مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (٧) العدد(١٠) ٢٠٢٣
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (7) No. (10) 2023

نظام النقل الذكي ITS
كخاصية من خصائص التخطيط الذكي
نحو تطوير واقع النقل المحلي

د. وليد صيداوي *

م. حسان عيسى **

(تاريخ الإيداع ٢٠٢٣/٥/١١ . قُبِل للنشر في ٢٠٢٣/١٢/٤)

□ ملخّص□

يُعتبر النقل عنصراً إقليمياً ومحلياً مهماً من عناصر التخطيط، والذي يشكِّل الصلة بين المراكز والأطراف في داخل المدينة وخارجها. ومع التطورات المتسارعة في مجال تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، أصبح من الضروري مواكبتها في مجال التخطيط بمختلف مستوياته، ومنه تخطيط شبكات النقل والمواصلات.

يلقي البحث الضوء في البداية على إشكاليات نظام النقل في ظل التخطيط الحالي، ويقدِّم إحدى خصائص التخطيط الذكي المتمثِّلة بـ "النقل الذكي" كحل لهذه الإشكاليات، ويوضح مفهوم النقل الذكي وآلية التخطيط له، ليصل إلى توصيات لإمكانية تطبيقه محلياً.

الكلمات المفتاحية: التخطيط الذكي، التخطيط التقليدي، النقل الذكي، شبكة الطرق والمواصلات.

* أستاذ _ قسم تخطيط المدن والبيئة، كلية الهندسة المعمارية، جامعة تشرين.

**طالب دكتوراه _ قسم تخطيط المدن والبيئة، كلية الهندسة المعمارية، جامعة تشرين.

مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (٧) العدد(١٠) ٢٠٢٣
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (7) No. (10) 2023

Intelligent Transportation System ITS As a property of Smart Planning Towards developing the reality of local transport

Dr. Waleed Sidawy*
Hassan Issa*

(Received 11/5/2023 . Accepted 4/12/2023)

□ ABSTRACT

The transport sector is considered one of the most important pillars of economic, social and political development plans in most countries of the world, as transport systems have significant environmental impacts, as this sector represents more than a quarter of global energy consumption and carbon dioxide emissions, A major contributor to air pollution, in addition to the social costs of transportation due to traffic accidents, air pollution, Lost time during transportation, as well as high fuel prices and an increase in the number of cars and buses, which led to a large number of traffic jams and congestion.

The research highlights the problems of the transportation system in light of the current planning, and presents one of the characteristics of Smart Planning, which is Intelligent Transport System, as a solution to these problems, and explains the concept of Intelligent Transport System and its planning mechanism, to be applied locally.

Key words: Smart Planning, Traditional Planning, Intelligent Transport, Transport and Communication Network.

١. مقدمة:

المدينة عبارة عن شبكة معقدة من العلاقات الداخلية التي تكون فيها كل المكونات معتمدة على بعضها البعض ومترابطة فيما بينها. وتتشارك هذه المكونات في عملية التطور مقدّمةً معطيات متغيرة مع مرور الوقت.

مع ازدياد تعقيد المدن من حيث التركيب والواقع العمراني، ظهرت الحاجة إلى تطوير مبادئ التخطيط بمختلف مستوياته، بالإضافة إلى تطوير طريقة وضع الرؤى المستقبلية لجميع بُنى المدينة.

ولأن الفكر التخطيطي يحتاج للتطور والمرونة لاستيعاب هذه المتغيرات والتعامل معها، فإنه يحتاج بالتالي إلى تطوير مفاهيم تخطيط النقل والمواصلات بما يتناسب مع الضغوط المتغيرة باستمرار على مختلف مرافق المدينة.

٢. هدف البحث وأهميته:

يهدف البحث إلى:

١. عرض إشكاليات نظام النقل التقليدي.

٢. إلقاء الضوء على إحدى خصائص التخطيط الذكي وهي النقل الذكي والتعريف بمفهومه ومبادئه الأساسية.

٣. بيان إيجابيات تطبيق النقل الذكي وسلبياته والتوصيات بتطبيقه محلياً.

تأتي أهمية البحث من أهمية تطوير مفاهيم التخطيط في مجال النقل والمواصلات بما يجعلها أكثر مرونة وتلاؤماً مع المتغيرات المختلفة، فقطاع النقل من أهم القطاعات المؤثرة في داخل المدينة من حيث علاقة أجزائها ببعضها البعض، وأيضاً في علاقة خارج المدينة مع محيطها.

٣. منهجية البحث:

ينطلق البحث من قاعدة نظرية، ويعتمد المنهج التحليلي لتحليل المعلومات، والمنهج الاستشرافي الاستنتاجي للوصول إلى الاستنتاجات والتوصيات.

٤. نظام النقل بين التخطيط التقليدي والتخطيط الذكي

١.٤. إشكاليات نظام النقل في ظل التخطيط التقليدي:

تجذب المدن الكبيرة السكان بسبب توفر فرص التعليم والعمل واتساع الأسواق التجارية، إلا أن زيادة السكان هذه لا يتم استيعابها من الناحية التخطيطية ضمن نسيج المدينة العمراني، بل تتم إضافتها إلى الضواحي الأقل كثافة، ويتسبب تجمع هذه الزيادات السكانية، وما يرافقها من نشاطات اقتصادية واجتماعية بشكل لا مركزي في الضواحي تشكل امتدادات خارج حدود المدينة غالباً ما يكون لها آثار سلبية على المدينة بصورة عامة وعلى شبكة النقل والمواصلات خصوصاً.[17] أي أن التمدد العمراني يؤثر على الكفاءة الخدمية لشبكة الطرق، فضعف خطوط النقل العام كلما ابتعدنا عن المدينة باتجاه الضواحي في معظم الأحيان يسبب ضعفاً في قابلية الوصول accessibility، والتي تشير إلى مسافات الانتقال وزمن الوصول، كما يزيد إنفاق السكان على النقل وأجور المواصلات. ونجد في كل من أوروبا وشمال أمريكا اهتماماً كبيراً بالتمدد العمراني، وما ينتج عنه من آثار بيئية واقتصادية على المدينة وعلى نظام النقل فيها.

كما أن نقص البنى التحتية لقطاع النقل وعدم كفاءتها يؤثر سلباً ويشكل عائقاً لاستراتيجيات التنمية على مختلف المستويات.

