التقنيات الحديثة للشوارع الذكية (نماذج خدمية)

م.د فرقان محمد عبد المجيد النصراوي

جامعة كربلاء
كلية التربية للعلوم الإنسانية

المستخلص

بينت هذه الدراســة أهمية التقدم التكنلوجي في أنظمة الشــوارع الذكية على تطوير نظام النقل في المدن الذكية وتقليل الاثار السلبية الجانبية الناشئة عن الحركات المرورية وتحسين مستويات الخدمة في الشوارع وبينت ان التخطيط السليم لتحسين أنظمة الشوارع الذكية في المدينة تكون باستخدام أنظمة النقل الذكية والتي لها دور كبير في تحسـين أداء النقل في المدن الذكية من خلال دمجها بأجهزة الاسـتشـعار عن بعد والتقنيات الســلكية واللاســلكية وبالتالي تؤدي الى تحســين نظام النقل داخل المدن الذكية من خلال خفض الزحامات واســتهلاك الطاقة وانبعاث الغازات الملوثة وتقليل التكاليف وتحســين الســلامة وراحة المســافرين وتحقيق مقومات التنمية المستدامة للمدن الذكية.

Abstract

This study showed the importance of technological progress in smart street systems to develop the transportation system in smart cities and reduce negative side effects arising from traffic movements and improve service levels in the streets and showed that proper planning for improving smart street systems in the city is by using smart transportation systems, which have a major role in Improving transportation performance in smart cities by integrating them with remote sensing and wired and wireless technologies and thus improving the transportation system within smart cities by reducing crowds, energy consumption, polluting gas emissions, reducing costs, and Improve safety and comfort for travelers and achieve the foundations for sustainable development of smart cities.

المقدمة

تعتبر الشوارع الذكية الجزء الأهم من منظومة النقل الذكي والذي يعبر بدوره عن مستوى استخدام تكنلوجيا المعلومات والاتصال وأجهزة الاستشعار في تسيير الحركة المرورية ومن ثم في تحقيق السلامة المرورية بهدف تحسين نوعية الحياة وإيجاد الحل لمشكلات النقل على مستوى المدينة كالازدحام والتلوث واستهلاك الطاقة، حيث تطورت المعرفة العلمية المتعلقة بحركة المرور بشكل ملحوظ بعد تطور تقنيات المعلومات والاتصالات واستخدام أنظمة النقل الذكية وان التطور المستمر فيها ساهم في تنفيذ الدراسات التخطيطية والهندسية المرتبطة بالمرور بصيغة اوسع بحسب اهدافها وشموليتها ما بين التعداد المحدد لحجم المرور على الطرق وصولا الى الدراسات الواسعة في تخطيط النقل والمرور، اذ توجد بين هذين المجالين انواع عدة من الدراسات المرتبطة بقدرة الشوارع وبرمجة الإشارات الضوئية وتوقف المركبات بالإضافة الى نوع الحوادث المرورية وتنسيق حركة النقل الجماعي وكاميرات المراقبة، تشغل نظم النقل الذكية التقنيات الخاصة بالاتصالات وذلك للحصول على بيانات متعلقة في فعالية مرافق النقل وعن طلب النقل والاتصال التبادلي بين المركبات وبين الأجهزة الموجودة على جانب الطرق، ثم يتم جمع هذه الكمية الهائلة للبيانات ويتم معالجتها بواسطة تقنيات التحكم من اجل إدارة أفضل للنقل، حيث ساهم التقدم التقني في مجال أنظمة النقل الذكية في تطوير أنظمة النقل وتقليل الاثار السلبية الجانبية الناشئة عن الحركات المرورية وتحسين مستويات الخدمة في الطرق لذلك فأن التخطيط لتحسين أنظمة النقل والطرق في المدينة والحد من الاثار السلبية الناتجة من النقل تكون باستخدام أنظمة النقل الذكية والتي لها دور مهم في جودة اداء النقل في المدن وبذلك تكون انظمة النقل داخل المدينة ذات ابعاد ذكية بعد ان يتم دمجها مع أجهزة الاستشعار التي تمكنها من التواصل مع بعضها البعض بواسطة التقنيات اللاسلكية، وبالتالي تؤدي الى تحسين أداء النقل من خلال خفض الزحامات واستهلاك الطاقة وانبعاث الغازات الملوثة وتقليل التكاليف وتحسين السلامة وراحة المسافرين لتحقيق مقومات التنمية المستدامة بالاقتصاد في الطاقة والمحافظة على البيئة .

مشكلة البحث: يمكن صياغة مشكلة البحث على النحو الاتي:

ما هي خصائص ومميزات الشوارع الذكية؟ وما هو دور الشوارع الذكية في تطور المدن؟

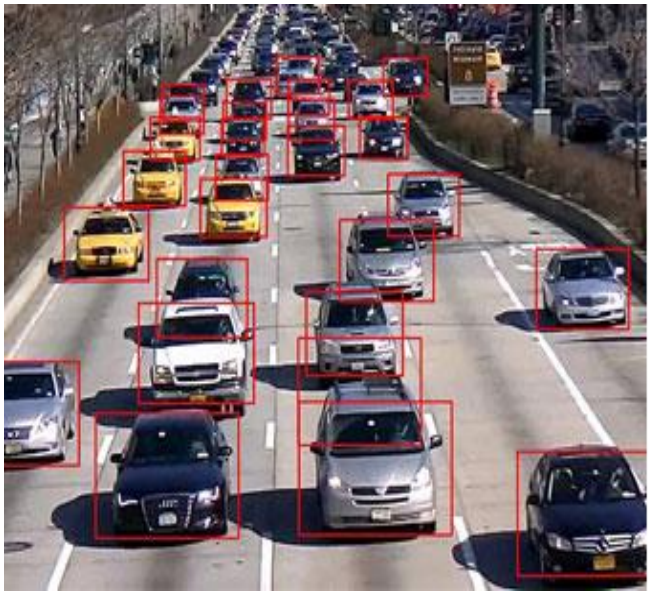
فرضية البحث: يمكن صياغة فرضية البحث على النحو الاتي:

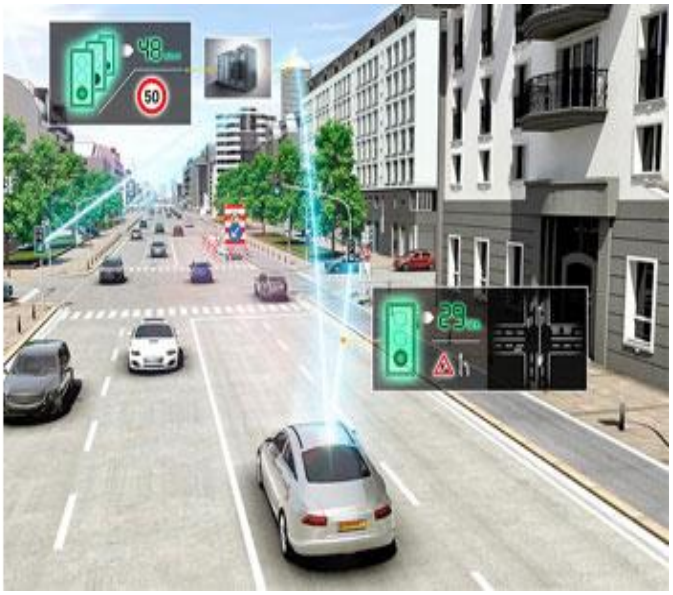
تعد أنظمة النقل الذكي ذات أهمية كبيرة في تحسين أداء النقل في المدن الذكية وبالتالي تؤدي الى تحسين نظام النقل داخل المدن الذكية وبالتالي تعمل على زيادة كفاءة خدمات النقل داخل المدن.

