مجلة الهندسة والتنمية المستدامة
المجلد 22, العدد06, 2018
ISSN 2520-0917
https://doi.org/10.31272/jeasd.2018.14

دور نظام النقل الذكي في تقليل الازدحامات المرورية – منطقة باب المعظم في بغداد

اريج محي عبد الوهاب *

مدرس مساعد، قسم هندسة الطرق والنقل، الجامعة المستنصرية، بغداد، العراق

الخلاصة: يمثل النقل عصب المدينة النابض والتي تعمل على ربط الفعاليات مع بعضها والتنقل من مكان الى اخر، وان أي خلل في منظومة النقل في المدينة تؤدي الى مشاكل مرورية منها الازدحامات والاختناقات المرورية وتأخير في وقت الوصول واستهلاك أكثر للوقود، وهذا يؤدي الى خفض مستوى الرفاهية والراحة في الطريق، وزيادة التكاليف الاقتصادية، وزيادة التلوث البيئي في المدينة. يمثل نظام النقل الذكي احدى الأدوات الحديثة في تنظيم وتحسين حركة المرور عن طريق اعتماده على تقنيات الاتصالات والتكنولوجيا الحديثة، اذ يتكون النظام من عدة عمليات هي جمع البيانات عن طريق المجسات وأدوات الطريق المختلفة، ومن ثم معالجة البيانات وتحليلها في مراكز السيطرة والمتابعة التي تتضمن البرامج الحاسوبية، ويتم نقل المعلومات لنشرها في المدينة عن طريق وسائل مختلفة منها اللوحات المرورية الالكترونية والتي تعمل على إعطاء التعليمات للسائقين. مشكلة البحث هي النقص المعرفي لمفهوم النقل الذكي في المدينة، فضلاً عن المشاكل المرورية المتعددة كالازدحامات المرورية والتي تعمل على تقليل مستوى الخدمة والراحة والرفاهية. وتعاني مدينة بغداد من ازدحامات مرورية خانقة في أوقات الذروة تسبب تدني في مستوى الخدمة للطريق. يهدف البحث الى معرفة مفهوم النقل الذكي وفوائده وعناصره وانظمته وتطبيقاته وتأثيراته على المدينة، وتطبيقه على جزء من مدينة بغداد لمعرفة مدى تحسين مستوى الخدمة قبل وبعد تطبيق النقل الذكي. يستنتج البحث ان 27 % من منطقة الدراسة لا تحتاج الى تطبيق النقل الذكي و73 % تحتاج الى تطبيق النقل الذكي للتقليل من الازدحامات اليومية وتحسين مستوى الخدمة، وان 9 % من منطقة الدراسة تحتاج الى خطط إضافية لتحسين مستوى الخدمة.

الكلمات الدالة: النقل الذكي، مدينة بغداد، مستوى الخدمة، الحجم المروري.

Role of Intelligent Transportation System (ITS) To Reduce of Traffic Congestion – Bab Al-Moatham in Baghdad City

Abstract: Transport represents the vital city transportation component, which works to link activities with each other and move from one place to another, any imbalance in the transport system in the city leads to traffic problems, including congestion traffic jams, delay in arrival time and more consumption of fuel, these problems caused reduce level of well-being and comfort on the road, increase economic costs, increase environmental pollution in city. ITS is one of the modern tools in organizing and improving traffic through its adoption of modern communications technology. ITS consists of several operations: data collection through different sensors and road tools, and then data processing and analysis in the control and follow-up centers that include software, And the information is transferred to be published in the city through various means, including electronic traffic signs, which work to give instructions to the drivers. The problem of research is the lack of knowledge of concept of ITS in the city, as well as various traffic problems such as traffic congestion, which reduces level of service and comfort and well-being. The city of Baghdad suffers from congestive traffic congestion at peak times causing a low level of service to the road. The aim of research is to understand concept of ITS, its benefits, its elements, its sub-systems, its applications and its effects on the city, and its application to part of Baghdad city to see how to improve level of service before and after application ITS. The research concludes that 27% of the study area does not need ITS and 73% needs ITS to reduce daily congestion and improve service. 9% of the study area needs additional plans to improve service.

* eng.areej.m@uomustansiryah.edu.iq

1. المقدمة

يعتبر النقل الذكي من اهم أدوات تنظيم المرور في المدينة وتعمل على تحسين كفاءة شبكة النقل والمرور، وتستخدم التقنيات والاتصالات الحديثة في مجالي التواصل الالكتروني المرئي والسمعي والبرامج الحاسوبية لتحليل ومعالجة البيانات في مراكز إدارة المرور للعمل على معالجة المشاكل المرورية في المدينة.

تتميز مدينة بغداد بالازدحامات المرورية الخانقة نتيجة لأسباب متعددة منها ضعف الشبكة وعدم استيعابها لأعداد السيارات المتزايد، وضعف إدارة المرور من جانب استخدام التقنيات الحديثة التي تعمل على التقليل من المشاكل المرورية التي لا تحتاج الى اعداد خطة نقل شاملة بل الى خطط ثانوية كتطبيق نظام النقل الذكي في بغداد.

- **مشكلة البحث**: النقص المعرفي لمفهوم النقل الذكي في المدينة، فضلاً عن المشاكل المرورية المتعددة كالازدحامات المرورية والتي تعمل على تقليل مستوى الخدمة والراحة والرفاهية. وتعاني مدينة بغداد من ازدحامات مرورية خانقة في أوقات الذروة تسبب تدني في مستوى الخدمة للطريق.

- **هدف البحث**: معرفة مفهوم النقل الذكي وفوائده وعناصره وانظمته وتطبيقاته وتأثيراته على المدينة، وتطبيقه على جزء من مدينة بغداد لمعرفة مدى تحسين مستوى الخدمة قبل وبعد تطبيق النقل الذكي.
- **فرضية البحث**: ان تطبيق نظام النقل الذكي في المدينة تساعد على تقليل الازدحامات المرورية وتعمل على زيادة الرفاهية والراحة المرورية.

- **منهجية البحث**: تعتمد على استعراض المفاهيم النظرية الأساسية للنقل الذكي، واجراء المسح المروري لمعرفة الحجم المروري لمنطقة الدراسة ومستوى الخدمة باستخدام برنامج (HCS 2010)، ومن ثم تطبيق مؤشر تخفيض الازدحامات البالغ 35 % على منطقة الدراسة لمعرفة مستوى الخدمة قبل وبعد تطبيق النقل الذكي.

2. نظام النقل الذكي

هو نظام يحسن سلامة النقل والحركة، ويقلل الأثر البيئي، ويعزز الإنتاجية عن طريق تكامل وسائل الاتصالات المتقدمة التي تعتمد المعلوماتية والتقنيات الالكترونية في بنى تحتية النقل والمركبات (1).

للتكنولوجيا دور أساس في الاستخدام الأمثل للبنية التحتية وتحسين السلامة والأمن، بالإضافة إلى تشجيع الانتقال إلى وسائط النقل الصديقة الأكثر للبيئة وتقليل استهلاك الطاقة والتلوث ومصادر الإزعاج (2).

تؤثر أنظمة النقل الذكي على أداء نظام النقل بستة اهداف رئيسية هي: السلامة المرورية (Safety)، التنقل (Mobility)، الكفاءة (Efficiency)، الإنتاجية (Productivity)، الطاقة والبيئة (Energy and Environment)، رضا المستخدمين (Customer Satisfaction). وتقاس السلامة المرورية عن طريق التغييرات في معدل الحوادث أو غيرها من المقاييس مثل سرعة المركبات، والتصادم المروري، والمخالفات المرورية. يتم قياس تحسينات التنقل عن طريق وقت الرحلة أو تقليل التأخير فضلاً عن كلفة الرحلة، ووقت الوصول. ايجاد الكفاءة عن طريق قدرة أفضل في إدارة مرافق النقل لاستيعاب الطلب الإضافي، وتتمثل عادة عن طريق زيادة السعة أو المستوى الخدمة ضمن شبكة النقل الحالية أو أنظمة النقل. تحقق تحسينات الإنتاجية في تقليل الكلفة لمقدمي خدمة النقل والمسافرين وشركات الشحن. الفوائد المتحققة في مجال الطاقة والبيئة عن طريق تقليل الوقود وتقليل الانبعاثات الملوثة. يتم قياس رضا المستخدمين عن طريق الاستبيانات وادراك نشر نظام النقل الذكي بالنقل العام (3).

1.2 فوائد نظام النقل الذكي

ان هدف أنظمة النقل الذكي هو تحسين الفعالية (Effectiveness) والكفاءة (Efficiency)، وسلامة نظام النقل. الاستخدام الفعال لتقنيات أنظمة النقل الذكي تعتمد في جزء منه على المعرفة التقنيات التي تتصدى بفعالية أكبر لقضايا الازدحامات والسلامة المرورية، وبالتالي من الضروري فهم فوائد التقنيات الحالية والناشئة. وهناك مجموعة واسعة من فوائد نشر نظام النقل الذكي مثل استهلاك الوقود، وقت الرحلة، وإمكانية تقليل تأخير الرحلة.

