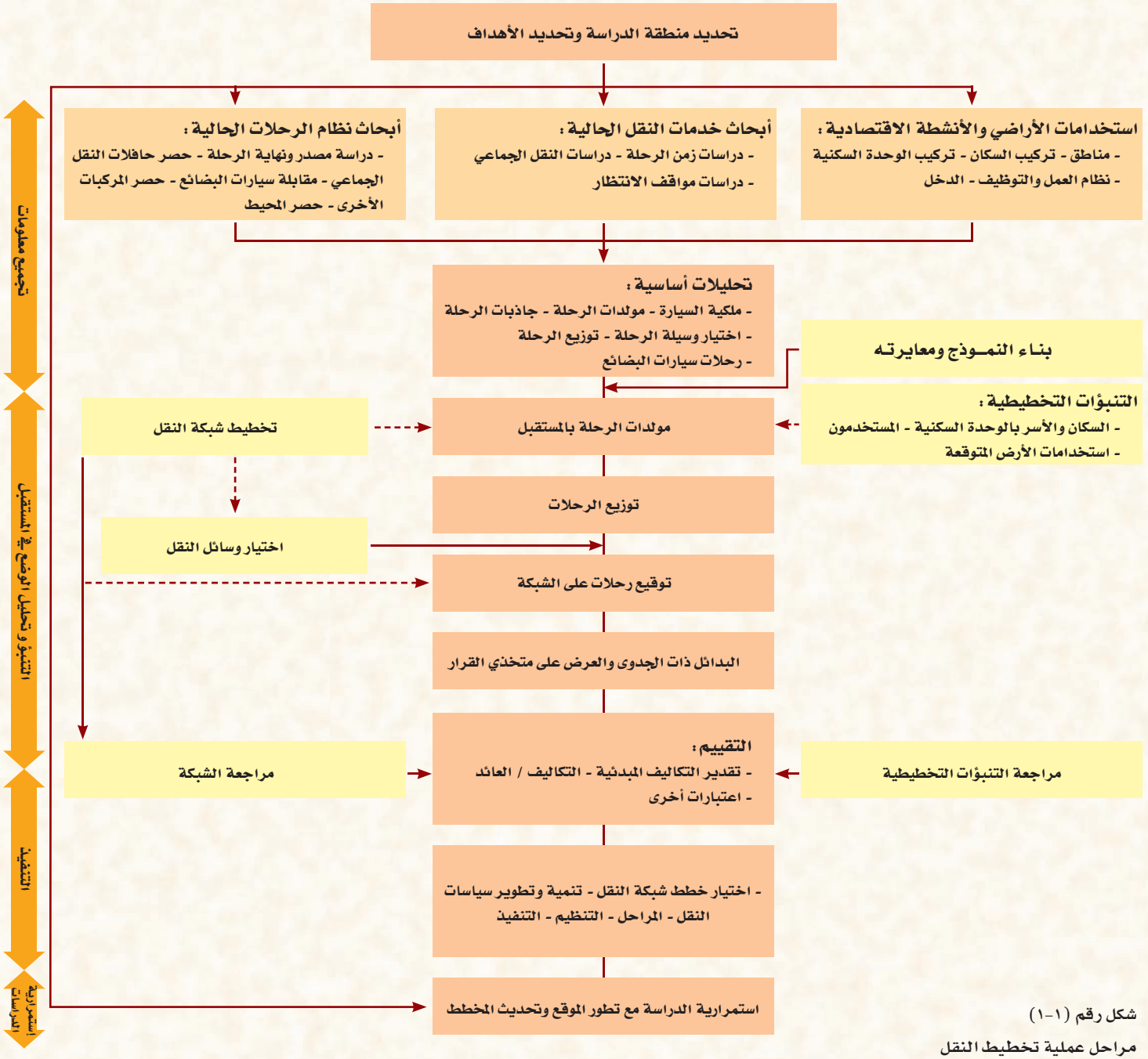
٢-١ جمع البيانات والمعلومات الأساسية

تتطلب العملية التخطيطية قدراً كبيراً من المعلومات والبيانات الموثوقة، والتي لا يمكن للمسؤولين عن تخطيط النقل الحضري وحدهم أن يتولوا جمعها. فهناك المعلومات ذات الصفة العامة المتعلقة بالأوضاع الديموغرافية والاقتصادية والاجتماعية على مستوى المملكة، والتي لها تأثيراتها على المستويين المحلي والإقليمي، ولابد من توفرها من عدة مصادر في المملكة. ولكن يبقى نوع من المعلومات المتخصصة التي ينبغي على الجهة المسؤولة عن تخطيط النقل أن تجمعها بنفسها (أو الاستعانة بالاستشاريين) حتى تأتي المعلومات والبيانات ملائمة تماماً لمتطلبات التخطيط، ولبناء النماذج الرياضية لحركة النقل والمرور عند إعداد مخطط توجيهي للنقل الحضري.

وتهدف عملية جمع المعلومات والبيانات إلى:

- تحديد مستويات عدم كفاءة النظم الموجودة.
- توفير القاعدة المطلوبة لاستصدار توقعات استعمالات الأراضي والتنقل.
- استنباط العلاقة بين السكان واستعمالات الأراضي ومتطلبات النقل.
- معايرة النماذج الرياضية الخاصة بالطلب على النقل.

وإن المعلومات المطلوبة في تخطيط النقل (وهندسة المرور) تختلف حسب الأفق التخطيطي (بعيد المدى، متوسط المدى، قريب المدى). وغالباً ما يهتم تخطيط النقل بالمدى البعيد، بينما يكون اهتمام هندسة المرور على المدى المتوسط أو القريب.



شكل رقم (١-١)

مراحل عملية تخطيط النقل

وتشمل عملية جمع البيانات والمسوحات المطلوبة لتخطيط النقل التالي:

- الجرد التفصيلي للشبكات (الطرق، التقاطعات....).
- المعلومات الديموغرافية.
- استعمالات الأراضي.
- مسوحات مصادر الرحلات ومقاصدها Origin -Destination (O-D) من خلال الاستقصاءات في المنازل وأماكن العمل.
- مسوحات مصادر الرحلات ومقاصدها من خلال الاستقصاءات الخارجية للسائقين والركاب المتنقلين على الشبكة.
- مسوحات الأوضاع التشغيلية للشبكة (حجم المرور وسرعته).

٢-١-١ تعريف وتحديد منطقة الدراسة والمناطق المرورية

يتم تعريف وتحديد منطقة الدراسة والمناطق المرورية التي قد تكون مدينة أو جزءً منها أو إقليماً، أو تكون المستوى الوطني ككل. وتشمل دراسة الحضر على كل منطقة العمران بالمدينة، سواء كانت مشغولة بالمباني في الوقت الراهن، أو متوقع أن تشغل بالمباني خلال سنوات الدراسة وإعداد الخطة.

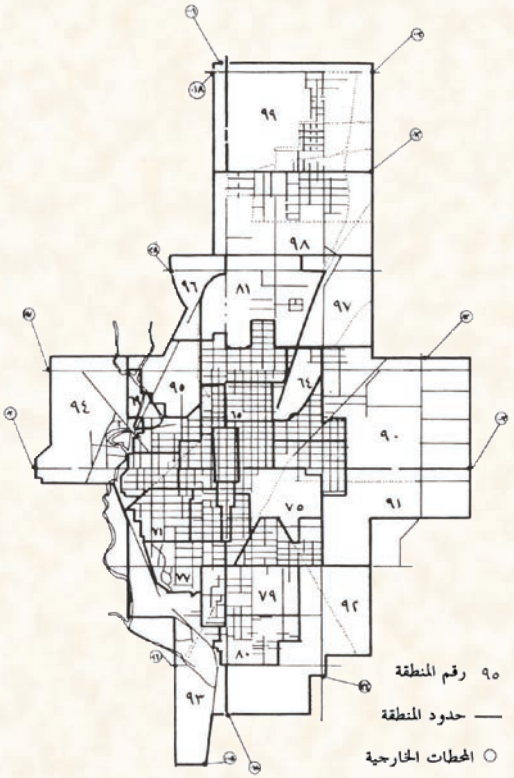
ويسمى الخط الوهمي الذي يحدد منطقة الدراسة من الخارج بـ"المحيط الخارجي" وتجرى عملية المسح المروري للمنطقة داخل خط المحيط الخارجي، للتعرف على نظام الرحلات بها. هذا المسح يشمل دراسات مكثفة وتفصيلية عن استعمالات الأراضي والأنشطة الاقتصادية؛ باعتبارها مؤشراً يدل على خصائص الرحلات بالمنطقة. أما المنطقة خارج خط المحيط فلا تدرس بهذا القدر من التفصيل بل تدرس بشكل عام.

وعند اختيار خط المحيط الخارجي لإجراء دراسات النقل الحضري يجب الاعتناء بالتالي:

- أن يحيط خط المحيط بكل المنطقة المبنية أو التي يمكن أن تبنى في المستقبل خلال زمن الدراسة.
- أن يشمل كل منطقة الحياة اليومية للسكان وخصوصاً هؤلاء الذين يمضون وقتهم خارج منطقة وسط المدينة.
- أن يكون مستمراً وموحداً و أن تقطعه الحركة العابرة إلى الخارج أو إلى داخل المنطقة مرة واحدة.

٢-١-٢ تقسيم منطقة الدراسة إلى عدة مناطق مرورية

بعد تحديد منطقة الدراسة بخط "المحيط الخارجي" تقسم إلى مناطق فرعية وذلك كما هو موضح بالشكل رقم (٢-١)، و الشكل (٢-٢) الذي يوضح تقسيم المناطق في دراسة لحركة المرور.

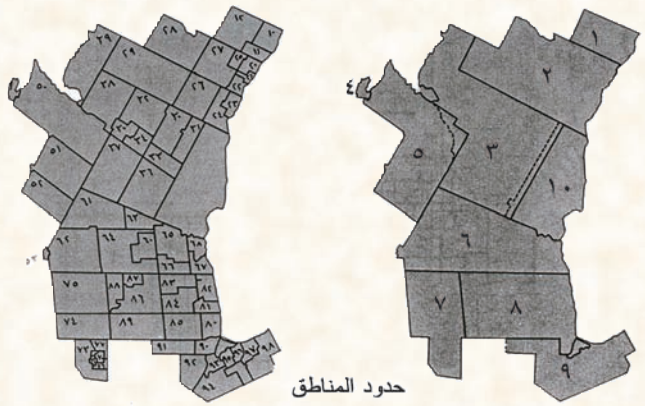


شكل رقم (٢-١)

مثال لتقسيم منطقة الدراسة إلى مناطق فرعية

والغرض من هذا التقسيم هو التعرف على مختلف العوامل التي تؤثر على نظام الحركة داخل المنطقة. فالبيانات التي تجمع عن كل وحدة سكنية تعتبر غير ملاءمة، ما لم تؤخذ في شكل جماعي مع الوحدات السكنية الأخرى داخل المنطقة الفرعية، وذلك حتى نحصل على الخصائص المشتركة لكل الوحدات (متوسط الخصائص) بالإضافة إلى أن هذا التقسيم يفيد في دراسات المنبع والمقصد. وتسمى مناطق التقسيم والتي تقع داخل منطقة الدراسة "المناطق الداخلية" في حين

تسمى المناطق الواقعة خارج منطقة الدراسة "المناطق الخارجية" وفى حالة ما إذا كانت منطقة الدراسة كبيرة فينبغي أن تقسم إلى قطاعات، ثم يقسم كل قطاع إلى منـاطق. في حين تقسم الأخيرة إلى مناطق فرعيـة. ويراعى أن يتبـع هذا القسم استخدامات الأراضي الحالية.



شكل رقم (٢-٢)

مثال لتقسيم منطقة الدراسة إلى قطاعات و إلى أحياء

ومن الملائم أن يقوم فريق البحث بترقيم القطع الناتجة عن تقسيم منطقة الدراسة. ومثال ذلك إذا قسمت منطقة الدراسة إلى (١١) قطاع فيمكن أن ترقم كما يلي:

- تأخذ منطقة الوسط المدينة رقم "صفر".
- باقي المناطق الداخلية ترقم من (١ إلى ١٠) في اتجاه عقرب الساعة.
- المناطق الخارجية تأخذ رقم (١١).

فمثلاً الترقيم "٩٨٥" يخص القطاع رقم (٩) و المنطقة رقم (٨) في المنطقة الفرعية رقم (٥) وهكذا، ويلاحظ عند تقسيم مساحة الدراسة إلى مناطق أن يؤخذ في الاعتبار ما يلي:

- استخدامـات الأراضي هي العـامل الأكثـر أهميـة في تقسيم المنـاطق، بغرض عمـل دراسـات مسـح المـرور حيث تعكس استعمـالات الأراضي في دراسـات المنبـع والمقصـد حجـم الحركة المتـولدة أو المنجذبة من منطقة لأخرى. ويمكن تمييز استخدامات الأراضي إلى (إسكان – صناعة- تجارة- ترفيه- مستودعات...)
- يفضل أن تكون المنطقة الواحدة ذات استعمال موحد، و ذلك حتى تعكس بدقة سلوكيات صانعي الرحلات.
- التغيرات المتوقعة في الاستعمالات لكل منطقة فرعية.
- يفضل أن يتبع التقسيم الحدود التي اتبعتها أي دراسة سابقة، لأن ذلك يساعد على مقارنة البيانات المجمعة من كلتا الدراستين. وإذا كان هناك حدود إدارية فيصبح من الأفضل إتباع التقسيم لهذه الحدود، لأن ذلك يتيح فرصة الاستفادة من البيانات الإحصائية لمناطق التقسيم الإداري.
- يراعى ألا تكون منطقة الدراسة كبيرة جداً حتى يمكن تقليل معدل الخطأ. وكذلك يراعى ألا تكون المنطقة صغيرة حتى تكون سهلة التناول وتحليل البيانات. ويعتقد أن عدد سكان يتراوح بين ١٠٠٠و٣٠٠٠ نسمة هو الحجم الأمثل للمناطق الصغيرة، في حين يكون العدد من ٥٠٠٠ الى١٠٠٠٠ نسمة هو الحجم المنـاسب للمنـاطق الكبيـرة. بقول آخر يستحسـن أن تحتوي مناطق التقسيم على ١٠٠٠وحدة سكنية.
- الشكل الهندسي هو الشكل المفضل لحدود المناطق.
- إذا كان بالمنطقة معالم طبيعية مثل الأنهار أو القنوات أو ما شابه ذلك فيفضل اعتبارها جزءً من الحدود.
- يمكن استخدام أكثر من خط لمحيط واحد. مثل استخدام خط محيط داخلي أو أكثر بالإضافة لخط محيط خارجي.