المبحث الأول مفهوم نظام النقل الذكي وخصائصه:

هو تطبيق التكنلوجيا باستخدام تقنيات الحاسوب والاتصالات (الاستشعار عن بعد بواسطة الأقمار الصناعية، وتقنيات الاشعة مثل تقنية (Wi-Fi) لمواجهة العديد من الصعوبات في انظمة النقل، وذلك من اجل تحسين وإدارة حركة المرور فضلا عن تحسين نظم العبور وتحسين استجابة السيارات في حالات الطوارئ وتوفير المعلومات للمسافرين في الوقت الحقيقي وتحسين مستويات السلامة والإنتاجية والحركة العامة على الرغم من تفاقم الزحامات واستمرار الاخطار المحدقة بسلامة المتنقلين حيث ان نظم النقل تدار بواسطة تقنيات الحاسب الالي والالكترونيات للحصول على البيانات المتعلقة بفعالية المرافق من الطرق والنقل العام والخاص وعن الطلب على النقل والاتصال المتبادل بين المركبات وبين الأجهزة المتوفرة على جانب الطريق وعن حوادث التصادم المحتملة الحدوث، وان هذه التطبيقات الخاصة بنظم النقل الذكية تعمل على إدارة ذات كفاءة للنقل، وتظهر نظم النقل الذكية التقدم الطبيعي للبنية التحتية للنقل بواسطة تحديثها لمواكبة عصر المعلومات[1]. صورة (1)

صورة (1) الية النظام الذكي للمرور





المصدر: الانترنت على الموقع https://www.google.com/search?sca

تعمل أنظمة النقل الذكي على تشغيل اجهزة استخبارية في اتخاذ القرار اللازم سواء في اختيار الطريق عند السفر او التحويل من النقل الخاص الى النقل العام، بالإضافة الى تحديد اذا ما كانت هناك حاجة الى انشاء طرق حديثة وتحديد الطريقة لمساءلة مستخدمي الخدمات عن النتائج ودرجة الخدمة او مستواها بعد استخدام هذه التقنيات [2].

الشوارع الذكية:

هي الشوارع التي تعتمد في نظامها على تقنيات المعلومات باستخدام أنظمة الكترونية مختلفة (مثل نظام الكاميرات التصورية الموصلة الكترونيا بقاعدة مركزية) حيث يمكن لهذه الشوارع ان تمتلك تقنيات خاصة لها القدرة على الحصول على المعلومات المتعلقة بالسائق والمركبة والمشاة فيها مع قدرتها على قياس حركة المرور عليها وقدرتها على تغيير إشارات المرور وفقا لحركة المرور المتاح وقدرتها على تقديم الوقت الحقيقي لتقييم مستوى الزحام من خلال محطات انظمة دوائر التلفزيون المقفلة المرصودة بالفيديو (cctv) والمحطات الخاصة بأنظمة الكشف والاستشعار (TSS) وتحتوي هذه الشوارع على جانبها رادارات لمراقبة حركة المرور وانظمة متقدمة مثبتة في البنية التحتية للشارع تقوم فيها الأجهزة بالتحسس وتسجيل القياس والسرعة والحركة الخاصة بالمرور ضمن كل اتجاه من التقاطعات، اذ يتم تمرير البيانات بواسطة خطوط هاتفية عن طريق الالياف البصرية الى اجهزة الحاسوب المتقدمة، ليتم تحليلها وبعدها يتم اصدار اوامر للتحكم في درجة حركة المرور ضمن التقاطعات والطرق ومن ثم إعطاء التوجيهات اللازمة لجميع مستخدمي الطرق في المدينة [3].

ان انظمة الشوارع الذكية لا تقتصر على خدمة السيارات فقط، اذ تستطيع اجهزة الاستشعار المتوفرة على الأرصفة في كشف الدراجات عندما تقترب من التقاطعات، حيث تستطيع هذه الاجهزة تنفيذ التغييرات ضمن المدة الزمنية للإشارة لإعطاء سائق الدراجة الوقت الكافي للعبور بسهولة. [4]

اما بالنسبة الى المشاة فتخدمهم اجهزة استشعار تفعل بواسطة الموجات الدقيقة عند عبور التقاطعات الكبيرة، اذ انها تتتبع حركة المشاة في منطقة العبور وتمدد لهم زمن العبور وتبطئ تغيير الإشارة إلى اللون الأحمر حتى يصلوا إلى الجانب الآخر من الطريق. كما يستطيع نظام ادارة المرور الذكي أن يتنبأ بالمستقبل

,

وتوقع المدة الزمنية لرحلة معينة وفق حجم وكثافة المرور الحالية وفق بيانات تاريخية لزيادة دقة التوقعات [5]. صورة (2).

صورة (2) أنظمة الشوارع الذكية

المصدر: الانترنت على الموقع https://www.google.com/searchkufddfc/vr

إدارة الشوارع الذكية:

يتم التحكم بالشوارع الذكية من خلال أنظمة متداخلة تقنيا فيما بينها وهي [6]:

1- قاعدة البيانات لأنظمة الشوارع الذكيـة (ITS DATA BASE)

ان البيانات والمعلومات لهذه الانظمة يتم الحصول عليها من متحسسات الطرق والتقارير المرورية وخرائط المدن والخطط الانية وكذلك من سائقي المركبات ورجال المرور والباحثين في هذا المجال.

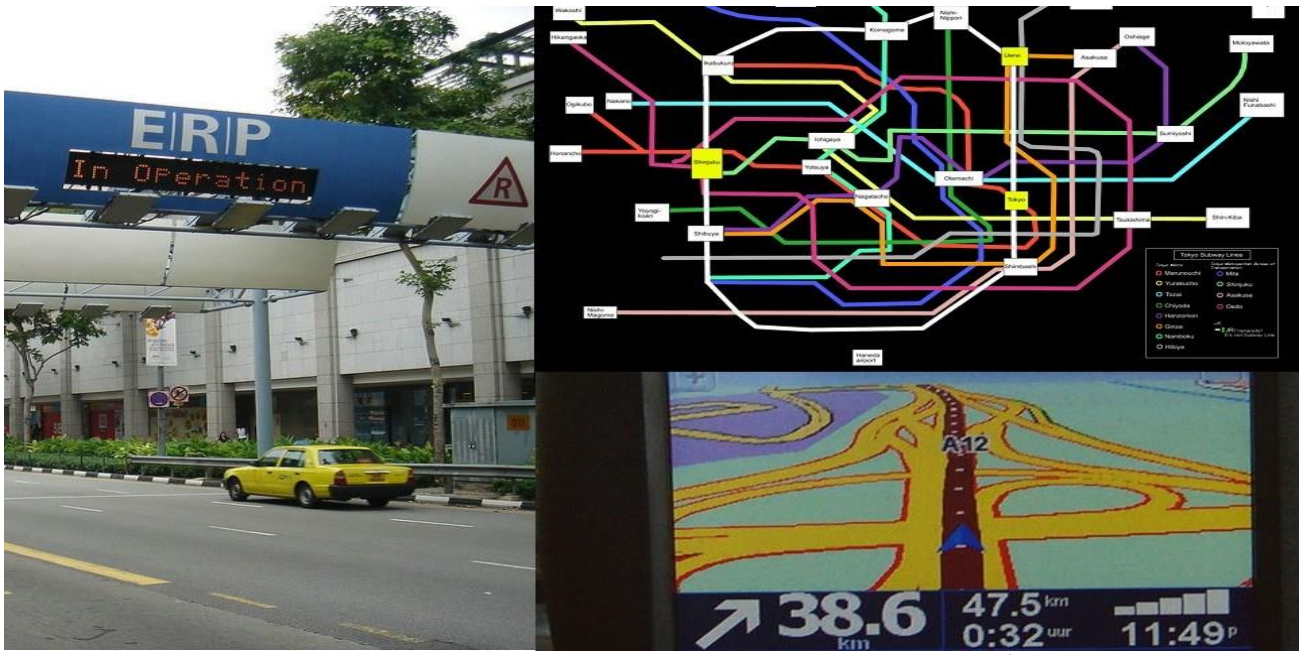
2- الانظمة الفرعية (ITS)

تشكل انظمة ITS من عدد من المجموعات الوظيفية تتمحور حول المرور والمعلومات عن قائدي المركبات والتقدم في النقل الخاص وفي شبكة الطرق والتي تشكل النظام المتكامل لأنظمة النقل الذكية هذه السلسلة من الانظمة الفرعية تعمل على تقليل الازدحام المروري وادارة الطرق وتوفير الامن والسلامة ومعلومات المتعلقة بالرحلات والقائمين بها والفصل ما بين النقل العام والخاص وتشمل هذه الانظمة الفرعية.