٤. ٢. سلبيات حلول التخطيط التقليدي في قطاع النقل:

يعتمد التخطيط التقليدي في حل الإشكاليات السابقة على بناء المزيد من الطرق أو توسيع شبكة المواصلات بهدف زيادة استيعابها، لكن بدون تطوير نظام إدارة هذا القطاع، مما يؤدي إلى زيادة عدد المركبات على نحو مستمر لتعود الإشكاليات للظهور بعد فترة قصيرة. تتصف هذه الحلول بأنها مؤقتة وجزئية وغير فعالة على المدى الطويل، بل تزيد من الأعباء والضغوط على شبكة المواصلات وتؤثر سلباً على عدة مجالات. حيث:

١. اقتصادياً: تزيد عملية توسيع شبكة الطرق من الأعباء المالية من حيث التكلفة والصيانة، خاصةً في حال إجراء مثل هذه العملية على أحد أجزاء الشبكة، حيث يتم غالباً تطبيق مثل هذه الحلول على الجزء الذي يعاني من الازدحام بدون إجراء دراسة متكاملة لمعرفة تأثير تغيير هذا الجزء على الأجزاء الأخرى. ويعني ذلك دفع تكاليف إضافية جديدة عند ظهور مشكلة في جزء آخر من شبكة الطرق.

٢. بيئياً: تهدد عملية بناء البنى التحتية للنقل المياه الجوفية بالتلوث والنفاذ، ويؤدي عدم تنظيم المركبات وبقائها خارج كراجات مدروسة ومنظمة ضمن مخطط المدينة إلى تسرب الزيوت إلى باطن الأرض وتلويث المياه الجوفية. بالإضافة إلى أن الغازات المنتشرة في جو المدن بسبب النقل هي من مسببات الاحتباس الحراري. ناهيك عن التلوث بالضجيج والضوضاء الناتج عن الازدحام المروري. [5]

٣. بالنسبة لموارد الطاقة: يرتبط تخطيط شبكات النقل بعدد المركبات التي تستخدم هذه الشبكات، بالإضافة إلى أن تخطيط شبكة النقل في المناطق الحضرية هي عملية معقدة، إذ تتطلب أي خطة جيدة التصميم الاستفادة من خبرات طائفة عريضة من التخصصات، بجانب الخبرات الهندسية وهذا يتضمن: تخطيط استخدامات الأراضي، والمناظر الطبيعية الجمالية في المناطق الحضرية، وإدارة ركة السير، والبيئة، والسلوكيات البشرية، والجانب الاقتصادي، ويمكن لهذا التخطيط أن يساهم بتخفيض عدد المركبات عبر زيادة كفاءة خطوط النقل الجماعي. أما في حال تسبب التخطيط بزيادة عدد المركبات نتيجة انخفاض فعالية شبكة النقل الجماعي وزيادة الحاجة إلى المركبات الفردية، فإن لذلك نتائج سلبية على موارد الطاقة. حيث تعتمد المركبات بصورة أساسية على مشتقات النفط أي على مصادر الطاقة غير المتجددة. وبسبب الزيادة الكبيرة لعدد المركبات فإن هذه المصادر تتدهور ويجري استنزافها [٩].

٤. ٣. الحاجة إلى فكر تخطيطي جديد:

إن تسارع المتغيرات لمواكبة التطور التكنولوجي يستدعي الاعتماد على أدوات قادرة على قياس المتغيرات بسرعة حصولها للوصول إلى تخطيط مرن، فالإحصاءات البيانية المعتادة بحاجة لأن تتطور لتشكل قاعدة بيانات شاملة وحساسة لجميع المتغيرات، مع إضافة المزيد من المرونة عند قراءة هذه البيانات ومحاولة استيعاب المتغيرات لإعطاء حلول للمشكلات على نحو فعال. "ظهر في الثمانينيات ومطلع التسعينات، الحاجة لمراقبة التغييرات التي تصيب المدينة ولابتكار أدوات جديدة لدراسة المستقبل وللتخطيط بشكل عام ولتقريب

وجهات النظر بين الباحثين والممارسين في مجال التخطيط وذلك بسبب الحاجة لمعرفة ما يتبدل في المدينة والإيقاعات التي تحمل المستقبل قبل الشروع بأي تفكير مستقبلي لأن التغيرات الإحصائية قد تخفي تحولات عميقة ليست هي المؤشر الأمثل عنها." [3]

يعني ذلك الانتقال إلى مرحلة جديدة في التعامل مع مفاهيم التخطيط بمختلف مستوياته ومنه التخطيط للنقل والمواصلات، سواء بمنهجية التخطيط التي تعتمد المرونة في التعامل مع المتغيرات أو بآلية تنفيذه التي تعتمد تكنولوجيا المعلومات والاتصالات.

٤. ٤. النقل الذكي كإحدى خصائص التخطيط الذكي:

إن الهدف الرئيسي للتخطيط بكافة مستوياته هو تحسين قابلية الحياة Livability. وقابلية الحياة مصطلح يجمع عدداً من المؤشرات تدل على المجالات الرئيسية التي يجري فيها تقييم كفاءة وأداء المدن اقتصادياً وإدارياً واجتماعياً، حيث يكون المعيار الأول خدمة السكان [18]. وانطلاقاً من أن "مفتاح تحقيق بنية تحتية أكثر ذكاءً ومعالجة اقتصادية سهلة هو الإحساس بالعوامل المتغيّرة المختلفة في المدينة" [12]، فإن منهجية التخطيط الذكي تقوم على وجود قاعدة بيانات شاملة تجمع هذه العوامل المتغيرة باستخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات ومعالجة هذه البيانات بعد إدخالها للبرامج الحاسوبية للحصول على المؤشرات التي تحدد مسار العملية التخطيطية، وعلى الاعتماد على التغيير بالمؤشرات، وتوجيهها والتحكم بها للوصول إلى الأهداف، مع استمرارية عملية القياس لتقييم مسار تنفيذ الخطة وتصويب الأخطاء التي من الممكن أن تحدث [١١]، وذلك وفق "عناصر التخطيط الذكي (S.M.A.R.T.):

Specific: دقيق ومحدد، Measurable: قابل للقياس، Achievable: قابل للإنجاز، Realistic: واقعي، Timely: محدد بإطار زمني." [4]

ويعتمد التخطيط الذكي على قاعدة البيانات الشاملة للوصول إلى الخصائص الست التالية: [13]

١. Smart Governance، الحكومة الذكية.
٢. Smart Economy، الاقتصاد الذكي.
٣. Smart Transportation، النقل الذكي.
٤. Smart Environment، البيئة الذكية.
٥. Smart People، الأشخاص الأذكياء.
٦. Smart Living، العيش الذكي.