٢-٢ دراسة شبكة الطرق والنقل

- تهدف دراسة شبكة الطرق والنقل إلى تحليل ووصف لشبكات الطرق بمختلف درجاتها وحالتها، وخدمات النقل العام والخاص، وأهم المشاكل التي تعاني منها الشبكة، بالإضافة إلى دراسة أحجام المرور على الشبكة القائمة، واتجاهاتها وأماكن انتظار السيارات. ويتم التعرف على الوضع الراهن للطرق بالمدينة، أو المشروعات قيد التنفيذ، بغرض الوصول إلى تقييـم الوضع الراهـن من حيث المشـاكل والإمكانيـات ودرجة الكفاءة. و تعني الدراسة أيضاً جرد الشبكة والتعرف على خصائصها ومواصفاتها، من حيث: حالة الرصف وعرض الطرق ومدى توفر العلامات الإرشادية والتحذيرية والعلامات الأرضية.

٢-٢-١ دراسة الحصر التصنيفي لشبكة الطرق

الهدف من هذه الدراسة هو تحديد المواصفات الهندسية لشبكة الطرق و يتم ذلك بإجراء مسح شبكة الطرق من خلال معاينة المواصفات الهندسية للشبكة، وتسجيل البيانات في استمارات خاصة بذلك. ومن أهم البيانات التي تسجل باستمارة الجرد وتوقيعها على الخرائط ما يلي:

- حالة ونوع الرصف.
- رسم قطاع الطريق وتفصيلة (مسارات السير وانتظار السيارات).
- اتجاهات الحركة.
- عرض الأرصفة إن وجدت ونوع الأكتاف وحارات الوقوف.
- عرض الجزيرة الوسطى إن وجدت.
- خصائص التقاطعات.
- توفر مناطق انتظار للسيارات ونوعية الانتظار.
- مستوى ونوع الإنارة على الطريق.
- مدى توفر العلامات التحذيرية والإرشادية والعلامات الأرضية.

وبناءً على الحصر التصنيفي لشبكة الطرق يتم تصنيفها حسب حالتها، وتوقع على خرائط تحليل شبكة الطرق للمدينة. ويتم تحديد مسارات الطرق بالمدينة وتصنيفها حسب نوعها ووظيفتها كما هو موضح بالجدول رقم (٢-١) إلى ما يلي:

- **طرق إقليمية**: تربط المدينة بالمدن والتجمعات العمرانية الأخرى على مستوى المملكة، سواء كانت مسارات للسيارات أو سككاً حديدية قومية أو خطوطاً جوية (مطارات) تربط المدينة بباقي مدن وعواصم الدولة.
- **طرق رئيسية (شريانية)**: وتعتبر شرايين الحركة الرئيسية داخل المدينة، وتعمل على ربط الأجزاء الرئيسية والهامة في المدينة ببعضها البعض.
- **طرق فرعية (تجميعية)**: تغذي الأحياء المختلفة وتنقل الحركة منها إلى الطرق الشريانية في المدينة.
- **طرق محلية**: تغذي المناطق السكنية المختلفة في المدينة وغالباً لا توجد بها كثافة مرور أو حركة رئيسية.

جدول (٢-١)

تصنيف الطرق حسب نوعها ووظيفتها

الوظيفة	نوع الطريق			
	المحلية	التجميعية	الشريانية	السريعة
	الوصول أهم من الحركة	الحركة والوصول بنفس الأهمية	الحركة أهم من الوصول	الحركة ولا يسمح بالوصول المباشر
معدل الحجم المروري اليومي	إلى ٣٠٠ سيارة/يوم	٢٠٠-٤٠٠٠ سيارة/يوم	٢٠٠٠-١٥٠٠٠ سيارة/يوم	أكثر من ٨٠٠٠ سيارة/يوم
التدفق المروري	متقطع	متقطع	غير متقطع عدا عند الإشارات	تدفق حر غير متقطع
تصنيف المركبات	في الغالب مركبات صغيرة ومتوسطة الحجم	كل الأنواع و٣٠٪ مركبات حمل خفيفة (وانيت)	كل الأنواع، ٢٠٪ شاحنات	كل الأنواع، ٢٠-٣٠٪ شاحنات ثقيلة
النسبة من أطوال الشبكة	٦٥-٨٥٪	١٠-٢٠٪	٥-١٠٪	إلى ٥٪
نسبة المركبات /كم	٢-١٥٪	١٥-٢٥٪	٤٠-٧٠٪	إلى ٤٠٪
الربط مع	المحلية - التجميعية - الشريانية	جميع الأنواع	جميع الأنواع	السريعة، الشريانية، التجميعية
السرعة التشغيلية	٤٥-٨٠ كم/س	٥٠-٩٠ كم/س	٦٠-١١٠ كم/س	٨٠-١٢٠ كم/س

ويتم توقيع الطرق حسب خصائصها الهندسية وحجم الحركة بها بعد تحليل البيانات على خرائط شبكة طرق المدينة كما يلي:

- تصنيف شبكة الطرق حسب مادة الإنشاء للطريق (اسفلت - دكة حجرية -مبلطة - خرسانية - ترابية...) وحسب حالتها الإنشائية.
- تصنيف شبكة الطرق حسب عروضها.
- تحديد طرق المشاة الرئيسية والفرعية كما يتم تحديد كثافة الحركة عليها سواء كانت طرقاً تجارية بوسط المدينة أو طرق ترفيه.
- تحديد نقاط التقاطع الخطرة بين مسارات المرور والمشاة، كما يتم تحديد سعة التقاطعات وإمكانية تصريفها لحجم المرور الداخل إليها والخارج منها.

- تحديد مناطق المواقف والمحطات الرئيسية للنقل العام ومناطق مواقف السيارات (الكراجات) والانتظار على جوانب الطرق وحساب طاقتها التخزينية.
- تحديد ودراسة مواقع ونوعية الإشغالات على الطرق الخاصة بالمشاة أو بالسيارات.
- دراسة وتحديد وسائل وأماكن النقل الجماعي، من حيث الطاقة الاستيعابية وحركة الدخول والخروج وعلاقتها بالطرق الرئيسية.

ويتم الخروج بالنتائج التالية من خلال تحليل البيانات لشبكة الطرق، للتعرف على المشاكل الحالية على الشبكة وتحديد مواطن الضعف بها، وبالتالي يتناول التحليل الكمي والكيفي للبيانات القضايا التالية:

- تحديد المشاكل والميزات بالنسبة للطرق الرئيسية والفرعية في المدينة (الصالحة للحركة - غير الصالحة والتي تحتاج إلى صيانة - مشاكل المداخل الرئيسية...).
- تحديد نقاط التقاطع الخطرة التي تحتاج إلى تنظيم أو صيانة، ومشاكل الانتظار، والإشارات، و الجسور و الأنفاق - إن وجدت - فضلا عن تحديد المشاكل الناجمة عن اختراق المرور الآلي لمناطق عبور وسير المشاة، ومشاكل المحطات الرئيسية، ومناطق الشحن والتفريغ، ومشاكل الحركة بالأسواق الأسبوعية واليومية وتأثيرها على المدينة.
- تحديد مدى ترابط أجزاء المدينة ببعضها البعض بشبكة المواصلات، وكذلك ارتباط المدينة مع ما حولها من مدن.
- تحديد كفاءة الأداء بالنسبة للطرق وعروضها في ضوء الاستعمالات الراهنة للأراضي.
- تحديد مدى توفر مواقف السيارات بالمناطق المختلفة عن طريق مقارنة الوضع الراهن بالمعايير التخطيطية.
- تحديد المشاكل المرورية من الاختناقات واختلاط المستويات المختلفة (العابر بالمحلي مثلاً) والمواقع التي تتطلب معالجة خاصة لخطورة أدائها الحالي.
- دراسة التدرج الوظيفي للشبكة ومدى توافقه مع حجم الحركة وتحديد مدى ملائمة حرم الطريق للاحتياجات المرورية.
- تحديد مدى ملائمة العناصر التخطيطية والتصميمية للطرق. والخطط المستقبلية الموضوعة للطرق من الجهات المختلفة.

٢-٢-٢ أبحاث الطريق

- هي دراسة مكملة لدراسات شبكة النقل. وتشتمل هذه الدراسة على تحديد رتبة الطريق من حيث الطول والقطاع العرضي، وتصنيف الطريق حسب مواد الرصف وحالتها، وملامح التصميم الهندسي الأخرى، بما فيها الميول والمنحنيات الأفقية ومسافات الرؤية وعناصر الفرش للشوارع... وغيرها.
- توقع البيانات المجمعة على خرائط حتى يسهل تحليلها.
- تجرى دراسات أخرى لتحديد وظيفة الطريق، وذلك بتصنيف الطرق أو أجزاء منها حسب استعمالها. ونحصل على بيان بهذه المعلومات عن طريق المقابلة الشخصية لعينة مختارة تكون معبرة عن مستعملي الشبكة. و في هذه المقابلة يُسأل السائقون عن عدد الكيلومترات التي يقطعونها خلال فترة زمنية محددة مع تصنيف هذه الكيلومترات طبقاً للشوارع التي مرت عليها مصنفة حسب الغرض من الرحلة.
- هناك نوع آخر من دراسات الطرق، يهتم بالتعرف على عمر خدمة نوع معين من الرصف في ضوء الحركة الواقعة عليه و في ظل الظروف المناخية السائدة. ويحسب عمر الرصف بطول الزمن الممتد من نهاية الرصف وبدء الاستعمال إلى بداية إعادة الرصف. والمعلومات المجمعة في هذه الحالة تكون معبرة عن تكاليف الإنشاء والصيانة و هي جزء من تكاليف الرحلات.

٢-٣ حصر تدفق حركة المرور على شبكة الطرق

٢-٣-١ حصر حجم الحركة

- يقاس تدفق المرور على شبكة الطرق بحصر حجم الحركة التي تستخدم طريقاً خلال فترة زمنية محددة.
- يعبر عن تدفق الحركة بالسيارة/ساعة أو سيارة/يوم. وغالباً يكون المرور من مركبات متنوعة و عندئذٍ تجري عملية تحويل بسيطة حتى يمكن التعبير عن حجم الحركة بدقة. وهذا التحويل يعتمد على وحدة قياسية هي "وحدة عربة مرور" حيث يضرب عدد السيارات حسب النوع في معامل تحويل ثابت، و بالتالي يكون الناتج الإجمالي لحجم الحركة على الطرق ممثلاً لوحدة عربة مرور/ساعة أو لوحدة عربة مرور/يوم.
- إذا كان نقل الإنسان والبضائع هو الهدف النهائي للرحلات فإنه من الضروري إجراء حصر لتقدير عدد المرتحلين حسب نوع المركبة، لما

لذلك من أهمية كبرى، وذلك عندما تكون الدراسات جارية لتحديد عدد المرتحلين بالسيارات من مكان لآخر. ويمكن تجميع هذه المعلومات بملاحظة عدد شاغلي كل سيارة حسب النوع.

٢-٣-٢ مستويات قياس تدفق الحركة

يوجد ثلاثة مستويات لقياس تدفق الحركة على الطرق هي:

- المتوسط السنوي للتدفق و يعبر عنه بعدد المركبات / سنة.
- المتوسط اليومي لحركة المرور ويعبر عنه بعدد المركبات / يوم.
- التدفق الساعي ويعبر عنه بعدد السيارات / ساعة.

وتظهر ضرورة تمييز تدفق حركة المرور حسب المستويات الثلاثة السابقة، لوجود اختلاف في نظام تدفق الحركة على طريق باختلاف زمن الحصر.

وغالباً ما يستخدم مقياس التدفق السنوي لتقدير عدد الرحلات الكلي على شبكة معينة، في حين يستخدم المتوسط اليومي لحساب المعدلات القياسية لتصميم وإعداد خطط تحسين مستوى الخدمات على الطريقين، وتحديد نوع الرصيف والصيانة، وفوق هذا كله يفيد في دراسة إعادة تخطيط شبكة النقل .

أما قياس التغير في التدفق الساعي، أو ما يسمى قياس ساعة الذروة، فيمكن أن يساعد في تحديد نظم التحكم والمراقبة وكذلك في حل التقاطعات.

٢-٣-٣ دراسات حجم المرور

- تزود دراسات حجم المرور العاملين في تصميم الطرق ومخططي المدن بالمعلومات الضرورية الخاصة بعدد مستعملي الطرق، وبالتالي تمكنهم من تصنيف شبكة الطرق بالمدينة حسب حجم الحركة الواقعة عليها. و في ضوء الحركة المتوقعة على الطريق يمكن حساب عرض القطاع النمطي واقتراح المعدلات القياسية الأخرى لتصميم الشبكة.
- يعتبر المتوسط اليومي هو القياس الأساسي لدراسات حجم المرور. وتعتبر عملية حساب المركبات الحقيقي الذي يستخدم شبكة طرق قائمة واحدة من العمليات الصعبة وذلك للتغير الكبير في تدفق المرور خلال الأوقات المختلفة. ويوصى دائماً في حساب المتوسط اليومي للمرور بأن تجرى عملية حصر ميداني مستمر وشامل. إلا أن التكاليف المتوقعة لمثل هذا النوع من الحصر، تجعل استخدام الأحجام الساعية القصوى (أكبر حجم مرور مركبات / في الساعة) في حصر حجم المرور على الطرق أكثر انتشاراً. و في كل الأحوال فإن الإحصاء يجري لمدة مقدارها سبعة أيام متصلة، لتحديد التغير في نظام الحركة ساعياً ويومياً. ويمكن أن يجري على أساس شهري لمعرفة مدى التغير حسب الفصول.
- يتم عرض نتائج هذه الدراسات على لوحة خاصة مستنتجة من الخريطة الأساسية للموقع، موضح عليها شبكة الطرق بمقياس رسم مناسب. ويستخدم الخط المستقيم للتعبير عن حركة المرور، حيث يعبر سمك الخط عن كمية الحركة، فكلما زاد سمك الخط كان ذلك مؤشراً على زيادة حركة المرور. والشكل رقم (٢-٣) يوضح دراسة عن حجم المرور في مدينة الرياض عن طريق استخدام أحد النماذج (emme/2) لتقدير حجم المرور. وطبعاً فإن الرسم الناتج عن هذا الأسلوب يساعد المخططين على التعرف على الطرق ذات حجم الحركة الأكثر خلال اليوم أو الساعة، ولا يمكن الاعتماد عليها في أكثر من ذلك. لكن عند ضرورة المقارنة بين حجم الحركة وتحديد الاختناقات على الطرق فإنه يلزم تحويل عدد السيارات إلى وحدة رسم يكون مقياسها هو مقياس رسم اللوحة. بقول آخر يمكن تحويل حجم حركة المرور على شبكة طرق إلى وحدة مساحية في ضوء حجم الحركة الفعلي على الطريق، وذلك باستخدام وسائل الحصر المختلفة، والسعة التصميمية للحارة حسب رتبة الطريق داخل الشبكة، وعرض حارة المرور في مثل هذا النوع من الطرق.