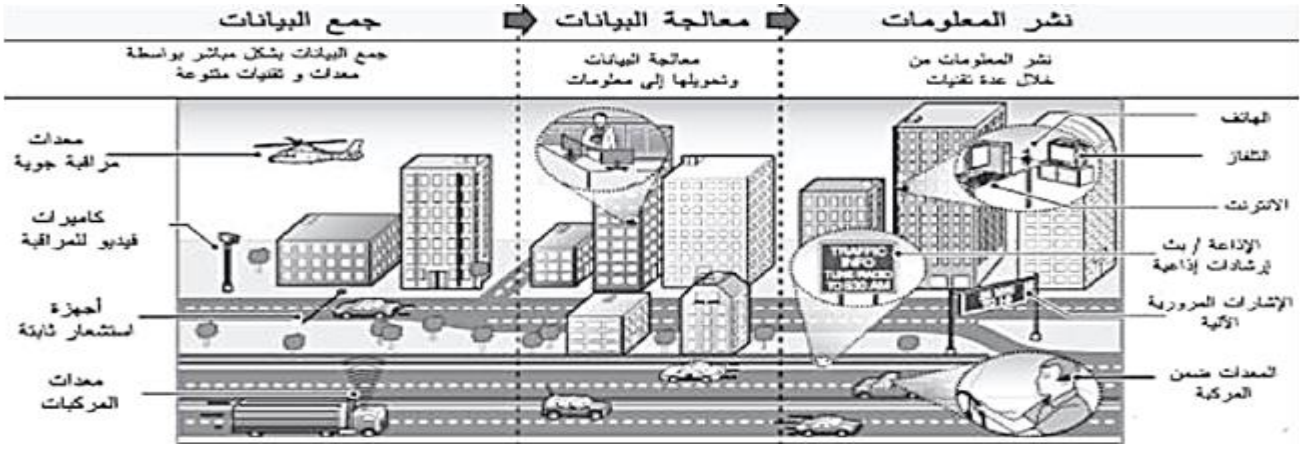
ويؤدي نشرها الى زيادة سرعة الرحلة، وتحسين التدفق المروري، وأكثر رضا للمستخدمين لجميع وسائط النقل. لنظام النقل الذكي فوائد في المناطق الحضرية منها (4):

1) تساعد أنظمة إدارة الطرق الشريانية (Arterial management systems) على تقليل تأخير الرحلات بين 5 – 40 % مع تطبيق أنظمة التحكم المتقدمة ونشر بيانات المسافر.
2) تساعد أنظمة إدارة الطرق الحرة (Freeway management systems) على تقليل الحوادث بنسبة تصل لـ 40 %، وزيادة السعة المرورية، وتخفض من وقت الرحلة الكلية بنسبة تصل لـ 60 %.
3) تقلل أنظمة إدارة الشحن (Freight management systems) كلفة شركات السيارات بنسبة 35 % مع تطبيق شبكات وأنظمة معلومات المركبات التجارية.
4) تقلل أنظمة إدارة النقل (Transit management systems) وقت الرحلة بنسبة تصل لـ 50 %، وزيادة الدقة بنسبة 35 % بتطبيق نظام تحديد مواقع السيارات اوتوماتيكياً واولوية الإشارة المرورية.
5) احتمالية ان تقلل أنظمة إدارة الحوادث (Incident Management Systems) لوقت الحوادث بنسبة تصل لـ 40 % وتوفر العديد من الفوائد الأخرى مثل الدعم العام لنشاطات قسم النقل.
6) تحسين السلامة للنقل البري: عن طريق العمل على تطوير وتطبيق مجموعة متكاملة ومتناسقة من الإجراءات الهادفة لرفع مستوى السلامة، والتقليل من عدد الوفيات والإصابات الناجمة عن حوادث النقل، وكذا التقليل من حجم الخسائر الاقتصادية والاجتماعية التي تسببها الحوادث، من خلال اتخاذ الإجراءات التالية (5):

أ- التحكم المروري: وذلك من خلال القيام بتقييم أداء الطرق والشوارع التي تمتلك الاشارات المرورية والتنسيق بينها وبين عمليات النقل العام لموازنة الطلب مع السعة ضمن النظام.
ب- إدارة الأحداث الطارئة: من خلال توفير إجراءات ذات كفاءة عالية في الحالات الطارئة والاجواء السيئة، وأعمال الطرق، فالتقنيات الحديثة للنقل تركز على استشعار بالحوادث الطارئة ووقوعها من اجل زيادة الاستجابة لها وإرسال اللجان الملائمة لها من حيث الأفراد والمعدات.
ج- إدارة الطلب على الانتقال :عن طريق تطبيق نظام استخدام الحارات المخصصة للمركبات العامة، وكذا التحكم بكراجات السيارات وتكلفتها وتسعيرة الدخول.
د- التحكم بالمركبة وسلامتها :يمكن الهدف من وراء التحكم في المركبة في تحقيق سلامة أفضل للسيارات وتقليل الازدحامات، وإنتاجية أفضل للطرق بين المدن مما يؤدي لابتكار مفاهيم لخدمات النقل البري.

2.2. مكونات نظام النقل الذكي

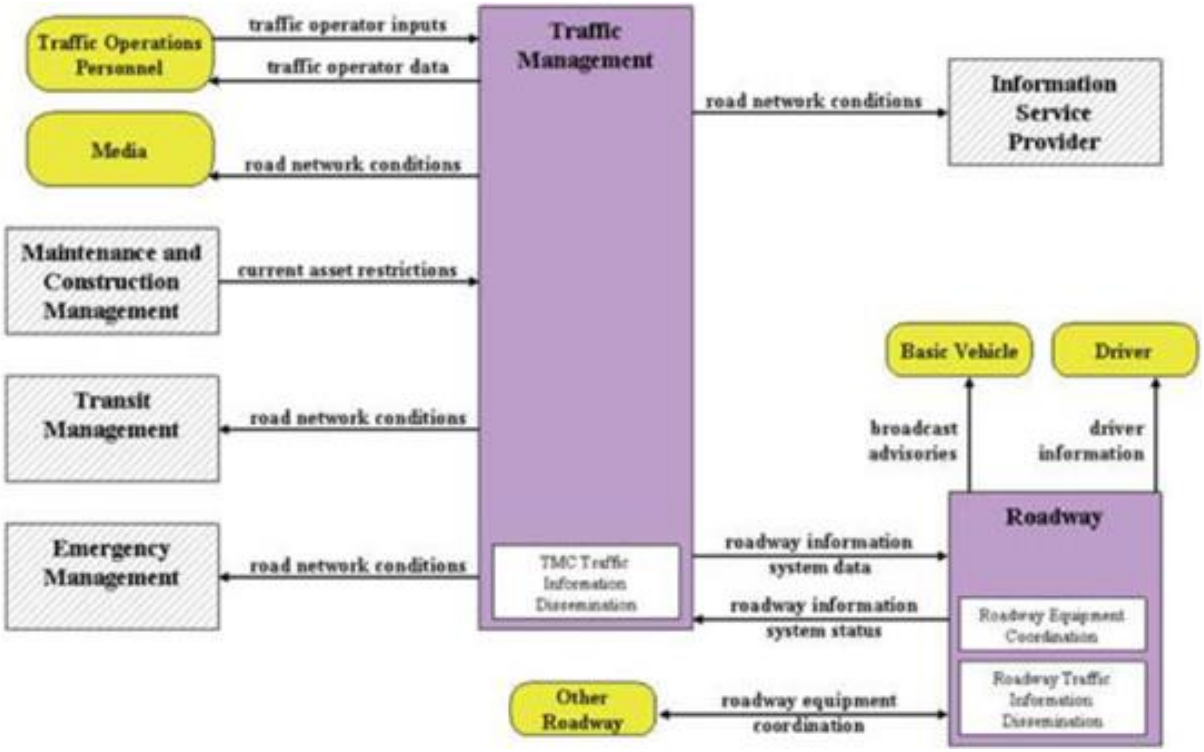
يتكون من تقنيات الكشف التي تعمل على رصد عمليات نظام النقل، ومعالجة البيانات التي تتضمن البرامج الحاسوبية التي تعالج معلومات أداء النظام، فضلاً عن التقنيات الإلكترونية الحديثة التي تقدم المعلومات للأشخاص، وشبكات الاتصالات التي تعمل على تدفق البيانات، فضلاً عن ادوات التحكم (Control) (6) (الشكل 1).



الشكل (1): العناصر المكونة لنظام النقل الذكي .

