دار المنظومة
DAR ALMANDUMAH
الرواد في قواعد المعلومات العربية

العنوان:	التنبؤ بالطلب على النقل الحضري : بعض المشاكل التطبيقية وعدم ملائمة نماذجه لواقع الدول النامية
المصدر:	مجلة التواصل في العلوم الإنسانية والاجتماعية
الناشر:	جامعة عنابة
المؤلف الرئيسي:	قنطري، زليخة
مؤلفين آخرين:	بوباكور، فارس(م. مشارك)
المجلد/العدد:	ع35
محكمة:	نعم
التاريخ الميلادي:	2013
الشهر:	سبتمبر
الصفحات:	26 - 46
رقم MD:	744791
نوع المحتوى:	بحوث ومقالات
قواعد المعلومات:	HumanIndex, AraBase
مواضيع:	التخطيط الحضري، التنمية العمرانية، النمو العمراني، الدول النامية، مستخلصات الأبحاث
رابط:	http://search.mandumah.com/Record/744791

© 2021 دار المنظومة. جميع الحقوق محفوظة.
هذه المادة متاحة بناء على الإتفاق الموقع مع أصحاب حقوق النشر، علما أن جميع حقوق النشر محفوظة. يمكنك تحميل أو طباعة هذه المادة للاستخدام الشخصي فقط، ويمنع النسخ أو التحويل أو النشر عبر أي وسيلة (مثل مواقع الانترنت أو البريد الالكتروني) دون تصريح خطي من أصحاب حقوق النشر أو دار المنظومة.

التنبؤ بالطلب على النقل الحضري: بعض المشاكل التطبيقية وعدم ملائمة نماذجه لواقع الدول النامية

زوليخة قنطري [1] وأ. د فارس بوباكور [2]

كلية الاقتصاد

جامعة عباس لغرور–خنشلة [1]، جامعة الحاج لخضر–باتنة [2]

ملخص

يهدف هذا المقال بتعريف نماذج التنبؤ بالطلب على النقل الحضري، من خلال تحديد الأسس النظرية للتخطيط الذي يسمح بالاهتمام بخصائص الطلب على النقل وتحديد مراحل تخطيطه، ثم يتناول أهم النماذج المعتمدة للتنبؤ بالطلب وبعض المشاكل التطبيقية لنماذجه في الدول النامية. وعلى أساسه، قسم هذا المقال إلى ثلاث محاور:

- المحور الأول: يتناول الأسس النظرية لتخطيط النقل الحضري.
- المحور الثاني: يهتم بنماذج التنبؤ بحجم الطلب على النقل الحضري.
- المحور الثالث: يدرس مشاكل تطبيق نماذج التنبؤ بالطلب على النقل الحضري في الدول النامية.

الكلمات المفتاحية: النقل الحضري، تخطيط النقل، حجم الطلب، نماذج التنبؤ، مشاكل التطبيق، الدول النامية.

Résumé

Le but de cet article est de définir des modèles pour prédire la demande sur les transports urbains. Cela se fait en identifiant les fondements théoriques de la planification des transports urbains, et les caractéristiques de la demande sur le transport et en déterminant, ainsi, Les étapes de sa planification. II traite ensuite les modèles importants adoptés pour prédire la demande ainsi que certains problèmes d'application de modèles dans les pays en développement. Pour cela, cet article est traité en trois parties :

1. les fondements théoriques de la planification des transports urbains.

2. Les modèles sur la demande des transports urbains.

3. les problèmes d'application des modèles de prévision de la demande de transport urbain dans les pays en développement.

Mots clés : Transports urbains, planification des transports, demande transport, modèles de prévision, modélisation, pays en développement.

Abstract

The purpose of this paper is to define models predicting demand for urban transport. This is done by identifying the theoretical foundations of planning, and

allows us to focus on its characteristics and all its planning stages. Then we address the most important models adopted to predict demand and some application problems of models in developing countries.

For this end, we covered it into three parts:

1. Covering of some theoretical foundations of urban transport planning.

2. Finding all models for forecasting in urban transport demand.

3. We study the application problems of predictive models of the demand for urban transport in developing countries.

Keywords: urban transport, planning of transport, transport demand, predictive models, application problems, developing countries.

تمهيد

الطلب على خدمات النقل طلب مشتق، يأتي كنتيجة للطلب على السلع والخدمات الأخرى، وهو جزء لا يتجزأ من عملية التخطيط الحضري نظرا لعلاقته الوثيقة بالتكوين العمراني واستعمالات الأراضي التي تعتبر أحد أهم العوامل المولدة للرحلات، يعتبر تطور وتقدم قطاع النقل أحد المؤشرات الدالة على مستوى التنمية العمرانية والتطور الحضير حيث يتم قياس تقدم الدول بتطور وتقدم وسائل ونظم النقل فيها على أساس العلاقة التكاملية بينه وبين جميع القطاعات التنموية الأخير، حيث أن الزيادة المستمر في أعداد السكان بالمدن ومتطلبات الحياة الحضرية الحديثة، تجعل نظم النقل المتاحة تدريجيا غير قادرة على تحقيق مستوى خدمة مناسب لنقل المسافرين، على أساس أن حركة وسائل النقل لها جوانب إيجابية تتمثل في تسهيل حركة النقل إلى مسافات بعيدة بوقت قصير وجوانب سلبية تشمل مختلف المشاكل الناتجة عن انتشار استخدام المركبات كمشكلة الازدحام، مشكلة الحوادث والسلامة المرورية، مشكلة الضوضاء، مشكلة تلوث الهواء، مشكلة الاهتزازات ومشكلة الطلب المتزايد على الوقود وغيها.

من هذا المنطلق تندرج إشكالية هده الورقة البحثية المتمثلة في طرح مختلف المشاكل والصعاب المتعلقة بتطبيق نماذج التنبؤ بالطلب على النقل الحضري في ظل ظروف واقع الدول النامية، منها حالة الجزائر، حيث نجد الهدف الأساسي لعملية التخطيط العام للنقل داخل المدن تهتم بوضع القواعد اللازمة لضمان الاستقرار الدائم لنظم النقل لمجابهة التطور الحضري المستمر، هذا بحسب برامج وأهداف معينة تضمن تلبية حاجات ورغبات المسافرين للتنقل بأمان وبجودة مناسبة، يكون التخطيط العام للنقل كأفضل أسلوب لتحسين الحياة الحضرية بالمدن على اعتبار أنها المتسع الإقليمي لهذه المشاكل.

من أجل معالجة الإشكالية السابقة تم وضع الفرضية التي تعتبر الأكثر احتمالا للإجابة على التساؤل السابق، سيتم اختبار مدى صحة هذه الفرضية من خلال هذه الورقة البحثية، والمتمثلة في: نماذج التنبؤ بالطلب على النقل الحضري المستخدمة في الدول المتقدمة قابلة لاستعمال في الدول النامية.

المحور الأول: الأسس النظرية لتخطيط النقل الحضري

أولا: مفهوم التخطيط

1- تعريف التخطيط: يعرف التخطيط من المنظور العام أنه ([1]): "إحدى وظائف الإدارة أو المدير وأحد مكونات العملية الإدارية، عمل يسبق التنفيذ وبموجبه يتم تحديد الأهداف المطلوب تحقيقها وتحديد الفترة الزمنية اللازمة لذلك، ثم وضع الخطة الكفيلة لتحقيق هذه الغاية، بعد القيام بعملية التنبؤ للتعرف على الظروف والمتغيرات المستقبلية التي قد تحدث في الفترة المقبلة، التي من المحتمل أن تؤثر في سير تنفيذ الخطة، هذا للعمل على مواجهتها"، فالتخطيط يسمح بوضع البرامج للوصول للأهداف المسطرة من خلال عملية التحليل والتقويم والاختيار بين الفرص المتاحة، بحيث يتضمن الاختيار بين البدائل من الأهداف، السياسات، الإجراءات والقواعد مع تحديد الوسائل لبلوغها، التخطيط يشمل التنبؤ بالمستقبل، مع الاستعداد لهذا المستقبل بما يحقق الأهداف، كما أن التخطيط العام للنقل عبارة عن العملية المرتبطة بتحديد ما يجب على مؤسسات القطاع أن تفعله في المستقبل لتحقيق أهدافها، من خلال حشد وتنظيم واستغلال الإمكانيات والموارد لتلبي مختلف الاحتياجات المستقبلية المتوقعة بطريقة فعالة وذات كفاءة اقتصادية، اجتماعية وبيئية.

2. خطوات عملية التخطيط: نشمل عملية التخطيط بشكل عام على الخطوات التالية ([2]): أ-تحديد الأهداف، نقصد هنا الأهداف التنظيمية؛ ب- تحديد البدائل؛ ج- وضع الفرضيات حيث تحدد العوامل المؤثرة على كل بديل، تستلزم هذه الخطوة القيام بتنبؤات معينة مثل: نوع وطبيعة الأسواق في المستقبل، الزيادة المتوقعة في عدد المسافرين، تعريفة الانتفال، تحديد التكاليف الثابتة والمتغيرة، معدل الأجور وغيرها؛ د- تقييم البدائل، يتم ذلك عن طريق دراسة كل بديل ومحاولة التعرف على النتائج التي تترتب على إتباعه بحسب التكلفة، النوع والكمية وعلى ضوء الافتراضات والأهداف؛ هـ- اختيار البديل الأفضل؛ و- عملية تنفيذ الخطة.

3. أنواع الخطط: تتفرع الخطط التنظيمية إلى ([3]): خطط دائمة وخطط تستخدم مرة واحدة.

ثانيا: تخطيط النقل الحضري

تتطلب دراسة وتحليل الأسس النظرية لعملية تخطيط النقل الحضري التعرض لخصائص الرحلات، تحليل عملية تخطيط النقل الحضري في حد ذاتها وتحديد مراحلها والتعرض لأهم الفرضيات الأساسية لهذه العملية.