شكل (٢-٣)
نموذج دراسة حجم المرور بمدينة الرياض عام ١٤٢٠هـ

٢-٣-٤ تقدير حجم المرور في المستقبل

يتم التمييز إذا كان الزمن التخطيطي للمدى القصير أو المدى الطويل، حيث تعتمد دورة الحصر لتقدير حجم المرور خلال الزمن التخطيطي على كل من:

- الغرض من تجميع البيانات.
- والميزانية المتاحة.
- القوى العاملة المتوفرة.

ففي بعض الأحيان يكون المدى القصير هو هدف قياس الحركة، مثل أن يكون خلال ساعة من ساعات اليوم، أو يكون الهدف هو المسح لفترة متوسطة، مثل أن يكون على مدى يوم كامل بعدد ساعات مقداره ٢٤ساعة. و في أحيان أخرى قد تمتد فترة الحصر لمدة أسبوع أو قد يستمر الإحصاء لمدة أطول من ذلك. والشكل رقم (٢-٤) يوضح أنواع الحصر واستخداماته.

أدوات حصر المرور

هناك عدة أدوات لحصر تدفق المرور على الطرق نذكر منها الحصر اليدوي، واليدوي الميكانيكي، والآلي وغيرها.

وتختلف درجة مناسبة كل أداة من هذه الأدوات من دولة لأخرى. وتتوقف درجة الملاءمة على تتطابق كل منها مع ظروف المجتمع الذي تخدمه .

٢-٣-٥ دراسات مواقف السيارات

تفيد دراسات مواقف الانتظار في التعرف على عادات الانتظار السائدة وتحديد متطلبات راكبي السيارات، وكذلك تفيد في التعرف على التأثير المتبادل بين الطلب على مواقف الانتظار واستعمالات الأراضي الراهنة أو المقترحة. وتشتمل هذه الدراسات على تحديد:

- موقع ونوع وسعة مواقف الانتظار الراهنة (العرض الحالي).
- عدد مواقف الانتظار المتوقعة في ضوء الطلب الحالي.
- المواقع التي يمكن تحويلها إلى مواقف انتظار.
- الأوجه الاقتصادية والمالية والإدارية والتشريعية لمواقف الانتظار.

يتم عمل الدراسات المختلفة لمواقف الانتظار (مساحة موقف الانتظار، استمارة استبيان عن نوع الاستعمال وحصر المحيط...).

وتبدأ دراسات مساحة مواقف الانتظار بتجميع معلومات عن عدد ومواقع مواقف الانتظار الفعلية والمحتمل توفيرها في منطقة الدراسة، والتي قد سبق تحديدها على خريطة موقع. وتشمل هذه المعلومات على:

- الطريق الكلي للرصيف وتحديد الجزء منه الذي لا يسمح فيه بالانتظار بسبب العوائق الفنية للطريق.
- عدد الأماكن التي يوفرها هذا الطول.

تقدير حجم المرور على المدى القصير على سبيل المثال	تقدير حجم المرور على مستوى اليوم	تقدير حجم المرور على مستوى الأسبوع	تقدير حجم المرور المستمر
- لتقدير تدفق الحركة خلال ساعة الذروة. - يستخدم لقياس درجة تشبع الحركة عند التقاطعات ذات إشارات المرور. - وتستخدم في ساعة الذروة الصباحية أو المسائية.	- لتقدير التغيير في تدفق الحركة على مدى ساعات اليوم الواحد. - تستخدم للحصر عند تقاطعات الطرق وكذلك عند خطوط المحيط كجزء من عملية الحصر.	- لتقدير التغيير في تدفق الحركة مستوى اليوم أو الساعة. - تستخدم في الغالب على الطرق السريعة وكذلك عند خطوط المحيط كجزء من عملية الحصر.	- لتقدير التغيير في تدفق الحركة مستوى اليوم أو الأسبوع أو الشهر أو التغير الموسمي. - يكون هذا النوع من الحصر عند نقط مختارة وتأخذ الشكل المستمر.

الشكل (٢-٤)

أنواع حصر المرور واستخداماته.

- عرض الطريق.
- موقع مواقف حافلات النقل العام وعبور المشاة وحنفيات الحريق والمنطقة المشغولة بالانتظار ومواقف التاكسي... وغيره، من العناصر التي تؤثر على استعمال الطريق لانتظار السيارات.
- المناطق الفضاء والتي تصلح كمواقف انتظار.

وتشتمل دراسة مساحة مواقف الانتظار التي تقع خارج نهر الطريق على تحديد النوع والسعة والقيمة المادية المدفوعة لوحدة زمن انتظار وشكل الانتظار والمدخل والمخرج.

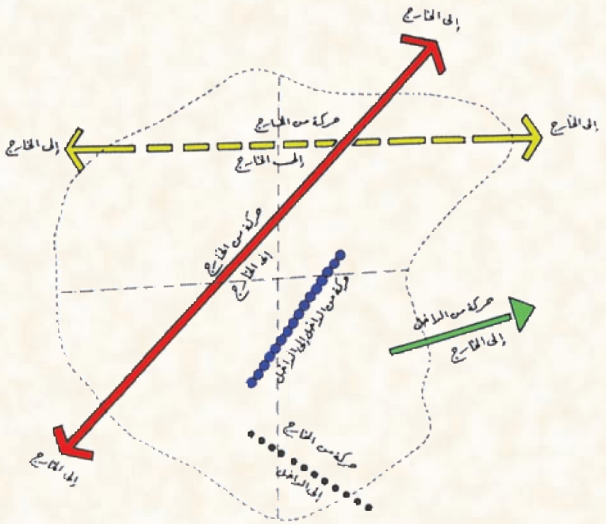
و تحسب في العادة السعة النظرية لمساحة موقف انتظار خارج نهر الطريق. أو كراج، بقسمة المساحة الإجمالية للأرض المتاحة على المساحة المطلوبة للسيارة الواحدة، والتي تتراوح بين ٢٢,٥و٣٦متراً مربعاً طبقاً لنوع الخدمة والتصميم، بينما تحسب سعة مناطق الانتظار الموازي والواقعة في نهر الطريق على أساس ٥,٩-٦,٦ متر طولي للسيارة وتحسب على أساس ٢,٥-٢,٧ إذا كان الانتظار عمودياً على الرصيف.

٢-٣-٦ بيانات الحوادث

- يتم الحصول على معدل الحوادث، حيث تعتبر نسبة الحوادث في مدينة ما واحدة من المعايير التي يقاس بها مستوى خدمة النقل. فكلما زادت الحوادث كان ذلك مؤشراً على أن هناك عيوباً في تصميم شبكة الطرق. فمراجعة وتحسين خدمات النقل تؤدي إلى تقليل نسبة الحوادث على الطرق.
- وتجرى دراسة الحوادث على مدى زمني طويل نسبياً (سنة فأكثر) حيث تصنف الحوادث حسب الطرق على الشبكة (إقليمي – شرياني...إلخ) وحسب شهور السنة وحسب الساعة (صباحاً – ظهراً- مساء)، وحسب نوع السيارة وحمولتها، وحسب أسباب الحادث، والتي قد يكون منها التصميم الهندسي، نوع الرصف... أو حالة الطقس أو ظروف السائق (قيادة – سرعة – عدم الإلمام بتعاليم القيادة) أو حسب حالة المرور (مرور كثيف – مرور متوسط) وأخيراً حسب تصنيفات أخرى.

٢-٤ مسح حركة النقل

يتم جمع البيانات عن الحركة الناتجة من منطقة الدراسة وتحليلها. والتي تتكون من أربعة أنواع من الحركة كما هو موضح بالشكل (٢-٥) وهي كالآتي:



حدود منطقة الدراسة الخارجية

حدود تقسيم منطقة الدراسة إلى مناطق فرعية

شكل رقم (٢-٥)

أنواع الحركة الناتجة من منطقة الدراسة

- الحركة الخارجية / الخارجية أو المرور العابر أو الرحلات النافذة (أي اختراق منطقة الدراسة) حيث يكون فيها منشأ ونهاية الرحلات خارج حدود المحيط الخارجي لمنطقة الدراسة. يمكن تقسيم هذه الرحلات إلى نوعين حسب هدف الدراسة:
  أ- الرحلات التي يحدث فيها توقف داخل حدود المحيط الخارجي لمنطقة الدراسة.
  ب- الرحلات التي لا يحدث فيها توقف داخل حدود المحيط الخارجي لمنطقة الدراسة.
- الحركة الخارجية / الداخلية وهي تخص الرحلات التي تنشأ خارج المحيط الخارجي وتنتهي في داخل منطقة الدراسة. وتعتبر رحلة العودة من مناطق العمل أو الترفية، والتي تقع خارج منطقة الدراسة مثالاً للحركة من الخارج إلى الداخل.
- الحركة الداخلية / الخارجية وتنشأ فيها الرحلات من داخل حدود المحيط وتنتهي خارجه. ويلاحظ أن حجم الحركة يكون كثيفاً كلما كان التجمع صغيراً ومعتمداً على تجمعات أخرى مجاورة كأن يكون ضاحية أو مدينة تابعة.

- الحركة الداخلية / الداخلية وتنشأ فيها الرحلات وتنتهي داخل حدود المحيط الخارجي لمنطقة الدراسة. ويلاحظ أن حجم الحركة من الداخل إلى الداخل في المجتمعات الحضرية الكبيرة يكون كثيفاً، بينما تكون هذه الحركة قليلة في المجتمعات الصغيرة والتي يقل عدد سكانها عن ٥٠٠ نسمة.

ويمكن القيام بجميع هذه الأنواع الأربعة من الحركة بوسائط نقل مختلفة الأنواع، حيث يمكن تبعاً لهدف كل دراسة جمع البيانات الخاصة بذلك حسب وسائط النقل الخاص والنقل العام والعربات المستخدمة للأغراض التجارية، ويمكن تصنيف مسح المرور حسب مكان الحصر إلى:

- المقابلة المنزلية عند بداية الرحلة.
- المقابلة خلال الرحلة على الطريق.
- المقابلة عند نهاية الرحلة.

٢-٥ دراسة نظام حركة النقل

٢-٥-١ جمع البيانات بالمقابلة المنزلية

تعتبر واحدة من الدراسات الشائعة لتجميع البيانات عن مصدر ومقصد الرحلات، حيث يركز الباحث اهتمامه فيها على معرفة نظام الرحلة والخصائص العامة للقائمين بها. وتشمل الدراسات التي تتم في المقابلة المنزلية على:

- عدد الرحلات التي تمت خلال الأربع والعشرين ساعة السابقة على الزيارة.
- المصدر والمقصد لكل رحلة.
- وسيلة الانتقال.
- وقت مغادرة المصدر وزمن الوصول إلى المقصد.
- نوع الوحدة السكنية وعنوانها وحجمها.
- معدل المشاركة في الوحدة.
- عدد السكان بالوحدة.
- تصنيف السكان حسب السن والجنس...وغيره.
- معدل ملكية السيارات.
- عدد من لديهم رخص قيادة.
- دخل الأسرة ومكان عمل رب الأسرة.

وتبدأ المقابلات الشخصية بالمنزل بتحديد عينة من المساكن الواقعة داخل منطقة الدراسة. ثم ترسل الجهة المعنية بالحصر لكل أسرة مختارة في العينة لإعلامها بالزيارة وشرح طبيعتها، وهدف وأهمية تجميع المعلومات، و إستئذانهم في المساعدة في هذا الشأن، ويُعلَنْ عن الدراسة في وسائل الإعلام المختلفة مثل الراديو والجرائد والتليفزيون.

ويتغير حجم العينة حسب عدد سكان منطقة الدراسة حيث تتراوح نسبة العينة بين نسبة ٢٪ لعدد سكان ٥٠٠٠٠ نسمة و٤٪ لعدد سكان يبلغ أكثر من مليون نسمة. والجدول رقم (٢-٢) يوضح نموذجاً لاستمارة المقابلة الشخصية بالمنزل.

جدول (٢-٢)

استمارة المقابلة الشخصية

معلومات عن الأسرة		معلومات عن الفرد		معلومات عن الرحلات	
رقم الأسرة FID		رقم الأسرة FID		رقم الأسرة FID	
المنطقة التي تنتمي إليها		رقم الفرد PID		رقم الفرد PID	
دخل الأسرة	لكل فرد	رب أسرة/ زوجة/ أبناء/ أقارب		رقم الرحلة ١، ٢، ٣...	
ملكية السيارات		السن		منطقة بداية الرحلة	
عدد أفراد الأسرة		النوع		منطقة نهاية الرحلة	
عدد العاملين		التعليم	لكل رحلة	الغرض من الرحلة	
نوع السكن		الوظيفة		وقت القيام بالرحلة	
ملكية السكن		عدد الرحلات التي قام بها الفرد		الوسيلة المستخدمة للرحلة	
نوع العمل لرب الأسرة				زمن الركوب	
اللغة/ الجنسية				زمن الانتظار (غير السيارة)	
				زمن المشي (غير السيارة)	
				التكلفة	
				تكلفة الانتظار (سيارة)	

٢-٥-٢ جمع البيانات بالمقابلة على الطريق

وهي واحدة من الطرق التي يمكن اتباعها في حصر المرور على خط المحيط الخارجي أو الداخلي. ويتم إما بإيقاف السيارات ومقابلة من بها مباشرة، أو بإعطاء السائقين استمارة استبيان ويطلب منهم الإجابة عن الأسئلة التي تحتويها الاستمارة، ثم إرسالها بالبريد إلى الجهة المسؤولة عن الحصر جدول رقم (٢-٣).

جدول (٢-٣)

استمارة حصر على الطريق

اليوم	ممطر		الباحث		رقم الاستمارة	
التاريخ	جاف					
الموقع			خاص		العينة	الإجمالي
الاتجاه			أتوبيس			
البداية منذ نصف ساعة			بضائع			
نوع المركبة	عدد الأفراد بها	آخر موقف	الموقف القادم	استعمالات الأرض عند المصدر	استعمالات الأرض عند نهاية الرحلة	غرض الرحلة

٢-٥-٣ بيانات سيارات الأجرة

غالباً ما تستخدم سيارات الأجرة في قطع عدد كبير من الرحلات في المناطق الحضرية الكبيرة، و في مثل هذه الحالة يكون من الضروري حصر حركة التاكسي بمعزل عن باقي الرحلات. ويجري هذا الحصر بتعميم استمارة استبيان على سائقي التاكسي.