من اهم مكونات نظام النقل الذكي هي (7):

1) **مركز إدارة المرور ((Traffic Management Center (TMC):** هو محور إدارة المرور، حيث يتم جمع المعلومات وتحليلها وجمعها مع مفاهيم السيطرة والتشغيل الأخرى لإدارة شبكة النقل المعقدة. وهو مركز توصيل المعلومات المرتبطة بالنقل لوسائل الاعلام والسيارات العامة، ومكان يمكن الوكالات لتنسيق الاستجابة لحالات وظروف النقل. تشارك عادة عدة وكالات لإدارة بنى تحتية النقل عن طريق شبكة من مراكز عمليات المرور. في كثير من الأحيان يتم توزيع مركزي للبيانات والمعلومات وتعتمد المراكز على معايير مختلفة لتحقيق اهداف إدارة المرور. هذا الاعتماد الذاتي المستقل في العمليات واتخاذ القرار امر ضروري بسبب عدم تجانس خصائص الطلب والأداء للأنظمة الفرعية المتفاعلة (الشكل 2).



الشكل (2): مكونات مركز إدارة المرور للنقل الذكي 8

2) **الحصول على بيانات (Data Acquisition):** الحصول على البيانات والاتصالات السريعة والشاملة والدقيقة هو امر بالغ الاهمية للمراقبة والتخطيط الاستراتيجي بالوقت المحدد. تختبر دمج نظام الاتصالات والإدارة والحصول على البيانات الجيدة الأجهزة والبرامج الفعالة التي تستطيع جمع بيانات موثوقة التي تعزز أنشطة نظام النقل الذكي. من اهم أدوات الحصول على البيانات:

أ- **أجهزة الاستشعار (Sensor)**: استخدمت أجهزة الاستشعار والكشف في الطرق السريعة للعد والمراقبة والسيطرة على مدى السنوات 50 الماضية. اعتمدت أولى أجهزة الاستشعار على الصور (مثل أجهزة الكشف البصرية)، والصوت (كاشفات صوتية)، ووزن السيارة التي تسببها الضغط والاهتزاز (أجهزة الاستشعار الزلازل والاجهاد) على سطح الطريق. تقدمت تقنيات الاستشعار والكشف وبدأت استخدام مجموعة متنوعة من الأجهزة منها أجهزة الكشف المغناطسية (magnetic detectors)، والاشعة تحت الحمراء، والموجات فوق الصوتية، والرادار، والكشف عن الموجات الدقيقة (تعتمد على الانعكاس والاشعاع)، كاشفات الدوائر الكهربائية (تعتمد الحث الكهرومغناطيسي)، والفيديو، فضلاً عن استخدام الكثير من أجهزة الاستشعار التقليدية على مر السنين. تقيس أجهزة الكشف والاستشعار التغيرات في الحقول البصرية والمغناطيسية والصوتية والزلزالية الناجمة عن مرور المركبات وحساب حركة المرور المعتمدة على هذه القياسات. العديد من هذه الأجهزة توضع في الطريق (داخل الطريق) وتوفر المعلومات عن حركة المرور على هذه النقطة من

الطريق بالوقت المحدد. تستخدم ثلاثة أنواع رئيسة من أجهزة كشف المركبات وهي كاشفات الدوائر الكهربائية للكشف عن المغناطيس، وأجهزة قياس المغناطيس.

ب- **معرفات السيارات الآلي (Automatic Vehicle Identifiers (AVI))** وتحديد موقع المركبة آلياً **(Automatic Vehicle Locators (AVL))**: يستخدم هذا النظام مجموعة من أجهزة القراءة (readers) لهذا النظام، وعلامات داخل السيارة، نظام حاسوب مركزي. تقع أجهزة قراءة وهوائيات (antennas) معرفات السيارات الآلي في جوانب الطريق او على هياكل علوية او كجزء من حجرة جمع الرسوم الالكتروني، الهوائيات تبعث بإشارات التردد اللاسلكي في نطاق التقاط عبر ممر او أكثر بالطرق السريعة. عندما تسير المركبة وتدخل نطاق التقاط الهوائي، تستجيب المركبة للإشارة اللاسلكية والهوية المعرف بها ويتم تحديد الوقت والتاريخ بواسطة القارئ. ثم ترسل هذه البيانات الى الحاسوب المركزي، حيث يتم معالجتها وتخزينها. في كثير من البلدان المتقدمة، يتم تعقب ارقام التعريف بالسيارة (ID numbers) على طول نظام الطرق السريعة، واحتساب وقت رحلة المركبات كالفرق بين علامات الوقت بمواقع الهوائي المتسلسلة. أنظمة معرفات السيارات الالي لديها القدرة على جمع كميات كبيرة من البيانات باستمرار بأقل متطلبات من الموارد البشرية. ومع ذلك فان عملية جمع البيانات مقيدة اساساً بحجم العينة التي تتطلب المشاركة.

ج- **GPS**: هو نظام الملاحة عبر الأقمار الصناعية والتي توفر البيانات بسرعة ومرونة وغير مكلفة نسبياً لتحديد مواقع وسرعة المركبات بالوقت المحدد. تمتلك الولايات المتحدة نظام GPS تعتمد على 24 قمر صناعي مزودة ب 25 x 7 مرصد ارضي. تتوزع 24 قمر صناعي بشكل موحد في ستة مستويات مدارية على ارتفا حوالي 20,200 كم بحيث لا يقل عن أربعة أقمار صناعية مرئية في أي وقت ومن أي نقطة على سطح الأرض. تعتمد موقع GPS على مبدأ تحديد الابعاد الثلاثة لشاخص من صنع الانسان باستخدام التقنيات المرتبطة بالتثليث المساحي. تستخدم GPS مراقبان اساسيان لتحديد المواقع والتنقل. ويوفر بيانات الموقع الأساسية من حيث الخطوط الطول والعرض والارتفاع والوقت، وبناءً على هذه البيانات المكانية والزمانية يمكن مهندسي المرور بتحديد معظم بيانات حركة المرور المفيدة والتي تشمل وقت الرحلة، وسرعة الرحلة، ومسافة وتأخير الرحلة.

د- **نظم التعداد الأوتوماتيكي للراكبين** ((Automatic Passenger Counting (APC)): تتضمن كاشف الحركة مثبت تحت أبواب السيارات وتسجل عدد الأشخاص والراكبين والنازلين من المركبة. وتم تطويرها للتنبؤ بوقت الوصول للمواقف، والقدرة على التعداد الإلكتروني بوسائل النقل المختلفة والرقابة عليها وادارتها (9).

ه- **البطاقات الذكية** (CAP): تستخدم في قطاع النقل الجماعي كأداة لتسديد والوصول إلى شبكات النقل الجماعي . فضلً عن تخزين المعلومات بتحقيق العمليات الداخلية مثل فك رموز الرسائل والتوثيق .

و- **نظام تحديد المكان عن طريق الترددات الراديوية** (Radio Frequency Identification, RFID): تعمل الرقاقات على إصدار اشارات رقمية تنتقل عبر موجات القصيرة والطويلة. وباستخدام أجهزة المسح او القمر الاصطناعي يمكن تحديد الاشارة ومكان صدورها .

ز- **نظم التخطيط الزمني**: تعمل على حل المشكلات المرتبطة باستخدام شبكة النقل.

ح- **نظم المعلومات الجغرافية** (GIS): نظام حاسوبي يعمل على ادخال البيانات وجمعها ومعالجتها وتحليلها وعرض واخراج المعلومات المكانية والوصفية بشكل خرائط وجداول ورسوم بيانية يمكن خزنها (10).

3) **أدوات الاتصال (Communication Tools):** لا تعتمد كفاءة نظام النقل الذكي علي جمع وتحليل البيانات المرتبطة بحركة المرور بل كذلك على اتصال سريع وموثق به، كلا البيانات القادمة من الموقع الى مركز إدارة المرور والبيانات المستمدة باستخدام بيانات ونماذج من مركز إدارة المرور للجمهور. وهذا يشمل الاتصال بين مركز جمع البيانات الى مركز إدارة المرور والاعلانات عن حركة المرور والنقل للمركبات عن طريق وحدات على متنها وللمسافرين عن طريق الاعلام مثل الرسائل النصية والصوتية وصفحات الانترنيت الخ....

يوفر الاتصالات المخصصة قصيرة المدى (DSRC) اتصال بين المركبة ومواقع محددة بالطريق (مثل مركز تجاري). يعمل (DSRC) على الترددات الراديو بالموجات الصناعية والعلمية والصحية (ISM) وتشمل وحدات جانب الطريق ((Road Side Units (RSUs) ووحدات لوحية ((On Board Units (OBUs) مع أجهزة الارسال والاستقبال والنقل. توفر أنظمة الاتصالات اللاسلكية المخصصة لأنظمة النقل الذكي والنقل

البري والاتصالات النقل شبكة اتصالات للمركبات. بوفر موجات الطويلة والمتوسطة المتواصلة جوياً (Continuous Air Interface Long and Media Rang (CALM)) اتصالات مستمرة بين المركبة والطريق باستخدام مجموعة متنوعة من وسائل الاتصال تتضمن الهواتف الخلوية، 5 GHz, 63 GHz، وروابط الاشعة تحت الحمراء.