1. **خصائص الرحلات**: عند تخطيط مشاريع النقل يسعى المخطط للتعرف على خصائص تحركات المسافرين داخل المدينة موضع الدراسة، يقصد بالرحلة هنا الطرق بين نقطين (بداية ونهاية الرحلة) التي يقطعها المسافر لغرض معين، في وقت معين، بوسيلة نقل معينة لهذا فإن الرحلات يمكن تميزها من حيث: الغرض، التكرار، وسائل النقل المستخدمة، التوقع الجغرافي، التوقع الزمني وللوصول إلى تخطيط منطقي يحوى خصائص ورغبات المسافرين، يسعى المخطط أيضا لدراسة تأثير المسافر من حيث (السن، الجنس، الوظيفة، المستوى التعليمي...) في تولد هذه الرحلات، على ذلك فإن خصائص الرحالات يمكن شرحها حسب العناصر التالية ([4]):

- أغراض الرحلة، العمل، التعليم، مقابلات عمل، تأدية المصالح الشخصية، التنزه وقضاء أوقات الفراغ.

تكرار الرحلات، يعبر عن تكرار الرحلات بمتوسط عدد الرحلات التي يقوم بها المسافر في اليوم الواحد (رحلة/ مسافرا يوم)، تختلف أعدادها لكل مواطن حسب السن، الجنس، المستوى الاجتماعي وتنوع أغراض الرحلات.

- توزيع الرحلات على وسائل النقل، يحتاج المخطط إلى بيانات عن أعداد الرحلات التي يقطعها المواطنين يوميا بالوسائل المختلفة: على الأقدام، النقل العام، النقل الخاص، يتوقف اختيار المواطن لوسيلة نقل ما على عوامل كثيرة منها: السن الجنس والوضع الاجتماعي، مستوى الخدمة بالنقل العام، ملكيته لسيارة خاصة، تكاليف وزمن الرحلة، توافر أماكن الانتظار، غرض الرحلة.

- التوزيع الجغرافي للرحلات، يقصد بالتوزيع الجغرافي للرحلات تحديد عدد الرحلات بين مراكز الحركة المختلفة (خلايا النقل) بالمدينة موضوع الدراسة وهذا لكل وسيلة نقل ولأغراض الرحلات المختلفة.

- التوزيع الزمني للرحلات، إن تحليل التوزيع الزمني للرحلات يوضح قلة عددها خلال أيام العطل ونهاية الأسبوع، عند زيادتها ساعات الذروة اليومية.

2- عملية تخطيط النقل الحضري: ساهمت مشاكل الحركة الحضرية المتجسدة في الكثافة المرورية الناجمة عن الاستخدام المتزايد للمركبات في خلق أزمة مرورية وسط المدن الكبرى، الأمر الذي استوجب التنبؤ بالطلب المتوقع على الحركة بالاعتماد على نماذج رياضية وإحصائية من أهمها معامل النمو الهندسي، الزيادة الخطية المنتظمة ونموذج التطور المنطقي وغيرها (سنعود لشرح هذه النماذج لاحقاً)، حيث نجد أنه منذ منتصف القرن الماضي لوحظ تطور ملموس في هذا الميدان يتضح من خلال التجربة الأمريكية والأوروبية لحل مشاكل النقل، حيث نجد الولايات المتحدة الأمريكية قد عمدت عند مجابهة الازدحام في الشوارع إلى فتح شوارع أخرى وباتجاهات إضافية لتقليل من حده هذه المشكلة وكانت حداثة المدن تسمح بذلك، بينما نفس المشكلة لم تواجه بنفس الطريقة في الدول الأوروبية وإنما تمت من خلال ما يعرف بتخطيط النقل الشامل، المتضمن النقاط التالية [5]: تطوير حركة النقل العام؛ تطوير شبكة النقل من خلال فتح شوارع جديدة أو توسيع الشوارع القائمة؛ سن القوانين ووضع القيود للسيطرة على حركة المركبات وغيرها، كونت هذه الأبحاث مجتمعة الفرضيات والمبادئ الأساسية لعملية تخطيط النقل الحضري، من بين طرق التخطيط في ذلك الحين لتخفيف ازدحام المرور كانت تتم من خلال توسيع شبكات النقل وتحسينها واتجهت جهود المختصين بصفة رئيسية إلى تطوير برامج الاستثمارات الرأسمالية طويلة الأجل في الطرق وأنظمة النقل العام، على أساسه تم تقدير حجم الطلب على السفر لفترات زمنية مختلفة، ليتم بعدها تصميم الطاقات المطلوبة لمواجهة الطلب من أجل حل المشاكل المختلفة الناتجة عن نمو الحركة المرورية، بناء على تجارب الدول المتقدمة [6]، سابقة الذكر، يعتمد على تخطيط بعيد المدى، أو على التخطيط قصير المدى[7]، حيث يغطي التخطيط البعيد المدى فترة زمنية طويلة، يتناول الأهداف العامة ولا يدخل في التفاصيل، هذا يتطلب القيام بمشاريع جذرية مكلفة وتغيرات أساسية في استعمالات الأرض وحركة النقل، من هذا المنطلق فإن الاستخدامات المطلوبة لإحداث مثل هذا التغيير يتطلب إعداد الدراسات وتعميم المقترحات في نواحي متعددة قبل الوصول إلى الحلول المثلى، بينما يتناول التخطيط قصير المدى إجراءات قليلة التكلفة لتحسين الأوضاع

الحالية والاستفادة من الإمكانات المتوفرة إلى أقصى حد ممكن لوضع النقل واستعمالات الأرض المخصصة له، فهو إذا يتجسد في حسن إدارة المرور والتي قد تتضمن النواحي التالية: تحديد اتجاهات السير من خلال استخدام الإشارات المرورية والإضاءة المناسبة؛ تحديد السرعة على الشوارع وإظهار مسارات الشاحنات؛ إنشاء مواقف للمركبات؛ إنشاء ممرات للراجلين وأنفاق أو جسور معلقة فوق الشوارع؛ خلق التوعية المرورية وغيرها.

3. طرق تخطيط النقل الحضري: تعكس عملية تخطيط النقل التطور السريع الذي عرفته البنية الحضرية، المعتمدة على كفاءة الحركة، تقدير نماذج استخدام الأرض في المستقبل والمرتبطة بنماذج التنبؤ بالطلب على النقل الحضري، حيث يعتمد تخطيط النقل الشامل على معرفة الوضعية المرورية المستقبلية التي تعتمد على الأسلوب التفصيلي لمعرفة واقع النقل وانطلاقاً منه يتم التعرف على العوامل المؤثرة عليه ومن ثم توضح العلاقة بين المتغيرات التخطيطية لهذا الواقع الذي يمكن التعامل معه لبناء الصورة المستقبلية للوضع المروري الذي يضم العناصر الموالية [8]: القاعدة المرورية وتعبر عن المرور الحالي الناتج عن خواص المدن والسكان وفرص العمل؛ نمو المرور الاعتيادي والمتمثل في النمو الناتج عن استعمالات الأرض الموجودة في المدينة بسبب زيادة السكان أو فرص العمل؛ نمو المرور المتولد وهو ناجم عن زيادات سكانية طارئة؛ نمو المرور الناجم عن تطور شبكة النقل، ونرى أن أفضل الأساليب لقياس الوضع المرور المستقبلي يكون بتقسيم المدن إلى مناطق عدة أو إلى خلايا التي تنطبق في غالب الأحيان حدودها مع الحدود الإدارية للأحياء داخل المدن، ومن خصائصها تجانس الخلية من حيث طبيعة استعمالات الأرض والمستوى الاجتماعي لسكنها وأن لا يزيد عدد سكانها عن خمسين ألف ولا يقل عن ألفين ساكن إلا أنه من الصعب وضع قواعد عامة لتقسيم مدينة ما لخلايا نقل نظراً لاختلاف التخطيط العمراني لكل مدينة كما أن تحديد مساحة كل خلية تتطلب الدقة حسب ما يقتضيه مخطط النقل، ثم يليها إتباع مراحل التخطيط العام للنقل.

4- الفرضيات الأساسية لتخطيط النقل الحضري: لتحديد العلاقة التفاعلية بين النقل واستخدام الأرض، استعمال النماذج الضرورية لذلك، يجب الاعتماد على علاقتين أساسيتين وهما:

أ. التنبؤ بالوضع المروري كدالة لاستخدام الأرض والنقل: يقصد منه التنبؤ بحجم المرور داخل منطقة الدراسة وعبر المحيط الخارجي؛ التنبؤ بحجم المرور لتصنيف وسائط النقل؛ إجراء إحصاءات لوسائل نقل البضائع والمسافرين من حافلات كبيرة وصغيرة؛ توفير إحصاءات أخرى حول سيارات الأجرة؛ التنبؤ لمواقف المركبات؛ الاستفسار عن الرحلات التي يقصدها الركاب من خلال مواقف الركوب ومواقف السيارات؛ التنبؤ بوقت الرحلات؛ التنبؤ بشبكة النقل؛ تعداد المرور في المحطات الدائمة والمؤقتة وتصنيف وسائل النقل؛ التنبؤ بحجم الأسر لتحديد الخصائص؛ التنبؤ بحجم القوى العاملة في الأسر؛ التنبؤ بأغراض الرحلات وغيرها.

ب. التنبؤ باستخدام الأرض كدالة في نظام النقل: تأخذ استعمالات الأرض لأغراض النقل، بعين الاعتبار، تقسيم المدينة إلى مناطق ومن ثم تقدير استعمالات الأرض الحضرية وتقديرات لنمو حركة النقل عليها، يتم التنبؤ باستعمالات الأرض باستخدام الأساليب الرياضية ومعدلات النمو لتطبق على ما هو موجود حالياً لتنبؤ المستقبلي لكثير من العوامل كالسكان

واستعمالات الأرض السكنية ومناطق الصناعة والتجارة، لكن بتطبيق هذه الأساليب على موضوع النقل برز نوعين من المشاكل:– إن نسبة النمو ثابتة في مختلف مناطق المدينة، مع ذلك فإن هذا الأسلوب يطبق على إجمالي فعاليات المدينة؛ – أن المناطق الجديدة لا يمكن معرفة نسبة زيادة الأنشطة (الفعاليات) فيها على الرغم من وجودها في الواقع، في حين نجد أنه من الأساليب الحديثة في تخطيط النقل ذلك الأسلوب الذي ينظر للمدينة على كونها موقع تتم فيه الفعاليات حيث ينتقل الفرد بين فعالية وأخرى مما يتوجب الربط بين الفعاليات التي تتولد عنها الحركة، بحيث تبرز الفعاليات من خلال استعمالات الأرض، هنا تظهر الحركة المرورية، إذا استعمالات الأرض دالة للحركة وهذا يعني ظهور عملية المرور، أما عن تحقيق الموازنة بين الفعاليات والحركة فتتم من خلال أسلوب [9]: المشاهدات المنتجة، التي تتطلب المقاربة بين المشاهدات والتوقعات بحيث:

$$\text{Traffic (T)} = K .(\text{Activites}) A$$

حيث أن: T الحركة المرورية، K مقدار ثابت، A الفعاليات.