٢-٥-٤ حصر وسائل النقل العام

يستخدم هذا الأسلوب عندما تتعدد وسائل النقل بالمدينة. وفيه تصنف وسائل النقل العام العاملة على نقل الركاب حسب النوع (النقل الجماعي – حافلة...)، ثم تصنف عدد الرحلات حسب كل نوع منها. وتجرى عملية الحصر بمقابلة الركاب عند المحطات النهائية والاستفسار منهم عن المصدر والغاية ووسيلة الانتقال وعدد الرحلات بكل وسيلة في اليوم ونوع العمل وأفراد الأسرة والدخل ...

ويمكن الحصول على المعلومات الخاصة بخط السير وبرنامج التشغيل والعدد الإجمالي للركاب الذين نقلوا بواسطة النقل العام، وذلك بالاتصال بالشركات الناقلة.

٢-٥-٥ حصر البضائع

تجري عملية حصر نقل البضائع بإرسال استمارة استبيان إلى القائمين بعمليات الشحن. وفي الغالب ما تشمل هذه الاستمارة على استفسارات خاصة بالمصدر الذي يؤخذ من البضائع، والمقصد الذي ترسل إليه ومكان الانتظار الأساسي (كراج) الذي تقف فيه سيارات النقل، و نوع الصناعة والوزن والقيمة، وزمن الرحلة، وأنواع وسائل النقل المستخدمة (إذا كانت متعددة). والجدول رقم (٢-٤) يوضح نموذجاً لاستمارة حصر المركبات التجارية.

جدول (٢-٤)

استمارة حصر سيارات البضائع

اسم الشركة		الزمن			اسم القائم بأعمال الحصر
العنوان	١				بيانات الاستمارة
اسم الشخص الذي تمت معه المقابلة	٢	تعليقات			رقم مسلسل
	٣	١			رقم منطقة الدراسة
	٤				
	٥				
طبيعة عمل الشركة					
جملة عدد المستخدمين		ذكور			إناث
عدد السيارات	مكان الانتظار			أمام الشركة عند منطقة الشحن في مكان آخر	
عدد الرحلات لكل يوم عمل					
عدد السيارات التي تجري لها مقابلة:					
رقم السيارة					
رقم سجل السيارة					
رقم الزيارة					

نوع المركبة	رقم السيارة	رقم الرحلة	عنوان المصدر	عنوان المقصد	بداية	نهاية

٢-٦ دراسة استعمالات الأراضي والأنشطة الاقتصادية

يتم التعرف على استخدامات الأراضي في منطقة الدراسة وذلك لارتباطها الشديد بخصائص حركة النقل على الطرق. ويمكن الاستعانة في ذلك بسلطة البلديات والأمانات، أو الجهة المسؤولة عن تخطيط استخدامات الأراضي. ويمكن الاستفادة من صور المسح الجوي بما فيها الأقمار الصناعية .وتختلف أنواع مسح استخدامات الأراضي اختلافاً كبيراً حسب طبيعتها والغرض منها وطريقة تسجيلها. لكن معظم دراسات استخدامات الأراضي الموجهة لخدمة خطة النقل تخدم في الأصل أربعة أغراض:

– توفير أساس عن بيانات استخدامات الأراضي التي تصدر عنها / أو تنجذب إليها الحركة. وبالتالي يمكن تحديد العوامل المؤثرة

في توليد وجذب الرحلات، بالإضافة إلى إمكانية التنبؤ بحجم الحركة وتدفقها في المستقبل.

- توفير البيانات الضرورية للمواءمة بين خدمات النقل والاستعمالات الأخرى.
- توفير قاعدة عريضة من البيانات التي تؤدي إلى اختيار مناسب للعينة التي سيجرى معها مقابلة منزلية للتعرف على خصائص الحركة.
- توفير بيانات عن الأنشطة التخطيطية المختلفة، والتي يمكن أن تفيد البلديات والأمانات وإدارة المدينة في اتخاذ القرارات يوماً بيوم وخصوصاً المتعلقة منها بشبكة النقل.

ويمكن تصنيف المجالات و المواضيع التي تهتم باستعمالات الأراضي والأنشطة الاقتصادية إلى ما يلي:

- استعمالات الأراضي.
- عمليات التنمية الحالية والمستقبلية.
- توزيع وخواص السكان وتقدير حجمها في مناطق المدينة.
- اتجاهات عمليات التنمية الاقتصادية وتشمل المواقع الصناعة والتجارية.
- البيئة و الإنشاء.
- الأراضي الفضاء.
- التكاليف والعائد من استغلال أرضي الحضر.
- عوائق التنمية الطبيعية للأرض.
- الملامح الجمالية للمنطقة الحضرية.
- الملكيات والعوائد.
- ملكية السيارات وتقدير حجمها في المستقبل.

ولما كانت عملية استعمالات الأراضي والأنشطة الاقتصادية من العمليات كثيرة التكاليف، فقد أصبح من الضروري أن تجري تلك المواضيع بشكل شامل حتى يمكن الاستفادة منها في أغراض تخطيط النقل المختلفة وذلك حتى لا تحدث ازدواجية تجميع البيانات إذا تعددت أغراض وأهداف التخطيط.

وتبوب استعمالات الأراضي الحضرية عند الحصر في مجموعات رئيسية، يعطى كل مجموعة منها رقماً. وتنقسم المجموعة الرئيسة إلى مجموعات فرعية تأخذ أرقاماً مسلسلة من المجموعة الرئيسة، وذلك حتى يمكن الوصول السريع إلى ترتيب البيانات الخاصة باستعمالات الأراضي، وإعادة تجميعها بالشكل الذي يخدم أغراض التخطيط. مثل الأسر ذات الأحجام المختلفة والدخول والرغبات المختلفة، من حيث نوع المسكن الذي تفضله الأسرة في مختلف المجموعات.

٣- بناء النموذج ومعايرته والتنبؤ بحجم الطلب على النقل

٣-١ بناء النموذج ومعايرته

يتم بناء نموذج النقل بإيجاد علاقات رياضية لعناصر رحلات الأفراد في سنة الأساس، تعتمد على متغيرات تصف الحالة الاجتماعية والاقتصادية واستخدامات الأراضي وشبكة الطرق لنفس السنة، وتهدف هذه العلاقة الرياضية إلى محاكاة سلوكيات الأفراد عند توفير البيانات الخاصة بمتغيرات الحالة الاجتماعية و الاقتصادية واستخدامات الأراضي، بحيث تعطى أحجام مرور على شبكة الطرق مماثلة لتلك التي يتم جمعها خلال المسح المروري، وعند تحقيق هذه العلاقات الرياضية في سنة الأساس فإنه يمكن استخدام نموذج النقل في سنة الهدف، للتعرف على سلوكيات حركة الأفراد وأحجام حركة المرور، وذلك بمعلومة المتغيرات المتوقعة في سنة الهدف وتأثيرها على الأوضاع الاجتماعية والاقتصادية واستخدامات الأراضي وشبكة الطرق.

يتم التأكد من إمكانية استخدام النموذج ومعايرته في دراسة الوضع الراهن، ومعرفة مدى إمكانية استخدامه في سنة الهدف، حيث يتم تطبيقه على سنة الأساس، ومعرفة مدى توافق نتائج أحجام المرور على مختلف وصلات شبكة الطرق، و مدى مطابقتها لتلك السابق تجميعها خلال المسح المروري الذي تم في سنة الأساس.

يتم استخدام نموذج النقل مع مراعاة المتغيرات والعوامل التي طرأت على الشبكة خلال العشرين عاماً الماضية قبل استخدام النموذج، ويتم تقييم شبكة الطرق المقترحة للمخطط المقترح سنة الهدف ويتم استخدام نموذج النقل المتوفر فيما يلي:

- مناطق المرور.
- نموذج استخدام الأراضي.
- توليد الرحلات.
- توزيع الرحلات.
- نموذج اختيار وسيلة النقل.
- نموذج تحديد شبكة النقل
- نتائج تقييم شبكة النقل المقترحة.

٣-٢ تصنيف الحركة حسب مكوناتها الأساسية

يعتبر المدخل التقليدي المستخدم في التنبؤ بحجم الحركة الآلية على الطرق هو تقسيم الحركة لمكوناتها الأساسية المختلفة، ثم أخذ النماذج المتوفرة (معادلة الخط المستقيم) للتنبؤ بالزيادة المتوقع حدوثها في هذه المكونات عند سنة الهدف. إلا أن هذا المدخل قد خضع للتطوير حتى استحدثت نماذج من العلاقات الرياضية تربط بين سلوكيات الرحلة، واستخدام الأرض، وخصائص السكان، ومحددات نظام النقل. ويعتبر الإحصاء الحقيقي للحالة الراهنة هو الأساس الذي تبني عليه هذه النماذج تقديراتها وتنبؤاتها بمستقبل حركة النقل. ويمكن تصنيف هذه النماذج إلى:

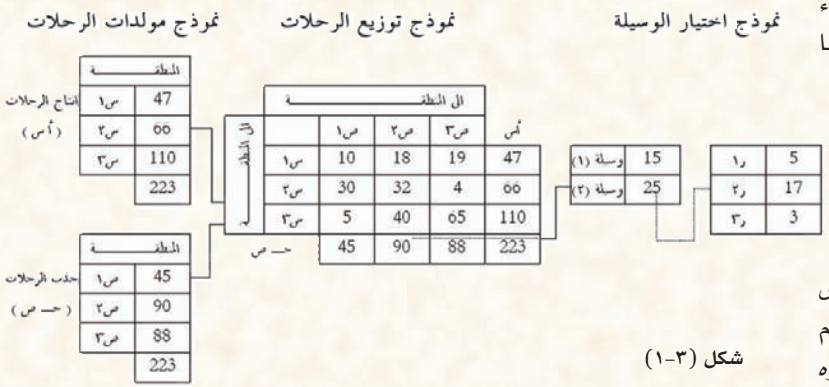
- نموذج استعمالات الأراضي.
- نموذج مولدات الرحلة
- نموذج توزيع الرحلات
- نموذج تقدير الحركة

وباعتبار أن العلاقة بين الرحلة، واستخدامات الأراضي، والخصائص الاجتماعية والاقتصادية للسكان تظل ثابتة على طول الوقت، فقد استخدم المخططون هذه النماذج لتحديد بدائل استخدامات الأراضي، وتأثيره على نظم النقل في المستقبل تحت ظروف طبيعية واجتماعية واقتصادية سائدة.

والشكل رقم (٣-١) يوضح عملية التنبؤ بالطلب على الرحلات باستخدام النماذج المختلفة، حيث يفترض أن هناك منطقة إنتاج س يتولد عنها كمثال ٢٢٣ رحلة. هذه المنطقة مقسمة داخلياً إلى مناطق س١، س٢، س٣ ينتج كل منها ٤٧، ٦٦، ١١٠ رحلة على الترتيب. جملة الرحلات المنتجة من المنطقة س تنجذب إلى منطقة ص المقسمة داخلياً إلى ثلاث مناطق ص١، ص٢، ص٣ بحيث تجذب المناطق الفرعية ٤٥، ٩٠، ٨٨ رحلة على الترتيب. بوضع جدولي الإنتاج والجذب في شكل متعامد: أحدهما رأسي والآخر أفقي، يمكن توضيح توزيع الرحلات المنتجة حسب المنطقة الفرعية للإنتاج والمنجذبة حسب المنطقة الفرعية الجاذبة. بافتراض أن هناك وسيلتي نقل استخدمتا في صنع الرحلات من المنطقة س٣ ومنجذبة إلى المنطقة ص٢ فانه من السهل تقدير عدد الرحلات المصنوعة بالوسيلة رقم (١)، والوسيلة رقم (٢). أما العملية الأخيرة في التنبؤ بالرحلات في المستقبل فهي تصنيف الرحلات المصنوعة بإحدى هاتين الوستلين على الطرق البديلة المؤدية من منطقة الإنتاج إلى منطقة الجذب.

وعند التحدث عن الشكل (٣-١) بالأرقام نجد أن:

- س١ تنتج ٤٧ رحلة موزعة على ص١، ص٢، ص٣ فيكون نصيب كل منهم ١٠، ١٨، ١٩على الترتيب.
- س٢ تنتج ٦٦ رحلة موزعة على ص١، ص٢، ص٣ فيكون نصيب كل منهم ٣٠، ٣٢، ٤٩على الترتيب.
- س٣ تنتج ١١٠ رحلة موزعة على ص١، ص٢، ص٣ فيكون نصيب كل منهم ٥، ٤٠، ٦٥على الترتيب.



شكل (٣-١)

مثال يوضح خطوط التنبؤ بالرحلات

ويلاحظ أن عدد الرحلات المنجذبة إلى ص٢ هي ١٨، ٣٢، ٤٠ من المناطق س١، س٢، س٣ على الترتيب، وعندما ندرس وسيلة النقل المستخدمة من س٣ إلى ص٢ مثلاً نلاحظ أن عدد ١٥ رحلة قد تمت بوسيلة في حين أن عدد ٢٥ رحلة قد تمت بوسيلة أخرى. وقد توزعت الرحلات ٢٥ على ثلاثة طرق من طرق الشبكة بمعدل ٥، ١٧، ٣ على الترتيب.

ويشمل التنبؤ بالطلب على الرحلات في المستقبل تصنيف الحركة إلى مكوناتها والتي يمكن تلخيصها إلى أربعة أنواع: (مرور حالي، و مرور محول، وتغير إستعمالات الأراضي، الرغبة في عمل رحلات)

٣-٢-١ حركة المرور الحالية

من واقع حصر المرور اليومي على الطرق القائمة، و في ضوء معدلات النمو السكاني واتجاهه، يمكن استنتاج الطلب على الرحلات في المستقبل. فعندما تتوافر سلسلة زمنية يرتبط فيها عدد الرحلات بعدد السكان، فإنه يمكن استنتاج عدد الرحلات في أي سنة منظورة إذا علم عدد السكان وذلك بتمديد خط السلسة في اتجاهه حتى يصل إلى السنة المطلوبة.

٣-٢-٢ المرور المحول

وهو عبارة عن عدد الرحلات المتوقع أن تغير اتجاهها نتيجة التعديلات أو التحسينات التي ستطرأ على الشبكة، أو عدد الرحلات التي ستغير اتجاهها إجباريا نتيجة تغير وسائل النقل.

ومثال النوع الأول: الطرق الدائرية التي تضاف في المدن ذات النموذج المركزي، لتخفيف الضغط على طرقها الإشعاعية، بتقليل عدد الرحلات المرورية المخترقة لمنطقة وسط المدينة. كذلك فإن تحسين أحد الطرق البديلة ضمن شبكة طرق تربط ما بين مصدر ومقصد، يجعل نسبة من مستعملي الطرق البديلة يحول اتجاهه، ويستعمل هذا الطريق الذي أجريت عليه التحسينات.