4) **تحليل البيانات (Data Analysis):** تشمل تصفية ودمج وتحليل البيانات. البيانات القادمة من أجهزة الاستشعار وباقي أجهزة جمع البيانات يتم ارسالها الى مركز إدارة المرور ليتم تدقيقها. يتم حذف البيانات غير المتناسقة (متعارضة) ويحفظ البيانات المفيدة. وتحتاج البيانات القادمة من أجهزة مختلفة ان تكون مجتمعة ومدمجة لزيادة تحليل البيانات. ويتم تحليلها لتخمين والتنبؤ بحالة حركة المرور وتزويد المعلومات الملائمة للمستخدمين.

5) **معلومات المسافر (Traveler Information):** يستخدم وسائل نظام تقرير الرحلة لتزويد معلومات النقل لوسائل النقل العام، وتتضمن العلامات المرورية (متغيرة الرسائل باستمرار)، راديو الطرق السريعة، والانترنيت، وخدمات الرسائل القصيرة، ورسائل الهواتف المحمولة، وإعلانات المذياع المحلي، والتلفزيون وغيرها من وسائل الاعلام الحديث. توفر هذه الأنظمة معلومات الوقت المحدد عن أوقات الرحلة، وسرع الرحلة، والتأخير، والحوادث، والمسارات المغلقة والبديلة، وظروف مكان العمل.

3.2. مجالات تطبيق نظام النقل الذكي

يمكن تطبيق النقل الذكي في عدة مجالات، عن طريق إدارة ما يلي (11):

1) **الطلب على النقل:** من خلال التقليل من التنقل بالمركبات الشخصية وزيادة استخدام النقل الجماعي والعام، ويتضمن تخصيص مسارات مرورية لمركبات النقل العام، والسيطرة على مواقف المركبات.
2) **مركبات الطوارئ:** تعمل على تقليل وقت رحلة مركبات الطوارئ للوصول إلى الموقع، عن طريق مراقبة المركبات وحالة الطرق والتقاطعات، وتحديد المكان، واتخاذ القرارات السريعة والتنسيق بينها، وتحديد المسارات وإعطاء الأفضلية لها.
3) **المرور** :مراقبة حركة المركبات وإرسال المعلومات إلى مركز التحكم، اذ تعمل على إدارتها، عن طريق إيجاد طرق سريعة ملائمة في حالات الطوارئ، والتحكم بالإشارات المرورية (12). كذلك تقديم معلومات للمسافرين مثل زمن الرحلة، واختيار المسارات الملائمة، وتحديد الطرق البديلة عند الازدحامات.
4) **مواقف السيارات بكفاءة أكثر** :إرشاد السائقين لأقرب موقف فارغ، وعرض البيانات عن طريق أجهزة في المركبة، ويتطلب معلومات عن الموقع من اجل تقليل الوقت للبحث عن موقف فارغ، وبالتالي تقليل انبعاثات غاز CO_2 (13).
5) **تقليل مستوى التلوث** :عن طريق تركيب متحسسات لمراقبة جودة الهواء، ووضع الاستراتيجيات المناسبة للتقليل من الانبعاثات الضارة.
6) **الفحص الآلي للسلامة** :الفحص الالكتروني للمركبات في جانب الطريق مثل تدقيق رخصة القيادة ووزن المركبات.
7) **خدمات التحصيل الإلكتروني للرسوم** :استخدام بطاقات الكترونية لدفع سوم الطريق.

2.4. برامج نظام النقل الذكي

تتضمن مجموعة كبيرة من البرامج ذات تقنيات وأنظمة متنوعة القائمة على تقييم هذه التقنيات والانظمة التي لها الأثر الكبير في تحول النقل، ومنها ما يلي (14):

1) ربط المركبات (Connected Vehicles (CV)): تركز وزارة النقل الامريكية (USDOT) على انشطة برنامج ربط المركبات التي تعتمد وتنشر نظام النقل الذكي. مع عدم تجاهل التطورات المستقبلية في مجال البحوث والاختبار لتقنية ربط المركبات. ويتم تحقيق الوظائف والتطبيقات الجديدة وتحسين التقنيات في إطار هذا البرنامج استجابة لاحتياجات المستخدمين والمسائل التقنية التي تظهر بنطاق الاستخدام والابلاغ عن طريق العمل بنظام النقل الذكي.

تندرج دراسة تطوير واعتماد تقنية ربط المركبات بمجالين تستند على نشاطات وزارة النقل الامريكية (USDOT) بما فيه خطط الإدارة الوطنية للسلامة المرورية للطرق السريعة (NHTSA) لإصدار مقترح في 2016 للسلامة المرورية مركبة لمركبة ((Vehicle-to-Vehicle (V2V). نوعين اساسيين من تقنيات الاتصالات التي تحرك أنشطة ربط المركبات (CV) هي:

- تستند تكامل مركبة لمركبة (V2V) على تكنولوجيا تخصيص الاتصالات قصيرة المدى (Dedicated Short-Range Communications (DSRC). وتواصل الإدارة الوطنية لسلامة المرورية للطرق السريعة (NHTSA) متابعة وضع القواعد لها. اتاحت تخصيص اتصالات قصيرة المدى لأجهزة السيارات التي تبث رسائل السلامة تنظيمها من قبل وزارة النقل الامريكية وبالتالي تضم مجموعة محددة من البحث والتطوير واعتماد مسائل والتي تحدد هذه الصلاحية.
- من التقنيات الأخرى هي الهاتف الخلوي و(Wi-Fi) والاقمار الاصطناعية.

2) الاتمتة (التشغيل الآلي) (Automation): تركز على البحث عن الأنظمة الآلية المركبة – الطريق والمرتبطة بالتقنيات والتي تحول جزء من التحكم بالمركبة من السائق الى المركبة. المستويات المختلفة للتشغيل الآلي لها تأثير على سلامة القيادة، والتنقل الشخصي، واستهلاك الوقود، وكفاءة التشغيل، والتأثير البيئي، واستعمال الأرض. يكون البحث عن المركبات والجوانب الاخرى ذات التشغيل الآلي في المراحل المبكرة، وتحظى بالاهتمام السريع حول العالم في جميع القطاعات الاقتصادية. توفر تطوير والاعتماد على المستويات المختلفة لتقنيات الاتمتة إمكانات هائلة في تعزيز السلامة المرورية والتنقل والبيئة، وفي نفس الوقت تشكل السياسات والتقنيات الجديدة تحدياً، وتركز برامج النقل الذكي في هذا المجال على تطوير التقنيات والأنظمة لتكون مدخلاً لميزات التشغيل الآلي للمركبات وانظمة النقل.

3) كفاءة منبثقة (Emerging Capabilities): يركز مبادرات برنامج الكفاءة المنبثقة لوزارة النقل الامريكية على الأجيال المستقبلية لأنظمة النقل. أذ بدأ برنامج ربط المركبات (CV) بالنمو كزيادة أنظمة النقل المؤتمتة، والشركات المصنعة للسيارات، ومقدمي البنية التحتية، والمبدعين، ورجال الأعمال، واكتشاف فرص جديدة لاستخدام التقنيات والبيانات التي يتم انشائها. وهذا يؤدي الى التقدم التكنولوجي، والوظائف الجديدة، والتطبيقات الجديدة، ومفاهيم التشغيل الجديدة، والابتكارات. تتبع وزارة النقل الامريكية التقنيات والسوق والتوجهات الديموغرافية في جميع انحاء العالم ومختلف الصناعات لبحث وتقييم الكفاءة المنبعثة التي تثبيت القدرة على تحول وسائل النقل.

4) بيانات المؤسسة (Enterprise Data): مع زيادة الترابط بين المركبات والمؤسسات والأنظمة والناس تتولد كميات غير مسبوقة من البيانات. الطرق الجديدة للجمع والنقل والفرز والخزن والمشاركة والجمع والدمج والتحليل وتطبيق هذه البيانات ستكون هناك حاجة الى ادارة وتشغيل أنظمة النقل. لن تستمر وزارة النقل الامريكية جهودها في التقاط البيانات التشغيلية من أجهزة الاستشعار الثابتة (stationary sensors) والأجهزة النقالة وربط المركبات (CV) بل توسع أنشطتها البحثية المتعلقة بتطوير اليات (mechanisms) السكن، والمشاركة، والتحليل، التنقل وتطبيق هذه البيانات لتحسين السلامة المرورية والتنقل بين كل وسائط النقل. فضلاً عن التركيز على البيانات المفتوحة والنافذة تعكس الحالة الراهنة للنطاق وتوجهات السوق باتجاه تطوير وتخزين البيانات البرمجية المفتوحة. بدأت مؤسسات إدارة البيانات الضخمة كذلك مؤسسات البيانات الكثيفة بالمشاركة مع وزارة النقل الامريكية لمناقشة كيفية تكامل مفهوم البيانات المفتوحة والمناهج حسب ملائمة الجهود البحثية المختلفة لتقنيات أنظمة النقل الذكي.