بعدها تأتي دراسة باقي الفعاليات النقل المتمثلة بتولد الرحلات، توزيع الرحلات، توزيع الرحلات حسب الوسائل وتحديد المسالك التي لها أساليبها الخاصة سواء من خلال معامل النمو أو النموذج الانحدار أو نموذج الجاذبية.

لقد جاءت فرضيات تخطيط النقل نتيجة التجربة والخبرة، المتضمنة [10]: نماذج النقل واقعية، قابلة للتنبؤات طويلة الأجل؛ الطلب على الحركة الحضرية مرتبط بكثافة استخدام الأرض وتوزيعها التي يمكن تقديرها بدقة في المستقبل؛ لا يمكن تقدير مستقبلاً ما تقدمه أية وسيلة بمعزل عن وسائل النقل الأخرى؛ تنمية قطاع النقل ما هو إلا جزء من عملية التنمية الحضرية الشاملة؛ عملية تخطيط النقل متواصلة وتستوجب التطوير المستمر.

في هذا السياق نجد أن التخطيط لتحليل الطلب على خدمات النقل يفترض أن المستقبل لا يختلف عن الماضي، فيما يتعلق بكل من سلوك المستفيد من السفر، تكنولوجيا النقل، استخدامات الأرض والتفاعل بين النقل والأرض، في حين أن الواقع يكتنفه التغير في كل هذه المجالات.

ثالثاً: مراحل تخطيط النقل الحضري

التخطيط الشامل للنقل بالمدن يتم على مراحل، نذكرها فيما يلي:

1. مرحلة جمع وتحليل البيانات: هذه المرحلة تشمل تجميع البيانات حول تدفق المرور، استخدام الأرض، الخصائص الاقتصادية والاجتماعية للسكان في منطقة الدراسة ولعدة فترات زمنية، تعتبر هذه المرحلة مكلفة مالياً وتتطلب جهود معتبرة لتوفيرها، إلا أنها ضرورية وهامة، من خلاله يمكن تحديد:

الهدف من جمع البيانات، التعرف على الاحتياجات اليومية للتنقل.

تحديد المنطقة موضوع الدراسة وتقسيمها لخلايا النقل، غالباً ما تمتد خارج الحدود الإدارية للمدينة لتشمل المناطق المجاورة التي تؤثر على رحلات الأفراد وعلى نظام النقل بالمدينة قيد الدراسة.

نوعية البيانات، تتضمن الآتي: بيانات عامة وبيانات عن التكوين الحضري التي تشمل على (استعمالات

الأرض، التطور الحضري، اليد العاملة، الأوضاع الاجتماعية والاقتصادية وغيرها).

2. مرحلة التنبؤ بتطور نظام النقل: التنبؤ بالتطور المنتظر لنظم النقل يتطلب مراجعة خطط التنمية على مستوى الوطن للتعرف على السياسات الجديدة للدولة في جميع المجالات، مراجعة خطة التنمية المحلية للتعرف على التغيرات المنتظرة بالمنطقة موضوع الدراسة، تتم هذه المرحلة على خطوتين [11]:

الخطوة الأولى: التنبؤ بنمو نظام النقل، لتقدير النمو المنتظر للعناصر المختلفة التي تؤثر تأثيراً مباشراً أو غير مباشر على نظام النقل بالمنطقة موضوع الدراسة مثل: عدد السكان، ملكية السيارات، العمالة، الهجرة للمدينة الحوادث وغيرها، تستعمل طرق عديدة، يتوقف اختيار الطريقة المناسبة على الهدف من التخطيط، مدى الثقة في البيانات المتاحة والظروف الخاصة بالمدينة، من أهمها:

أ. طريقة الزيادة الخطية المنتظمة: حسب هذه الطريقة يفترض أن قيمة العنصر Y مع الزمن T يكون منتظماً ويأخذ شكل الخط المستقيم. يمكن الحصول على قيمة العنصر Y_t في العام t من العلاقة:

$$\mathbf{Yt = Y0 + C . (t\ 1– t0)}$$

حيث: C يساوي مقدار النمو المنتظم السنوي $C =(Y_1- Y_0) /(t_1- t_0)$

ب. طريقة معامل النمو الهندسي: فيما تكون الزيادة غير مستقيمة، وتستخدم العلاقة:

$$\mathbf{Yt = Y0 . (1 + p)n}$$

حيث: $n= t_1 – t_0$

P يعادل معامل الزيادة وهو عبارة عن: $\mathbf{p = 100[(Y1 / Y0)1/n – 1]}$

ج. طريقة التطور المنطقي: تستخدم هذه الطريق للتنبؤ بعدد السيارات بالمدن، حتى لا يتأثر انسياب المرور بموجبها بشكل سلبي، تستخدم هنا العلاقة الرياضية التالية:

$$\mathbf{Yt = Ymax / 1 + e^{a-b.t}}$$

حيث: a; b عبارة عن ثوابت يمكن الحصول عليها من التحليل الإحصائي "الارتباط والانحدار"، تستخدم أيضاً لتحديد الانسياب عند التقاطعات [12].

الخطوة الثانية: التنبؤ بخصائص رحلات المستقبل وتحديد نماذج المناسبة للنقل، إن الخطوة الثانية تكمن في التنبؤ بخصائص الرحلات، التي يتوقف عليها وضع قواعد التخطيط الشامل لتحقيق هذا الهدف يستخدم في الغالب ما يعرف بنماذج النقل، يعرف النموذج على أنه تبسيط مفيد لواقع حال معقد...[13] أو أنه تصميم تجريبي يعتمد على نظرية [14]، أما عن نموذج النقل فهو عبارة عن تمثيل نظري عن طريق المعادلات الرياضية لظاهرة واقعية ما، مثل تولد الرحلات من خلايا النقل بدلالة المتغيرات المتوقع أن يكون لها أثر في تغير قيمتها، أو بدلالة المتغيرات التي يعتقد أنها تتسبب في نشأة هذه الظاهرة، هذه النماذج تصف العلاقة بين المتغيرات الأساسية والمتغيرات غير الأساسية، فكلما تغيرت هذه الأخيرة تغيرت قيمة المتغيرات الأساسية فأمكن بذلك التنبؤ بقيمها، من أهم الشروط الواجب توافرها في نماذج النقل نذكر:

المتغيرات غير الأساسية "المستقلة" يجب أن تكون مرتبطة ارتباط منطقياً بالمتغير الأساسي "التابع"؛ إمكانية التنبؤ بقيم المتغيرات غير الأساسية؛ ارتباط دقة النموذج بالدقة المطلوبة من التخطيط؛ الثقة في البيانات المتاحة؛ مدى الكفاءة في اختيار النموذج المناسب، بعد كل ذلك يتم وضع النموذج الذي يعتبر المفتاح للتنبؤ بالطلب على خدمات النقل، هنا لابد من معرفة حاجات شبكات الطرق من توسيع وتطوير أو بناء طرق جديدة وملحقاتها، فضلاً عن إعداد المركبات المناسبة لإشباع الطلب المستقبلي، هناك نماذج متعددة تستخدم في هذا الميدان نذكر أهمها: النماذج لوصف سلوك النقل والطلب عليه؛ نماذج تهتم بالعوامل المؤثرة على طلب النقل التي تهتم بتطور استعمال الأرض والآثار البيئية؛ نماذج تهتم بخصائص تكنولوجيا النقل، المتمثلة فيما يلي:

أ. نماذج الانبثاق والجذب: نموذج الجذب يستعمل لتحديد عدد الرحالات المتولدة من كل خلية نقل بالمنطقة موضوع الدراسة كذلك عدد الرحالات المنجذبة لكل خلية لجميع أغراض الرحلات، كل على حدا، في الفترات الزمنية المختلفة لليوم الواحد، دون أن يؤخذ في الاعتبار مقصد هذه الرحلة كما تستخدم هذه النماذج لتحديد عدد الرحلات الداخلية بكل خلية، تستخدم النماذج الرياضية لحساب عدد الرحلات المتولدة في منطقة حضرية معينة وترتبط بالعديد من الخصائص التي تحدد القيام بالرحلة مثل دخل الأسرة وهيكلها ومعدل ملكية السيارة التي تسهل إمكانية القيام بالرحلات التي يصعب تنفيذها بوسائل النقل العام، أن حجم وتركيبة الأسرة تؤثر في توليد الرحلة، كما يعتبر عدد العاملين بالأسرة محدداً آخر لنشوء الرحلة، يأخذ هذا النموذج الصيغة الرياضية التالية (15):

$$Ti = aPi + bLi + c$$

حيث أن: Ti يمثل عدد الرحلات اليومية التي تولدها المنطقة Pi, i يمثل عدد السكان القاطنين في المنطقة Li, i متوسط دخل سكان المنطقة abc, i ثوابت يجب تقديرها.

ب. نموذج توزيع الرحلات بين القطاعات: نموذج توزيع الرحلات بين القطاعات المختلفة، يتضمن معلومات عن أصل ومقصد كل رحلة لكل فترة زمنية معينة، يتم التعبير عن ذلك بموجب العلاقة الرياضية التالية (16):

$$Tij = Ai\ Bi\ Oi\ Di + f\ (Cij)$$

حيث أن: Tij عدد الرحلات من المنطقة i إلى المنطقة Ai Bi, j عوامل ثابتة، Oi عدد الرحلات المتولدة في المنطقة Di, i عدد الرحلات المجذوبة إلى المنطقة Cij, i التكلفة العامة للانتقال من المنطقة i إلى المنطقة j.