ومثال النوع الثاني: استخدام حافلات النقل الجماعي بدلاً من استخدام العربات الخاصة، حيث يتجه عدد من الرحلات إلى وسيلة نقل تستخدم مسارات محددة.

٣-٢-٣ التغير في استعمالات الأراضي

هناك عدد من الرحلات ستنتج في المستقبل نتيجة تنمية بعض الأراضي واستحداث استخدامات بها. ويعطى التنبؤ بهذه التنمية مؤشراً لتقدير حركة المرور الناتجة عن هذا التطوير، وبالتالي تقدير متطلباتها من شبكة النقل. من جهة أخرى فإن هناك عدداً من الرحلات يغير اتجاهه نتيجة تغير استخدامات الأراضي عند نهاية الرحلة.

٣-٢-٤ الرغبة في عمل رحلات

وغالباً ما ينتج زيادة في معدل الطلب على الرحلات نتيجة تحسين خدمات النقل. فكثيراً ما يزداد الإقبال على مزار أو خدمة كرد فعل لتحسين طريق الوصول إليها، وبالعكس قد تُهمَل خدمة لصعوبة الوصول إليها.

٣-٣ نموذج استخدام الأرض

وهو النموذج الأول الذي يستخدم في التنبؤ بالتطور المتوقع حدوثه لمنطقة معينة خلال السنوات القادمة أو عند سنة الهدف. ويعتمد هذا النموذج على تجميع كافة البيانات والمعلومات التي تؤثر أو يتوقع أن تؤثر في المنطقة تحت الدراسة، ثم تحلل هذه المعلومات بكل دقة لاستنتاج المؤشرات التي يمكن توظيفها في تقدير عدد الرحلات المتوقعة في المستقبل وتحديد سلوكياتها، وتتضمن هذه العملية:

- حصر استخدامات الأراضي الحالية حيث تصنف إلى مكوناتها الأساسية (سكني، صناعي، تجاري...).
- جمع بيانات السكان الاجتماعية والاقتصادية التي لها تأثير على تطور عدد الرحلات المنتجة. وتشمل هذه البيانات كل من: (عدد السكان، معدل الزيادة السنوي في السكان وعدد الوحدات السكنية، حجم الأسرة، معدل المشاركة، معدل ملكية السيارة والدخل، الوظيفية، توزيع السكان حسب السن والنوع والتعليم والمهنة... وما شابهه ذلك). وهذه الدراسات يقوم بها مخططو السكان والاقتصاد فضلاً عن المتخصصين في مجال تخطيط النقل.
- استنتاج المعدلات الحالية من واقع استخدام الأرض وبيانات السكان.
- التنبؤ بظروف السكان في المستقبل وتحديد مدى التغير في خصائصهم الاجتماعية والاقتصادية بما في ذلك حساب النمو السكاني.
- التنبؤ بمعدلات استخدام الأرض في المستقبل وتأثير ذلك على التغير في مساحة الاستعمال وموقعة.
- العلاقة بين الاستخدامات وبعضها (مساحة – سعة – بعد) يمكن أن توظف في استنتاج الرحلات وخصائصها.

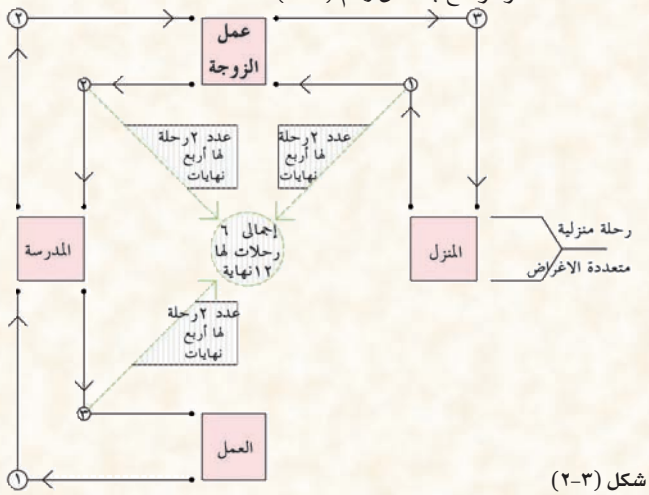
٣-٤ نموذج مولدات الرحلات

تتم الدراسة عن طريق نموذج مولدات الرحلات، و يهتم هذا النموذج بقياس وتقدير عدد الرحلات المنتجة من منطقة معينة في زمن محدد. حيث يمكن التعبير عن الرحلات المنتجة، التي تتغير بتغير غرض الرحلة، بعلاقة رياضية مكوناتها: استعمالات الأراضي و محددات السكان الاجتماعية والاقتصادية. ونظراً لأنه يتم تحديث النماذج بصورة مستمرة فيجب استخدام أحدث النماذج المتوفرة لدى القائمين على عمل مخطط النقل، وهناك بعض النماذج المتعارف عليها وهي:

- التصنيف المتقاطع
- معادلة الخط المستقيم

٣-٤-١ الرحلات المنتجة

- يتم تحديد عدد الرحلات المنتجة من منطقة معينة وحصرها لمعرفة مناطق توليد الرحلات ومناطق جذب الرحلات.
- تسجيل الرحلات على أن كل رحلة حالة قائمة بذاتها، فمثلاً لو أن هناك زوجاً يقوم في الصباح بتوصيل زوجته إلى عملها، ثم يذهب بابنه إلى المدرسة، ثم يتجه إلى عمله في النهاية، ويعود بعد الظهر من عمله ليتجه إلى عمل زوجته ثم إلى المدرسة، ليجمع زوجته وولده على الترتيب فإن الزوج يصنع ٦ رحلات تبدأ من المنزل وتنتهي عند المنزل كما هو موضح بالشكل رقم (٣-٢).

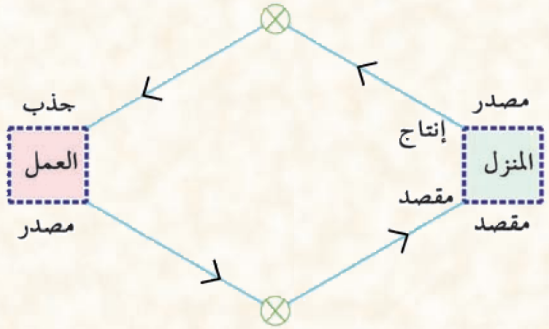


شكل (٣-٢)

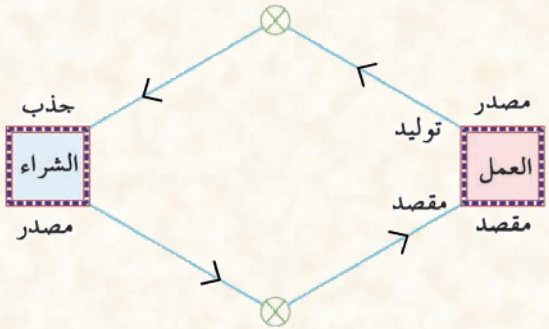
النهايات في حركة من المنزل إلى عمل الزوجة، وإلى المدرسة، ثم للعمل، والعكس

- تصنف الرحلة من حيث الإنتاج إلى نوعين: رحلة منزلية ورحلة غير منزلية. ويمكن تمييز الأولى إلى رحلات منزلية متنوعة طبقاً للغرض منها، حيث يقال رحلة منزلية بغرض العمل، أو رحلة منزلية بغرض الشراء... وهكذا، ويمكن توضيح الفرق بين نهايات الرحلة المختلفة بالمثالين التاليين:
  - رحلة من المنزل إلى العمل، والعكس رحلة من العمل إلى المنزل شكل رقم (٣-٣) أي أن المنزل هو توليد، والطرف الآخر (العمل) هو نهاية جذب.
  - رحلة من العمل إلى منطقة المحلات التجارية بغرض قضاء فترة الغذاء، ثم العودة منها إلى العمل مرة أخرى. أي أن البداية توليد وأن النهاية هي جذب.

وبداية الرحلة عند طرف الصناعة يسمى توليد أو إنتاج رحلة. ونهاية الرحلة عند طرف المنطقة التجارية يسمى جذباً للرحلة أي أن هناك نهايتين من و إلى المنطقة الصناعية وعلى الجانب الآخر إلى ومن المحلات التجارية كما هو موضح بالشكل (٣-٣).



عدد الرحلات من المنزل للعمل و العكس



عدد الرحلات من العمل للشراء و العكس

شكل رقم (٣-٣)

وفي ضوء المثالين السابقين يمكن القول بأن عدد الرحلات المتولدة أو المنتجة من منطقة معينة لا بد أن يساوي عدد الرحلات المنجذبة إلى منطقة أخرى.

٣-٤-٢ العوامل التي تؤثر في إنتاج الرحلات

يتم دراسة وتحديد العوامل التي تؤثر في إنتاج الرحلات والتي يمكن تحديدها فيما يلي:

- **كثافة الاستعمال**: والتي يمكن أن يعبر عنها إما بعدد الوحدات السكنية لكل هكتار أو عدد المستخدمين على الهكتار.

- **نوع استعمال الأرض**: ينتج كل نوع من أنواع استخدام الأرض (سكني، تجاري، أو استعمالات عامة وشبه عامة) عدداً من الرحلات الذي قد يختلف كثيراً أو قليلاً عن الأنواع الأخرى.
- **خصائص مستخدمي الأرض**: يؤثر اختلاف خصائص السكان على عدد الرحلات المنتجة من منطقة معينة.هذه الخصائص مثل: الدخل ومعدل ملكية السيارة وحجم الأسرة وتركيبها الاجتماعي وارتباط الأفراد بالعمل أو التعليم.
- **الموقع الجغرافي للاستعمال**: إن التوزيع الجغرافي لاستعمالات الأراضي والأنشطة الاقتصادية يؤثر تأثيراً كبيراً على سلوكيات الرحلات الحضرية. فالتفاعل بين استعمالين متكاملين ودرجة القابلية لإنتاج رحلة من إحداهما إلى الأخرى تتوقف على: المسافة بين كل منهما، والاحتمالات البديلة المتوافرة لأي منهما، ووجود أو عدم وجود عوائق طبيعية بينهما، وإمكانية التغلب عليها

٣-٥ تصنيف المناطق ومعدل إنتاج الرحلات

أظهرت دراسات النقل العديدة أن خصائص مولدات الرحلة تعتبر متشابهة لكل أنواع استعمالات الأراضي، التي يمكن أن تقارن ببعضها البعض أو المتماثلة في خصائصها. كذلك فإن هذه الدراسات أوضحت أن العلاقة بين معدل الرحلات المنتجة، وخصائص المنطقة تكون ثابتة تقريباً على مدار الزمن.

يتم وضع جداول توضح عدد الرحلات المتولدة من كل منطقة حسب نوع الاستعمال، والكثافة، والمساحة سواء بالفدان أو المساحة المبنية على الدور الأرضي في كل من مناطق إنتاج الرحلات الآتية:

- إنتاج الرحلات من المناطق السكنية.
- إنتاج الرحلات من المناطق التجارية.
- إنتاج الرحلات من المناطق الصناعية.
- إنتاج الحركة من المناطق العامة وشبه العامة.

٣-٦ حساب معدلات الرحلات المتولدة

يتم تقدير وحساب الرحلات المتولدة من منطقة ما بطرق حديثة و متطورة لحساب الرحلات المتولدة، إلا أن هناك طريقتين متعارف عليهما لدى العاملين في هذا المجال وهما: المنحنيات المتقاطعة أو تحليل الدرجات والانحدار باستخدام معادلة الخط المستقيم.

٣-٦-١ حساب الرحلات المتولدة بطريقة المنحنيات المتقاطعة

تعتمد هذه الطريقة على تحليل الرتبة وتستخدم في توليد الرحلات. ولا تتطلب هذه الطريقة أي افتراضات كما هو الحال في طريقة الانحدار.

وفي هذه الطريقة تبوب المتغيرات التابعة مثل: تصنيف الرحلات حسب الدخل، في جدول بحيث تربط بين هذه المتغيرات التابعة وبين اثنين أو أكثر من المتغيرات، التي يطلق عليها متغيرات تفسيرية، سواء ثابتة أو غير ثابتة. ويمكن تقسيم هذه المتغيرات الأخيرة إلى درجتين متميزتين، وقيم الوسيط الملحوظة عن المتغيرات التابعة توقع في خانات مناسبة ضمن الدرجة المنشأة. مثال ذلك عدد الرحلات للأسرة أو الوحدة السكنية مصنفة حسب ملكية السيارة وعدد الأفراد لكل وحدة سكنية. والجدول رقم (٣-١) يوضح مثالا لهذه العلاقة و في الجدول يمكن ملاحظة حالة التغير لجملة معدلات الرحلة لكل وحدة سكنية عند مستوى أحجام الأسر المختلفة في الوحدة السكنية.

وهذه العملية سهلت فهم وإدراك تأثير عوامل مختلفة على الرحلات المتولدة، وكذلك وضحت علاقة هذه العوامل بإنتاج الرحلات، وهذا عكس مدخل الانحدار الطولي الذي يجب أن تفهم فيه العلاقات الرياضية، والثوابت، والمكافئ.

والتنبؤ بعدد الرحلات في السنة المستهدفة من موقع معين، يتم عن طريق توقيع عدد السكان في السنوات المستهدفة في صف، وعدد السيارات لكل وحدة سكنية ولكل منطقة داخل مصفوفة مرتبة كل رتبة داخل خلية. بضرب معدل الرحلات لكل وحدة سكنية داخل خلية في عدد الوحدات السكنية يمكن استنتاج عدد الرحلات المتولدة. ويمثل هذا الاستنتاج في شكل منحنى. وعند وجود ضرورة استنتاج أو تنبؤ عن المستقبل تستخدم المعادلة الخطية حيث يتم إمداد المنحني على استقامته وفى اتجاهه المتوقع (بناء على شكل المنحني وخضوعاً لما يمليه المنطق) يمكن استكمال المصفوفة. وهنا تجدر الإشارة إلى أن النتائج المتوقعة تكون تقريبية.