٥. نظام النقل الذكي ITS، Intelligent Transportation System:

٥. ١. تعريف نظام النقل الذكي وأهدافه:

نظام النقل الذكي هو تطوير وتحديث للبنية التحتية لقطاع النقل، حيث يتم دمج تكنولوجيا المعلومات والاتصالات مع نظم إدارة النقل القائمة ووسائل النقل المستخدمة لتحسين أدائها وزيادة كفاءتها. و"يستخدم مصطلح النقل الذكي للتعبير عن التطبيقات المتكاملة لأجهزة الاستشعار، وأجهزة الحاسب، وتقنيات الاتصالات والالكترونيات، واستراتيجيات الإدارة لتزويد الأفراد بالمعلومات اللازمة، ولزيادة كفاءة أنظمة النقل وتعزيز السلامة المرورية." [٢]

ويهدف النقل الذكي إلى:

أولاً: رفع الكفاءة التشغيلية لنظام النقل من خلال [2]:

– توفير طاقة استيعابية أكبر مع تزايد الطلب على النقل، ورفع كفاءة نظام النقل والاعتماد على توسيع شبكة الطرق وإنشاء طرق جديدة، وتعزيز الربط بين أجزاء المدينة.

– تخفيض كثافة المرور وازدحام السيارات الخاصة من خلال تحفيز المشي وركوب الدراجات واستخدام وسائل النقل

العام.

– تحسين قابلية الوصول وتقليل المدة الزمنية اللازمة للتنقل.

ثانياً: رفع مستوى السلامة المرورية من خلال:

– تقليل عدد الحوادث المرورية والحد من سرقة المركبات بالاعتماد على أجهزة المراقبة والاستشعار الدقيقة.

– زيادة مستوى الأمان الشخصي للمشاة وراكبي الدراجات من خلال المراقبة الكاملة للطرق.

ثالثاً: الحفاظ على البيئة من خلال:

– الاستهلاك الكفء للطاقة وتخفيض الانبعاثات الضارة بالبيئة.

– تقليل التلوث الضوضائي.

رابعاً: تحسين الإنتاجية الاقتصادية من خلال:

– تخفيض التكاليف التي يحتاجها توسيع شبكة الطرق.

– التنسيق والتكامل بين شبكات المرور وإدارتها واستثمارها.

٥. ٢. مكونات نظام النقل الذكي:

يتطلب النقل الذكي تكامل كل من البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات مع البنية التحتية لشبكة الطرق وأجهزة إدارة المرور، للوصول إلى بنية تحتية ذكية، والتي تتكون مما يلي [14]:

١. البنية التحتية للاتصالات:

تتضمن البنية التحتية للاتصالات أنظمة تحديد المواقع GPS الموجودة في الأقمار الصناعية، وشبكة اتصالات تصل بين أجزاء البنية التحتية الذكية (شبكة الطرق، مراكز إدارة المرور، المركبات).

٢. البنية التحتية لشبكة الطرق:

يتم توزيع أجهزة الاستشعار والمراقبة على كامل الشبكة الطرقية، وتزويد إشارات المرور بالتقنيات اللازمة لإعطاء إرشادات وتوجيهات لحركة السير.

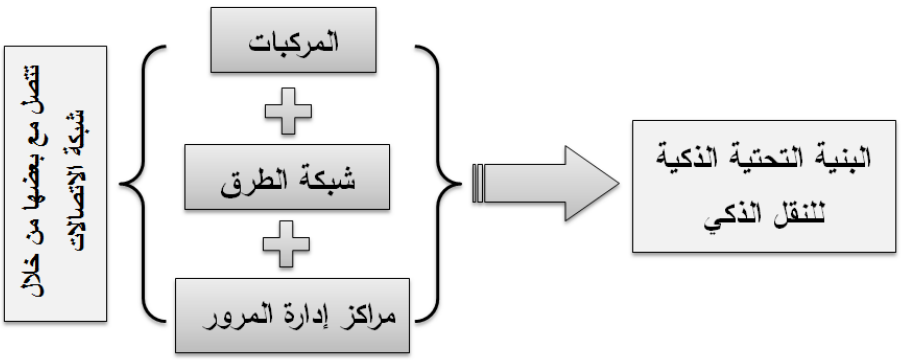
٣. مراكز إدارة المرور:

تكون على اتصال كامل بما سبق، حيث يتم تطوير مراكز التحكم المروري لتتمكن من استقبال جميع البيانات ومعالجتها وتقديم المعلومات الأساسية كخرائط الطرق وحركة المرور.

٤. المركبات:

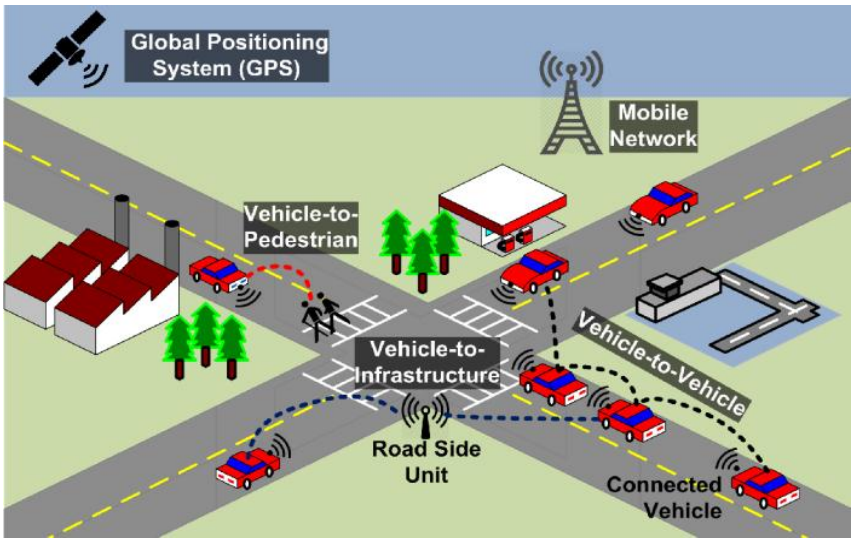
يتم تزويد المركبات الخاصة والعامة بأنظمة اتصالات متكاملة وأجهزة التحديد المكاني وشاشة عرض للإرشادات المرورية.