نستنتج أن النموذجين السابقين (الانبثاق والجذب، توزيع الرحلات بين القطاعات)، من السهل تطبيقهما نظراً لكون المعلومات والبيانات لقياسهما من السهل جمعها، تهدف هذه المرحلة إلى معرفة نسبة الرحلات المجذوبة إلى إقليم معين من إجمالي الرحلات المتولدة في إقليم آخر، يمكن التعبير عن هذا الوضع بمصفوفة بحيث تظهر أسطرها أصل الرحلات أما الأعمدة فتظهر اتجاه الرحلة "المقصد" وتفيد هذه المصفوفة لمعرفة درجة كثافة الاتصال بين مختلف الأقاليم المكونة للمدينة، من النماذج الأخرى في هذا المجال التي لا يتسع المجال لذكرها، نموذج تحديد المرور على الشبكة ونموذج توزيع الرحلات بين وسائل النقل العام والخاص.

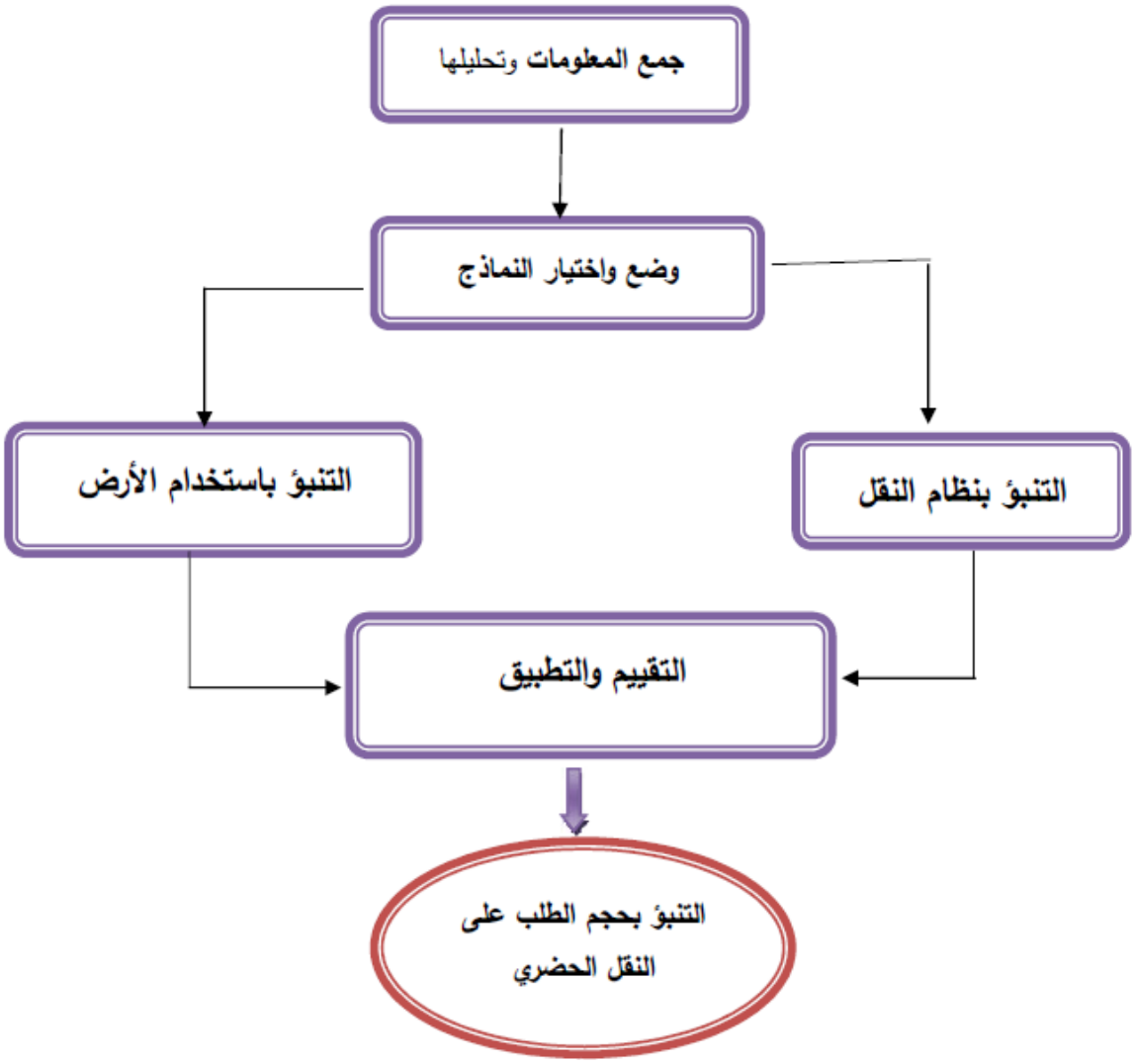
3. مرحلة التنبؤ باستخدام الأرض: المرحلتين السابقتين من مراحل تخطيط النقل لا تسمح بتحديد رؤية واضحة للطلب المستقبلي على النقل، فمن الضروري دراسة استخدامات الأرض والتنبؤ بمستقبلها بشكل واضح، لاسيما أن هذه العملية يشوبها العديد من المشاكل، من أهمها:

– صعوبة التنبؤ بكل ما يتعلق بالسكان، على اعتبار أنه عرضة للتغير المستمر، حيث يتأثر الطلب على استخدام الأرض بحجم السكان، التوزيع الجغرافي للسكان.

– صعوبة تحديد الرحالات إلى العمل، على اعتبار أنه من أهم مكونات الطلب على النقل الحضري، مما يدعو إلى التنبؤ بتركيب فرص العمل وأماكنها التي تتأثر بدورها بالأحوال الاقتصادية والاجتماعية.

4. مرحلة التقييم والتطبيق: يتم في هذه المرحلة تقيم الخطط البديلة واختيار الأفضل، الشكل الموالي يوضح مراحل تخطيط النقل الحضري:

الشكل رقم (1): مراحل تخطيط النقل



المصدر: من إعداد الباحث، بالاعتماد على مراحل تخطيط النقل سابقة الذكر، حيث تعتبر المرحلة الأولى الخاصة

بجمع المعلومات من أهم مراحل تخطيط النقل وتليها مرحلة وضع واختيار النماذج ذات الطابع الرياضي المعقد، وإسقاطها على واقع معاش أكثر تعقيد، هذه المراحل المترابطة فيما بينها فلا يمكن مثلاً وضع النماذج أو اختيارها دون جمع المعلومات أو دون التقييم والتطبيق أو حتى الاستغناء عن مرحلة التنبؤ باستخدامات الأرض، على ضوء ما سبق نجد أن عملية تخطيط النقل بوجه عام تحتاج إلى تضافر الجهود للعديد من الجهات الإشراف والتنفيذ، أهم ما في هذه المرحلة التقييم الاقتصادي التي بدورها تعتمد على العائد والتكلفة الخاصة بنشاط النقل.

المحور الثاني: التنبؤ بالطلب على النقل الحضري

أولاً: الطلب على النقل الحضري

1- خصائص الطلب على النقل: تختلف خصائص الطلب على النقل الحضري باختلاف أنماط الحياة في المدن، غير أن هذا الاختلاف لا ينفي وجود مميزات عامة مشتركة للطلب على النقل ويتميز بالتعددية بسبب اختلاف أغراض الرحلات الأمر الذي جعل سوق النقل الحضري يتضمن:

أ. سوق الرحلات الإلزامية: يتضمن هذا السوق عدة أنواع من الرحلات نذكرها فيما يلي:

- ✓ الرحلات من وإلى مراكز التعليم، تتركز في أوقات الذروة، الطلب عليه يكون غير مرن.
- ✓ الرحلات من وإلى العمل تتضمن ساعات الذروة حيث تعمل وسائل النقل بكامل طاقتها، الطلب يكون غير مرن وقليل الحساسية لسعر الخدمة.
- ✓ الرحالات التي تتم أثناء العمل تشمل رحلات المهنيين والفنيين، المراسلين ورجال الأعمال... الخ.

ب. سوق الرحلات الاختيارية: يمكن إجمالها فيما يلي:

- ✓ رحلات التسوق يتسم الطلب عليها بالمرونة، كما تتصف بعنصر الزمن الأقل أهمية من الرحلات الإلزامية، تشمل رحلات لشراء وغالباً ما تحدث خارج أوقات الذروة خاصة في المدن المزدحمة.
- ✓ رحلات إلى أماكن التسلية والاستجمام؛ رحالات بغرض تلبية العلاقات الاجتماعية إضافة لحركة مركبات نقل البضائع وتوزيعها داخل المدن(17).

2- العوامل المؤثرة على طلب النقل الحضري: يتأثر الطلب على أية سلعة بسعرها وبأسعار السلع الأخرى البديلة، المكملة، دخل المستهلكين وأذواقهم حسب النظرية الجزئية، لعل هذه العلاقة غير واضحة في سوق النقل بسبب خصائصه المختلفة عن سوق السلع ذلك أن السعر في سوق النقل لا يتضمن التعريفة المدفوعة مقابل الانتفاع بالخدمة فحسب، لكنه يشمل تكاليف أخرى منها تكاليف الراحة، الوقت، الانتظار والأمان التي تجتمع لتكوين التكلفة العامة لخدمة النقل وإن الدخل الفائض عن حد الكفاف هو المؤثر في طلب الأفراد على الحركة، وليس الدخل الكلي، كما يؤثر في مستوى ملكية السيارة، كلما كان الدخل مرتفع كلما كان النقل العام خدمة رديئة وفق ما أظهرته تجارب مختلف الدول، فتتفاعل مجموعة من العوامل بشكل معقد لتؤثر على مستوى الطلب على النقل، من الصعب حصر كل هذه العوامل وتحديد مدى

تأثيرها [18]، من أهم هذه العوامل نذكر [19]: توزيع السكان وكثافتهم؛ الانتشار الجغرافي للمدينة؛ زيادة الأنشطة الصناعية والتجارية؛ ارتفاع مستويات الدخول؛ التقدم التكنولوجي؛ الحدود السياسية.