3- انظمة ادارة المرور المتقدمة (ATMS)

تعمل هذه الانظمة على تدقيق المعلومات من الطرق والمركبات بتباين سعتها الى مركز السيطرة المثبت لغرض جمع المعلومات الواردة بحسب رغبة الجهة التي تريد التحديث، اذ توفر تعداد للمركبات وقياسات للتأخيرات التي ترخص التعرف عن التدقيق المروري الدقيق والمتوقع ومكان حدوث الازدحام، اذ يحتوي النظام على عدادات تعمل على مسح واسع لحركة المرور بواسطة التفاعل السريع مع الحوادث المرورية والعوارض في المنطقة التي يتم ادارتها بواسطة السيطرة والتحكم عن بعد، اذ يستطيع هذا النظام ادارة النقل والمرور في المناطق المزدحمة بشكل فعال. شكل (1).

شكل (1) انظمة المرور المتقدمة (ATMS)



المصدر: الانترنت على الموقع https://www.google.com/jtuh/oj/street

4- انظمة المعلومات المتقدمة للسائق (ARCS)

تركز هذه الانظمة على كفاءة الرحلة وذلك يتوفر المعلومات المرورية والامنية مباشرة الى السائق التي تنقل من مركز السيطرة المرورية وتخزن في الحاسوب داخل المركبة اذ ان التقنية الالية لموقع السيارة تجعل من الممكن توفير هذه المعلومات والتي تشمل ايضاً السرعة وشروط المتانة في المركبة ومواقع المركبات والمسارات ومعلومات عن المحلات والمرائب ومحطات الخدمة والوقود ومعلومات عن الطقس ودرجات الحرارة.

انظمة السيطرة المتقدمة للمركبة (ATIS)

وتضم هذه الانظمة لتوفير أفضل سيطرة للمركبة مباشرة بصورة الية وهذه الانظمة تتحرى عن حافة الرصيف في الشوارع او الحارات المرورية وعن المركبات الاخرى وتنبيه السائق عن التداخل المروري بصورة الية ويمكن ان تسمح هذه الانظمة مستقبلاً تقليل المسافة بين المركبات وزيادة السعات المرورية.

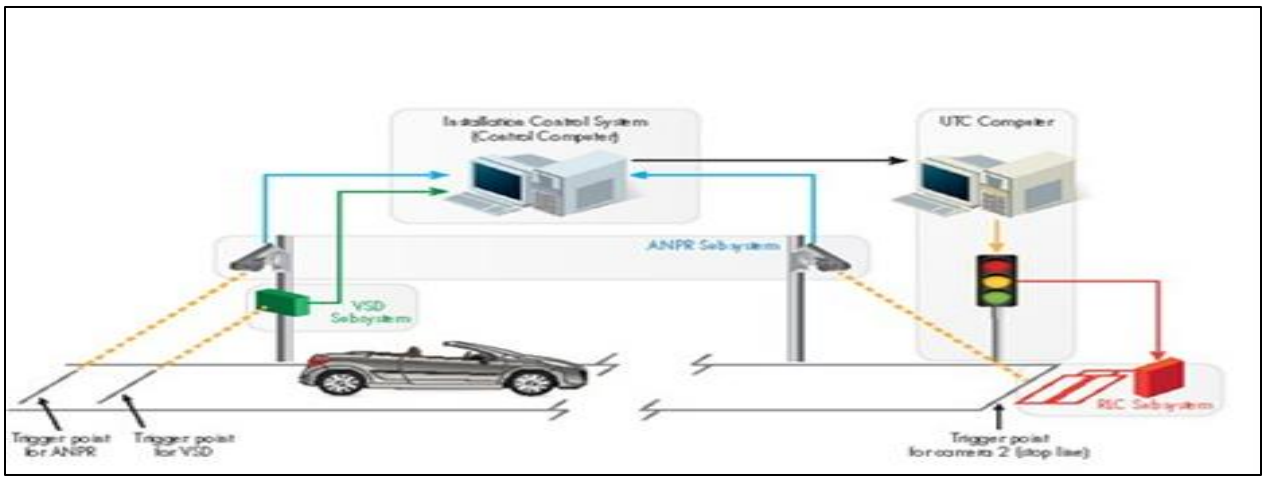
5- انظمة تشغيل مركبات الحمل (CVO)

والتي تعطي أفضل تشغيل لمركبات الحمل وتقلل من الكلف وترفع مستوى الخدمة للمستهلكين وتعمل على تحسين اساليب الحمل المتحرك وتتضمن تعريف بالمركبات وتصنيفها وتصنيعها ومواقعها.

6- انظمة النقل الخاص المتقدمة (APTS)

وتساعد التقنيات في هذه الانظمة على ادارة اسطول النقل الخاص وحركته وتوفر معلومات عن الرحلات واساليب دفع الاجرة (نظام الجباية) الإلكتروني بالبطاقات وتتم العملية باستعمال بيانات نظام الموقع العالمي والتي توفر اليا" المعلومات عن موقع المركبات اثناء الرحلة. شكل (2).

شكل (2) انظمة النقل الخاص المتقدمة (APTS)



المصدر: الانترنت على الموقع https://www.google.com/jtuh/oj/street/jgy

7- التكامل بين انظمة المعلوماتية وانظمة النقل الذكية

يعمل التكامل بين انظمة النقل الذكية والانظمة البصرية ونظام المعلومات الجغرافية (GIS) وانظمة الذكاء الصناعي المستندة الى انظمة قاعدة الخبرة والمعرفة على مساعدة انظمة النقل الذكية في ان تكون ذات مرونة أكبر ودقة أكثر في السيطرة والتنظيم والادارة وتقليل الكلف وفوائد أكثر لمستعملي الطريق وبالتالي يساعد على اتخاذ القرار السليم والمناسب حيث ان التكامل بين هذه الانظمة يمكن ان يؤثر ايجابياً في عدد الرحلات وتوقيت الرحلات ومنشأ الرحلات ومقاصدها وطول الرحلة والانتقال عبر شبكة الطرق ونوع وسعة الرحلة اذ يمكن ان يقلل عدد الرحلات من خلال جعل الرحلة أكثر انتاجا واختيار الوقت المناسب لها لتجنب الذروة واختيار المقعد الافضل للرحلات من خلال اعطاء البديل الافضل وكذلك المسلك المناسب لها للابتعاد عن الطرق والنقاط المزدحمة واختيار الواسطة المناسبة للنقل.

8- انظمة النقل الخارجي المتقدمة (ARTS)

يمكن ان تنتفع المناطق الريفية او المدن البعيدة عن مراكز الاقضية والنواحي والتي تشكل نسبة عالية من اجمالي مسافات الطرق من انظمة (ITS) من خلال توفير المعلومات لسائق المركبات والركاب الذي ينتقل عبر هذه الطرق عن التداخلات المرورية والطقس ومواقع الانشاءات والتجديد على الطريق ان مثل هذه المعلومات يمكن ان توفر بكلف منخفضة عن طريق الاتصالات الاذاعية مثل محطات (FM) او بعض الانظمة التي تستخدم تقنيات الاقمار الصناعية التي تبين مواقع المركبات الدقيقة وتسمح بالاتصال لأغراض الطوارئ.

المبحث الثاني: فوائد وعناصر انظمة الشوارع الذكية (BENEFITS OF ITS):

ان التطور المستمر في هذه الانظمة وفي المعلوماتية بشكل عام فمن الممكن ان يؤدي الى التوفير في الموارد وهذا التوفير يظهر من خلال ما يلي [7]:

- مستويات الاستهلاك الاقل للوقود
- مستوى التلوث المنخفض
- الحاجة الاقل لاستعمال اراضي للنقل والمرور
- صناعة المركبات ومصروفات السلامة
- تقليل الوقف المصروف في السفر
- الفصل بين النقل العام والنقل الخاص
- توفير المعلومات عن المركبات والسائق والركاب
- تحسين ادارة النقل والمرور
- توفير كادر متقدم مختص بإدارة وتنظيم النقل
- تطور مستويات وانشطة مشاريع النقل والمرور.

ان هذه العملية تستطيع ان توفر اقتصاديات مختلفة ذات التطبع الذكي والتشخيص الاوتوماتيكي فضلا عن ذلك فهناك منافع مالية تنتج عن هذه الانظمة في ثلاث منافع رئيسية وهي:

أ-التحسينات في حركة النقل اليومية

قدرت الدراسات انه في حال تطبيق هذه الانظمة قيست التحسينات المرورية وكما يلي:

- نظام المعلومات المتقدم (ATMS) قلل التوقيت المروري TRAFFIC STOP-AND -GOالى نحو (30%) او قلل وقت الرحلة بنسبة (13-45%).