5) الترابط (التوافقية Interoperability): تركز وزارة النقل الامريكية على الترابط لضمان الترابط الفعال بين الأجهزة ونظام النقل. للترابط أهمية أكبر من أي وقت مضى خصوصاً مع تطبيق انظمة ربط المركبات (CV) وإدخال أنظمة النقل الآلي اذ يزداد ترابط نظام النقل، ليس في العدد فقط بل بالتعقيد ايضاً. تستمر المعايير والابنية بالتطور لضمان عكس التقدم التكنولوجي وتتطلب الحفاظ على التوافق والترابط. تصبح الاختبار والشهادة مهمة جدا عند استخدام نظام ربط المركبات على نطاق واسع. الترابط مهمة على نطاق وطني لضمان نظام النقل للمستخدمين والمسافرين، بغض النظر عن الذين يقودون المركبات، وسائل النقل التي يستخدمونها، او الطريق التي يتنقلون بها، والتي تقدم أداء ثابت وموثوق لأنظمة النقل.

يركز الترابط (التوافقية Interoperability) على عناصر نظام النقل الذكي في السيارة، والأجهزة، والبنى التحتية، والتطبيقات للتواصل الفعال مع الأجزاء الأخرى للنظام حسب الحاجة بغض النظر عن مكان انشائها وأين أو متى يتم استخدامها. ويتضمن تطوير بنية ومعايير بهدف نقل الكثير من التقنيات والوكالات والتشغيل المرتبطة

بنظام النقل الذكي بعيداً عن الأنظمة القديمة والمؤسسات التي لا يمكنها التواصل والتنسيق مع بعضها البعض. تزيد ترابط نظام النقل الذكي من قدرة التقنيات للعمل معاً، وتساعد وكالات النقل والمستخدمين التواصل ومشاركة المعلومات بسلاسة أكثر. هذه التطورات تسهل تخطيط فعال ومخطط، وزيادة الكفاءة التشغيلية، وتقليل الكلفة، وتوفير الوقت والبيانات الفعالة لمستخدمي ومشغلي ومخططي نظام النقل والصناعة ككل.

6) تسريع الانتشار (Accelerating Deployment): أنظمة وتقنيات نظام النقل الذكية الجديدة تتطور لمنتجات جاهزة بالسوق، ويعمل برنامج نظام النقل الذكي على معالجة المسائل المرتبطة بالاستخدام والانتشار. يتضمن الاستخدام مرحلة بعد الاختبار، عندما تكون التقنيات مستعدة للتنفيذ الاولي "بالعالم المادي". الانتشار على نطاق واسع غير ممكن في بداية هذه المرحلة، وهكذا يرى لمرحلة الاستخدام كمرحلة التكون الحرج للحصول على التقنيات من الأسواق. تتضمن هذه المرحلة الحاجة الى الجذب المستخدمين الأوائل، ودعم وتدريب المستخدمين، وتشجيع التسويق والاتصالات وزيادة الوعي والفهم لقيمة التقنيات الجديدة. تحتاج التفاعل مع المستخدمين ان يكون قوياً من اجل التعرف على التحديات التي تواجهها الوكالات المحلية وهيئات النقل الأخرى.

5.2. مستويات نظام النقل الذكي

تصنف نظام النقل الذكي حسب المستويات التالية (15):

1) **مستوى المركبة (Vehicle Level)**: التقنيات المنتشرة داخل المركبات وتتضمن أجهزة الاستشعار (sensors)، عارضات ومعالجات البيانات التي تزود السائق بالبيانات.
2) **مستوى البنى التحتية (Infrastructure Level)**: تجمع المجسات وأجهزة الاستشعار بالطريق وجوانبه بيانات الطريق المهمة. تزود أدوات الاتصالات السائقين بالبيانات الملائمة لإدارة المرور بشكل أفضل. تشمل أدوات الاتصالات الرسائل النصية وتنبيهات (GPS) واشارات لتوجيه حركة المرور.
3) **المستوى التعاوني (تشاركي) (Cooperative Level):** الاتصالات بين المركبات، وبين البنى التحتية والمركبات التي تشترك بمجموعة مشتركة من التقنيات بمستوى المركبة ومستوى البنى التحتية.

6.2. الأنظمة الفرعية لنظام النقل الذكي

لنظام النقل الذكي أنظمة فرعية وكما يلي (16):

1) **أنظمة متقدمة لإدارة المرور (Advanced Traffic Management Systems (ATMS))**: نظام يدمج مختلف الأنظمة الفرعية (مثل الدوائر التلفزيونية المغلقة، والكشف عن المركبات، والاتصالات، وأنظمة الرسائل وغيرها) في واجهة بارزة متماسكة والتي توفر بيانات الوقت الحقيقي عن حالة حركة المرور، والتنبؤ بظروف حركة المرور لزيادة كفاءة التخطيط والتشغيل. نظام سيطرة حركة المرور الديناميكي، وأنظمة إدارة تشغيل الطرق السريعة، وأنظمة الاستجابة للحوادث الخ....، هذه الأنظمة تستجيب للوقت الحقيقي بالظروف المتغيرة.

2) **أنظمة معلومات المسافرين المتقدم (Advanced Traveler Information Systems (ATIS)):** توفر لمستخدم أنظمة النقل بيانات تتعلق بالرحلة للمساعدة في اتخاذ القرار في اختيار مسار الرحلة، وتخمين وقت الرحلة، وتجنب الازدحامات. وهذا يمكن أن يكون ممكناً عن طريق توفير المعلومات المختلفة باستخدام تقنيات متعددة مثل: تمكين (GPS) في أنظمة التنقل المركبات، وعلامات رسالة الطريق لمعلومات التواصل في الوقت الحقيقي للازدحامات المرورية، والاختناقات، والحوادث ومعلومات المسارات البديلة خلال غلق وصيانة الطريق، وتوفر مواقع الأنترنيت خريطة شبكية برموز ملونة لتبين مستويات الازدحام بالطرق السريعة.

3) **أنظمة السيطرة على المركبات المتقدم (Advanced Vehicle Control Systems (AVCS)):** هي أدوات ومفاهيم تعزز من سيطرة السائقين لرحلة امنة وأكثر كفاءة. فمثلاً، في أنظمة انذار تصادم السيارات (vehicle collision warning systems) تنبه السائق لحادث تصادم وشيك. ان زيادة تطبيقات (AVCS) تمكن المركبة من التوقف او التوجيه عن التصادم، استناداً لمدخلات أجهزة الاستشعار بالمركبة. كلا النظامين مستقلين بالمركبة وتوفر فوائد كبيرة عن طريق تحسين السلامة المرورية وتقليل الحوادث التي تسببها الازدحام.

تسمح تركيب أدوات عالية التقنية والمعالجة في المركبة بإدماج تطبيقات البرمجيات (software) بأنظمة الذكاء الاصطناعي التي تتحكم بالعمليات الداخلية، والحوسبة، والبرامج الاخرى المصممة لدمجها في نظام نقل أكبر.

4) **تشغيل المركبات التجارية** (**Commercial Vehicle Operations** (CVO)): تضم طاقم من نظام القيادة عبر الاقمار الصناعية، وحاسوب صغير وراديو رقمي، يمكن استخدامها بالمركبات التجارية مثل الشاحنات الكبيرة والصغيرة وسيارات الأجرة. يتيح هذا النظام المراقبة المستمرة لعمل الشاحنات عن طريق مقر مركزي يوفر إمكانية التتبع والسلامة.

5) **أنظمة النقل العام المتقدم** (**Advanced Public Transportation Systems** (APTS)**):** يطبق إدارة النقل وتكنولوجيا المعلومات المتطورة في أنظمة النقل العام لتعزيز كفاءة التشغيل وتحسين السلامة. وتتضمن أنظمة معلومات المسافرين، والأنظمة الاوتوماتكية لموقع المركبة، وأنظمة اشعار وصول الحافلات، ونظام تقديم أولوية المرور للحافلات في التقاطع بإشارات ضوئية (17).

6) **أنظمة النقل الريفي المتقدم** (**Advanced Rural Transportation Systems** (ARTS)**):** توفر المعلومات عن الطرق النائية وانظمة النقل الأخرى. ويتضمن على سبيل المثال الطرق المؤتمتة، وحالة الطقس، معلومات عن الاتجاهات. هذا النوع من المعلومات تكون ذو قيمة لسائقي السيارات الذين يسافرون الى المناطق النائية والريفية.

3. الجانب العملي

يتضمن الجانب العملي معرفة المعايير المطلوبة لتطبيق نظام النقل الذكي وضع منهجية لإمكانية تطبيق النظام وتطبيقها على منطقة الدراسة.