ويوضح الشكل (١) مكونات البنية التحتية الذكية التي يتطلبها نظام النقل الذكي.



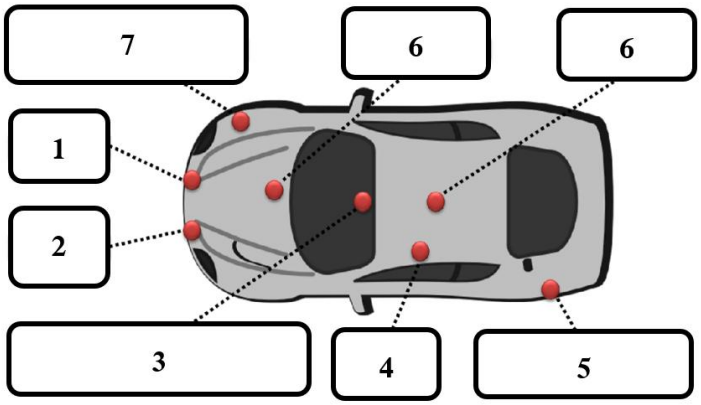
الشكل (١): مكونات البنية التحتية الذكية التي يتطلبها نظام النقل الذكي، المصدر: إعداد الباحث

ويوضح الشكل (٢) عمل البنية التحتية الذكية وتكامل أجزائها مع بعضها البعض، بدءاً من الأقمار الصناعية إلى البنية التحتية لشبكة الطرق وصولاً إلى المركبات، واتصالها مع بعضها البعض على نحو متبادل.



الشكل (٢): عمل البنية التحتية الذكية وتكامل أجزائها مع بعضها البعض، المصدر [11]

يوضح الشكل (٣) الأجهزة التي يجب تزويد المركبات بها لتتوافق مع نظام النقل الذكي وهي: ١) ليزر، ٢) رادار، ٣) كاميرا بدقة عالية، ٤) نظام تحديد الموقع GPS، ٥) حساسات المسافة وتحديد المدى، ٦) نظام إرسال معلومات من المركبة إلى جهات متعددة V2X OBU (أي إرسال من مركبة إلى مركبة V2V، وإرسال من مركبة إلى نظام النقل (V2I) حساسات مختلفة.



الشكل (٣): الأجهزة التي يجب تزويد المركبات بها لتتوافق مع نظام النقل الذكي، المصدر [11]

تعمل الأجزاء السابقة مع بعضها وفق ثلاثة مستويات هي: [1]

أولاً: وسائل تجميع المعطيات: تشمل الأجهزة التي تقوم بجمع مختلف المعطيات اللازمة كأجهزة مراقبة المرور، وكاميرات التعداد والتصوير الموضوعة على الطرق، وكاميرات مراقبة المواقف ووسائل النقل العام، والحساسات التي ترسل تقاريراً عن الطقس ومستوى الضجة والتلوث، بالإضافة إلى المعلومات التي ترسلها المركبات وتقارير أعمال الصيانة والحوادث.

ثانياً: تقنية معالجة البيانات: تتمثل في البرمجيات والأجهزة التي تعمل على معالجة البيانات والمعطيات التي يتم جمعها، ويتم ذلك في مراكز إدارة المرور حيث تتجمع كل المعطيات وتتكامل مع بعضها البعض، لتحقيق التجاوب مع المتغيرات التي تطرأ وتقديم المعلومات للمتنقلين بما يحقق الأمان والفعالية في استخدام مختلف وسائط النقل.

ثالثاً: تقنيات السيطرة والتحكم ونقل المعلومات: وهي التقنيات المعنية بتحويل نتائج معالجة المعطيات إلى أرض الواقع، وتشمل مختلف وسائط التحكم (الإشارات المرورية، الإشارات الإرشادية والتحذيرية، مراكز التحكم وبنوك معلومات المرور والنقل)، وتحويل وسائل نقل المعلومات إلى مستخدمي نظام النقل، مثل تقديم المعلومات للمستخدم أثناء الرحلة من خلال الراديو أو الهاتف النقال، وتقنيات نقل المعلومات قبل القيام بالرحلة على أجهزة التلفزيون والانترنت والصحف، والوسائل الإلكترونية المعتمدة لإيصال معلومات النقل العام كالمحطات ومواعيد الوصول.

٢. ٣. آلية تطبيق نظام النقل الذكي:

يتضمن عمل البنية التحتية الذكية للنقل الذكي تكامل عدة أنظمة تعمل مع بعضها البعض، كما في الشكل (٤)، وهي: [٢]

١. النظم المتقدمة لإدارة المرور:

توظف هذه النظم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات للوصول إلى تكامل النظم القائمة والجديدة لإدارة المرور ونظم التحكم لتضمن استجابة فعالة (ديناميكية) لأحوال المرور المتغيرة. وتمثل النظم المتقدمة لإدارة المرور "الطريق الذكي" الذي تتخاطب معه "المركبة الذكية"، وهو الأساس الذي تعتمد عليه جميع التقنيات الأخرى لنظم النقل الذكية. وتقدم هذه النظم خدمات مثل: التحكم المروري بالإشارات المرورية، إدارة الحوادث الطارئة والتبليغ الآلي عن التصادمات وإرسال فرق الإنقاذ إلى مكان الحادث، إدارة الطلب على تشجيع الانتقال واستخدام النقل العام وبدائل المركبات (الدراجة والمشي)، التحكم بمواقف السيارات، واستخدام أساليب إعطاء أفضلية الحركة لتنظيم السير.

٢. النظم المتقدمة لمعلومات المتنقلين:

تتلقى المعلومات وتوصلها إلى المتنقلين في مركباتهم عن طريق عرض إرشادات صوتية وعلامات مرئية قبل الرحلة وأثناء الرحلة.