جدول (٣-١)

المتوسط العددي لجملة الرحلات لكل وحدة سكنية مصنفة حسب ملكية السيارة وحسب حجم الأسرة

عدد الأفراد لكل وحدة سكنية	عدد السيارات لكل وحدة سكنية			
	صفر	١	٢ فاكثر	المتوسط
١-٢	١,٧١	٥,٠٩	٦,٦٨	٤,٠٠
٣	٣,٣٢	٦,٩٢	٨,٨٢	٦,٩٣
٤	٣,٤٠	٧,٦٣	١١,٢٨	٧,٩١
٥فاكثر	٤,١٢	٩,٠٥	١٣,٢٥	٩,٥٥
المتوسط	٢,٤٠	٦,٩٣	١٠,٥٨	٦,٦٤

٣-٦-٢ حساب الرحلات المتولدة باستخدام معادلة الخط المستقيم

يعتبر هذا الأسلوب واحداً من الأساليب الإحصائية المشهورة والتي استخدمت كثيراً في الستينيات، بسبب سهولتها، وبسبب إمكانية استخدام الحاسب الآلي . ولقد أعطت هذه الطريقة ثماراً طيبة في العديد من الدراسات الخاصة بتخطيط النقل، حتى أصبحت من الأدوات الهامة التي ينبغي لمخططي النقل أن يتعرفوا عليها. وتعتمد هذه الطريقة على معادلة الخط المستقيم في الربط بين متغيرات مستقلة ومتغيرات تابعة. حيث يعتبر عدد الرحلات المتولدة هو المتغير التابع بينما تعتبر المتغيرات الأخرى والتي تؤثر في صنع الرحلات متغيرات مستقلة: ومن أمثلة المتغيرات المستقلة: معدل ملكية السيارة، دخل الأسرة، حجم الأسرة، عدد الأفراد من سن خمس سنوات فأكثر، وظيفة رب الأسرة، المسافة إلى مركز المدينة، كثافة السكان، عدد الأفراد من سن ١٦ سنة فأكثر ولديهم رخصة قيادة سيارات، نوع المسكن، وقيمة المسكن أو القيمة الإيجارية.

واختيار المتغيرات التابعة واستخدامها في عملية تحليل الانحدار تتوقف أساساً على قوة تأثير المتغير، وعلى العلاقة المنطقية بين المتغير وصنع الرحلة. وعلى المخطط أن يضع في اعتباره سهولة التنبؤ بهذه المتغيرات، وأن تكون محددة فلا يقبل على متغيرات يصعب تحديدها، أو يكون التنبؤ بها مستحيلاً، كذلك ضروري أن تكون هذه المتغيرات قليلة العدد حتى تسهل عملية التحليل، وإلا فإن الاستنتاجات تتعرض لشبهة الخطأ نتيجة تداخل المتغيرات وتشابكها. ولا يستطيع أحد أن يؤكد الاقتناع بكل هذه الافتراضات في كل دراسات توليد الرحلات، وذلك لأن ما يسمى المتغيرات المستقلة في معادلة الانحدار في الحقيقة هي غير مستقلة، حيث إن هناك علاقة ولو بسيطة تربط بينهم. فمعدل ملكية السيارة، دخل الأسرة، الكثافة السكنية هي متغيرات مستقلة، لكن تربط بينهم علاقات تجعل الواحدة تتأثر بالأخرى. من ناحية أخرى فإن هذه المتغيرات ليست موزعة بالتساوي علاوة على أن بعضها غير مستقرة على طول المستقبل.

ويمكن تصنيف التنبؤ بحجم الحركة المتولدة باستخدام الانحدار الطولي إلى مستويين:

- مستوى المنطقة
- مستوى الوحدة السكنية

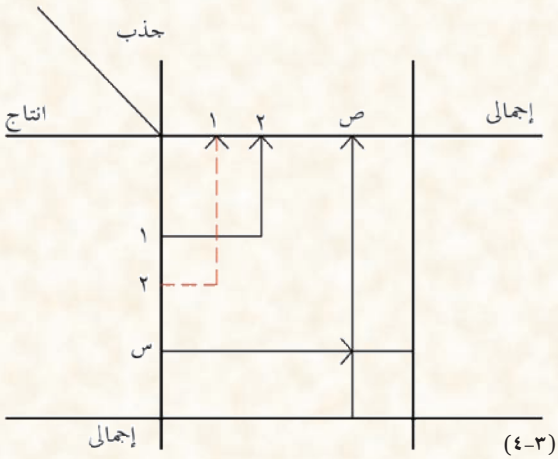
٣-٧ نماذج توزيع الرحلات

بعد أن تم التنبؤ بعدد الرحلات المنتجة بواسطة منطقة ما، فإن الخطوة الثانية هي ربط الإنتاج بالتوزيع، بمعنى أن تجرى عملية توزيع الرحلات المنتجة على مختلف المناطق الجاذبة. وبقول آخر هي محاولة للتعرف على سلوكيات الحركة وذلك لتحديد اتجاهات الرحلات المتولدة بمعرفة مقصد أو نهاية كل منها قبل أن تبدأ. ومن الواضح أن هناك عوامل كثيرة تؤثر في اتجاه رحلة الفرد خارج منطقته التي يعيش فيها مثل: النقص في فرص العمل في منطقة معينة، وجود شبكة نقل أو طرق سريعة تربط بين مناطق معينة، استعمالات خطرة يجب أن يبتعد عنها... وهكذا.

وبناء عليه وبشكل عام فإن توزيع حركة المرور المتولدة يمكن أن يعتبر دالاً على:

- نوع وسعة خدمات النقل المتاحة في المنطقة.
- الخصائص الاجتماعية و الاقتصادية المختلفة لسكان هذه المنطقة.
- نظام ترتيب استعمالات الأراضي في المنطقة. ويتضمن هذا كلاً من الموقع وكثافة استعمال الأرض.

ويمكن تفهم عملية توزيع الرحلات بين المناطق المختلفة، كما هو موضح بالشكل (٣-٤) الذي يوضح مصفوفة الرحلات المتولدة من منطقة إلى مناطق جاذبة أخرى. في هذا الشكل يمكن تقدير عدد الرحلات المتولدة من منطقة س والمنجذبة إلى منطقة ص.



شكل (٣-٤)

مصفوفة دراسة (المصدر – الغاية) لاستنتاج توزيع الرحلات على المناطق

ولقد تم تطوير نماذج رياضية كثيرة لتوصيف والتنبؤ بتوزيع الرحلات المنتجة في منطقة ما في المستقبل. ويمكن تصنيف هذه المحاولات بشكل عام إلى مجموعتين هما:

٣-٧-١ طرق عامل النمو

هناك عدة أساليب تعتمد على عامل النمو في التنبؤ بتوزيع الرحلات مثل المعدل الثابت، وعوامل المتوسط، وفراتر، وديترويت.

ولا يتم استخدام نماذج النمو إلا في حالتين:

- الرحلات المارة في المنطقة (أو الخارجة)
- في حالات الضرورة القصوى لتوقيع الإجماليات لتحديد حجم العينات أو ما شابه هذا.

٣-٧-٢ طرق ذات أساس نظري

يوجد أكثر من نموذج في هذه المجموعة، و يعتبر الأكثر شيوعاً في عملية التنبؤ بتوزيع الرحلات. نموذج الجاذبية، ونموذج الفرص المتاحة، وأيضا النموذج اللوغاريتمي وهو نموذج جيد جداً وهو على علاقة وقرابة رياضية بنموذج الجاذبية وإن كان أكثر سهولة ولكن أقل محدودية.

٣-٨ نموذج اختيار وسيلة النقل

يتم معرفة عدد الرحلات التي ستتم حسب وسيلة النقل سواء كان عاماً أو خاصاً. ولقد تم تطوير نماذج ومعادلات رياضية كثيرة لتوظيفها في التنبؤ بوسيلة النقل، وعدد من سيقوم باختيار كل منها، وذلك لتقدير عدد الرحلات حسب وسيلة النقل؛ لما له من تأثير مباشر على نظام النقل عموماً وتصميم الشبكات بشكل خاص. هذه النماذج يمكن تصنيفها إلى نوعين:

الأول: نماذج تجميع: وتتضمن نموذج نهاية الرحلة، ونموذج فصل وسائل تبادل الرحلة. وهذه النماذج تعتمد على التصنيفات المتعامدة، ومنحنيات الانحراف، والتشتت.

الثاني: نماذج عدم التجميع: ويرجع إليها للتعرف على اختيار الأفراد لوسيلة الانتقال، وهي تبنى على نظرية احتمالات سلوكيات الأفراد في استعمال أو عدم استعمال وسيلة انتقال شخص في رحلة معينة. وتستخدم هذه النماذج معادلات الاحتمالات أو المعادلات اللوغاريتمية.

وعموماً فإن النماذج تأخذ في اعتباراتها العوامل التي تؤثر على نوع الوسيلة المستخدمة في النقل والتي يمكن حصرها في:

- خصائص الرحلة (مثل غرض الرحلة وموعد الرحلة).
- خصائص صانع الرحلة (مثل الدخل، السن، معدل ملكية السيارات، الكثافة السكانية، معدل إشغال الوحدات السكنية).
- خصائص نظام النقل (معدل زمن الرحلة بالنقل العام إلى زمن الرحلة بالسيارات الخاصة، المسافات، أو التكاليف).

وهناك بعض النماذج التي يمكن استخدامها لتقدير توزيع الرحلات حسب وسيلة النقل: نموذج نهاية الرحلة بوسيلة واحدة، ونموذج نهاية الرحلة بأكثر من وسيلة، والنموذج اللوغاريتمي.

٣-٩ نموذج تحديد شبكة النقل

المرحلة الأخيرة في عملية تقدير الرحلات هي توقيعها حسب وسيلة النقل على شبكة الطرق. إلا أن هناك العديد من الأسباب التي تدفع صانع الرحلة لاختيار طريق (يفضله عن آخر) يوصل بين منطلق رحلته إلى مقصدها. وبالقطع فإن مسار السيارة يدرس في ظل مشروع متكامل، وبالتالي فخط سيرها ثابت ولا توجد أمام سيارة النقل العام بدائل من الطرق للربط بين منطقتين. أما السيارات الخاصة فتكون عرضة لهذه الطرق البديلة فصانع الرحلة هو الذي يختار الطريق الذي يسلكه من بين الطرق المتاحة نتيجة عدة متغيرات هي:

- زمن الرحلة.

- تكاليف الرحلة.
- الراحة.
- مستويات الخدمة (حجم المرور الفعلي بالمقارنة بسعة الطريق).

وهناك العديد من النماذج التي تقدر الرحلات المتوقعة حسب وسيلة النقل، إلا أن هناك نموذجين أساسيين لتخصيص الرحلات على شبكة الطرق:

- نموذج طريقة المسار الأقصر (All-or-Nothing)

وتعتمد هذه الطريقة على تخصيص الرحلات بين منطقتين مروريتين على المسار الأقصر بغض النظر عن حجم الحركة على هذا المسار.

- نموذج طريقة السعة المفيدة (Capacity Constrained)

وهي طريقة تعتمد على العلاقة بين حجم الحركة وزمن الرحلة، ويؤثر تخصيص الرحلات بين مناطق أخرى على حجم الحركة على أجزاء الشبكة، وبالتالي على الزمن على هذه الأجزاء وفي النهاية يؤثر على اختيار المسار الذي يعطي أقل زمن بين منطقتين، ويجب هنا الإشارة إلى أن العلاقة بين حجم الحركة والزمن تأخذ الشكل التالي.

$$\text{الزمن للجزء من الشبكة (س)} = \text{الزمن الأساسي}\left[1 + \text{د}\left(\frac{\text{حجم الحركة}}{\text{القدرة الإستيعابية للجزء س}}\right)^{\text{ك}}\right]$$

الزمن الأساسي: هو زمن قطع الجزء (س) في حالة عدم وجود أي مرور عليه.

د: هو معامل يتراوح بين ٠,١٠ و٠,٢٠ ويأخذ عادة (٠,١٥).

ك: هو معامل يتراوح بين ٤ و١٠ ويأخذ عادة (٤).

ويجدر بالذكر هنا أن هناك طريقتين لتنفيذ هذا النموذج:

- **طريقة الشرائح** Incremental: وفيها يتم تخصيص نسبة من الرحلات على الشبكة بطريقة المسار الأقصر، ثم يتم تعديل الزمن على أجزاء الشبكة المختلفة باستخدام المعادلة الموضحة عاليه، ثم يتم تخصيص نسبة أخرى وهكذا، والنسب المخصصة قد تكون (١٠،١٥،٢٠،٢٥،٣٠) أو أي نسب يختارها القائمون على بناء النموذج.
- **طريقة الاتزان** Equilibrium: وهي طريقة مبنية على أساس نظري وتعطي دقة كبيرة في اتزان زمن الرحلة على أجزاء الشبكة المختلفة، نتيجة أحمال الرحلات على هذه الأجزاء مع عدد الرحلات التي يجب أن تخصص على المسارات المختلفة لتنتج هذه الأحمال بنفسها.

٤- تصميم خطة النقل وأولويات التنفيذ

٤-١ تصميم الخطة

إن الهدف الأساسي من إجراء دراسات عن النقل هو اقتراح الحلول المناسبة لمشكلة قائمة، أو وضع اقتراحات لتجنب مشاكل متعلقة بشبكة النقل أو البيئة المحيطة بها يحتمل وقوعها في المستقبل. وتنشأ خطة النقل لوضع مقترحات يتوخى المخطط فيها المثالية مع إمكانية تنفيذها. وبالقطع فليس كل مثالي صالح للتطبيق، كما أن ليس كل ما يتم تنفيذه هو الأكثر مثالية، فكثيراً ما يتنازل المخطط عن جزء من أفكاره المثالية حتى يعطي الفرصة لباقي أفكاره أن ترى النور، وتساهم في حل مشاكل قد يكون في تأجيل حلها – بحثاً وراء المثالية – مضيعة للوقت الذي يمكن أن يعبر عنه بقيم مادية وبشرية هالكة.

وبشكل مختصر يمكن القول بأن وضع خطة للنقل هي عملية خلق بدائل مرضية تحقق أهدافاً معينة بدرجات متفاوتة في ضوء مشاكل قائمة أو متوقعة.

و لدراسة إنشاء خطة للنقل يتم معرفة مشاكل النقل التي يمكن أن تعالجها الخطة: مثل أنواع الخطط، متطلبات الخطة، مقترحات لحل مشاكل النقل.

٤-١-١ أنواع خطط النقل

قد تختص خطة النقل بوضع مقترحات عن:

- سياسة النقل.
- نظام النقل سواء بافتراض نظام جديد أو وضع بعض التعديلات في نظام قائم.
- خدمات النقل سواء استحداث وإضافة خدمات أو تحسين ما هو قائم.

وقد تكون خطة النقل خطة شاملة تهتم بكل ما يتعلق بالنقل، حيث تقوم بتنظيم مفرداته في تكوين واحد منظم ومتكامل. ونعني بكلمة مفردات هنا: كلاً من وسائل النقل المتنوعة، شبكة الطرق، المحطات النهائية ومواقف السيارات، نظام المراقبة وتشغيل الشبكة. وقد تكون الخطة عبارة عن خطة تفصيلية تهتم بأحد مشاكل النقل سواء على مستوى النظام أو مستوى الخدمات.

من ناحية أخرى يمكن تصنيف خطة النقل اعتماداً على المستوى الذي تعد من أجله إلى ثلاثة أنواع:

- سياسات واستراتيجيات.
- برامج.
- مشروعات.