1.3. منهجية تطبيق نظام النقل الذكي في المدينة

تتطلب تطبيق نظام النقل الذكي في المدينة ما يلي:

1. حساب الحجم المروري (Traffic Volume): وتكون المدة ساعة لمعرفة التدفق المروري.
2. حساب المتوسط السنوي لحجم المرور اليومي (AADT): يمكن الحصول عليه من قسمة عدد المركبات خلال عام بأكمله على 365 يوم، وتحسب (مركبة / يوم) (18). ويتم حسابه حسب المعادلة التالية:

$$AADT = DHV/K$$

DHV: حجم المرور الساعي التصميمي = (معامل * AADT).
قيمة المعامل = 10 – 20 %، 10 % للطرق الحضرية.
K: قيمتها 10 – 15 % اعتماداً على نوع الطريق، 12 % للطرق الحضرية.
يتم اعتماد قيمة المعامل (K= 0.14) في البحث.

3. تحديد مستوى الخدمة (Level of Service (LOS)): هي حالة الانسياب المروري على الطريق، ويعبر عنه بنسبة مشغولية الطريق (حجم المرور / سعة الطريق)، فاذا كانت النسبة قريبة من 1 يعني الطريق مزدحم، وإذ انخفضت النسبة فان مستوى الخدمة يتحسن. يتقسم مستوى الخدمة (F-A) ويمثل A الوضع المثالي لمستوى الخدمة، اما مستوى E فيصل حجم المرور الى طاقته، ويمثل F حالة التدفق القسري، ويتم استخراج مستوى الخدمة باستخدام برنامج (HCS 2010).
4. مقارنة (AADT) و (LOS) مع معايير نظام النقل الذكي وبيان إمكانية تطبيق النظام من عدمه.
5. عند إمكانية تطبيق النظام يتم تحديد مراكز السيطرة الرئيسة والثانوية في المدينة.
6. دراسة تطبيق نظام النقل الذكي في تخفيض مستوى الازدحام وتحسين مستوى الخدمة بشبكة النقل باعتماد مؤشر تخفيض الازدحام بنسبة 35 % للحجم المروري (19).

2.3. منطقة الدراسة

يتناول البحث جزء من مدينة بغداد في منطقة باب المعظم باعتبارها منطقة ذات اكتظاظ مروري معظم الساعات وخصوصاً في أوقات الدوام الرسمي.

يتم اختبار جميع المسارات في منطقة الدراسة ومقارنتها وفق معايير تخطيط النقل الذكي فيما يخصص التقليل من الازدحامات المرورية وتحسين مستوى الخدمة (LOS) للمسارات عن طريق تطبيق مؤشر تخفيض الازدحام باعتبارها اهم المشاكل المرورية في مدينة بغداد والتي تتطلب تطبيق نظام إدارة الطرق السريعة والشريانية واستخدام الرادارات الثابتة والمتحركة والمراقبة الفيديوية (CCTV) ولوحة الرسائل المتغيرة (VMC). ان من اهم المعايير يجب توفرها لتطبيق نظام النقل الذكي في المدينة هي [20]:

1. تتجاوز حركة المرور 1100 مركبة / ساعة في كل ممر.
2. مستوى الخدمة للطريق في مستوى (C).
3. طريق يواجه عتبة المتوسط السنوي لحجم المرور اليومي (AADT) لا تقل عن [21]:
   - بالنسبة للطريق ذات ممرين 15800 مركبة يومياً.
   - بالنسبة للطريق ذات 4 ممرات 33600 مركبة يومياً.
   - بالنسبة للطريق ذات 6 ممرات 50400 مركبة يومياً.
   - بالنسبة للطريق ذات 8 ممرات وأكثر 67200 مركبة يومياً.

يركز البحث في منطقة الدراسة على 4 تقاطعات رئيسة في منطقة باب المعظم مع الشوارع الممتدة منها والداخلة اليها ووفقاً لما يلي (الشكل 3):

1. تقاطع ساحة باب المعظم قرب وزارة الصحة.
2. تقاطع ساحة الجمهورية.
3. تقاطع جسر الصرافية.
4. تقاطع كلية الفنون الجميلة.

الشكل (3) موقع منطقة الدراسة

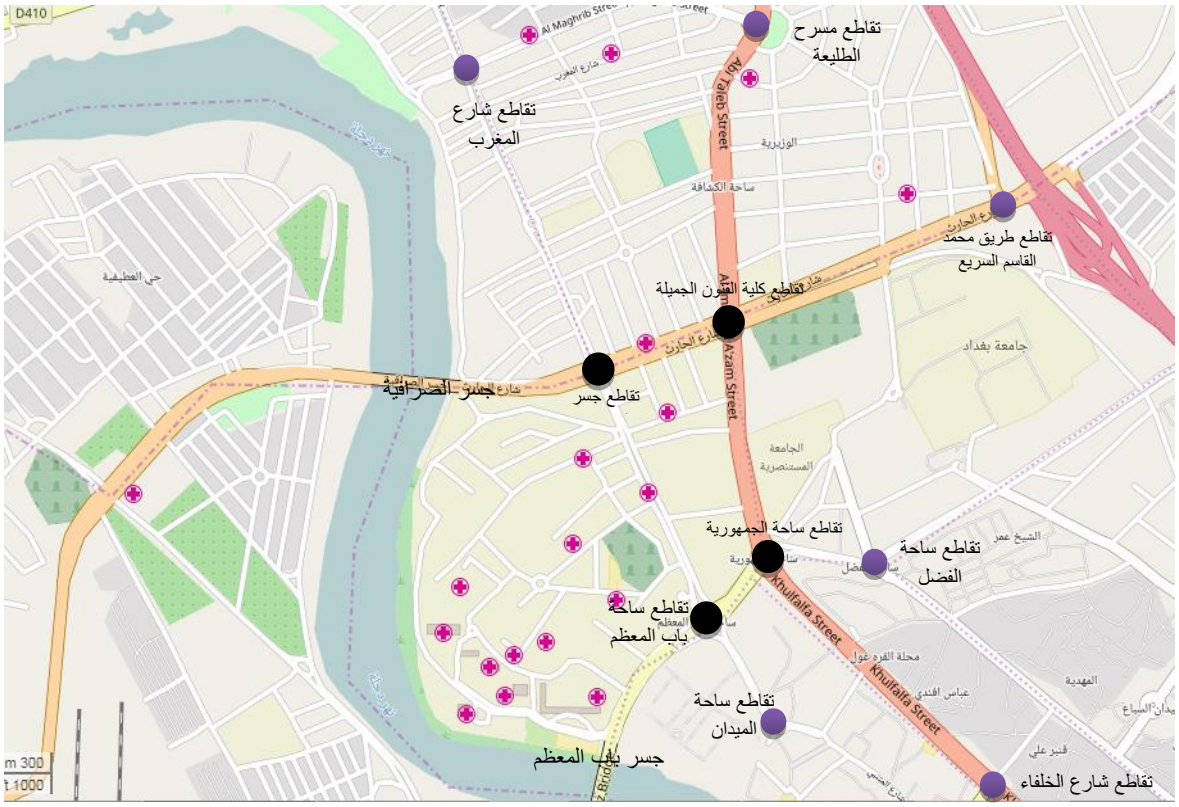
https://www.openstreetmap.org/search?query=%D8%A8%D8%BA%D8%AF%D8%A7%D8%AF%20%D8%A7%D9%84%D8%B9%D8%B1%D8%A7%D9%82%20%D8%A8%D8%A7%D8%A8%20%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%B9%D8%B8%D9%85#map=16/33.3513/44.3801

ترتبط هذه التقاطعات الرئيسة بمجموعة من التقاطعات الثانوية المؤدية الى منطقة الدراسة ومنطلقة منها وهي (الشكل 4):

1. تقاطع مسرح الطليعة.
2. تقاطع شارع المغرب.
3. تقاطع طريق محمد القاسم السريع.
4. تقاطع ساحة الفضل.

5. تقاطع ساحة الميدان.
6. تقاطع شارع الخلفاء.

وهناك شارعان، الأول ممتدة من تقاطع جسر الصرافية الى جسر الصرافية، والثاني شارع ممتد من تقاطع ساحة باب المعظم الى جسر باب المعظم.



الشكل (4) موقع منطقة الدراسة مع التقاطعات والطرق الممتدة معها
https://www.openstreetmap.org/search?query=%D8%A8%D8%BA%D8%AF%D8%A7%D8%AF%20%D8%A7%D9%84%D8%B9%D8%B1%D8%A7%D9%82%20%D8%A8%D8%A7%D8%A8%20%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%B9%D8%B8%D9%85#map=16/33.3513/44.3801

3.3. المسوحات المرورية في منطقة الدراسة

أجريت المسوحات المرورية لمنطقة الدراسة خلال شهري نيسان وايار 2017، خلال فترة الدوام الرسمي للمؤسسات الحكومية والجامعات خلال فترة الذروة الصباحية والمسائية عن طريق العد اليدوي.