٣. نظم عمليات المركبات التجارية:

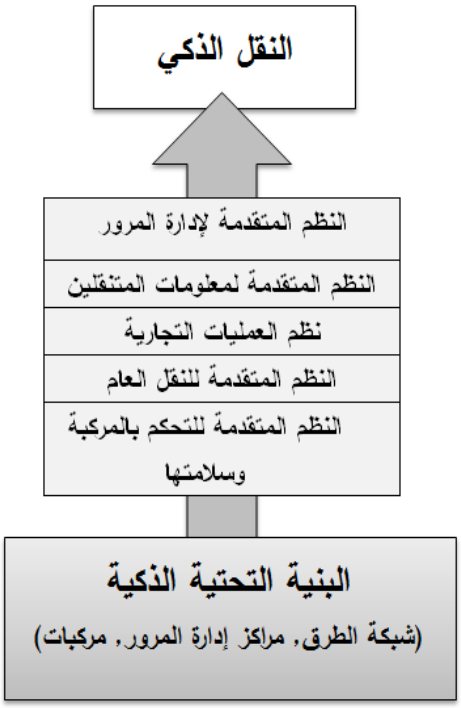
تقدم خدمات تخص المركبات التجارية (الشاحنات والحافلات) وتقوم بتحسين حركة البضائع. ومن تطبيقاتها: التخليص الالكتروني للمركبات التجارية المزودة بأجهزة التخاطب الآلي، وتأمين سلامة المركبة على الطريق وسلامة حمولتها، والاستجابة لحوادث المواد الخطرة، وإدارة أسطول المركبات التجارية من خلال وسائط الاتصال بين السائقين ومركز عمليات الشركة الناقلة.

٤. النظم المتقدمة للنقل العام:

تقدم خدمات للحافلات وسيارات الأجرة، مثل: أمن وسلامة النقل العام وخدمات الدفع الالكتروني.

٥. النظم المتقدمة للتحكم بالمركبة وسلامتها:

تجمع بين الحساسات ونظم التحكم في المركبات وبين البنية التحتية الذكية التي يمكن أن تتدخل في القيادة عند حدوث طارئ، والهدف هو تخفيف الازدحام في الطرق السريعة وتحقيق مستويات أفضل لفعالية الطرق في المدن. وذلك من خلال تقديم خيارات بديلة للطرق المزدحمة، وتوفير خدمات التحذير من الاصطدام عند التقاطعات، وتحسين الرؤية في حال وجود عوائق مثل الضباب والغبار.



الشكل (٤): تكامل الأنظمة المختلفة مع البنية التحتية وصولاً إلى النقل الذكي، المصدر: إعداد الباحث

٦. نحو نظام نقل ذكي

٦. ١. التخطيط لنظام نقل ذكي

يتطلب الوصول إلى نظام نقل ذكي تطبيق مبادئ التخطيط الذكي على عدة مستويات، بدءاً من توفير البنية التحتية الذكية الضرورية، وصولاً إلى تطبيق أنظمة النقل الذكي إدارياً، وذلك مع استمرارية مراقبة التغيرات لتقييم مسار تنفيذ المخطط وتصحيح الأخطاء التي من الممكن أن تحدث، بالإضافة إلى التصميم العمراني لشبكة الطرق ضمن المدينة والذي يشجع المشي وركوب الدراجات الهوائية والنقل العام، وبالتالي يسهم في انخفاض استخدام الطاقة وتقليل التلوث وزيادة عامل الأمان [15]، ويمكن توضيح ذلك بما يلي:

أولاً: على صعيد البنية التحتية:

كما ذُكر سابقاً، يتطلب تحسين واقع نظام النقل العام وتعزيز قدرته على الربط بين جميع أجزاء المدينة بفعالية، على أن يتم تفعيل دور تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في مجال النقل للوصول إلى بنية تحتية ذكية وذلك من خلال:

١. رفع كفاءة شبكة الاتصالات لتربط بين كل من شبكة الطرق ومراكز إدارة المرور والمركبات.

٢. تزويد شبكة الطرق بالتقنيات اللازمة لجمع المعطيات وإرسالها إلى مراكز إدارة المرور.

٣. تزويد مراكز إدارة المرور بالتقنيات اللازمة لتحليل المعطيات وإرسال المعلومات والإرشادات إلى المركبات وإشارات المرور على الطرق.

٤. تزويد المركبات بالتقنيات اللازمة لإرسال المعطيات وتلقي المعلومات من مراكز إدارة المرور.

ثانياً: على صعيد التصميم العمراني:

يتطلب تصميم شبكة الطرق زيادة قابلية الوصول بحيث يزيد من المدة الزمنية اللازمة للتنقل. ولتحقيق ذلك يمكن تطبيق مفاهيم متعددة منها:

١. تطبيق مفهوم الاستعمالات المتعددة للأراضي التي تعتمد على دمج الأنشطة المختلفة والمرافق العامة أفقياً أو عمودياً، أي دمج الإسكان مع الأنشطة التجارية والأنشطة الصناعية والخدمات ضمن مساحات مشتركة. كما يؤدي تطبيق هذا المفهوم إلى تقصير المسافات بين أماكن السكن ومختلف النشاطات الاقتصادية والاجتماعية مما يساهم في تقليل استخدام المركبات.

٢. توفير مناطق خالية من السيارات يتم التنقل فيها مشياً أو على الدراجات الهوائية، مما يساهم في تقليل الازدحام وتخفيض نسب التلوث والضجيج. [١٦]

٦. ٢. أمثلة على تطبيق النقل الذكي:

أولاً: تجربة مدينة دبي: [19]

قامت مدينة دبي بوضع خطط شاملة لتطبيق تقنيات مرور حديثة، ومن أهم تطبيقات نظام النقل الذكي في المدينة:

١. توقيت ديناميكي لدورات الإشارات الضوئية ومراحلها وفق ظروف المرور في كل موقع.

٢. رصد الأعطال آنياً.

٣. إمكانية إعطاء الأولويات لاتجاهات مرور معينة ولأنواع معينة من مركبات مثل الشرطة والإسعاف.

٤. إمكانية الاتصال عن بعد مع الشرطة عبر شاشات طرقية في مركز العمليات التابع للشرطة.

٥. المساهمة في التقليل من حوادث السير.

٦. من حيث تم وضع نظام آلي شامل للتحكم بالإشارات الضوئية عام ١٩٩٥ لتنسيق توقيت عمل هذه الإشارات بين بعضها البعض.

٧. تركيب كاميرات لمراقبة حركة المرور والمساعدة في إدارة الأحداث المرورية الطارئة، فضلاً عن إنشاء نظام لإدارة أعطال الإشارات الضوئية، وفي إطار تحويل دبي إلى مدينة ذكية تمّ إعداد الخطة الاستراتيجية المتعلقة بالنقل من خلال إنشاء هيئة الطرق والمواصلات لتضطلع بمتابعة تنفيذ المشاريع المخططة من أجل تحقيق الأهداف الست الآتية وهي:

١- دعم وتعزيز شبكة الطرق.