ويمكن تصنيف خطة النقل حسب الموضوع الذي تعالجه حيث يقال خطة نقل للمعوقين وكبار السن، خطة نقل للحفاظ على الطاقة، وخطة نقل للتحكم في البيئة وحمايتها... وهكذا. وفيما يلي توضيح لبعض أنواع خطط سياسة النقل:

خطة سياسة النقل

يوضح الجدول التالي بعض البنود التي تشملها خطة سياسة النقل.

بند رقم	سياسة النقل
(١)	إعطاء أولوية لإنشاء الطرق وتحسين القائم منها على خدمة المدن المقترحة لامتصاص الزيادة السكانية، أو الفائض السكاني في المدن القائمة المزدحمة بالسكان.
(٢)	تأكيد شبكة الطرق الإقليمية المارة بالمدن والقرى.
(٣)	ضمان مشاركة آمنة بين المشاة والسيارات على الطرق.
(٤)	إعطاء الأولوية لخدمات النقل العام التي تربط بين المدن.
(٥)	إعادة توزيع الإنفاق على النقل العام بالشكل الذي يحقق الملاءمة، الراحة، الثقة، كفاءة الخدمة لمعظم راكبيها بكل مستوياتهم الاجتماعية.
(٦)	العمل على تقليل أخطار حوادث النقل.
(٧)	تشجيع المرتحلين داخل المدن على استخدام وسائل النقل العام، وذلك بتوفير خطوط مواصلات جذابة تخدم إلى أقرب مسافة من وسط المدينة أو محطات السكك الحديدية كلما أمكن ذلك، أو السماح للنقل العام بالمرور في بعض الطرق وسط المدينة في حين تمنع السيارات الخاصة من التمتع بهذه الميزة.
(٨)	حماية البيئة في منطقة وسط المدينة باستخدام أنواع من الحافلات التي تحقق أقل درجة تلوث ممكنة ومنع باقي السيارات من دخول وسط المدينة.
(٩)	تنمية نظام يؤكد الفصل بين طرق الشاحنات عن باقي طرق الشبكة.
(١٠)	توفير العلامات الإرشادية على الطرق، وذلك للعمل على تيسير حركة المرور مع العمل على سيولة تدفق الحركة.

خطة البرامج

تعتبر خطط البرامج أحد الأمثلة المعروفة و تم استخدامها في كثير من بلدان العالم. ويفيد تخطيط البرامج بشكل خاص في المشروعات الكبيرة، مثل: الحالات التي يجرى فيها التخطيط لشبكة سكك حديدية أو طرق سريعة إقليمية، فيكون لتخطيط البرامج تأثير واضح على تخفيض تكاليف الرحلة وزمنها.

وقد يشمل تخطيط البرامج على استبدال وسيلة نقل بأخرى كأن يستبدل خط الباصات بآخر للمترو أو العكس. وفي الغالب ما ترتبط الخطة من هذا النوع بزمن وميزانية. فمن خلال جدولة للمشروعات حسب الوقت والنفقات في ضوء ميزانية متاحة يمكن تكوين برنامج ونظام.

خطط المشروعات

ويشار إلى الخطط على المستوى المشروع في الغالب على أنها تصميمات تركز فيها المجهودات على عنصر معين من العناصر، وذلك كما هو موضح بالجدول (٤-١) الذي يعطي أمثلة عن مشروعات لتحسين شبكة الطرق بمدينة ما.

جدول رقم (٤-١)

بعض الأمثلة لخطط المشروعات لتحسين شبكة الطرق بمدينة ما

رقم المشروع	المشروع	اسم الطريق	موقعه
(١)	تعريض طريق	الطريق رقم (٣) على الشبكة	يقع في المنطقة – ويمتد من .... إلى....
(٢)	تحسين	الطريق رقم (١٥) على الشبكة	
(٣)	تحسين		
(٤)	إنشاء		
(٥)	إنشاء / تحسين		
(٦)	إنشاء		

خطط لأمان الحركة على شبكة النقل

في مثل هذا النوع من الخطط يهتم المخطط بوضع مقترحات خاصة لتجنب الأسباب التي قد تؤدي إلى وقوع الحوادث على شبكة النقل سواء كانت هذه الحوادث ناتجة عن:

- السائق.
- الطريق.
- المركبات.

حيث يتم التأكيد على كفاءة السائق في قيادة سيارته، ومحاولة إزالة كل العقبات التي تحول دون قيادة رشيدة للسيارة. وتشمل الخطة في هذه الحالة على تشريعات وقوانين مناسبة، تجرم قيادة السيارة تحت ظروف غير طبيعية، مثل: تعاطي أي نوع من المخدرات أو تكون ظروفه الصحية غير ملائمة.

ويمكن أن تحتوي الخطة على:

- مراقبة جيدة على الطرق ومراعاة تطبيق القوانين.
- مخالفة سريعة لكل تجاوز سواء لشروط القيادة أو تعليمات المرور.
- نشر البرامج الإعلامية لتوضيح أضرار مخالفة القوانين وتعليمات المرور.

خطة نقل ذوي الاحتياجات الخاصة وكبار السن

ويمكن أن تحتوي خطة النقل لذوي الاحتياجات الخاصة وكبار السن على:

نظام المشاة

- تحسين شبكة المشاة لاستعمال ذوي الاحتياجات الخاصة وكبار السن وذلك بـ:
  - تسهيل نزول وصعود الأرصفة بعمل انحدارات في مناطق معينة.
  - مراعاة مواصفات خاصة في المقاييس المعيارية للأرصفة وممرات المشاة.
  - توفير النظافة بشكل عام، وبشكل خاص للممرات والأرصفة التي تستخدمها هذه الفئة من السكان.
  - تسهيل وصول المعلومات والإرشادات سواء لذوي الاحتياجات الخاصة أو باقي أفراد المدينة حرصاً على منع الأضرار والحوادث التي تنشأ عن غياب هذه الإرشادات.

نظام المركبات

- توافر أماكن انتظار خاصة بذوي الاحتياجات الخاصة وكبار السن خارج نهر الطريق.
- يراعى في تصميم هذه الأماكن الاحتياجات الخاصة للمعوقين.
- يراعى في وسائل النقل العام متطلبات هذه الفئة من المستخدمين.

خطة حماية البيئة

نوع آخر من الخطط هي خطة حماية البيئة من التلوث، كأن تمنع السيارات التي تستخدم الجازولين كوقود من دخول مناطق معينة، أو استخدام طرق بذاتها وسط المدينة لتقليل نسبة عادم السيارات في الهواء، أو أن تصمم خطة لتقليل الإزعاج الناتج عن استخدام السيارة في المنطقة السكنية.

٢-٤ خطوات إعداد خطة النقل

يمكن ترتيب خطوات إعداد خطة للنقل في سبع خطوات:

أ- تحديد دقيق لأهداف الخطة.

ب- تحديد استراتيجيات تحقق الأهداف، و تحقق كذلك التنسيق بين الأهداف المتعارضة مع أهداف أخرى، أو لا تكون متمشية مع الإمكانيات المتاحة مالياً وزمنياً وفنياً.

ج- تجميع المعلومات اللازمة وتحليلها.

د- ترتيب وإظهار حجم المشاكل حتى تصبح واضحة أمام صانع القرار.

هـ- تصميم بدائل في ضوء الأهداف الموضوعة.

و- مرحلة التوثيق.

ز- تبادل المنشورات والمعلومات في مرحلة وضع الخطة ومرحلة تقييمها، حتى إذا كان هناك نقص في المعلومات يمكن استكماله قبل اختيار الخطة المقترحة، أو عند وجود اقتراحات لها بعض المشاكل فيلزم عقد المشاورات وتبادل المعلومات رغبة في اقتراح حلول مرضية لا ينتج عنها مشاكل، ويمكن تسمية هذه الخطوة بمرحلة التقييم.

فبدون أهداف للخطة واضحة مؤكدة ومتمشية مع السياسة العامة، فإن المخطط لا يستطيع حتى أن يُنْشِئ خطة سليمة لتجميع البيانات وتحليلها، ثم اختيار الاقتراح أو البديل الذي يحقق هذه الأهداف بشكل فعال وبكفاءة. ويمكن تقييم الأهداف الموضوعة إلى حد كبير بمقدار النفقات التي ستنفق على خطة، والعائد أو المنفعة منها. ولقد استخدم أسلوب التكاليف / العائد بشكل موسع في الستينات للتقييم بين الأهداف الموضوعة وجدواها.

ويمكن استخدام أحد الأهداف الموضوعة لقياس مدى نجاح الخطة، على أن يكون هذا الهدف هو الأكثر أهمية ضمن الأهداف الموضوعة. وبالتالي فإن المشروع الذي يحقق هذا الهدف بشكل أجود يكون هو المشروع المختار، بشرط أن تتحقق فيه باقي الأهداف بدرجات لا تقل عن الحد الأدنى المطلوب لتحقيق هذه الأهداف.

وهذا الأسلوب يعني ترتيب الأهداف حسب أهمية تحقيقها، وتحديد الحد الأدنى لتحقيق هذه الأهداف، حتى تسهل عملية القياس ومقارنة البدائل المقترحة مع بعضها.

ومن جهة أخرى يمكن استخدام أسلوب التكلفة / العائد والتأثير الناتج من تحقيق الهدف في المقارنة بين المشروعات وبعضها. وهذا يتطلب تنمية وتطوير مقاييس للتعرف على قيم تأثيرات تحقيق الأهداف المختلفة الموضوعة لخطة النقل. بمعنى آخر يلزم قياس التأثيرات السلبية والإيجابية له، وفي ضوء النتيجة يمكن إجراء ترتيب آخر للأهداف حسب العلاقة بين التأثيرات السلبية والإيجابية للأهداف والقيم المعيارية لكل منها.

أما عن الخطوة الثانية والتي تتعلق بالاستراتيجيات، فمشاكل التخطيط غالباً ما تكون متشابكة، وتتطلب معلومات كثيرة وزمناً قد يكون طويلاً بالإضافة لضرورة توافر مجموعة من المتخصصين والعاملين. وبالقطع فإن عملية بهذا التصور تتطلب تكاليف مالية باهظة، ولذا فإن الاستراتيجيات يجب أن تقرر في فترة لاحقة لتحديد الأهداف وسابقة لتجميع المعلومات، وذلك حتى يمكن توظيف العاملين بطريقة إيجابية فعالة في اتجاه الأهداف مما يحقق توفيراً في النفقات، ومن ثم التوفير في الميزانية العامة للمشروع. ولقد وجد أن حوالي ٧٠٪ من الميزانية تنفق في مرحلة إعداد دراسات النقل في الحضر. ومن جهة أخرى فان التبكير في إعداد الاستراتيجيات يقلل من نفقات إعداد نماذج التنبؤ بحجم الطلب الحالي/ والمستقبل على النقل وبالتالي تقليل نفقات تقييم المشروعات.

وفيما يلي بعض الاستراتيجيات التي يمكن تحديدها منذ بداية العمل في خطة خاصة بالنقل:

- افتراض استمرار نمو استخدام الأراضي كما كان سائداً مع افتراض ثبات السياسة المحلية للحكومة في هذا الشأن.
- توظيف أقل النفقات للحصول على القرارات.
- القبول بتحقيق أعلى قيمة للهدف الحاكم (الرئيسي) مع قبول تحقيق الحد الأدنى لتحقيق الأهداف الأخرى.
- تقليل الاحتياج إلى إضافة طرق إلى الشبكة في المستقبل.

وبينما تهدف الخطوة الثالثة إلى توفير قاعدة معلومات عرضة لاستخدامها في مراحل متقدمة من عملية وضع خطة النقل، فان الخطوة الرابعة تهدف إلى ترتيب هذه البيانات والمعلومات بالشكل الذي تصبح فيه ذات معنى للمخطط وتمكنه من إنشاء الخطط، أو التعديل فيها.

وبعد التعرف على خطة الطرق السريعة الحالية يجري إعداد خطط بديلة للطرق السريعة، ويحدد عددها الاستراتيجيات المطروحة. ويختلف عدد البدائل من بديلين إلى أكثر.

وتتعلق الخطوة السادسة بتوثيق القرارات وتنمية البدائل. وتعتبر هذه الخطوة هامة في:

- مقارنة البدائل.
- في الدفاع عن المشروع المختار ووجهة النظر فيه.
- مراجعة تحسين الخطة لمواجهة التغيرات التي تحدث في كل مرحلة زمنية متعاقبة.

٤-٣ مقترحات لحل مشاكل النقل

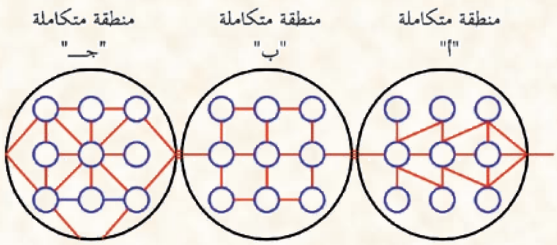
يمكن حل مشاكل النقل بنوعين من المقترحات:

الأول: بشأن رسم خطة تركز مباشرة على أمور النقل سواء كنظام أو كخدمات.

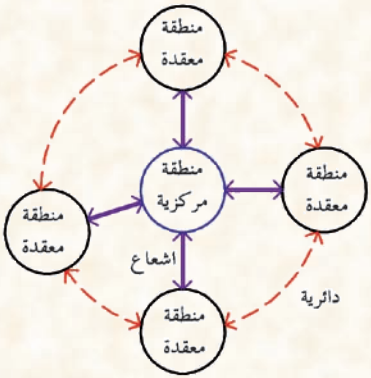
الثاني: بشأن رسم خطة تتعلق بموضوعات ليست مباشرة و لكنها ذات علاقة وتأثير على النقل .

٤-٣-١ تنظيم استخدامات الأراضي وحل مشاكل النقل

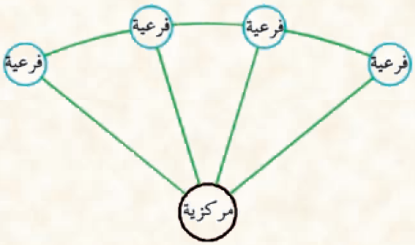
يتم تحديد استخدامات الأراضي لمدينة ما وحساب المساحة المطلوبة لكل منها، ثم تأتي خطوة توزيعها على الأرض المتاحة. هذا التوزيع يمكن أن يأخذ احتمالات متعددة كما هو موضح بالشكل (٤-١) بعض من هذه الاحتمالات يلاحظ أن الحركة الناتجة في أي من هذه الاحتمالات يختلف عن الأخرى تبعاً لأسلوب توزيع الاستعمالات في كل منهم.