تتطلب تطبيق نظام النقل الذكي اختبار منطقة الدراسة ومقارنتها مع معايير نظام النقل الذكي التي ذكرها وحسب المنهجية الموضوعة، لتحديد إمكانية تطبيق النظام من عدمها وحسب ما يلي (الجدول 1):

الجدول (1) معدل الحجم المروري لمنطقة الدراسة

ت	اسم التقاطع	الوقت	(Vph)	LOS	AADT	المقارنة مع المعايير	القرار النهائي
أ	تقاطع ساحة باب المعظم (وزارة الصحة العراقية)						
1	من تقاطع باب المعظم الى جسر باب المعظم	7:30 – 8:30	1320	B	9429	• (Vph) تتجاوز 1100 مركبة/ساعة.	يسمح بتطبيق النظام
		1:30 – 2:30	1860	C	13286	• C = LOS	
2	من جسر باب المعظم الى تقاطع باب المعظم	7:30 – 8:30	1920	C	13714	• (Vph) تتجاوز 1100 مركبة/ساعة.	يسمح بتطبيق النظام
		1:30 –	1680	C	12000	• D = LOS	

					2:30		
3	من تقاطع باب المعظم الى تقاطع جسر الصرافية	3857	A	540	– 7:30 8:30	(Vph) تتجاوز 1100 مركبة/ساعة	يسمح بتطبيق النظام
		8571	B	1200	– 1:30 2:30		
4	من تقاطع جسر الصرافية الى تقاطع باب المعظم	5571	A	780	– 7:30 8:30		لا يسمح بتطبيق النظام
		4286	A	600	– 1:30 2:30		
5	من تقاطع باب المعظم الى تقاطع ساحة الميدان	3857	A	540	– 7:30 8:30		لا يسمح بتطبيق النظام
		1771	A	248	– 1:30 2:30		
6	من تقاطع ساحة الميدان الى تقاطع باب المعظم	2629	A	368	– 7:30 8:30		لا يسمح بتطبيق النظام
		5343	A	748	– 1:30 2:30		
7	من تقاطع باب المعظم الى تقاطع ساحة الجمهورية	16443	D	2302	– 7:30 8:30	• (Vph) تتجاوز 1100 مركبة/ساعة. • D = LOS	يسمح بتطبيق النظام
		12614	C	1766	– 1:30 2:30		
8	من تقاطع ساحة الجمهورية الى تقاطع باب المعظم	11143	C	1560	– 7:30 8:30	• (Vph) تتجاوز 1100 مركبة/ساعة. • C = LOS	يسمح بتطبيق النظام
		12857	C	1800	– 1:30 2:30		
ب	تقاطع ساحة الجمهورية						
1	من تقاطع ساحة الجمهورية الى تقاطع ساحة الخلفاء	17143	D	2400	– 7:30 8:30	• (Vph) تتجاوز 1100 مركبة/ساعة. • D = LOS	يسمح بتطبيق النظام
		12300	C	1722	– 1:30 2:30		
2	من تقاطع ساحة الخلفاء الى تقاطع ساحة الجمهورية	10993	C	1539	– 7:30 8:30	• Vph) تتجاوز 1100 مركبة/ساعة. • C = LOS	يسمح بتطبيق النظام
		10286	C	1440	– 1:30 2:30		
3	من تقاطع ساحة الجمهورية الى تقاطع كلية الفنون الجميلة	14929	D	2090	– 7:30 8:30	• Vph) تتجاوز 1100 مركبة/ساعة. • D = LOS	يسمح بتطبيق النظام
		18857	D	2640	– 1:30 2:30		
4	من تقاطع كلية الفنون الجميلة الى تقاطع ساحة الجمهورية	20143	E	2820	– 7:30 8:30	• Vph) تتجاوز 1100 مركبة/ساعة. • E = LOS	يسمح بتطبيق النظام
		17643	D	2470	– 1:30 2:30		
5	من تقاطع ساحة الجمهورية الى تقاطع ساحة الفضل	14143	C	1980	– 7:30 8:30	• Vph) تتجاوز 1100 مركبة/ساعة. • D = LOS	يسمح بتطبيق النظام
		15429	D	2160	– 1:30 2:30		
6	من تقاطع ساحة الفضل الى تقاطع ساحة الجمهورية	18000	D	2520	– 7:30 8:30	• Vph) تتجاوز 1100 مركبة/ساعة. • D = LOS	يسمح بتطبيق النظام
		11743	C	1644	– 1:30 2:30		
ج	تقاطع جسر الصرافية						

1	من تقاطع جسر الصرافية الى جسر الصرافية	– 7:30 8:30	1520	C	10771	• (Vph) تتجاوز 1100 مركبة/ساعة.	يسمح بتطبيق النظام
		– 1:30 2:30	1590	C	11357	• C = LOS	
2	من جسر الصرافية الى تقاطع جسر الصرافية	– 7:30 8:30	1762	C	12586	• (Vph) تتجاوز 1100 مركبة/ساعة.	يسمح بتطبيق النظام
		– 1:30 2:30	1347	B	9612	• C = LOS	
3	من تقاطع جسر الصرافية الى تقاطع شارع المغرب	– 7:30 8:30	980	B	7000	• (Vph) تتجاوز 1100 مركبة/ساعة.	يسمح بتطبيق النظام
		– 1:30 2:30	1520	C	10771	• C = LOS	
4	من تقاطع شارع المغرب الى تقاطع جسر الصرافية	– 7:30 8:30	1740	C	12429	• (Vph) تتجاوز 1100 مركبة/ساعة.	يسمح بتطبيق النظام
		– 1:30 2:30	1120	B	8000	• C = LOS	
5	من تقاطع جسر الصرافية الى تقاطع كلية الفنون الجميلة	– 7:30 8:30	2940	E	21000	• (Vph) تتجاوز 1100 مركبة/ساعة.	يسمح بتطبيق النظام
		– 1:30 2:30	2660	D	19000	• E = LOS	
6	من تقاطع كلية الفنون الجميلة الى تقاطع جسر الصرافية	– 7:30 8:30	2704	D	14821	• (Vph) تتجاوز 1100 مركبة/ساعة.	يسمح بتطبيق النظام
		– 1:30 2:30	1890	C	13500	• D = LOS	
د	تقاطع كلية الفنون الجميلة						
1	من تقاطع كلية الفنون الجميلة الى تقاطع مسرح الطليعة	– 7:30 8:30	984	B	7029	• (Vph) تتجاوز 1100 مركبة/ساعة.	يسمح بتطبيق النظام
		– 1:30 2:30	1620	C	11571	• C = LOS	
2	من تقاطع مسرح الطليعة الى تقاطع كلية الفنون الجميلة	– 7:30 8:30	1800	C	12857	• (Vph) تتجاوز 1100 مركبة/ساعة.	يسمح بتطبيق النظام
		– 1:30 2:30	1402	C	10014	• C = LOS	
3	من تقاطع كلية الفنون الجميلة الى تقاطع طريق محمد القاسم السريع	– 7:30 8:30	2445	D	17464	• (Vph) تتجاوز 1100 مركبة/ساعة.	يسمح بتطبيق النظام
		– 1:30 2:30	3120	E	22286	• E = LOS	
4	من تقاطع طريق محمد القاسم السريع الى تقاطع كلية الفنون الجميلة	– 7:30 8:30	3360	E	24000	• (Vph) تتجاوز 1100 مركبة/ساعة.	يسمح بتطبيق النظام
		– 1:30 2:30	2302	D	16443	• E = LOS	

الباحثة بالاعتماد على المسح المروري لمنطقة الدراسة وبرنامج (HCS 2010)

نستنتج ان اغلب التقاطعات والطرق في منطقة الدراسة يسمح بتطبيق نظام النقل الذكي وذلك لتجاوز معيار الحجم المروري (Vph) لـ 1100 مركبة / ساعة، فضلاً عن ان مستوى الخدمة (LOS) ضمن معيار (E,D,C)، عدا الطريق الممتد من تقاطع جسر الصرافية الى تقاطع باب المعظم (وزارة الصحة)، والطريق الممتد من تقاطع باب المعظم الى تقاطع ساحة الميدان وبالاتجاهين والتي لا تحتاج الى وضع نظام النقل الذكي (الشكل 5).

الشكل (5) الطرق التي لا تحتاج الى تطبيق نظام النقل الذكي الناحثة

4.3. تطبيق نظام النقل الذكي في منطقة الدراسة

بعد اختبار منطقة الدراسة وفق معايير تطبيق نظام النقل الذكي، توصل البحث الى إمكانية تطبيق النظام في منطقة الدراسة عدا المناطق التي تحتاج الى تطبيق النظام والتي تمت الإشارة اليها.

يعتمد البحث على تخفيض أعلى حجم مروري (Vph) للطريق سواء في وقت الذروة الصباحية او المسائية بمقدار 35 %، وتأثيرها على مستوى الخدمة (LOS)، ومقارنتها مع واقع الحال لمعرفة التغيير في مستوى الخدمة للطريق وحسب الجدول (2).