٢- دعم وتطوير منظومة النقل العام.

٣- تعزيز شبكات ومراقبة المشاة وراكبي الدرجات.

٤- تطوير السياسات والقوانين التي تساعد على التغلب على النكوس المروري ودعم النقل المستدام.

٥- تطور تقنيات النقل الذكي.

٦- دعم وتعزيز الوعي المروري والوعي بالسلامة.

كما تقوم استراتيجية النقل المعتمدة على إدماج مختلف الفئات المعنية الداخلية والخارجية المؤثرة والمتأثرة بما يضمن تلبية احتياجاتهم ومساهمتهم في تنفيذ الاستراتيجية.

- أنظمة النقل الذكية في إمارة دبي:

١- اعتماد النظام الآلي لإدارة حركة الحافلات والذي ساهم في زيادة نسبة التزام الحافلات بالمواعيد المجدولة للوصول إلى المحطات من ١٩% إلى ٧٥% ما بين ٢٠١٢ و٢٠١٤ على الترتيب.

- تبني نظام إدارة الصحة والسلامة لدى هيئة المواصلات والطرق يقوم بحساب مكافئ الحوادث اعتماداً على حسابات إصابات الحوادث البسيطة، المتوسطة والشديدة لتقييم أداة السلامة، وقد انخفض هذا المؤشر ١٢% بداية من سنة ٢٠١٦ مقارنة بسنة ٢٠١٥.

- إنشاء أول شبكة مترو مؤقتة بالكامل مما ساهم في تخفيض الازدحام والتكدس المروري بنسبة ٢٥% نتيجة التحول إلى استخدام المترو الي بلغ متوسط عدد ركابه بداية سنة ٢٠١٦ حوالي ٥٠٠٠٠٠ راكب يومياً مما ساهم بدوره في تجنب ٢٣٧,٠٠٠ من انبعاثات الكربون سنوياً.

- اعتماد نظام بطاقات الدفع الذكية ممثلة ببطاقة (نول) التي تمكن المتنقل من تسديد تعاريف التنقل عن وسائل النقل المختلفة.

- توفير تطبيقات ذكية مثل برنامج (وجهتي) التي يوفر معلومات مختلفة عن وسائل النقل المتاحة وتكلفتها، الوقت المستغرق والمسار المتبع مما يمكن المتنقل من اختيار وسيلة النقل المناسبة.

- تبني أنظمة إدارة البيئة باعتبار هيئة المواصلات والطرق أول جهة حكومية في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا تحصل على اعتماد لنظام إدارة الطاقة إيزو ٢٠١١- ٥٠٠٠١ نتيجة تطبيقها عدة مبادرات لترشيد استهلاك الطاقة من أهمها:

١- استبدال الحافلات:

استبدال أسطول الحافلات العامة القديمة بالحافلات الحديثة وفقاً للمواصفات القياسية الأوروبية والتي تستخدم المازوت بمحتوى الكبريت الأقل (١٠ أجزاء في المليون).

٢- إدارة الطرق:

شهد مطلع ٢٠١٦ استبدال المصابيح التي تعمل بتقنية الزئبق بمصباح مصنوعة من معدن الهاليد مما أسفر عن توفير إضافي في الطاقة، إضافة إلى إطفاء إنارة الطرق الداخلية للأحياء السكنية بعد العاشرة مساءاً وإطفاء الإنارة الزائدة في مواقف المركبات، وتخفيض ساعات عمل إنارة الطرق بمقدار ٢٠ دقيقة يومياً قبل وبعد غروب الشمس.

٣- الإشارات الضوئية:

تم الشروع في استبدال إنارة هذه الإشارات من نوع الهالوجين بالإنارة الضوئية من نوع المصابيح ذات الصمام الثنائي الباعث للضوء، والمتوقع أن تساهم في خفض الانبعاثات الكربونية بـ ٤٣٠ سنوياً، وتخفيض استهلاك الكهرباء بمقدار مليون كيلو واط سنوياً.[٩]

إيجابيات وسلبيات النقل الذكي في دبي:

الإيجابيات:

١- زيادة عامل الأمان للمركبات بوجود كاميرات المراقبة وأجهزة الإنذار.

٢- تساهم نظم النقل الذكي في الحفاظ على البيئة وتخفيف التلوث وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

٣- تساهم في معالجات الحالات الاختناقية المرورية والازدحام على الطرق العادية والسريعة وداخل المدن، وتطور مراقبتها وضبطها إلكترونياً.

٤- ساعدت نظم عمليات المركبات التجارية في تحسين وسلامة المركبات والشاحنات وسيارات الأجرة وبما في ذلك القطارات خصوصاً وتحسين حركة البضائع.

٥- ساهمت في انخفاض عدد الحوادث على الطرقات.

٦- ساعدت في استخدام الدراجات الهوائية حيث تم تخصيص ممرات خاصية لها.

السلبيات:

١- التوسع في البنية الأساسية لشبكة الطرق وتوفير المتطلبات التكنولوجيا يحتاج إلى موارد مالية كبيرة.

٢- احتكار التكنولوجيا الحديثة من قبل القطاع الخاص ومن قبل الدول الغربية.

ثانياً: تجربة لوس أنجلوس: [8]

أحدثت منصة زيروكس للدمج، "Xerox Merge Platform"، في لوس أنجلوس ثورة في مواقف السيارات «مواقف ذكية»، حيث تستفيد المدينة من نظام معلومات ذكي لإدارة مواقف السيارات. ويقوم نظام الدمج بجمع البيانات من أكثر من ٦٠٠٠ مكان لوقوف السيارات في الشوارع، وغيرها من مصادر البيانات لتوفير بيانات متكاملة للتحليل. ويستخدم تحليل البيانات لمراقبة صيانة تلك المواقف والإيرادات والإشغال، وذلك عن طريق تطبيق خوارزمية تسعير ديناميكية، وبالتالي يتحقق استخدام أكثر سلاسة لمواقف السيارات. وقد أدى هذا إلى انخفاض بنسبة ١٠% في الازدحام بمواقف السيارات نتيجة لبحث السائقين عن مساحات فارغة. وهذا يعني انخفاض مستوى الازدحام والتلوث والنفايات، وتقليل الهدر في الوقت والموارد.