- نظام المعلومات المتقدم للسائق (ADIS) من المتوقع ان يقلل زمن الرحلة ما بين (10-15%) والذي يساهم في تحسين نوعية الهواء.
- نظام تشغيل مركبات الحمل (CVO) كان له تأثير مهم في تحسين كفاءة الخدمة لناقلات البضائع.
- سلسلة المتحسسات وانظمة السيطرة في نظام طرق المركبات المتقدم (AVHS) من المتوقع ان تقلل الحوادث وتزيد من التدقيق المروري.
- هذه الاعمال تساهم في رفع وزيادة الانتاجية ومنافع أخرى.

ب – السلامة المرورية

لهذه الانظمة دور مهم في تحسين الطرق وتجنب سائقي المركبات والركاب الكثير في المصاعب وهذه المنافع تتضمن تقليل الحوادث المميتة والاصابات والاضرار الاخرى وهكذا فأن هناك فوائد اقتصادية تكون للمجتمع ككل في تقليل هذه الحوادث وليس لنظام النقل فقط

ج – الطاقة والبيئة

بما ان تطبيق انظمة النقل الذكية يقلل في الاختناقات المرورية لذلك فأنه من المتوقع ان تتحسن كفاءة استهلاك الطاقة والذي ينعكس ايجابياً في تحسين خطط النقل والمرور وهناك منافع بيئية ستكون من جراء استهلاك الوقود اذ ستقل ملوثات السيارات ومستوى الضوضاء.

عناصر الشوارع الذكية:

1- الانارة الذكية

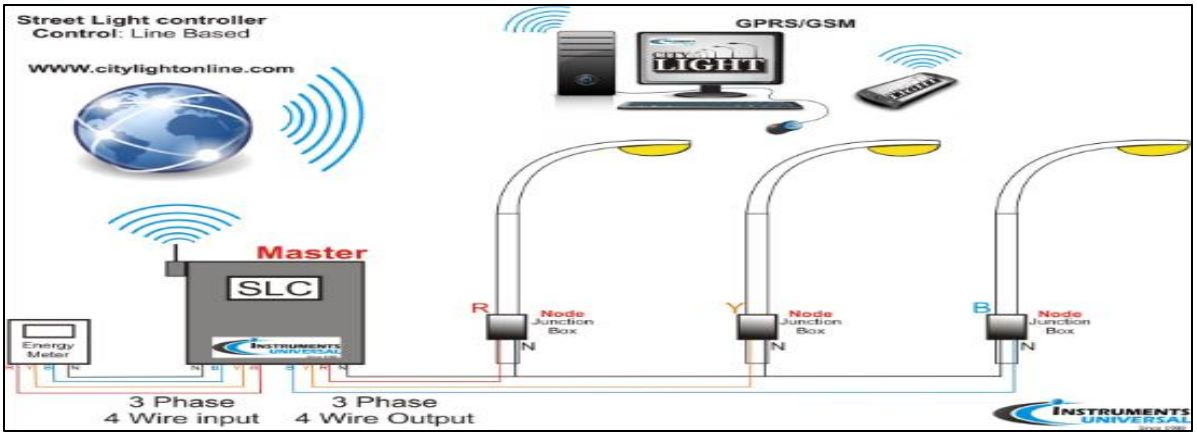
ان أنظمة الانارة الذكية تضمن سير حركة المرور بانسيابية عالية وتولد شعور لدى الناس بالأمان كما ان عناصر الإضاءة الذكية للشوارع طريقة موفرة للتكاليف ومستدامة تلائم المدن في الوقت الحاضر وفي المستقبل وذلك لتخفيف ازدحام حركة المرور، وقد اعتمدت العديد من المدن الذكية مجموعة من الإجراءات مع مرور السنين، فعلى سبيل المثال تتوقف الحافلات التي تتنقل في شوارع المدينة بشكل مستمر في بعض النقاط العشوائية على الطريق للتنافس على الراكبين الامر الذي يشكل خطرا على سلامة الطريق، في حين ان وضع مصابيح الشوارع الذكية المدعومة بالذكاء الاصطناعي يعمل على تعزيز الاتصالات المحلية وتشغيل

الأنظمة وذلك لتسهيل إدارة حركة المرور في المدن من خلال التفاعل مع مصابيح الشوارع وكاميرات المراقبة، تربط المشاريع نقاط اتصال بتقنية (Wi-Fi) مدمجة وكاميرات مراقبة واعمدة الانارة وتقنية الاتصال اللاسلكية ومع أداء تقنية (Wi -Fi) وخوارزميـة معالجـة الصور والتصميم الداخلي تستطيع كاميرات المراقبة الذكية العمل بسهولة في البيئة الخارجية من خلال توليد مقاطع فيديو مستقرة لغرض تحليلها [8].

إن أضواء الشوارع الذكية هي منصة إنترنت الأشياء الأكثر طبيعية في المدن الذكية حيث إن أنوار الشوارع وأنظمتها لديها منصة تصور طبيعي للمعلومات وردود الفعل في المدن الذكية إن أضواء الشوارع الحضرية لديها نظام إمداد طاقة كامل ومستقل بسبب خصائص الاستخدام غير المتوازنة، يكون الهامش كافياً، بحيث يمكن تلبية الطلب على الطاقة في مرافق الاتصالات والمعلومات دون وضع الكابلات، تعد وحدة ارتفاع وإنارة وحدة إضاءة الشوارع كافية لحمل معدات الاتصالات والمعلومات الصغيرة والصغيرة بشكل متزايد وفقًا لمتطلبات التصميم المتكاملة، يتكون هيكل مصباح الشارع من ثلاثة مكونات أساسية: عمود ومقعد وذراع، ان إنارة الشوارع الذكية مجهزة بالعديد من أجهزة الاستشعار وأجهزة الاستشعار على مصابيح الشوارع، مثل أكوام الشحن، وشاشات إصدار معلومات LED، والكاميرات عالية الدقة، وأجهزة الإنذار في حالات الطوارئ، والشبكات المزودة بمحطة قاعدة G5، وشبكات WIFI اللاسلكية، ومضيفات اكتشاف مواقف السيارات، ومكونات المراقبة البيئية، أغطية غرف التفتيش والماء الراكد. تعد مراقبة المضيف والبث الإذاعي للمدينة وما إلى ذلك، باستخدام تكنولوجيا إنترنت الأشياء، وجعل أضواء الشوارع محطات ذكية لجمع معلومات المدن ومحطات الخدمة المريحة، نقطة انطلاق مهمة للمدن الذكية [9].

نظرا لأن مصباح الشارع الذكي مجهز بمزيد من المعدات الذكية والاستشعار، فيجب أن يضمن خط مصابيح الشارع الخاص توفير الطاقة لمدة 24 ساعة لذلك يحتاج مصباح الشارع الذكي عموما إلى نظام إضاءة ذكي مع وظيفة التحكم في المصباح الفردي، يعتمد نظام التحكم في المصابيح المفردة الأكثر نضجا PLC (خط نقل الطاقة الكهربائية) أو الاتصالات اللاسلكية، وأحدث اتجاه لتطوير التكنولوجيا هو استخدام اتصالات NB-Iot يمكن أن يحقق وظائف التبديل، ضبط السطوع، التحقيق في الحالة والتغذية المرتدة عن الخطأ لكل مصباح [10]. شكل (3).