ثانياً: نماذج التنبؤ بالطلب على النقل الحضري

1– شهدت السنوات الأخيرة محاولات واسعة النطاق لمعالجة النماذج القياسية الخاصة بالطلب على النقل الحضري، إذ ألقت تطبيقات الاقتصاد القياسي الضوء على الصعوبات التي تواجه عملية بناء نموذجاً للتنبؤ بالطلب، الذي من شأنه توفير رؤية جيدة وصحيحة للآثار المختلفة لبدائل السياسة، أن قرارات التخطيط الناجحة تحتاج معلومات دقيقة عن العلاقات الكمية بين رحلات النقل والعوامل المؤثرة فيها مع العلم أن أنظمة النقل تتميز بطبيعة خاصة ومعقدة، من الملاحظ أن متغيرات النموذج، كالمتغيرات الخارجية الدخل، الذوق التي تتحدد خارج نظام النقل، كما أن للسعر مفهوماً واسعاً في مجال النقل، تحقق الإنتاج (طن/ كم أو مسافر/ كم) عند نقطة من شبكة الطرق قد يعكس أهدافاً مختلفة بين مسافر وآخر أو ناقل و آخر وغيرها من العوامل...، فمن أجل تبسيط هذه التعقيدات والصعاب التي تكتنف نشاط النقل، يمكن تقديم نموذج مطبق في الدول المتقدمة للتنبؤ بالطلب على النقل الحضري مثل النماذج الجزئية والنماذج الكلية، حيث يمثل النموذج التالي أحد النماذج الكلية المطبقة في إنجلترا للتنبؤ بالطلب على النقل بالحافلات ويأخذ الشكل التالي[20]:

$$QD = AP\ B\ Mc\ (Dt - dv)$$

حيث أن: Q_D عدد الرحلات بالحافلة، P سعر التذكرة، M المسافة المقطوعة بالحافلة/ كم، Dt وقت الرحلة، Dv متغير في المعادلة يأخذ قيمة عددية محصورة بين الصفر والواحد الصحيح، تعبر عن الاختلاف في الفصول.

تطبيق هذا النموذج يستوجب دراسة تطور بعض المتغيرات التي تؤثر على هذا النموذج ومن بينها [21]: تطور عدد السكان؛ نمو ملكية السيارات؛ تطور عدد المسافرين وحجم الإيرادات لكل حافلة حسب الكيلومترات المقطوعة؛ تطور الدخل الكلي للمنطقة قيد الدراسة، في هذا الإطار هناك ثلاث أنواع من النماذج القياسية الممكن استخدامها بشكل عام من أجل تحديد العوامل المؤثرة في الطلب على النقل والتعرض لأهم النماذج الخاصة بتطوير واستخدام الأرض والآثار البيئية، السابق ذكرها، التي نحاول دراستها على النحو الآتي:

1. نماذج التتابع: تهدف إلى التنبؤ بالطلب على النقل من خلال تبسيط درجة التعقيد في نظام النقل عبر تقسيم النموذج إلى أربعة نماذج جزئية [22]:

أ– نموذج الانطلاق– والوصول: يسعى هذا النموذج إلى التنبؤ بعدد الرحلات التي تبدأ وتنتهي في مناطق جغرافية محددة مسبقاً داخل منطقة الدراسة.

ب– نموذج التوزيع: يهتم بتوزيع العدد الكلي للرحلات على نقاط الانطلاق والوصول لكل منطقتين من المناطق الحضرية.

ج– توزيع وسائل النقل: يهدف هذا النموذج إلى معرفة تدفق المرور بين منطقتين مختلفتين من أجل تحديد وتوزيع

حجم المرور على مختلف وسائل النقل الموجودة والمتوفرة فعلاً.

د. التوزيع على مسارات شبكة الطرق: يهدف هذا النموذج إلى توزيع حجم المرور على كل مسار من مسارات الشبكة، على أساس معايير معينة، فقد تخصص مسارات للنقل العام وأخرى للنقل الخاص، يسبقه عادة نموذج للتنبؤ باستخدام الأرض لأن استخدام الأرض يتأثر بظروف قطاع النقل، فإنه لا يمكن التنبؤ باختيار وسيلة النقل دون معرفة مستويات الازدحام وهي عملية معقدة في الواقع، تعتمد نماذج نهاية الرحلة على تقدير كل المعلومات الخاصة بالأسر، وفق أسلوبية مختلفين:

أسلوب الانحدار المتعدد، يرتبط هذا النوع من الناحية الإحصائية، بعدد رحلات الأسرة، المعتمدة على الخصائص الاقتصادية والاجتماعية (الدخل، عدد أفراد الأسرة، تركيبها الهرمي، الحالة الاجتماعية والبيئة التي يعمل في إطارها الفرد).

أسلوب التحليل الطبقي، يعتمد على تكوين مصفوفة متعددة الأبعاد، يمثل كل بعد فيها عن متغير اقتصادي أو اجتماعي مرتباً إلى عدد من الفئات الطبقية، (من حيث ملكية السيارة أو من حيث الموقع السكني)، يتم التنبؤ بعدد الأسر الواقعة بكل فئة حسب تاريخ نشوء الرحلة بمتوسط الرحلات التي تقوم بها تلك الفئة، من ثم التنبؤ بالعدد الكلي للرحلات في منطقة معينة بنفس الطريقة.

2– نماذج توزيع الرحلات: إن نماذج توزيع الرحلات تتضمن نوعين أساسيين:

النوع الأول: نماذج معامل النمو، يعتمد على عدد الرحلات من نقطة الانطلاق إلى نقطة الوصول مع تحديد نهاية الرحلة، التي تمثل قيداً على العدد الكلي للرحلات القادمة والمغادرة من وإلى منطقة معينة، يصعب في الواقع الاعتماد على هذه النماذج، لأنها تعتمد على مراقبة ودراسة سلوك فئات لأسر مما يزيدها تعقيداً، من الصيغ الرياضية المستعملة في هذا المجال نذكر[23]:

$$Q_i = Q_1^0 \cdot X_{1i} / X_{1i}^0 \cdot X_{2i} / X_{2i}^0 \cdot \ldots\ldots\ldots X_{ni} / X_{ni}^0$$
$$Z_i = Z_i^0 \cdot X_{1i} / X_{1i}^0 \cdot X_{2i} / X_{2i}^0 \cdot \ldots\ldots\ldots X_{ni} / X_{ni}^0$$

حيث: أن Qi عبارة عن عدد الرحالات المنبثقة من الخلية i في التاريخ الذي يراد التخطيط له.

Qi^0 عبارة عن عدد الرحالات المنبثقة من الخلية i في وقت جمع البيانات.

Zi عبارة عن عدد الرحالات المنجذبة إلى الخلية i.

X_{1-n} عبارة عن المتغيرات الغير أساسية (المؤثرات على الانبثاق أو الجذب للخلايا) التي اختارها المخطط للنموذج.

النوع الثاني: نماذج الجاذبية، تعتبر نماذج الجاذبية في التخطيط الحضري والإقليمي أسلوب مطور لقانون الجذب من أجل التنبؤ بمستوى السكان، حجم اليد العاملة في مكان ما، التنبؤ بعدد الرحلات بين مناطق العمل والسكن أو الأسواق وما يتعلق بكل أمور النقل من حيث الوسائل، الوقت المخصص للرحلات، التكلفة، حجم الطلب على تلك

الوسائل والحيز المكاني لوقوفها [24]، يعكس هذا النموذج الجاذبية النسبية للمقاصد المختلفة والمعايير التي تقدر الصعاب الناجمة عن الطبيعة المميزة لنظام النقل.

في السابق كان نموذج الجاذبية يتحدد عن طريق حجم السكان، بمعنى أن حجم السكان هو الذي يحدد العوامل الجاذبة للرحلة، أما حسب الدراسات الحديثة أدخل العديد من المتغيرات الضمنية التي تختلف حسب غرض الرحلة، كمسافة الرحلة التي أعطت صوراً مختلفة لقياس التكلفة العامة في صناعة النقل.

يأخذ النموذج الرياضي للجاذبية، في شكله العام الصورة الآتية:

$$Fij = Kij \cdot Qi \cdot Zj \cdot Wij^{-y}$$

حيث: Wij عبارة عن الرحلة من المصدر i إلى الهدف j، (زمن الرحلة مثل y عبارة عن معامل حساسية المقاومة (y= 1) عادة -i= 1، Kij عبارة عن معامل اتزان النموذج يمكن حسابه من العلاقة الآتية:

$$F_{ij} = K_{ij} \cdot Q_i \cdot Z_j \cdot W_{ij}^{-y}$$

حيث:WIJ عبارة عن الرحلة من المصدر i إلي الهدف j، (زمن الرحلة مثل y عبارة عن معامل حساسية المقاومة (y=1) عادة i=-1 ، Kij عبارة عن معامل اتزان النموذج يمكن حسابه من العلاقة الآتية:

$$Kij = 0.5 \ (1 / \Sigma i = 1\text{-}n \ Qi \cdot Wij^{-y} + 1 / \Sigma i = 1\text{-}n Zj \cdot Wij^{-y}$$

هذا النموذج يقوم على افتراض أن القائمين بالرحالات يتنافسون على عدد محدود من الفرص المتاحة في منطقة معينة، هذه الرحالات تكون مستقلة عن نظام النقل كرحالات المدارس والعمل التي تعتبر متغيرات خارجية، تهدف بشكل عام إلى تقدير عدد الرحالات بين كل منطقتين حضريتين، أما فيما يتعلق بتوزيع أو تخصيص النقل على الشبكة، فيتم من خلال توزيع تدفقات المرور على المركبات السائرة بين كل زوجين من المناطق، تهدف إلى تقدير عدد الرحالات لكل واحدة من وسائل النقل الجماعي والفردي ويتم اختيار وسيلة النقل على أساس تكاليف الخدمة الخاصة لكل مستخدم وعليه فإن التكاليف النسبية هي التي ستكون العنصر الفاعل في توزيع الرحالات بين النقل العام والخاص، إضافة إلى خصائص كل وسيلة نقل، بحيث قد يكون النقل الخاص ملائماً لبعض الفئات، إذ أنه أكثر سرعة وراحة في حين قد يكون النقل العام أكثر أماناً، فضلاً عن مستوى الدخل ووقت السفر ومستوى الخدمة، كل هذه العوامل تتحكم في اختيار وسيلة النقل.