الجدول (2) الحجم المروري قبل وبعد تطبيق نظام النقل الذكي لمنطقة الدراسة

ت	اسم التقاطع	واقع الحال		بعد تطبيق نظام النقل الذكي	
		(Vph)	LOS	(Vph)	LOS
أ	تقاطع ساحة باب المعظم (وزارة الصحة العراقية)				
1	من تقاطع باب المعظم الى جسر باب المعظم	1860	C	1209	B
2	من جسر باب المعظم الى تقاطع باب المعظم	1920	C	1248	B
3	من تقاطع باب المعظم الى تقاطع جسر الصرافية	1200	B	780	A
4	من تقاطع باب المعظم الى تقاطع ساحة الجمهورية	2302	D	1496	C
5	من تقاطع ساحة الجمهورية الى تقاطع باب المعظم	1800	C	1170	B
ب	تقاطع ساحة الجمهورية				
1	من تقاطع ساحة الجمهورية الى تقاطع ساحة الخلفاء	2400	D	1560	C
2	من تقاطع ساحة الخلفاء الى تقاطع ساحة الجمهورية	1539	C	1000	B
3	من تقاطع ساحة الجمهورية الى تقاطع كلية الفنون الجميلة	2640	D	1716	C
4	من تقاطع كلية الفنون الجميلة الى تقاطع ساحة الجمهورية	2820	E	1833	C
5	من تقاطع ساحة الجمهورية الى تقاطع ساحة الفضل	2160	D	1404	C

6	من تقاطع ساحة الفضل الى تقاطع ساحة الجمهورية	2520	D	1638	C
ج	تقاطع جسر الصرافية				
1	من تقاطع جسر الصرافية الى جسر الصرافية	1590	C	1034	B
2	من جسر الصرافية الى تقاطع جسر الصرافية	1762	C	1145	B
3	من تقاطع جسر الصرافية الى تقاطع شارع المغرب	1520	C	988	B
4	من تقاطع شارع المغرب الى تقاطع جسر الصرافية	1740	C	1131	B
5	من تقاطع جسر الصرافية الى تقاطع كلية الفنون الجميلة	2940	E	1911	C
6	من تقاطع كلية الفنون الجميلة الى تقاطع جسر الصرافية	2704	D	1758	C
د	تقاطع كلية الفنون الجميلة				
1	من تقاطع كلية الفنون الجميلة الى تقاطع مسرح الطليعة	1620	C	1053	B
2	من تقاطع مسرح الطليعة الى تقاطع كلية الفنون الجميلة	1800	C	1170	B
3	من تقاطع كلية الفنون الجميلة الى تقاطع طريق محمد القاسم السريع	3120	E	2028	D
4	من تقاطع طريق محمد القاسم السريع الى تقاطع كلية الفنون الجميلة	3360	E	2184	D

الباحثة بالاعتماد على برنامج (HCS 2010)

نلاحظ من الجدول أعلاه تحسين مستوى الخدمة لمعظم التقاطعات والطرق في منطقة الدراسة، اذ ان اغلب المستويات ضمن مستوى (C,B,A) والتي تعتبر مناسبة وملائمة بالطرق، عدا الطريق الممتد من تقاطع كلية الفنون الجميلة الى تقاطع طريق محمد القاسم السريع فهي ضمن مستوى (D) اذ تكون حركة المرور غير مستقرة وتقل مستوى الراحة والرفاهية (الشكل 6).

الشكل (6) مستويات الخدمة بعد تطبيق نظام النقل الذكي
الباحثة

4.الاستنتاجات

1. يعتبر نظام النقل الذكي اهم أدوات تحسين نظام النقل والمرور في المدينة، اذ تعمل على تقليل الازدحامات وتحسين كفاءة شبكة النقل، فضلاً عن تقليل الحوادث المرورية واستهلاك الوقود وتحسين بيئة المدينة وغيرها من الفوائد.
2. للنقل الذكي أنظمة متعددة فرعية تراعي جميع عناصر شبكة المرور من ناحية البنى التحتية ووسائط النقل تعمل بشكل متكامل مع الشبكة لزيادة الكفاءة والفعالية لمنظومة النقل.
3. تتميز منطقة الدراسة بكثافة مرورية عالية تحتاج لتطبيق نظام النقل الذكي للتحكم بحركة المرور والعمل على تنظيمها بشكل ملائم بما يضمن الانسيابية والكفاءة وتحسين مستوى الخدمة للشبكة.
4. 27 % من منطقة الدراسة لم تحتاج الى تطبيق النقل الذكي، اذ كانت ضمن مستوى خدمة (B, A)، و73 % من منطقة الدراسة طبقت عليها نظام النقل الذكي.
5. 9 % من منطقة الدراسة بقيت ضمن مستوى الخدمة (D) وتحتاج الى وضع الخطط الإضافية لتحسين مستوى الخدمة.
6. تحسين مستوى الخدمة في منطقة الدراسة تؤثر ايجاباً على مجمل شبكة النقل في مدينة بغداد لان منظومة النقل متكاملة ومترابطة مع بعضها.

5. التوصيات

1. ضرورة تطبيق نظام النقل الذكي بكافة أنظمتها الفرعية في مدينة بغداد لتحسين كفاءة الشبكة والتقليل من المشاكل المرورية في المدينة.
2. انشاء نفق او مجسر في تقاطع كلية الفنون الجميلة للتقليل من الزخم المروري وتحسين مستوى الخدمة.
3. إعادة تخطيط المحور الممتد من تقاطع كلية الفنون الجميلة باتجاه طريق محمد القاسم السريع بالاتجاهين لتحسين مستوى الخدمة (D).

6. المصادر

1 - Jim, Barbaresso (2014) "*Intelligent Transportation Systems (ITS) ITS Strategic Plan 2015-2019*" US Department of Transportation, Washington, DC, USA, p. 1.

2 - لحول، سامية & حناشي، راوية (2014) " *مساهمة نظم النقل الذكي في الحد من التلوث البيئي* " مجلة اسيوط للدراسات البيئية، العدد 40، مصر، ص 41.

3 -Robert P. Maccubbin, and others (2008) "*Intelligent Transportation Systems Benefits, Costs, Deployment, and Lessons Learned*" U.S. Department of Transportation, Research and Innovative Technology Administration, Washington, DC, USA, p. 1.

4 - Koonce, Peter (2005) "*Benefits of Intelligent Transportation Systems Technologies in Urban Areas*" A Literature Review, Portland State University, Department of Civil & Environmental Engineering, Center for Transportation Studies, p. 3.

5 - بولقواس، ابتسام (2014) "*تقنية نظم النقل الذكي كاستراتيجية لتطوير قطاع النقل* " مجلة رؤى اقتصادية، العدد 6، جامعة الحاج لخضر - باتنة، الجزائر، ص 158-160.

6 - الظريف جمال، & عوض، جبر مازن علي (2009) " *النقل الذكي في بيئة حضرية سريعة النمو في مدينة أبو ظبي كمثال تطبيقي* " دائرة الشؤون البلدية، بلدية أبو ظبي.

7 - Vanajakshi, Lelitha and others (2010) "*Intelligent Transportation Systems: Synthesis Report in ITS Including Issues and Challenges in India*" Center of Excellence in Urban Transport, India Institute of Technology Madras, India, p. 14.

8 - Vanajakshi, Lelitha and others, ibid, p. 14.

9 - لحول، مصدر اسبق، ص 44.
10 - لحول، مصدر سابق، ص 48.
11 - القاضي، سعد بن عبد الرحمن (2010) "*نظم النقل الذكية :أهم مواضيعها وفرص تطبيقها في المملكة العربية السعودية* " جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية.، ص 4-8.
12 - Luis, M. C. & Klaus, W. (2011) *"Smart Cities Applications and Requirements"* European Technology Platform.
13 - Luis, M. C. & Klaus, W., ibid.
14 - Jim, Barbaresso, op cit, p. 13-25.
15 - Vanajakshi, Lelitha and others (2010), op cit, p. 10.
16 - Vanajakshi, ibid, pp. 11-13.
17 -Klein, Lawrence (2006) "*Traffic Detector Handbook*" US Department of Transportation, Federal Highway Administration, 3rd edition, vol. 1, USA, p. 4.
18 - الشافعي، شريف فتحي (2009) "*التصميم الهندسي للطرق داخل وخارج المدن* " الطبعة الثانية، ص 11.
19 - اوهاتيسيان، سيدا سركيس (2016) " *استخدام الأنظمة الذكية في تخطيط النقل لمدينة بغداد* " رسالة ماجستير، مركز التخطيط الحضري والإقليمي للدراسات العليا، جامعة بغداد، ص 128.
20 - اوهاتسيان، المصدر السابق، ص 52.
21 - Balke, Kevin (2014) "*Warrants & Criteria for Installing & Sun Setting TXDOT ITS Equipment*" p. 50.