شكل (3) انظمة الانارة الذكية

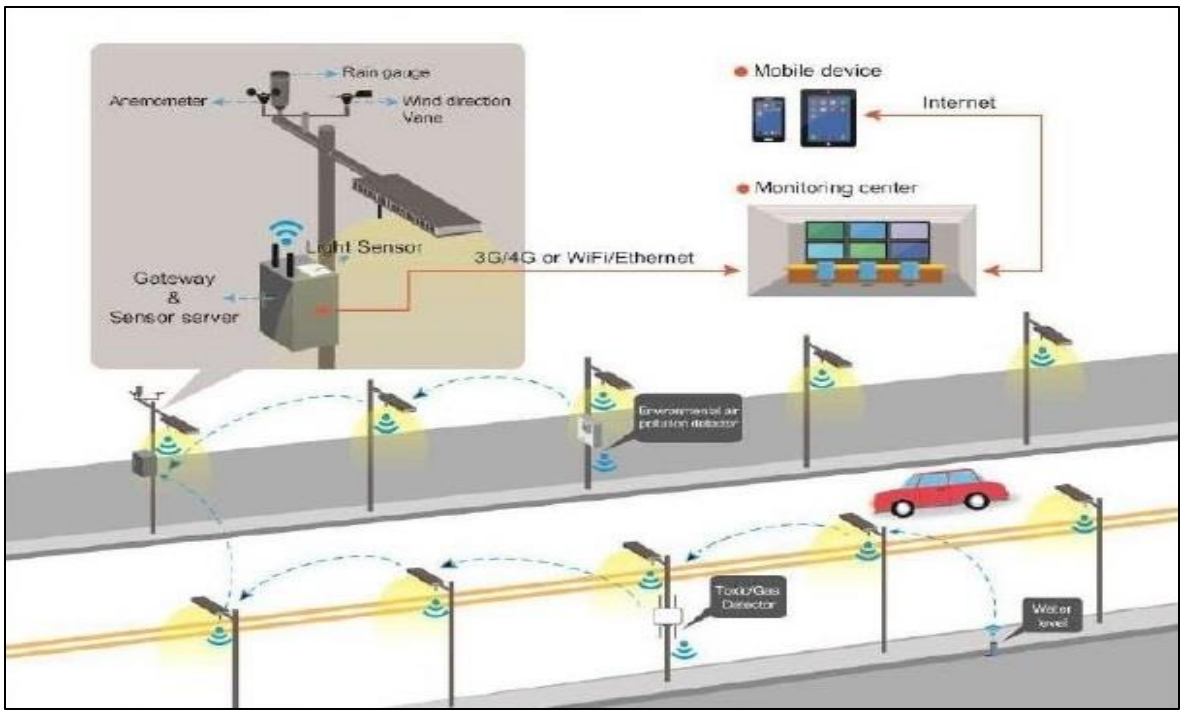


https://www.google.com/jtuh/oj/street/jgiyt/54photo

2- كاميرات المراقبة الذكية:

كانت الكاميرات الذكية في بداية الأمر ترصد مخالفات السرعة الزائدة من خلال تسجيل المخالفات المرورية مباشرة وإرسال بياناتها إلى هاتف مالك المركبة في الحال، وتحدد له نوع المخالفة المرورية وتوقيت تسجيل المخالفات المرورية والغرامة المحددة وفق نظام المرور، ان تنفيذ كاميرات ذكية هي للرصد الخاص بمخالفي أنظمة عدم الالتزام بالمسارات على الطريق، اذ ان استخدام هذه التقنية هو للتقليل من الحوادث المرورية، ان استعمال الكاميرات الذكية لمراقبة المخالفين لأنظمة المرور وعدم المراعاة لحدود المسارات المقررة على الطرق، اذ أن أكثر من (84%) من مسببات حوادث الطرق هي بسبب اخطاء بشرية وبالمقدور تلافيها، تستطيع كاميرات المرور الذكية رصد المخالفات في حال عدم ربط حزام الامان وفي حال استخدام الهاتف النقال باليد أثناء عملية القيادة [11]. شكل (4).

شكل (4) انظمة الكاميرات الذكية



الانترنت على الموقع: https://www.google.com/jtuh/oj/street/jgiyt/54phot

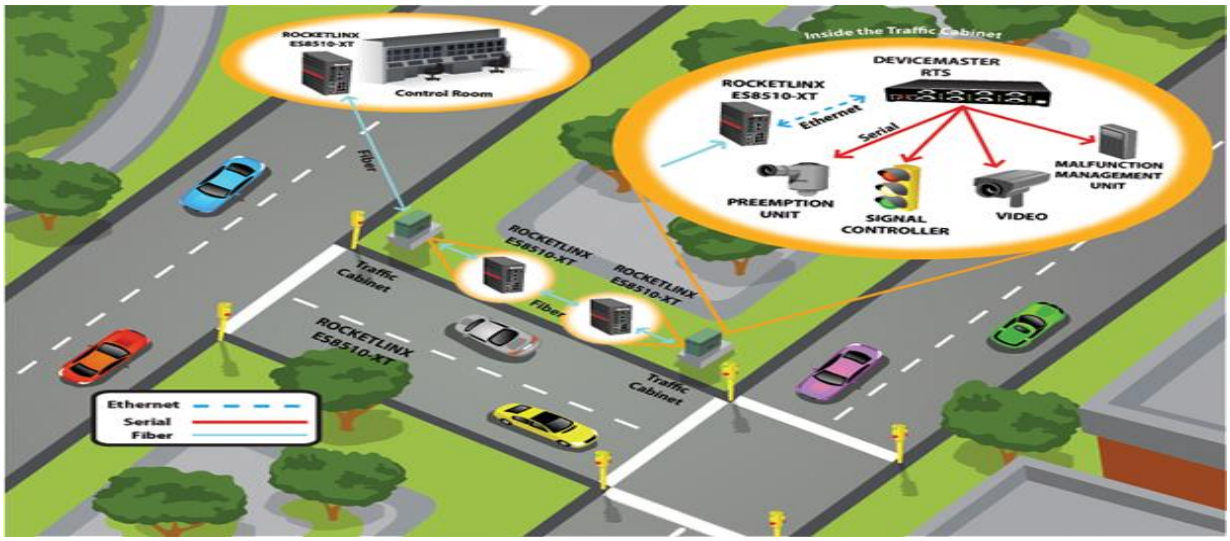
3- التقاطع الذكي:

نظرا لكثرة الحوادث المرورية والخسائر البشرية والمادية التي يتكبدها الأشخاص والحكومات تم تطوير تقنية جديدة أطلقت عليها اسم "التقاطع الذكي" أو "smart intersection" بهدف تقليل الحوادث المرورية التي تحدث على منعطفات الطرق لعدم معرفة السائقين ماذا يوجد على هذه المنعطفات من أفراد أو ممتلكات من الجدير بالذكر بأنه يوجد الآن تقنيات للاستشعار بالأجسام لكن هذه الأجهزة غير قادرة على التنبؤ بما يوجد على المنعطفات [12].

تساعد تقنية التقاطع الذكي السائقين على رؤية ما لا يستطيعون رؤيته وقبل أن يصلوا إليه، حيث تعتمد تقنية smart intersectionعلى برنامج لرصد الأجسام معتمدًا على أربع كاميرات تثبت على التقاطعات عند إشارات المرور تعمل هذه الكاميرات على تسجيل فيديوهات للمركبات والمشاة وإرسال المعلومات للسائق من خلال تقنية V2Xوبزاوية 360 درجة مانحة السائقين القدرة على رؤية ما وراء الجدران وتفادي أي حوادث مرورية يمكن أن تحدث [13]. شكل (5).

.

شكل (5) انظمة التقاطع الذكي



الانترنت على الموقع: https://www.google.com/jtuh/oj/street/jgiyt/54jdu

4- الجسور الذكية:

يعد هذا النوع من الجسور ذو حركة افقية او عمودية بصورة اوتوماتيكية، عند الحاجة كما ان حركته تتم وفق الأوامر التي يستلمها من أجهزة الحاسوب التي تكون مزودة بكاميرات مراقبة رقمية ذات جودة عالية، وتعد الوصلات الذكية من ابرز مكونات الجسر الذكي، اذ أن الوصلات الذكية تنظم وضعها من خلال تأثير الذاكرة الرقمية، ان القدرة على تعديل الوضع تعد طريقة جيدة في معالجة مشكلة تغير أي خلل في مواضع الوصلات، كما أنها تعمل على حل مشكلة التباين في درجات الحرارة وايضا عند الضرورة بالإمكان حل مشكلة التصدع في المعادن ، اذ يمكن القول أن الجمع بين الوصلات الذكية يعمل على ضبط الوضع الداخلي للجسر ومساعدته على التكيف مع ظروفه المحيطة وكافة الأحمال الناتجة عن الزمن وتباين درجات الحرارة والأحمال الثقيلة [14].