يمكن التعبير عن نموذج توزيع النقل على الشبكة والمتضمن لكل العوامل سابقة الذكر بالعلاقة التالية:

$$\mathbf{Tij = Mij \ CijK \ dijK \ dijr \ A1 \ A2 \ A3}$$

حيث أن: Tij تمثل عدد الرحلات بين المنطقة i والمنطقة j بالوسيلة K، Mij يمثل مصفوفة المتغيرات الاقتصادية الاجتماعية، CijK تمثل التكاليف المالية للسفر، dijK تمثل تكاليف الوقت بالوسيلة، dijr يمثل تكاليف الانتظار قبل انطلاق الرحلة بين المنطقتين، (A1; A2; A3;.....) تمثل عوامل أخرى ثابتة.

يتضمن هذا النموذج كل المتغيرات الاقتصادية الاجتماعية التي تحكم اختيار وسيلة النقل المناسبة للمسافر، هذا ما يميزه عن باقي النماذج الأخرى، لكنه في ذات الوقت ينطوي على العديد من المشاكل الإحصائية خاصة ما تعلق بالبيانات لتقدير مجموع الثوابت (A1; A2; A3;.....).

من نماذج التتابع، ذالك المتعلق بمسارات شبكة النقل، حيث يعتمد اختيار المسار حسب الخصائص المميزة للشبكة، يتم ذلك من خلال تحديد سعة المسارات، ثم تحديد الحجم الأقل من المرور على كل مسار، كما يمكن تحديد مسار لكل من النقل العام والخاص عبر وضع خصائص لشبكة النقل، بحيث يتم تعين المسارات الأرخص، فالأكثر تكلفة وتعتمد تكلفة النقل على منحنيات السرعة ومستويات الخدمة على الشبكة، الذي يحتاج إلى قاعدة بيانات ضخمة وعالية الكفاءة، مما يستوجب استخدام الحاسب الآلي.

3. النماذج التوزيعية للتنبؤ: يهتم هذا النموذج بتأثير المتغيرات الاقتصادية الاجتماعية والعوامل النفسية على سلوك الأفراد للقيام بالرحلة، ويستند على فكرة تعظيم المنفعة عند استعمال وسائل النقل المختلفة لدى الأسر وتطبيق نظرية المنفعة يتطلب بعض الإجراءات يمكن إيجازها بالآتي [25]: ترتيب بيانات مصفوفة الإيرادات تنازلياً؛

تحديد احتمال اللامبالاة (P_i) مسبقاً؛ تحديد المنفعة المتوقعة؛ بناء مصفوفة المنافع المناظرة لمصفوفة العوائد؛ اعتماد بيانات ومعلومات مصفوفة المنافع لتحديد البديل الأفضل باستعمال معيار القيمة المالية المتوقعة، ثم يتم البحث عن مستوى الإشباع الأعظم هذا بتعظيم دالة المنفعة بواسطة العلاقة الرياضية التالية:

$$\mathbf{Max\ (Z) = UTx}$$

$$Y = Px1 + Px2 + Px3$$

حيث: UTx دالة المنفعة، x كمية الخدمة وأن (x1: x2; x3) هي عبارة عن بدائل الخدمة، Tx دالة الإنتاج التي تعكس المساهمات التي تقدمها وسائل النقل المختلفة، Y الدخل المتوقع، على فرض أن النقل مرتبط بهذا العامل دون العوامل الأخرى المؤثرة على استهلاك خدمات النقل، P سرعة الخدمة، $Y = Px1 + Px2 + Px3$ عبارة عن قيد الدخل، هو القيد المفروض على تعظيم دالة المنفعة.

على الرغم من أن النموذج الأخير يأخذ بالمشاكل النفسية والطباع البشرية، حيث يختلف قرار القيام بالرحلة من فرد إلى آخر، إلا أنه يتميز بالتعقيد الرياضي بجانب صعوبة الحصول على المعلومات والبيانات المطلوبة، فضلاً عن ضرورة المعرفة الواسعة بالأساليب الإحصائية، ويعتمد على عمليات الدمج للمتغيرات لذلك لم يثبت صحته من الناحية الإحصائية.

من هذا المنطلق نستنتج أن نماذج التنبؤ بوجه عام تختلف وفقاً لاختلاف الباحثين والمنظرين، يصعب استخدامها، كما توجد العديد من صور النماذج لم نتعرض لها، لأن المجال لا يتسع لذكرها على الرغم من أهميتها كالنماذج المتداخلة أو المتفاعلة[26].

المحور الثالث: مشاكل وحدود استخدام نماذج التنبؤ بالطلب على النقل

تتضمن عملية تخطيط النقل الحضري على العديد من المشاكل أثناء التطبيق، واجهت الكثير من الانتقادات أثارت معها الشكوك حول مصداقية العملية وقدرتها على حل مشاكل المرور الحضري والتصدي لاحتمالات المستقبل، كما عرف تطبيق نماذج التنبؤ بحجم الطلب على التنقلات الحضرية عند تطبيقها في الدول النامية ومن بينها الجزائر، العديد من المشاكل والصعاب وهذا ما سنحاول مناقشته من خلال العناصر الآتية:

1- لنماذج التنبؤ بحجم الطلب على النقل الحضري عمر افتراضي: نماذج التنبؤ بحجم الطلب على حركة التنقل ترتبط مباشرة بمدى ثبات وتوازن تصرفات الأفراد وأنها غير قابلة للإحلال، بمعنى لا يمكن تعويضها بنماذج أخرى نظراً لطبيعة خدمة النقل، إلا أن ارتباطها الوثيق بتغير تصرفات الأفراد وتغير مختلف الظواهر الحضرية ومدى ديناميكية الهياكل القاعدية...، تجعل لهذه النماذج وقت (عمر) افتراضي ينتهي بتغير أو زوال مثل هذه الظواهر، فلا تصبح صالحة للاستعمار.

في هذا السياق، فإذا ما أردنا تطبيق هذه النماذج المعدة حسب ظروف المجتمع المتقدم على مدن الدول النامية نجدها تعيش وسط تغيرات عميقة ومتزايدة ولا تكاد تتوقف فهي في حركة دائمة وتشهد تغيرات مختلفة كتغير سوق العمل، عدم استقرار الوضع الأمني ومدى تأثير ذلك على النمو السكاني ذو الارتباط الوثيق بحركة التنقلات وتطور معدل حيازة السيارات نتيجة لانخفاض السعر بالنسبة للسيارات القديمة أو لسياسة الإقراض التي تمنحها البنوك للأفراد والتسهيلات في الإجراءات لحيازة سيارات جديدة...، عموماً فإن تطبيق هذه النماذج في دول العالم النامي واجه العديد من المشاكل وأهمها عدم تكيفها مع ظروف وسلوك أفراد أسر هذه الدول التي تختلف كل الاختلاف عن سلوك أفراد أسر الدول الغربية، وهذا ما سنحاول مناقشته من خلال العنصر الموالي.

2- مشاكل استخدام نماذج التنبؤ في الدول النامية: يتم وضع مخططات التنقل في الدول النامية كالجزائر من طرف السلطات العمومية بالتعاون مع بعض الجهات الاستشارية وبعض مكاتب الدراسة، إن قياس حجم الطلب على التنقلات المرورية يحتاج إلى جملة من المعلومات والبيانات على أساس عمليات الاستقصاء التي تستجيب عادة للمعايير الدولية خاصة ما تعلق بتحديد الزمن، التكرار، العينة...، حيث أن أي خطأ في تحديد مثل هذه المعايير يؤثر سلباً على نماذج التنبؤ، هذه النماذج التي صممت خصيصاً حسب ظروف وحقائق وخصائص البلدان المتقدمة، وتستخدم في بلداننا دون أخذ واقعنا وظروفنا وخصائصنا بالحسبان، إذا ما تفحصنا هذه النماذج نجدها تعتمد دائماً على وضعية مرجعية أو وضعية متوسطة، هذه الأخيرة تتواقف وتتماشى وظروف الدول الغربية كفرنسا وإنجلترا...، وأن المعاملات المعتمدة عادة ما تتساوى مع قيم قياسية تتماشى وظروف المجتمع الغربي، فمن الملاحظ أن نموذج متعدد الأصناف للتنبؤ بحجم الطلب على الرحلات "مبني على فرضية أن الأسرة هي الوحدة الأساسية المولدة للرحلات التي تعتمد على ثلاث متغيرات: حجم الأنشطة للأسر؛ دخل الأسر؛ معدل حيازة المركبات لكل أسرة، بحيث يتوقع لكل أسرتين تتوفر على المتغيرات الثلاثة بنفس الحجم توليد نفس عدد الرحلات، بمعنى نفس عدد التنقلات المرورية، مهما تغيرت الظروف الأخرى المحيطة بالأسر لكن إذا فرضنا أن

هذا التفكير صالح للأسرتين داخل المجتمع المتقدم، يبقى السؤال المطروح: هل نستطيع تعميم هذه النتائج على أسر الدول النامية بنفس الأسلوب؟ هنا نجد أن أسر الدول النامية ليس لهم نفس التفكير ولا نفس الاحتياجات ولا نفس نمط الحياة مع أسر الدول المتقدمة، كمان الدول النامية تعرف صعوبة في جمع البيانات بحيث مثلاً تحديد دخل الأسر نادراً ما يكون مصرح به بشكل صحيح ونادراً ما يكون مسجل ومضبوط، صعوبة تحديد حجم ومستوى التشغيل، الذي عادة ما يكون مدعم من طرف حكومات الدول النامية، بينما العرض يمكن تحديده حسب ما هو متوفر من وسائل نقل وخطوط الطرق، إضافة للنقل غير الرسمي الذي يؤثر كثيراً على حجم العرض ولا يتماشى ولا يتكيف مع الظروف معيشة أسر الدول النامية.