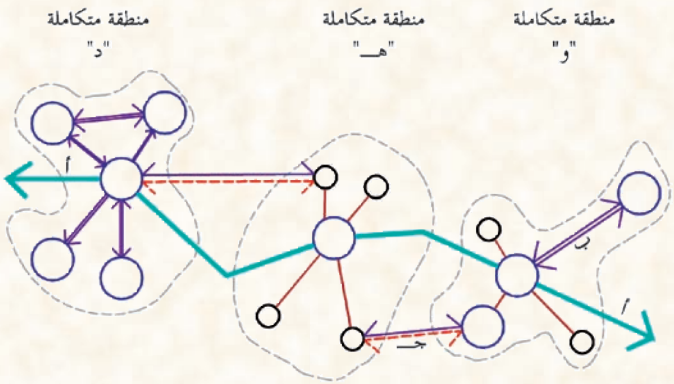
شبكة طرق متنوعة حسب الارتباط بين الإستخدامات المختلفة



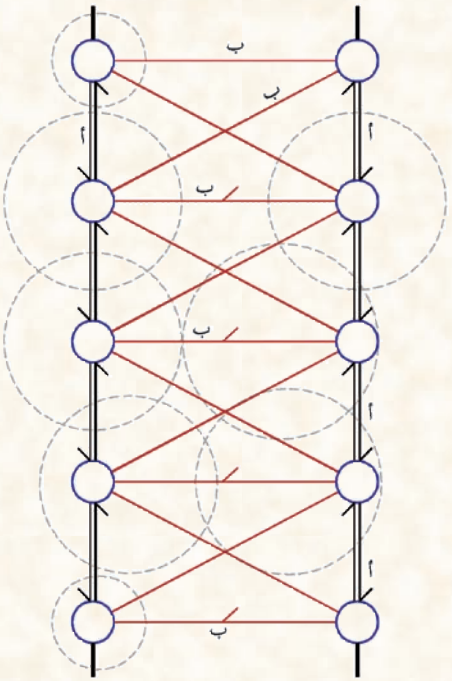
شبكة طرق إشعاعية دائرية رئيسية



شبكة طرق إشعاعية غير كاملة تحتوى على طرق دائرية وإشعاعية



شبكة طرق حرة



شبكة طرق متقاطعة

شكل (٤-١)

بعض احتمالات لنظم توزيع استعمالات الأراضي وتأثيرها على نظام حركة المرور

٤-٣-٢ تقدم العلوم وتأثيره على حل مشاكل النقل

والمثال البسيط على هذا هو إمكانية تطور علوم الاتصالات، وتأثيره على تقليل عدد الرحلات المصنوعة بواسطة السكان؛ فاستحداث التلفون وتطوره إلى التلفون المرئي أحد الحلول لمشاكل التضخم في المرور والتأخير...إلخ التي يمكن أن تحدث على الطرق.

٤-٤ التقييم والاختيار

يقوم الفريق بتحري البدائل مع تحليل الآثار المترتبة لكل بديل، من حيث التكلفة والفوائد المتوخاة والمضار وغيرها. ومن هذه البدائل يختار متخذو القرار الفعليون - مجلس الإدارة مثلا أو المؤسسات المالية أو المجلس التشريعي أو الحكومة - البديل الأنسب، أو قد يرفضوا جميع البدائل المقترحة. حيث إنه ليس من الصعب تحقيق مجموعة من الأهداف الموضوعة لأكثر من اقتراح، بعض منها قد يكون مكلفاً والبعض الآخر قد يكون له عيوب أو مميزات من نوع آخر. وبمقارنة الخطط البديلة في ضوء الأهداف الموضوعة يمكن استنتاج أفضلها، أو تحديد الأكثر مثالية من بينها.وتبدأ الخطوة الأولى في المقارنة بين البدائل المقترحة بوضع مجموعة من الأسئلة التي تتعلق بكيفية عمل كل خطة في الطبيعة. مثل هذه الأسئلة يتعلق بـ:

- تأثير التدفق الفعلي للحركة على البيئة المحيطة (الحوادث المتوقعة، الراحة، التلوث).
- تأثير المخطط المقترح على متطلبات الانتظار.
- تأثير التقاطعات على الحركة في الاتجاهات المختلفة.
- تأثير حركة النقل على استخدامات الأراضي.
- التكاليف التي يتطلبها النظام المقترح.

وفي ضوء الإجابة على مثل هذه الأسئلة تُعطى كل خطة من الخطط المقترحة تقييماً. والخطة التي تحصل على أعلى الدرجات في عملية التقييم تختار على أنها الخطة الأكثر ملاءمة، والتي يمكن أن تأخذ طريقها إلى التنفيذ. وحتى يمكن تقدير القيم التي يمكن أن تحصل عليها الخطة بشكل مقارن يمكن اتباع خطوات تقييم نلخصها فيما يلي:

- وضع خطط بديلة تجيب على أهداف موحدة وتحول الأهداف إلى قيم رقمية تتناسب مع أهمية الهدف.
- تنشأ مجموعة من الاعتبارات لقياس كل خطة مقترحة، هذه الاعتبارات هي:
  - **اكتمال النظام:** ويحتوي هذا المعيار على حرية في الاختيار من حيث أمن الطريق، وطول الرحلة، والراحة الملائمة، ومستوى الخدمة على الطريق.
  - **التأثيرات البيئية:** و تحتوي على تأثير الخطة على استخدامات الأراضي مثل الضوضاء، التلوث، قطع أوصال مناطق سكنية قائمة، التأثير على إمكانية تنمية الأراضي، التأثير على القيم الجمالية للموقع... وغيره.
  - **عوامل اقتصادية:** وتحتوي على القيم المادية المدفوعة سنوياً للنظام، تكاليف مستخدمي الطريق شاملة قيم الحوادث وتكاليف وزمن الرحلة.
- مدى موافقة الجهات السياسية على الخطة.
- مدى موافقة العامة (مستخدمي النظام) على الخطة.
- إمكانية التنفيذ.
- يحول كل عنصر من هذه العناصر المذكورة إلى قيم رقمية. كذلك تحول العناصر الفرعية تحت كل عنصر رئيسي إلى قيمة رقمية مشتقة من القيمة الكلية للعنصر الرئيسي. ويراعى أن تحدد قيم العناصر، والعناصر الفرعية في ضوء الأهداف الموضوعة للخطة.
- من المتوقع أن تحصل الخطة المثالية على ١٠٠٪ في تحقيق الأهداف، وتحصل على ١٠٠٪ لكونها خطة لا يحدث عنها تأثيرات سلبية. وليس من المتوقع أن تخفق خطة في الحصول على درجات، وإلا فإن الأساس الذي بنيت عليه يكون خطأ ويلزم إعادة صياغتها ودراستها وإنشائها من جديد.

ترتب الخطط تنازلياً حسب مجموع الدرجات التي حصلت كل منها عليه، بدون الإشارة إلى الحد الأدنى الذي يجب ألاَّ تقل عنه أي خطة. وحصول أي خطة على أقل من الحد الأدنى يعتبر تنازلاً عن أهداف كانت موضوعة، وبالتالي مشاكل معلقة إلى فترة أخرى أو خطة أخرى. والجدول رقم (٤-١) يوضح أمثلة من الأهداف الموضوعة لتقييم خطط النقل.

جدول (٤-١)

أمثلة من الأهداف الموضوعة لتقييم خطط النقل

الأهداف	الأغراض	معايير التقييم	المقيدات
التزويد بنقل اقتصادي	تعظيم معدل الفائدة / التكاليف	معدل الفائدة / التكاليف	معدل الفائدة/ التكاليف
التزويد بنقل كفء	تقليل الاختناقات إلى الحد الأدنى	حجم الرحلة في فترة الذروة	معدل الحجم/ السعة
التزويد بنقل آمن	تقليل الفاقد في حوادث الطريق إلى الحد الأدنى	عدد الحوادث لكل كم تسيره السيارة	معدل الحوادث في السنة المستهدفة في سنة الأساس
تقليل تلويث البيئة	تقليل عوادم السيارات إلى الحد الأدنى	وزن المواد المصاحبة للعادم	الإصدار في السنة المستهدفة أقل من سنة الأساس

٤-٥ التنفيذ

كما أن المخطط يبحث عن الخطة المثالية، أو على الأقل الخطة التي يمكن إيجادها فنياً، فإنه يبحث في إمكانية تنفيذها عملياً. والخطة المثالية التي لا نستطيع وضعها موضع التنفيذ، أو يكون من الصعب تنفيذها فنياً ومالياً تصبح خطة خيالية. ويعتقد الكثيرون من العاملين في مجال التخطيط بأن تحليل المهام الصعبة التي يجب التفكير فيها جيداً تأتي في فترة متقدمة من إعداد الخطة. ومن الأمور التي يجب أن يلتفت إليها المخطط حتى يمكن تنفيذ خطته المقترحة:

- و جود جهاز تنفيذي كفء يتفهم الخطة ويكون قادراً على تنفيذها.
- توفر الأدوات ووسائل التنفيذ اللازمة مثل قانون تخطيط المدن واللائحة المنظمة له كلائحة تخطيط المناطق، لائحة تقسيم الأراضي... وغيره.

وتشمل عملية تنفيذ الخطة على ثلاث خطوات رئيسية هي:

- اعتماد المخططات المعدة من الجهات المسؤولة ومناقشتها في جلسات استماع حرة يحضرها كل من يهمه الأمر سواء من صانعي السياسة أو المجلس البلدي.
- اعتماد البرنامج المالي والزمني والقوى العاملة المطلوبة وذلك من الجهات المعنية.
- إصدار التشريعات اللازمة.
- التنفيذ على الطبيعة.

٤-٦ متابعة الخطة

في النهاية فانه من الضروري التأكيد على أن عملية تخطيط النقل هي عملية ديناميكية مستمرة. فالخطة - بالإضافة إلى كونها مرنة - يجب أن تعدل بصفة مستمرة لتوائم التغيرات في النفقات، واستعمالات الأراضي، والحالات الاجتماعية والاقتصادية، والأهداف المحلية و الإقليمية، وأهداف الدولة.

وتجري عملية المتابعة والتحديث كل فترة زمنية قصيرة قد تصل من سنتين إلى خمس سنوات، حيث تجمع المعلومات وتجري الأبحاث لتحديد مدى الانحراف عن التنبؤات الموضوعة للخطة، والتي بنيت عليها وتعديل مسارها في ضوء النتائج، وذلك حتى يمكن أن تستمر الخطة في تلبية طلبات واحتياجات السكان في المستقبل بكفاءة.

المراجع

- المخطط الاستراتيجي الشامل - المرحلة الأولى، المجلد ١٢، النقل والمواصلات - الهيئة العليا لتطوير الرياض - الرياض ١٤١٨هـ - ١٩٩٧م.
- المخطط الاستراتيجي الشامل لمدينة الرياض - التقارير النهائية، المجلد ٣، استراتيجية النقل - الهيئة العليا لتطوير الرياض - الرياض ١٤٢٤هـ - ٢٠٠٣م.
- إستراتجية النقل، مخططات نقل الركاب والبضائع في المدن السعودية، وزارة الشؤون البلدية والقروية، وكالة الوزارة لتخطيط المدن - الرياض ١٤١٨هـ - ١٩٩٧م.
- مشروع تطوير الإدارة العامة لتخطيط النقل وهندسة المرور، التقرير الفني الثاني- الهيكل التنظيمي، وزارة الشؤون البلدية والقروية، وكالة الوزارة لتخطيط المدن - شوال ١٤٢٣هـ- ٢٠٠٢م.
- الاستراتيجية العمرانية الوطنية، التحليل الفني، وزارة الشؤون البلدية والقروية، وكالة الوزارة لتخطيط المدن، هـ١٤٢٠- ٢٠٠٠م.
- مشروع الدراسات الاستشارية المتكاملة للتخطيط التفصيلي الشامل للمدينة المنورة، المهمة الثانية - المسح المروري وإنتاج نموذج النقل - التقرير الثاني – نموذج النقل، وزارة الشؤون البلدية والقروية، أمانة المدينة المنورة، رجب ١٤١١هـ - يناير ١٩٩١م.
- مشروع دراسة المخطط الإقليمي لمنطقة المدينة المنورة، دراسات النقل والمرور، أمانة المدينة المنورة، محرم ١٤٢٢هـ.
- دراسة النقل الوطني بالمملكة العربية السعودية (سانترا بلان -٢)، المجلد١، تحليل قطاع النقل، المملكة العربية السعودية، وزارة التخطيط، ١٤١٦هـ.
- الدكتور عبد الحميد عبد الواحد، مقدمة في تخطيط النقل الحضري، جامعة قطر، ١٩٨٦م.
- مايكل جي بروتن، مدخل لتخطيط النقل، ترجمة الدكتور عماد أكرم الهاشمي والمهندس رمزي حمدي صدر الدين، جامعة بغداد، مركز التخطيط الحضري والإقليمي، ١٩٨٧م.
- الدكتور سعد الدين عشماوي، تنظيم وإدارة النقل ، الأسس-المشكلات والحلول، القاهرة ١٩٨٥م.
- الدكتور مساعد المسيند، استعمالات الأراضي وتخطيط النقل، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، ٢٠٠٣م.
- موقع وزارة الشؤون البلدية والقروية على شبكة الاتصالات (الإنترنت www.momra.gov.sa).

دلائل الأعمال التخطيطية

١ – دليل المعايير التخطيطية للمناطق الترفيهية للمدن.

٢ – دليل إعداد و تحديث المخطط الهيكلي للقرى.

٣ – دليل إعداد و تحديث المخطط الهيكلي للمدن.

٤ – دليل اعداد وتحديث المخططات الإقليمية.

٥ – دليل الإستعمالات الإقليمية الخاصة.

٦ – دليل المحافظة على التراث العمراني.

٧ – دليل المصطلحات التخطيطية لنظم المعلومات الجغرافية.

٨ – دليل المعايير التخطيطية للخدمات.

٩ – دليل المعايير التخطيطية لمواقف السيارات.

١٠ – دليل تخطيط الأسواق الشعبية.

١١ – دليل تخطيط الخدمات التجارية فى المدن.

١٢ – دليل تخطيط النقل فى المدن السعودية.

١٣ – دليل تخطيط مراكز الأحياء و المجاورات السكنية.

١٤ – دليل تخطيط مراكز المعارض للمدن.

١٥ – دليل تصميم عناصر فرش الشوارع.

١٦ – دليل تفعيل التنمية المستدامة في التخطيط.

١٧ – دليل تنفيذ المخططات الهيكلية للمدن.

١٨ – دليل تنفيذ ومتابعة المخططات الإقليمية.

١٩ – دليل الضوابط التخطيطية للمصانع الزراعية ومشاريع الإنتاج الحيواني.

٢٠ – دليل معالجة و تخطيط الفراغات في المدن.