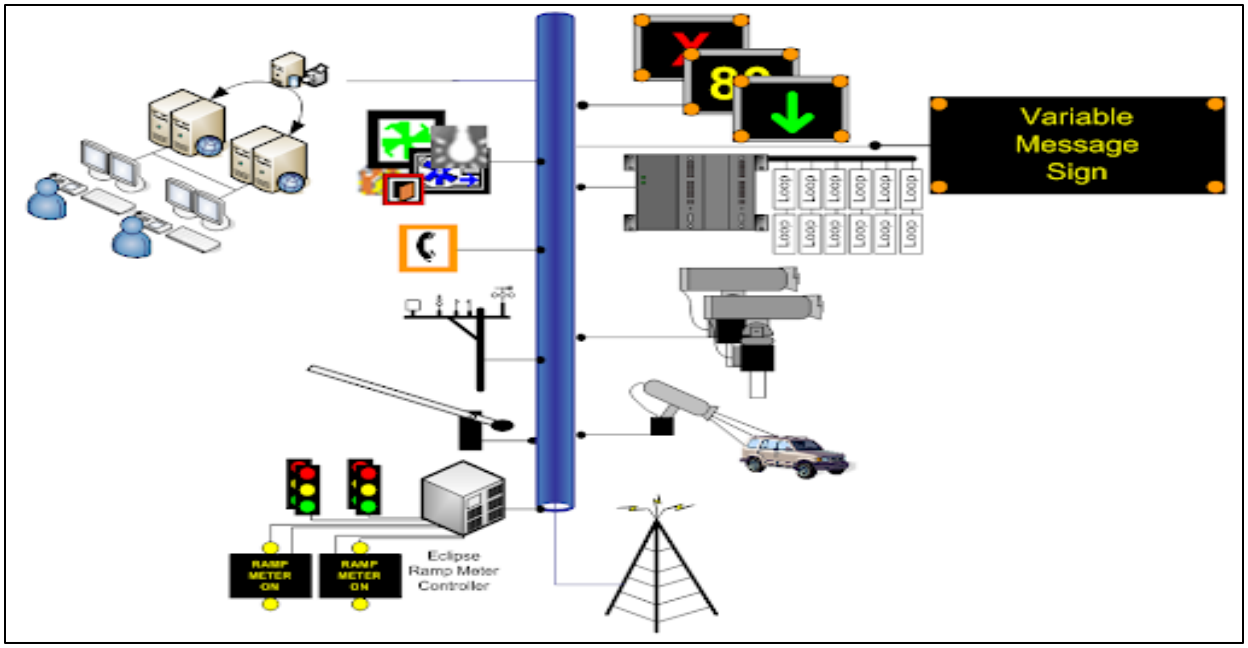
5- الإشارات الذكية:

تعمل الاشارة الذكية بواسطة كاميرات رقمية ذات جودة عالية وأجهزة استشعار عن بعد للضغط والحرارة اذ ترصد الكاميرا حركة السير المروري وتنظم مرور المشاة في مواقع العبور بحسب تدفق السيارات في الشارع، وفق اعداد المشاة، على سبيل المثال يمكن للنظام أن يمدد بقاء اللون الأخضر من خمس ثواني (الفترة

المعتادة) إلى (12) ثانية، وإلى (30) ثانية، عند تعثر شخص ما اثناء العبور او عند رصد شخص على كرسي المعاقين اثناء محاولة العبور [15].

اذ تستخدم الاشارة الذكية الاشعة تحت الحمراء واشعة الليزر في تنظيم حركة السير والمرور بصورة عامة ان يمكن بواسطة الاشعة تحت الحمراء رصد المسافة ما بين المركبات ويمكنها التنبؤ في حدوث الزحامات، اذ انها توجه سائقي المركبات بواسطة اجهزة الاستشعار والراديو، وذلك بالاعتماد على سرعة محددة، كما ان اشعة الليزر تحذر السائق عند مرور طفل أو مركبة أخرى او دراجة على جانبه الايمن عند انعطافه، من خلال صوت تحذيري عالي، اذ ان الحوادث تزداد كثيرا ضمن المواقع التي يقل فيها عبور المشاة عن تدفق المركبات او عكس ذلك، كما تبقى اشارة المرور على برنامجها المتعارف به فبعض المشاة أو سائقي المركبات يخالفون الإشارات المرورية اغلب الاحيان بسبب طول مدة الانتظار. [16]. شكل (6).

شكل (6) انظمة الإشارات الذكية



الانترنت على الموقع: https://www.google.com/jtuh/oj/street/pou

6- الأرصفة الذكية:

توجد الأرصفة الذكية في أماكن عبور المشاة عند الطرق، تتضمن هذه الطرق على مدمج بأضواء من نوع (LED)، ويتحكم فيها جهاز الحاسوب، وتتميز هذه الارصفة بسطح خشن غير قابل للانزلاق، وذلك للحفاظ على مسافة آمنة ما بين المركبات والمشاة، اذ يتم تعقب مسار جميع المشاة في الطريق والتنبؤ به، اذ تقوم بإنارة سطح الطريق كإشارة على الخطر في حال توجب ذلك، فمثلا في حالة وجود طفل صغير في منطقة وقوف السيارات سوف يتم إنشاء منطقة عازلة بالأنوار الحمراء ما بين الطفل والمركبات، وفي نفس الحال إذا كان أحد المشاة يستعمل هاتفه النقال أثناء عبور الشارع أو في المسار الغير صحيح يتم تنبيهه بإشارة تحذير للمشاة لضمان سلامته [17]. صورة (3)

صورة **(3) انظمة الأرصفة الذكية**

الانترنت على الموقع: https://www.google.com/jtuh/oj/street/gfre5/outpot

7- المواقف الذكية:

تشتمل المواقف الذكية على نظام التحكم في الدخول هو وحدة لإعطاء الصلاحيات، تستخدم لتحديد هوية الأشخاص والمركبات، وبالتالي تتبع دخولهم إلى مناطق وقوف السيارات والمناطق المعرفة مسبقا في المنشأة، وكذلك يوفر القدرة على الكشف في الوقت الفعلي عن إشغال موقف السيارات يوفر النظام معلومات دقيقة وفي الوقت الفعلي عن مستويات إشغال مواقف السيارات، حيث تم إبلاغ السائقين عن مكان توفر موقف للسيارة، ويمكن توجيهها وفقا لذلك إلى الأماكن المتوفرة وأنواعها: كأماكن الشخصيات المهمة والموظفين والزائرين والاحتياجات الخاصة، اما نضام الدفع والحجز هو الوحدة التكميلية لمنصة إدارة مواقف السيارات الذكية الكاملة، حيث يتم استخدامها لتسهيل ومراقبة حركة المرور التجارية يوفر نظام الدفع والحجز مجموعة متنوعة من طرق الدفع إما من خلال نظام الفاتورة المتكرر استنادا إلى (العملة والنقاط وغيرها) أو الدمج المباشر لنظام الدفع عبر الإنترنت [18]. صورة (4).

- البحث عن أماكن وقوف السيارات على أساس الاحتياجات أو التفضيلات
- تلقي التوجيه الصوتي لموقف السيارة.
- الدفع باستخدام الهاتف المحمول.

صورة (4) المواقف الذكية

الانترنت على الموقع: https://www.aljarida.com/articles/1474994871047614200

المبحث الثالث: تطبيقات الشوارع الذكية

في هذا المبحث سنتناول أربعة نماذج مختارة لتطبيقات الشوارع الذكية في مدن لدول مختارة والمتمثلة (هولندا مدينة تيلبورغ، إنكلترا مدينة كيشام، الولايات المتحدة الامريكية مدينة شيكاغو، الامارات العربية المتحدة مدينة دبي) وسوف نوضح ذلك على النحو الاتي: -

1- هولندا (تيلبورغ):

تعد مدينة "تيلبورغ" احدى المدن الهولندية التي اهتمت بمجال الطرق الذكية وتم تفعيل هذه الطرق بسبب المشاكل التي كان يواجها كبار السن في عبور الشارع إذ لا يكفي الوقت المخصص للعبور لهم وفق ما تحدده إشارة المرور للوصول إلى الجهة الأخرى لكون حركتهم بطيئة بطبيعة الحال، فاستخدمت احدى الشركات المختصة بمجال النقل مزيجاً من تكنولوجيا إشارات المرور الذكية وتطبيقات الهواتف الذكية، وبالتالي تم إيجاد الحل الجيد لهذه المشكلة في تسهيل عبور الطريق لكبار السن ومنحهم الوقت الكافي لذلك، وتقوم فكرة هذا التطبيق على منح وقت إضافي للمشاة من ذوي الحركة المحدودة لعبور الشارع بعد تفاعله مع أجهزة استشعار مركبة في إشارات

المرور الذكية والتي ترصد الحركة على الرصيف في الجهة المقابلة وعند ضغط المُسن على زر المرور لطلب المرور وتبديل إشارة عبور المشاة إلى اللون الأخضر تزيد الإشارة من الوقت المخصص للعبور، وتعمل شركات النقل الهولندية المختصة في مجال تطوير أنظمة المرور الذكية على تطوير تطبيقات اخرى لسائقي الدراجات لاستشعار قدوم الدراجات الامر الذي يؤدي الى تغيير الإشارات لصالحها، كما تعمل هذه الشركات على تطوير نسخ أخرى تخبر المكفوفين بالإشارات عن طريق الصوت حتى يكون لديهم الدراية في وقت العبور [19].