ويتمثل أحدث تطبيق لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات وتحويلها إلى خدمة في نظام زيروكس للنقل السلس، " Xerox Seamless Transportation System "، الذي يهدف إلى تفعيل واقع التعامل مع منظومة النقل العام من دون تذاكر. فمن دون الحاجة إلى تغيير أنظمة التذاكر الحالية، توفر هذه الخدمة لمستخدمي النقل العام إمكانية تسديد ثمن التذكرة عبر الهاتف الذكي، حيث يسدد المسافرون تلقائياً كل شهر ثمن رحلاتهم.

ومن فوائد هذا النظام الرئيسية قدرته على العمل في كل مكان، مما يعني أن عدم معرفة المسافر لنظم التذاكر المحلية في مدينة جديدة لن يقف عائقاً أمام استخدامه وسائل النقل العام. ومن المتوقع أن يزيد هذا التطبيق من أعداد الركاب ويحقق وفورات اقتصادية وبيئية، كما يزيد كفاءة شبكة النقل والمواصلات في المدن التي تتبنى مثل هذا النظام وتطبيقاته في جميع أنحاء العالم.

واعتمدت الولايات المتحدة الأمريكية عدة محاور أو مواضيع تتماشى مع أولويات استراتيجية وزارة النقل:

– تعزيز التنقل: بواسطة استكشاف استراتيجيات الإدارة التي تزيد كفاءة النظام وتحسين تنقل الأفراد.

– الحد من الآثار البيئية: من خلال تحسين إدارة حركة السير والسرعة والازدحام، واستخدام التكنولوجيا لتوجيه المركبات وتطبيق العمليات على الطريق.

– تشجيع الابتكار:

من خلال تعزيز ا لتقدم التكنولوجي والابتكار عبر برنامج (ITS) والسعي باستمرار من أجل رؤية استشرافية، ومواءمة وتيرة وتطوير التكنولوجيا والتبني والنشر لتلبية احتياجات النقل في المستقبل.

– دعم نقل معلومات النظام المتكاملة:

من خلال وضع معايير وأنظمة معمارية، وتطبيق التقنيات اللاسلكية التي تمكن الاتصالات بين السيارات من جميع الأنواع، والبنية التحتية والأجهزة المحولة.

– تمكين المركبات والطرق الأكثر أماناً:

من خلال تطوير تجنب التحطم لجميع المركبات بشكل أفضل على الطرق الوعرة، واعتبارات السلامة للمركبات التجارية، وأنظمة السلامة على أساس البنية التحتية والتعاونية. [٩]

٦. ٣. إيجابيات وسلبيات النقل الذكي:

نجد مما سبق أن على التخطيط أن يكون حساساً ومتصلاً بصورة مباشرة مع حقائق التغير العمراني ليكون فعالاً وقادراً على استيعاب هذه التغيرات والتعامل معها بالطرق المناسبة، فالأنماط المختلفة للتخطيط والتصميم العمراني يجب أن تتناسب مع الواقع الاجتماعي والاقتصادي والبيئي وتغيراته. ولتحديد ما إذا كان النقل الذكي ملائماً للتجاوب مع هذه المتغيرات، نلخص إيجابياته وسلبياته:

أولاً: الإيجابيات:

١. عمرانياً: يساهم في الحد من الآثار السلبية لنظام النقل التقليدي من حيث ضعف كفاءة شبكة الطرق والاختناقات المرورية، كما يساهم في تنظيم حركة المرور بفعالية.

٢. اجتماعياً: رفع مستوى السلامة المرورية وتقليل عدد الحوادث، وزيادة عامل الأمان للمركبات بوجود كاميرات المراقبة وأجهزة الإنذار.

٣. اقتصادياً: تساعد نظم النقل الذكية في توفير طاقة استيعابية أكبر كلما ازداد الطلب على النقل، وبكفاءة أعلى دون الاعتماد الكلي على إنشاء مرافق نقل جديدة، كما يزيد من ثقة القطاع الخاص للاستثمار في مجال النقل.

٤. بيئياً: يدعم قابلية الوصول من حيث تقليل المسافات وزمن الوصول، كما يوفر بيئة للمشي وركوب الدراجات الهوائية مما يساعد في الحفاظ على البيئة، ويساهم في تقليل عدد المركبات من خلال دعم النقل العام.

ثانياً: السلبيات:

١. تقع مجالات تطبيق النقل الذكي وما يحتاجه من تطويرات على مختلف الأصعدة في أيدٍ أجنبية من حيث الأقمار الصناعية وأجهزة الاستشعار والحساسات الذكية وشركات صناعة السيارات مجهزة بمواصفات معينة.

٢. ضعف الموارد البشرية المؤهلة لاستخدام تطبيقات النقل الذكي في مجالي الكوادر الإدارية وعمال الصيانة، والمستخدمين المتنقلين وأصحاب المركبات.

– من خلال مقارنة التجارب السابقة نجد أن تطبيقات النقل الذكي كانت استجابة للمشكلات المرورية في كل مدينة، إذ أن كل من الولايات المتحدة الأمريكية وإمارة دبي، تعاني من مشكلات الازدحام المروري، والحوادث بسبب السرعة الزائدة في المناطق الحضرية، ، وتفاقم الآثار الناجمة عن هذه الحوادث بسبب طول زمن الاستجابة بالنسبة إلى خدمات الطوارئ، فضلاً عن وجود ازدحام مروري ناجم عن ظروف جوية خاصة، لذا ركزت الولايات المتحدة الأمريكية ودبي على إدارة حركة المرور، وإدارة مواقف السيارات فضلاً عن إدارة مركبات الطوارئ، وتقديم المعلومات عن الحالة الجوية والإغلاق الآلي للطرق المتضررة من الأحوال الجوية فضلاً عن إدارة حركة المرور.

٦. ٤. النتائج:

مع الزيادة المستمرة في حركة المرور، وصعوبة توسيع الطرق أو إنشاء طرق جديدة تساعد في تخفيف كثافة الحركة، بات من الملحِّ تحقيق الإفادة القصوى من الطرق الحالية، وتعزيز كفاءتها من خلال اتخاذ التدابير اللازمة على صعيد إدارة حركة المرور. ويمكن البدء بتحليل منظومة النقل للوصول إلى صورة واضحة عن المشكلات المرورية مما يساعد في وضع حلول صحيحة ومرنة تتلاءم مع المستقبل وتغيراته. ووفق ما ذُكر سابقاً، يتطلب الانتقال إلى نظام نقل ذكي محلياً ما يلي:

١. العمل على استحداث هيئة حكومية لتتولى هذه المهمة على الصعيد الوطني، حيث تقوم هذه الهيئة بدورها بوضع آلية لتنسيق الأعمال وتنظيم المسؤوليات والمهام، ويتم توزيع مسؤوليات النقل الذكي على عدة وزارات هي وزارة النقل ووزارة الداخلية ووزارة الاتصالات ووزارة الإدارة المحلية بالإضافة إلى أطراف أخرى من القطاع الخاص (شركات النقل والاتصالات).