3- نماذج التنبؤ بالطلب على التنقلات الحضرية في الجزائر: تبحث البلدان السائرة في طريق النمو، والجزائر بصفة خاصة، عن نماذج تقريبية للتنبؤ بحجم الطلب على النقل الحضري تتماشى والأوضاع الاقتصادية والاجتماعية، بحيث تكون الخيارات المقبولة اليوم قائمة على أساس فكرة المستقبل، بمعنى ما نختاره اليوم يكون بدلالة ما نفعله غداً، بحيث هذه الخيارات تتوافق مع الظروف البشرية، الاقتصادية، التقنية وحتى الحضرية [27] على العموم فإن استخدام نموذج ما وطرحه في الميدان يكون على مستويين[28]:

- ✓ المستوى الأول، يهت بالوضع الراهن، أو الوضع المرجعي، يعمل على تطبيق الإجراءات على وضعية معروفة من خلال معطيات تجمع بصفة عامة من خلال الاستقصاء، أو لاستخدام معلومات قديمة أو غير متجددة، هو ما يحدث غالباً، لأننا نستعمل معطيات إحصائية.
- ✓ المستوى الثاني، يهدف إلى تقدير وتحديد الوضع المستقبلي لحجم طلب التنقل وعلى أساسه يغير ويعدل مستوى العرض، فإذا ما تحكمنا بمجموع متغيرات المدخلات وبحساب بسيط نحثل على النتائج ممثلة في المخرجات، ثم نحاول قياس مختلف المؤشرات الجديدة ونضع حسب الطريقة المعتادة دراسات لحركة التنقلات من خلال مجموعة من الوضعيات الممكن مقارنتها مع الوضعية المرجعية، أو مقارنة الوضعيات فيما بينها.

من هذا المنطلق، فإن بناء نماذج تتماشى وأوضاع البلدان النامية هي مرحلة مهمة عن مرحلة القياس، هذه الخطوة تمكننا من إعداد النماذج الضرورية والمناسبة للتنبؤ بحجم الطلب على التنقلات، تربط نماذج تقدير حركة التنقلات بين متغيرات تخص المدينة كنمو السكان، مستوى التشغيل، هيكل الدخل وغيرها، أما نظام النقل الذي يظم متغيرات أخرى مثل حظيرة السيارات، شبكة الطرقات، خطوط النقل العام...، كما نترجم باستعمال عمليات حسابية بسيطة بعض المتغيرات المعلومات وسهلة الإسقاط، بحيث نصل إلى تقدير القيم التي نحكم بواسطتها على الأوضاع لاتخاذ قرار مناسب، تبقى نوعية المعطيات الحالية والمعلومات المسقطة شرط أساسي لجودة النتائج، فمهما كان النموذج المستخدم، فإنه لابد من استعمال القيم المتوسطة أو قيم تفصيلية من خلالها نحاول وصف سلوك الأفراد، في هذا المجال نستعمل النماذج ذات الأربع مراحل: مرحلة توليد التنقلات، كما تنقل يصل أو يذهب من منطقة محددة؟ مرحلة توزيع التنقلات، ما هي توجهات هذه التنقلات؟ مرحلة اختيار النموذج الأنسب، بحيث يحدد النموذج الأنسب للاستعمال، مرحلة تعيين الاتجاه، كيف يتم تحديد مسارات الرحلات؟

تعتبر المرحلة الأولى مرحلة توليد الرحلات هي مرحلة تقييم حجم الطلب على التنقلات اليومية للأفراد، وتعتبر النماذج توليد الرحلات المعتمدة على فرضية أن كثافة الأنشطة البشرية تمثل طلب على النقل الحضري، لأن الأفراد ذوي نفس المستوى المعيشي ينتقلون تقريباً لنفس الأغراض، فنختار أحد النماذج التي تستجيب وتتماشى مع الظروف الاقتصادية والاجتماعية للبلدان النامية.

بالنسبة للجزائر فإن الطلب الحالي للنقل الحضري وتدفق الحركة يحدد على أساس التنبؤ بالتنقلات باستخدام نموذج DAVISUM[29]، الذي يسمح بالتنبؤ بتصرفات المستفيدين من الخدمات العمومية للنقل ويتضمن: استخدام المعطيات الاجتماعية والاقتصادية بطريقة جيدة واعتبرت كأساس للبيانات الخاصة بدراسة مشروع مترو الجزائر لعام 2001، تحديد المناطق الخاضعة لشبكة النقل الجماعي (Transport collectif) وشبكة المركبات الخاصة (Vèhicules particuliers)؛ إعداد مصفوفات للرحلات بالاعتماد على نتائج البحث والمصفوفات المتاحة سابقاً من طرف مكتب الدراسات BETUR.

على ضوء ما تقدم نجد نمو حجم الطلب على التنقلات يعتمد أساس على مدى تطور الظروف الاجتماعية والاقتصادية من جهة، ومن جهة أخرى تطور حركة التنقل باستعمال وسائل النقل العامة أو المركبات الخاصة ويتم ذلك على النحو التالي: تحديد فرضيات لتطور حركة السكان بحيث يشمل حركة تنقل الطلبة المقيمين بالمدينة وحركة تنقل الزوار؛ تحديد عوامل الانبعاث والجذب نحو المناطق كثيفة الحركة التي تشهد ارتفاع في عدد الرحلات وعدد الأفراد المعنيين بهذه التنقلات (السكان بما فيهم الطلبة والعمال)، تطبيق برامج الإعلام الآلي الكلاسيكي الذي يساعد على وضع الأسس للتنبؤ بحجم الطلب لحركة التنقل بالمدن الجزائرية.

في هذا السياق فإنه لدراسة وتحليل حجم الطلب على التنقلات في المدن الجزائرية يتطلب نموذج DAVISUM معلومات خاصة حول: السكان الدائمين بالمدن الجزائرية القاطنين فعلاً، فإن تحركاتهم خاصة منها المشي على الأقدام تقاس بطريقة تقليدية خاصة عن طريق الاستقصاء أو البحث المنظم وهذا يحتاج إلى الوقت؛ أما الطلبة المقيمين بالأحياء الجامعية والزائرين قد لا تخضع تنقلاتهم للتحريات منظمة، لكل نوع من هذه الأنواع الثلاثة تمثل التنقلات حضرية داخل المدن، وتنقلات بضواحي المدن وهي تنقلات شبه حضرية وتوفير مثل هذه المعلومات بشكل يخدم عملية التنبؤ يحتاج لتوفير الوسائل والوقت وتوعية كافة المسئولين وأفراد المجتمع بأهميتها، إضافة لقلة المعلومات الإحصائية الأخرى الواجب توافرها كعدد السكان لكل مدينة ومعدل الكثافة السكانية لكل كيلو متر، إضافة للتعقيد الرياضي المتعلقة بالنماذج وصعوبة تفسير النتائج وغيرها، تعتبر هذه العوامل من أهم أسباب فشل تطبيق هذا النموذج ببلادنا.

4– المشاكل والحدود العامة لعملية تخطيط وتطبيق نماذج التنبؤ بحجم الطلب على النقل الحضري

من المشاكل والصعاب الأخرى التي قد تعترض عملية تخطيط وتطبيق النماذج نذكر:

- ✓ أسباب إدارية وتنظيمية مما يستدعي استخدام الإجراءات الإدارية قصيرة الأجل ذات التكاليف المنخفضة واستبعاد الاستثمارات طويلة الأجل ذات التكاليف المرتفعة.

- ✓ الاعتماد على المركبات الخاصة وإهمال وسائل النقل العام، ما تعارض مع أهداف عملية تخطيط النقل الحضري المتمثل أساساً في تخفيف حركة المرور.
- ✓ عملية تخطيط النقل لم تتعرض للنواحي الأخرى كأثر توسع حجم نشاط النقل على البيئة واهتمت فقط بالاستثمارات في مشاريع النقل القائم على أساس التفاعل بين النقل واستخدام الأرض.

على ضوء ما تقدم نجد أن نماذج التنبؤ بالطلب على النقل الحضري، تقوم على فرض أن العلاقة بين الطلب على النقل والنشاط الحضري، علاقة ثابتة، غير أنها في الواقع متغيرة، خاصة في المدى الطويل، إذ أن الطلب على النقل يرتبط بعلاقات متبادلة مع الأنشطة الحضرية الأخرى، بشكل متغير، فاستخدام الأراضي يشهد تغير واسع وديناميكي خلال فترات زمنية متقاربة الأمر الذي يؤثر على حجم طلب النقل، كما أن التغير في نظام النقل يؤثر في البيئة المحيطة، بما في ذلك نمط استخدام الأرض، مما يؤكد صحة عدم ثبات تلك العلاقة التي قامت عليها النماذج.

الخاتمة

يعتبر النقل ضرورياً لضمان الحياة المعاصرة على أساس أنه لا نشاط بدون حركة ولا حركة دون توفر الوسائل، فالنقل الحضري أكثر أنماط النقل المستعمرة في تلبية حاجيات تنقلات الأشخاص على المستوى الداخلي للمدن، حيث أن التوسع في نشاط النقل داخل المناطق الحضرية ينتج عنه ازدحام مكثف ونشط، كما أن العجز ما بين العرض من تسهيلات النقل لمقابلة تدفق الطلب على الحركة الحضرية يستدعي القيام بتحليل شامل لجانبي العرض والطلب من أجل الوصول إلى وضعية التدفق المتوازن لحركة المرور، فالعرض يحتاج إلى المزيد من الاستثمارات، حتى تكافؤ حجم الطلب بغرض الحد من المشاكل التي تعاني منها مختلف مدن العالم كالازدحام، الضوضاء، التلوث وغيرها، أما الطلب يعتمد في تحليله على أسس نظرية تخطيط النقل الحضري التي تهدف للحد من حجمه ليوافق حجم العرض القائم.