2- إنكلترا (مدينة كيشام):

تعد مدينة كيشام الإنجليزية من المدن التي اهتمت بمجال النقل الذكي وتحتوي على العديد من الشوارع الذكية لعل ابرز هذه الشوارع يقع في سوق المدينة والتي يبلغ عدد سكانها (21) ألف نسمة، وتبعد حوالي (50 كم) كيلومتراً عن لندن، فقد ظهرت في المملكة المتحدة أول أرصفة تعطي المشاة عليها خدمة (Wi-Fi) مجانية مزودة بغرف للمرافق تحت الأرض وكابينات ملحقة بها تنتشر على طول الشارع، إضافة إلى معدات أخرى تستعمل لبث الإشارة تصل إلى سرعة (170) ميغابايت في الثانية، وتتسع دائرة التغطية لتشمل مسافة (85 متر) من الرصيف الذكي، تتميز الأرصفة بهذه المدينة بكفاءتها العالية وتطورها العالي في مجال النقل الذكي اذ قلت نسبة الحوادث المرورية فيها بنسبة تكاد معدومة، كما ان أنظمة الانارة الذكية فيها تعمل وفق افضل التقنيات الحديثة، اذ ان استخدام الوسائل الذكية في طرق النقل في هذه المدينة من الأولويات بالنسبة لحكومتها المحلية ويتم تخصيص ميزانية سنوية لهذا الغرض من اجل البحث العلمي والتطوير في هذا المجال. [20]

3-الولايات المتحدة الامريكية (ولاية كولورادو: مدينة دنفر):

عملت السلطات الحكومية في ولاية كولورادو الأميركية على اختبار تقنية جديدة يتم وضعها في الطرق وذلك لتحويلها إلى طرق ذكية، وتعمل الشركات الخاصة بالنقل الحضري في هذه الولاية على إضافة ارصفة

ذكية إلى تقاطعات المنطقة الصناعية في مدينة دنفر، وقد غطت هذه الشركات التجهيزات الإلكترونية للأرصفة بأربع ألواح ذات كتلة خراسانية اذ يمكن معرفة سرعة ووزن واتجاه المركبة بواسطة مجموعة من أجهزة الاستشعار الموجودة تحت الارصفة، كما يمكن استخدام البيانات الصادرة عنها لتنبيه السلطات من الحوادث، أو ابلاغ المسؤولين على مراجعة تصميم الطرق لتقليل حدة الازدحام المروري، اذ انها احد مواصفات الشوارع الذكية التي تهدف إلى دمج الاستشعار والذكاء الصناعي بوسائل تخفض من مخاطر السفر بالنقل البري.

كما تعمل الطرق الذكية في مدينة دنفر على مراقبة حركة السير وتوجيه السائقين إلى مساحات الركن الفارغة وإصدار مخالفات السرعة الأوتوماتيكية، أو التنبيه من الطرق الجليدية المجاورة، إضافة إلى عمل بعضها في قياس نوعية الهواء أو الإنصات إلى حوادث إطلاق النار، اذ تحتوي هذه الأنظمة بمجملها على مزيج من اجهزة الاستشعار والمعالجة والألياف البصرية.

كما يتم مراقبة المركبات باستعمال قطع من الخرسانة المصنوعة على شكل لوح بدل صبها في الموقع ولكل لوح ثلاث مقاييس للسرعة المحورية تقيس الذبذبات لتوقع خط سير المركبة وتحديد موعد وصولها، كما تعمل هذه الألياف البصرية على رصد الضغط الواقع على الرصيف بواسطة قياس التغيرات الطفيفة في انتقال الضوء عبر السلك في الوقت الذي يقيس فيه مقياس للمغناطيسية عرض محور المركبة لمساعدة النظام في تحديد نوع المركبة التي تقترب، اذ تساهم أجهزة الاستشعار إلى جانب ثلاث وحدات للمعالجة المركزية في تحديد سرعة، ومركز ومسار وحجم المركبات في الجهة المقابلة، اذ انها تعمل في تحديد الاتجاه بشكل منفصل وذلك بتسجيل مركز اللوح الخرساني نفسه فاذا تحركت من مكانها ترسل أجهزة الاستشعار بياناتها عبر اتصال بالإيثرنت (يتم انتقال الطاقة والبيانات فيه عبر نفس السلك) لمراكز تحكم تفصل بينها مسافة (900) متر على طول الطريق ويكون كل مركز للتحكم فيها بمثابة مركز للبيانات مجهز بمجموعة رفوف للخادم وقاعدة محطة لاسلكية ويستمد النظام طاقته من الشبكة [21].

الامارات (دبي):

تعد مدينة دبي من المدن التي طبقت أنظمة النقل الذكي في اغلب طرقها، اذ قامت هيئة الطرق والمواصلات في هذه المدينة على تفعيل نظام المسار الذكي والذي يهدف إلى تطوير وإيجاد الحلول الذكية والمتكاملة على كافة مركبات فحص الطريق، وأتمتة عمليات الفحص بواسطة ربط التقنيات مثل: تقنيات الاتصالات المعلوماتية وكاميرات المراقبة الذكية وأجهزة الاستشعار الدقيقة، والتي تساهم بشكل إيجابي في تعزيز الحوكمة الالكترونية، كما يعمل هذا النظام على تمكين إدارة ترخيص السائقين في متابعة التحسن المستمر لجودة الطرق، بالإضافة إلى استعمال البيانات الخاصة بالركاب والمركبات إضافة الى المشاة وإرساله إلى اجهزة تعتمد على تقنية الذكاء الاصطناعي للمشاركة في تحليل سلوك السائقين عند القيادة، أما ابرز التقنيات المستعملة هي منصات تدعم انترنت الأشياء لجمع وتحليل وإخراج البيانات، وهي عبارة عن أجهزة استشعار ذكية لتحليل سلوكيات القيادة، الذكاء الاصطناعي لأتمتة نتائج الفحص، تصوير بانورامي ثلاثي الأبعاد، إضافة الى التعرف على الوجه بغية تعزيز الحوكمة التشغيلية، وأنظمة مساعدة متطورة للسائق في حالة وجود احتمال لتصادم المركبة أو انحرافها عن مسار الطريق، وأخيرا نظام المواقع الجغرافية التفاضلية بالاتصال مع شبكة الاقمار الصناعية [22].

الاستنتاجات:

1) تمثل نظم النقل الذكية التطور الطبيعي للبنية التحتية للنقل وذلك عن طريق تحديثها لتواكب عصر المعلومات.
2) يمكن أيضـا لنظام إدارة المرور الذكية أن يتوقع المسـتقبل والمدة الزمنية لرحلة محددة وفق حجم وكثافة المرور الآنية، اعتمادا على بيانات تاريخية لزيادة دقة التوقعات.
3) وهناك منافع بيئية سـتكون من جراء اسـتهلاك الوقود اذ سـتقل ملوثات السـيارات ومسـتوى الضوضاء.
4) ان التكـامل بين هذه الانظمـة يمكن ان يؤثر ايجـابيـاً في عدد الرحلات وتوقيت الرحلات ومنشأ الرحلات ومقاصدها وطول الرحلة والانتقال عبر شبكة الطرق ونوع وسعة الرحلة.