٢. العمل على تأسيس مخطط هيكلي وطني يمثل الإطار المشترك لتفعيل نظام النقل الذكي، ويتكون هذا المخطط من ثلاثة مستويات رئيسية هي:

– مستوى شبكة الطرق الرئيسية والفرعية (مخطط طرقي).

– مستوى الوظائف المتعلقة بخدمات المستخدمين (مخطط خدمي).

– مستوى شبكة الاتصالات التي تقوم بتوصيل البيانات والمعلومات.

بالإضافة إلى مستويات فرعية مهمتها توضيح أجزاء المخطط والربط بينها.

٣. التخطيط لمشاريع تجريبية توضيحية والبدء بتنفيذها حيث تركز هذه المشاريع على التقنيات التي أثبتت فائدتها خلال وقت قصير وتطوير وتوسيع هذه المشاريع تدريجياً.

٧. التوصيات

١. العمل على تطبيق نظام النقل الذكي، باعتباره مجموعة من الإمكانيات المتكاملة حيث يمكن أن يوفر نظام نقل متطور ومتكامل للخدمات العامة، وينعكس تطبيقه إيجاباً على واقع النقل المحلي من حيث تلبية احتياجات ومتطلبات السكان المتزايدة باستمرار على شبكة النقل والمواصلات.

٢. يتطلب الوصول إلى نقل ذكي رفع مستوى معرفة المواطنين وثقافتهم في تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لتأهيل كوادر بشرية قادرة على التعامل مع البنية التحتية الذكية سواء كموظفين أو كمستخدمين.

٣. العمل على وضع مخطط هيكلي وطني لشبكة النقل ضمن إطار استراتيجي يمكن من خلاله أن تتكامل أنشطة مختلف الجهات ذات الصلة.

٤. يمكن للجهات المسؤولة المعنية بالنقل والمواصلات أن تتبنى عدداً من المشاريع المناسبة التي تطبق جوانب النقل الذكي والتي تلائم الأولويات المطلوبة والظروف المحلية.

المراجع

المراجع العربية:

[1]: الغزي، صبحي، 2010، *أهمية نظم النقل الذكية في معالجة مشاكل النقل والسيطرة على الأزمات*، مركز النور، العراق.

[2]: القاضي، سعد بن عبد الرحمن، ٢٠١٠، *نظم النقل الذكية: أهم مواضيعها وفرص تطبيقها في المملكة العربية السعودية*، جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية.

[3]: حسن، د. إلهام، ٢٠٠٥، *تحديات المستقبل في التخطيط الحضري الدروس المستقاة من التجارب الأوروبية*، مجلة تشرين للدراسات والبحوث العلمية، سلسلة العلوم الهندسية المجلد (٢٧) العدد (٢).

[4]: صيداوي، د. وليد، ٢٠١٢، *المؤشرات التنموية وتغييرها (كأداة لإدراك وتطوير الوضع الراهن)* ، مجلة تشرين للدراسات والبحوث العلمية، سلسة العلوم الهندسية.

[5]: عبد الهادي، د. محمد أحمد، ٢٠٠٣، *التلوث الضوضائي، آثاره على صحة الطفل النفسية والجسمانية*، إيتراك للطباعة والنشر والتوزيع، مصر الجديدة: مصر.

[٦]: – آلية التحول إلى النقل الذكي لتحسين سير النقل الجماعي بالحافلات (١٦) مدينة باتنه نموذجاً– إعداد بخوش عبد الحميد – ٢٠٢١– ٢٠٢٢.

[٧]– شني صورية: استخدام استراتيجية النقل الذكي كأداة لدعم أدوات النقل المستدام؛ أطروحة دكتوراه، ٢٠١٧.

[٨]– فهمي حيدر معالي – نظم المعلومات. مدخل لتحقيق الميزة التنافسية – الإسكندرية – الدار الجامعية للنشر – ٢٠٢٠.

المراجع الأجنبية:

[٩]: Collaborative work of persons from the Vienna University of Technology (lead partner), 2014, *Smart cities: Ranking of European medium-sized cities*, the Department of Geography at University of Ljubljana and the OTB Research Institute for Housing, Urban and Mobility Studies at the Delft University of Technology.

[10]: C. Andrea, D.B. Chiara, N. Peter, October 7th- 9th- 2009, *Smart cities in Europe*, 3rd Central European Conference in Regional Science – CERS, Technical University of Košice - Faculty of Economics and Institute of Regional and Community Development- University of Economics in Bratislava- Slovak Section of the European Regional Science Association- German Speaking Section of the European Regional Science Association, Košice/ Slovak Republic.

[11]: Elyes Ben Hamida, Hassan N. Noura, 2015, *Security of Cooperative Intelligent Transport Systems : Standards , Threats Analysis and Cryptographic Countermeasures*, The Allen Institute for Artificial Intelligence.

[12]: ITS Focus, May 1997, *ITS Focus report on System Architecture: Evaluation of the US National ITS Architecture and Recommendation for the U.K.* ITS Focus Task Force on System Architecture, UK.

[13]: K. Nicos, 2002, *Intelligent Cities: Innovation, knowledge systems and digital spaces*, Routledge, London and New York.

[14]: Batty, Michael. November 2004. *What is Urban Sprawl: Concept and perceptions*, University College London.

[15]: Angelidou, Margarita. May 2014. *Strategic planning for the development of smart cities*, School of Architecture, Department of Urban and Regional Planning and Development, Aristotle University of Thessaloniki.

[16]. I. Kamarulazizi. 2009. Intelligent City An Enable For A First Class Hajj Service, Intelligent Cities Conference, Umm Al-Qura University, Makah/Saudi Arabia.

مواقع الانترنت:

[17]: al-jazirah, 2018. https://www.al-jazirah.com/2015/20150924/ms7.htm

[18]: 2018. http://www.damascus.gov.sy/Home/gov/AboutUS/Branchs/–مديرية–التنظيم–والتخطيط–العمراني

[١٩]: URENIO, 2018. https://www.urenio.org/smart-intelligent-cities/