في هذا السياق، كان طرح إشكالية هذا المقال، حيث أثبتت تطبيق نظرية تخطيط النقل الحضري عبر النماذج الرياضية في الدول النامية مثل الجزائر، أن هذه العملية تحتاج إلى تعديل شامل للأسس والمبادئ التي قامت عليها أو تغيير هذه الأسس والافتراضات وصياغة مبادئ ونماذج أخرى جديدة تنطلق من الظروف الاقتصادية والاجتماعية وحتى الثقافية السائدة في الدول النامية، مع الأخذ بعين الاعتبار آليات التطور العمراني والتاريخي الذي مرت به هذه الأخيرة، التي تختلف في شكلها ومضمونها عن آليات تطور المدن المتقدمة، هذا ما يفيد عدم تأكد صحة فرضية هذا البحث، مفادها أن نماذج التنبؤ بالطلب على النقل الحضري المستخدم في الدول المتقدمة قابلة لاستعمال في الدول السائرة في طريق النمو، كما تمكنا من خلال هذا المقال من الوقوف على جملة من النتائج ذات الانعكاس المباشر على موضوع هذا البحث، من أهمها:

- ✓ تساهم عملية تخطيط النقل في وضع القواعد اللازمة للاستقرار نظم النقل لمجابهة التطور الحضري المستمر وهذا من خلال معرفة الوضعية المرورية المستقبلية والاطلاع على واقع النقل وتحديد العوامل المؤثرة فيه، يتم هذا بعد استخدام الأساليب الرياضية المعتمدة على فرضيات معينة ناتجة عن التجربة والخبرة.

- ✓ تحتاج عملية التنبؤ بالطلب على النقل الحضري إلى قاعدة بيانات ضخمة وبالغة الدقة، غير أنه في غالب الأحيان لا تتوفر مثل هذه البيانات، إضافة إلى التعقيدات الرياضية المتعلقة بالنماذج والمعارف والخبرات الإحصائية التي تتطلبها، كما أن بناء النماذج، تطبيقها وتنفيذها على أرض الواقع يحتاج إلى دقة في المعلومات عن العلاقة بين رحلات النقل والعوامل المؤثرة فيها في ظل أنظمة النقل تميزت بطبيعة متغيرة ومعقدة.
- ✓ تهتم عملية تخطيط النقل الحضري بالقضايا الفنية المتعلقة بحجم المرور وتخطيط شبكة المواصلات الحضرية، في حين أغفلت حاجة المجتمع إلى النقل كضرورة ملحة للمدينة باعتبارها مركزاً اقتصادياً، اجتماعياً، وثقافياً.
- ✓ نماذج التنبؤ بحجم الطلب على النقل الحضري صممت خصيصاً وفقاً لظروف معيشة أفراد الدول المتقدمة، التي لا تتماشى ولا تتكيف مع الظروف معيشة أفراد الدول النامية.

أما عن الاقتراحات، نقدم الآتي:

- ✓ صياغة مبادئ ونماذج أخرى تنطلق من الظروف الاقتصادية والاجتماعية السائدة في الدول النامية، بحيث يأخذ في الاعتبار آليات التطور العمراني والتاريخي لمدن هذه الدول.
- ✓ إنشاء هيئة للتخطيط المركزي، مهمتها إجراء الدراسات اللازمة لتخطيط وإدارة وتنظيم المرور فتمنح صلاحيات تجعل اقتراحاتها وتوجيهاتها موضع التنفيذ مما يجعل حدود المسئوليات والاختصاصات واضحة.
- ✓ القيام بالبحوث والدراسات الميدانية لموضوع النقل للحصول على المعلومات اللازمة لأغراض التخطيط التي من شأنها توضيح واقع التطورات الحضرية في المدن كالتغيرات في الكثافة السكانية، تعداد الحوادث المرورية، حصر أوقات الاختناقات المرورية وغيرها، الاستخدام الأفضل لتكنولوجيا وتدعيم التنظيم وتحسين عمل الإدارة ووضع مبادئ هندسة المرور.
- ✓ التنبؤ بحجم الطلب المستقبلي، من خلال تقدير حجم السكان مستقبلاً، حسب فترة الدراسة، عدد الراغبين في الانتقال لأغراض مختلفة، مع التركيز على رحلات العمل والتعليم، لأنها تمثل الجزء الأكبر من إجمالي الطلب على النقل.
- ✓ حل مشاكل المرور في إطار خطة شاملة للتنمية الحضرية يكون قطاع النقل جزء أساسياً منها وأن يكون هناك تكامل بين خطط الأنشطة الاقتصادية وخطط التوسع في أنشطة النقل تجنباً للاختناقات.
- ✓ الاهتمام بتخطيط النقل المستدام، نظراً للأضرار البيئية الناجمة عن استعمال وسائل النقل التي تعتبر من أكبر وأخطر المشاكل التي تمثل التحدي الأول لكافة العاملين والمختصين والمسئولين في مجال النقل، حيث يقع على عاتق هؤلاء جميعاً مسئولية إيجاد الحلول المستدامة، إعطاء الأولوية للاعتبارات البيئية في عملية التخطيط للحد من التلوث وخفض تأثير وسائل النقل على البيئة.

الهوامش

1- عمر وصفي عقلي، الإدارة المعاصرة (التخطيط. التنظيم. الرقابة)، دار زهران للنشر والتوزيع، عمان، 2007، ص ص171- 172.

2- المرجع السابق، ص ص177- 192.

3- يسرية فراج محمد فراج، إدارة النقل (قضايا الحاضر وتوجهات المستقبل)، القاهرة، 2002، ص ص218- 219.

4- علي محمد عبد المنعم حسن، هندسة النقل والمرور داخل المدن، مبادئ تخطيط النقل والمرور داخل المدن، جامعة الإسكندرية، الإسكندرية، (بدون سنة)، ص ص8- 13.

5- محمد جاسم شعبان العاني، التخطيط الإقليمي (مبادئ وأسس. نظريات وأساليب)، دار الصفاء للتوزيع والنشر، الأردن، 2007، ص198.

6- إن انتشار عملية التخطيط في الدول النامية بدأ في أوائل السبعينات وسرعان ما واجهت مشاكل وصعاب أدت إلى ظهور الكثير من النقائص وأوجه القصور، الأمر الذي جعلها عرضة لانتقادات عديدة.

7- هناك من صنف أنواع تخطيط النقل حسب المستويات التالية: التخطيط الاستراتيجي لتطوير وسائل النقل وتحسين استخدامات الأرض وعادة ما تكون لعدة سنوات؛ تخطيط النقل على المستوى الوطني والذي يهتم بوضع خطط للنقل لعدة مقاطعات؛ تخطيط النقل الإقليمي الذي يهتم بوضع خطط على نطاق إقليمي متكامل للمدن الكبرى؛ تخطيط النقل المحلي الخاص بالنقل البلدي ضمن الأحياء وأخيراً خطط النقل الخاص التي تهتم بتحسين وضع معين كإنشاء مسار معين.

8- محمد جاسم شعبان العاني، مرجع سابق، ص ص201- 202.

9- واثق حمد أبو عمر، دراسة تخطيط وإدارة قطاع النقل الحضري في مدينة القاهرة الكبرى، بحث علمي للحصول على درجة دكتوراه الفلسفة في الاقتصاد، جامعة القاهرة، 2000- 2001، ص40.

10 – Michael J Bruton, Introduction to Transportation Planning, Hutclunson, London, 1985, p 5.

11- علي محمد عبد المنعم حسن، مرجع سابق، ص ص41- 44.

12 – Domenico Gattuso et autres: Analyse expérimentale du comportement des conducteurs dans un carrefour urbain sans feux, comportement des conducteurs: Recherche Transports Sécurité N° 88, 2005, p 213.

13- محمد سالم الصفدي، البرمجة الخطية وبحوث العمليات، وكالة المطبوعات الكويتية، الكويت، 1981، ص10.

14 – Masser, Ian: Analytical Models for Urban and Regional Planning, Newton Abbot, 1978, p. 114.

15 – Johny Dickey: Metropolitan Transport Planning, Second Edition, Hemishere Publishing corporation, Washington, 1983, p 22.

16 – Starkie. DNM: Transportation Planning, Policy and Analysis Pergannon, Press, London, 1976, pp. 123 – 127.

17– منصور، حمادة فريد، مقدمة في اقتصاديات النقل، مركز بحوث الإسكندرية للكتاب، الإسكندرية، 1998، ص ص37- 38.

18– المرجع السابق، ص ص 38- 44

19– محمد خميس الزوكة، جغرافيا النقل، دار المعارف الجامعية، الإسكندرية، ط2، 1995، ص ص. 40- 41

20 –EL Mahdi, RM: Investment Appraisal Methods for ENR, A Case Study of Upgrading the Cairo-Alexandria railway, PhD thesis Leeds university, England, 1995.

21– محمد أسعد، رغداء المهدي، التنبؤ بالطلب على نقل الركاب في شركة أتوبيس غرب الدالتا، المجلة العلمية للاقتصاد والتجارة، العدد الثاني، جامعة عين شمس، القاهرة، أبريل 1997

22 –Robert Chapleou : La modélisation de la demande de transport urbain avec une approche totalement désagrégée, Demand , Trafic and Network Madeling, Modélisation de la demande, du trafic et des réseaux, Selected Proceedings of the Six th world conférence on Transport Research, Volume II, LYON N° 92 , pp. 937 – 948.

23– علي محمد عبد المنعم حسن، مرجع سابق، ص. 48

24– ممدوح عبد الله أبو رمان وآخر: التخطيط الإقليمي (نظريات وأساليب)، دار الصفاء للنشر والتوزيع، الأردن، 2005، ط. 2، ص ص. 189- 200

25– حسين ياسين طعمه، في الإدارة والتخطيط (نماذج وأساليب كمية)، دار الصفاء للنشر والتوزيع، الأردن، 2008، ص264

26– محمد شوقي إبراهيم، المدخل إلى تخطيط المدن، دار المريخ، الرياض، 1986، ص60

27 – Farés Boubakour, Importance de la planification des transports et des modèles de trafic, La nécessité d’un modèle spécifique, Faculté de sciences économiques, BATNA, Université EL HADJ LAKHDAR, 2000, pp. 3 -6.

28 – Centre d’Etude des Transports Urbains, Les Etudes de prévision de Trafic en milieu urbain, Guide technique, CETUR, PARIS, 1990, Citée par Farès BoubaKour, op cit, p. 2.

29 – Etude du plan de transport urbain et du plan de circulation de l’agglomération d’Alger, Les prévisions Socio-économique aux différents horizons d’étude, SECTION 5, Rapport de phase II – Scénarios- version définitive, Novembre, 2005, pp. 5-1; 5-4.