5) يمكن من خلال الكاميرات الذكية في الشوارع تحديد نوع المخالفة المرورية وتوقيت تسجيل المخالفات المرورية والغرامة المحددة وفق نظام المرور.
6) تساعد تقنية التقاطع الذكي السائقين على رؤية ما لا يستطيعون رؤيته، حيث تعتمد تقنية smart intersection على برنامج لرصد الأجسام معتمدًا على أربع كاميرات تثبت على التقاطعات عند إشارات المرور تعمل هذه الكاميرات على تسجيل فيديوهات للمركبات والمشاة وإرسال المعلومات للسائق من خلال تقنية V2Xوبزاوية 360 درجة مانحة السائقين القدرة على رؤية ما وراء الجدران وتفادي أي حوادث مرورية.
7) تستخدم الاشارة الذكية الاشعة تحت الحمراء لغرض تنظيم حركة السير والمرور، من خلال رصد المسافة بين المركبات والتنبؤ بحصول زحام المرور.
8) يوفر نظام المواقف الذكية معلومات دقيقة عن مستويات إشغال مواقف السيارات، حيث يتم إبلاغ السائقين عن مكان توفر موقف للسيارة، ويمكن توجيهها وفقا لذلك إلى الأماكن المتوفرة وأنواعها.

الهوامش: -

1- Edward Nagami, Intelligent Transport and the Urban Transport System, University of National Studies, London, p. 23
2- Irumi J. Nakatumi, Smart Planning Towards an Advanced City Strategy, Urban Planning Center, University of Tokyo, Japan, p. 12
3- Nicole Bandrias, Studies in Intelligent Transport and Urban Planning, School of Urban Planning, University of California, p. 45
4- Thomas Jerry, Smart Cities, Reality and Services, Higher Institute of Urban Planning, Center for Urban Studies, Netherlands, p. 29
5- Maria Johnson Advanced Approaches to Smarter Cities, Studies in Sustainable Cities, College of Engineering, New York University, p 23.
6- Maria Sabash, Sustainable Development in Smart Cities and Its Future Aspects, High Institute for Urban Planning, Washington, p. 22.

7- Nicholas Hazard, Smart Cities and the Future of the World in light of Current Developments, Stanford University Urban Planning Center, Journal of Engineering Sciences, p 10.

8- مقال مترجم منشور على شبكة الانترنت على الموقع:
https://web.archive.org/web/20160328022041/http://static1.squarespace.com/static//1452538926885/20160111_NetSense-Cities.

9- الانارة الذكية للشوارع، مقال منشور على الموقع:
https://rpmanetworks.com/ar/%D8%A7%D9%84%D8%D8%B1%D8%A9%D8%A7%D9%84%D8%B0%D9%83

10- امنة النور، نظم الانارة الذكية في الشوارع خطوة أولى لتأسيس مدن ذكية، مقال منشور على الموقع:
https://01gov.com/%D9%86%D8% 83%D9%8A%D8%A9

11- -Michael K. Antonio, Sustainable Cities Toward Smart Cities (Studies in Urban Intelligence), Higher Institute of Urban Studies, University of Birmingham, England, p. 13.

12- - Abraham Deeb, Quantitative Developments and Techniques in Intelligent Transportation, Journal of Engineering Sciences, Urban Center for Research Studies, University of Queensland, p. 36.

13- - Antonio Kevin, The strategic importance of smart transportation and its future aspirations, Journal of Planning Studies, Stanford University, 18th issue, p. 96.

14- - Natalie F. Ozel, The Elements of Intelligent Transport and the aspirations of sustainable cities, Urban Center for Planning Studies, Istanbul University, Journal of Environmental Sciences, p. 20.

15- - Selena Jeremy, Studies in Intelligent Transport and its Future Effects, The Strategic Center for Scientific Studies and International Research, Scientific Knowledge Magazine, No. 46, p. 89.

16- - Sebastian Mark, Intelligent Transport and the Smart City System and its Future Implications, Scientific Center for Planning Studies, New York University, p. 64.

17- الأرصفة الذكية، مقال منشور على الموقع:
https://www.nok6a.net/%D8%A7%D9%84%D8%A3%D8%B1%D8%B5%D9%81%D8%A9%D8%A7

18- - Angelina Mathilda, Scientific Bases in Intelligent Transport and Sustainable City Data (Reality and Novelties), Scientific Center for Urban Studies and Scientific Research, University of Harvard, p. 73

19- - David Calvert, Sustainable Development and Intelligent Transportation in the Netherlands, Planning Center for Scientific Studies in Amsterdam, University of Amsterdam, p 93.

20- -Oliver Dick, Intelligent Transport and Urban Development in Chesham, London Center for Planning and Scientific Studies, University of London, p. 31.

21- - Edward Konvishsky, The Elements of Intelligent Transportation and Sustainable Development in the State of Colorado, Planning Center for Scientific Studies and Engineering Theories, University of Colorado, p. 28-

22- انارة الشوارع الذكية مفتاح الوصول إلى مدن آمنة وناجحة وذكية، مقال منشور على الموقع:
https://almnatiq.net/700977/dfd/566dv/ 6362lk/ 566dv/566df/ free8

المصادر:

1) Edward Nagami, Intelligent Transport and the Urban Transport System, University of National Studies, London.
2) Irumi J. Nakatumi, Smart Planning Towards an Advanced City Strategy, Urban Planning Center, University of Tokyo, Japan.
3) Nicole Bandrias, Studies in Intelligent Transport and Urban Planning, School of Urban Planning, University of California.
4) Thomas Jerry, Smart Cities, Reality and Services, Higher Institute of Urban Planning, Center for Urban Studies, Netherlands.
5) Maria Johnson Advanced Approaches to Smarter Cities, Studies in Sustainable Cities, College of Engineering, New York University.
6) Maria Sabash, Sustainable Development in Smart Cities and Its Future Aspects, High Institute for Urban Planning, Washington .
7) Nicholas Hazard, Smart Cities and the Future of the World in light of Current Developments, Stanford University Urban Planning Center, Journal of Engineering Sciences.
8) Michael K. Antonio, Sustainable Cities toward Smart Cities (Studies in Urban Intelligence), Higher Institute of Urban Studies, University of Birmingham, England.
9) Abraham Deeb, Quantitative Developments and Techniques in Intelligent Transportation, Journal of Engineering Sciences, Urban Center for Research Studies, University of Queensland.
10) Antonio Kevin, The strategic importance of smart transportation and its future aspirations, Journal of Planning Studies, Stanford University, 18th issue.
11) Natalie F. Ozel, The Elements of Intelligent Transport and the aspirations of sustainable cities, Urban Center for Planning Studies, Istanbul University, Journal of Environmental Sciences.
12) Selena Jeremy, Studies in Intelligent Transport and its Future Effects, The Strategic Center for Scientific Studies and International Research, Scientific Knowledge Magazine, No. 46.
13) Sebastian Mark, Intelligent Transport and the Smart City System and its Future Implications, Scientific Center for Planning Studies, New York University.

14) Angelina Mathilda, Scientific Bases in Intelligent Transport and Sustainable City Data (Reality and Novelties), Scientific Center for Urban Studies and Scientific Research, University of Harvard.
15) David Calvert, Sustainable Development and Intelligent Transportation In the Netherlands, Planning Center for Scientific Studies in Amsterdam, University of Amsterdam.
16) Edward Konvishsky, The Elements of Intelligent Transportation and Sustainable Development in the State of Colorado, Planning Center for Scientific Studies and Engineering Theories, University of Colorado.

المقالات المنشورة على الانترنت:

1- إنارة الشوارع الذكية مفتاح الوصول إلى مدن آمنة وناجحة وذكية، مقال منشور على الموقع
https://almnatiq.net/700977/dfd/566dv/ 6362lk/ 566dv/566df/ free8
2- مقال مترجم منشور على شبكة الانترنت على الموقع
https://web.archive.org/web/20160328022041/http
3- الانارة الذكية للشوارع، مقال منشور على الموقع
https://rpmanetworks.com/ar/%D8%A7%D9%84% %B1%D8%A9-%D8%A7%
4- امنة النور، نظم الانارة الذكية في الشوارع خطوة أولى لتأسيس مدن ذكية، مقال منشور على الموقع
https://01gov.com/%D9%86%D8%B8%D9%85%D8%A7%D9%84%D8%A5%D9%
5- الأرصفة الذكية، مقال منشور على الموقع، https://www.nok6a.net/%D8%A7%D9%84%D8%
%81%D8%A9%D8%A7