مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (36) العدد (4) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (36) No. (4) 2014

استخدام نظام تحديد المواقع العالمي GPS لتحديد مستوى الخدمة على شوارع مركز مدينة اللاذقية

الدكتورة شذى إبراهيم أسعد*

(تاريخ الإيداع 2 / 6 / 2014. قُبِل للنشر في 24/ 8 / 2014)

□ ملخّص □

تعرّضت مدينة اللاذقية إلى الكثير من المؤثرات السلبية بسبب الأزمة التي تعيشها سوريا حالياً، والتي كان أهمها الاحتياطات الأمنية للكثير من منشآتها الحكومية، إضافةً إلى نزوح مئات الآلاف من المواطنين السوريين من مختلف المناطق المنكوبة. وقد انعكس هذا الواقع الجديد على حركة المرور ضمن شوارع المدينة بشكلٍ عام، وعلى طرق وشوارع مركز المدينة بشكلٍ خاص، بالإضافة إلى أنّه سبّب الكثير من الازدحامات المرورية الخانقة، ممّا استدعى وضع دراسات تتعلق بالوضع الراهن والحالي، تمهيداً لا يجاد حلول مرورية تعمل على التخفيف من هذه الاختناقات على شوارع هذه المدينة.

في هذه الورقة تمّ استخدام مفهوم **المراقب المتحرك** " **Moving observer** " لقياس أزمنة الرحلة والسرعة الوسطية على الشوارع الرئيسية والثانوية في مركز مدينة اللاذقية، حيث تمّ تزويد العربة **بجهاز تحديد المواقع العالمي GPS** كأداة لتجميع البيانات، كما تمّ تنفيذ عدة رحلات على هذه الطرق خلال فترة الذروة أولاً وفترة الجريان الحر ثانياً، تم العمل على معالجة البيانات وعلى رسم خرائط غرضية توضّح أزمنة الرحلة على الشوارع الرئيسية في مركز المدينة، كما تمّ حساب السرع الأعظمية والدنيا والوسطية على هذه الشوارع، وصولاً إلى تحديد مستوى الخدمة لها، وانطلاقاً من مفهوم السرعة الوسطية للعربة.

أظهرت هذه الدراسة تدنّي مستوى الخدمة لعدد من الشوارع المجمّعة الرئيسية في المدينة، وأظهرت وبشكلٍ كبيرٍ حاجة المدينة إلى تنفيذ إجراءات عاجلة بهدف رفع مستويات الخدمة على طرقها، كما أظهرت فعالية المراقب المتحرك في تنفيذ الدراسات المرورية بدقةٍ كبيرة وبكفاءةٍ عالية، إضافةً إلى التوفير الكبير في الوقت والكلفة.

الكلمات المفتاحية: زمن الرحلة، زمن التأخير، GIS، GPS، شوارع، مستوى الخدمة.

*مدرّس – قسم هندسة المواصلات والنقل – كليّة الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقيّة – سورية

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (36) العدد (4) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (36) No. (4) 2014

Using GPS for Determining Level of Service for major and minor collectors in Lattakia City Center

Dr. Shaza Ebrahim Assaad*

(Received 2 / 6 / 2014. Accepted 24 / 8 / 2014)

□ ABSTRACT □

Lattakia City has faced many negative impacts of the extending crisis that Syria lives, such as defensive arrangements of most governmental facilities and refuging millions of other Syrian cities citizens. This new situation was reflected on the traffic conditions on most streets and roads of city, especially on center streets. In addition, it caused many traffic congestions, which led to investigate and analyze the current situation and finding traffic solutions for reducing these congestions on center streets.

In this paper, the "moving observer" concept was used to measure travel time and average speed on major and minor collectors in Lattakia center. The vehicle was equipped with a GPS to collect necessary information, a number of trips was executed during daily peak period and free flow speed; then the data was processed and analyzed to generate max, min, and average speeds, constructing LOS for these streets.

Study disclosed low values of LOS for some major collectors in the city, and expressed the need to take urgent arrangements to increase LOS on streets. The efficiency of "moving vehicle" concept was proved in implementing traffic studies.

Keywords: Travel Time, Delay Time, GPS, GIS, Streets, Level of Service

***Assistant Professor, Transpotation Engineering Department – Civil Engineering Faculty - Tishreen University – Lattakia – Syria.**

مقدمة:

تعتبر الاختناقات المرورية ظاهرة خطيرة ومزمنة تعاني منها معظم المدن في البلدان النامية على شوارعها الرئيسية والثانوية، حيث يعزى ذلك وبشكلٍ أساسي إلى عدم كفاية المساحة المخصصة لشبكة الشوارع من المساحة الإجمالية للمدينة، كما أنّ بنية هذه المدن وترتيب أحيائها يلعبان دوراً كبيراً في تفاقم هذه الاختناقات، دون أن نهمل طبعاً معدل النمو السريع في حركة الامتداد العمراني، بالإضافة إلى التنوع الكبير في أنواع المركبات التي تتقاسم المرور والانتشار الكبير للسيارات السياحية، مع عدم إغفال اختلاط حركة المركبات بحركة المشاة وبالباعة الجوالين حتى على الشوارع المرورية الرئيسية، التي تفتقر إلى ممرات آمنة تحقق لهم السلامة، كما أن السعة الفعلية للمرور تتناقص بشكلٍ كبير بسبب التوقفات العشوائية لعدد كبير من العربات، مع عدم كفاءة الشاخصات وعدم كفاية الإجراءات التي تنظم المرور والوقوفات المتعمدة في هذه المدن[1].

ومع تطور المعرفة العلمية المتعلقة بحركة المرور ومع تنوع الدراسات الهندسية التطبيقية، التي تعتمد في منهجيتها على البرامج الحديثة والمتطورة، أصبح هناك إمكانية كبيرة لفهم وإجراء عمليات تحليل وضبط لحركات المرور بهدف وضع حلول لأهم المشاكل المرورية، إذ كانت الطرق التقليدية في الماضي **لتوثيق الازدحام** ولقياس كفاءة الطرق والشوارع الرئيسية في المدينة تفتقر إلى الدقة والموثوقية، لأنها كانت تحتاج إلى المعايرة والتهيئة، ممّا خلق مشاكل كبيرة تتعلق بدقتها وبمدى ملاءمتها.

وباستخدام الـ **GPS (Global Positioning System)**، **نظام تحديد المواقع العالمي** والـ **(GIS) (Geographic Information System)**، **أنظمة المعلومات الجغرافية**، أصبحت قياسات أزمنة الرحلة وأزمنة التأخير أسهل بكثير وأكثر فعاليةً، لأن هذه الأنظمة دقيقة بشكل كافي وهي ذات كفاءة عالية، كما أنّها تسهل على الباحثين والدارسين من المهندسين والمعنيين تفسير البيانات التي تم رصدها، ومن ثم العمل على تحليلها ووضعها ضمن خرائط رقمية تفصيلية لايجاد الحلول الهندسية التي ترفع من مستوى الخدمة على هذه الشوارع، والتي تقلل من أزمنة التأخير فيها للتخلص من أهم المشاكل المرورية وهي **الازدحام**[2؛3؛4].

أهمية البحث وأهدافه:

تعيش مدينة اللاذقية في الوقت الحالي أزمة حقيقية تتمثل في تزايد أعداد السكان النازحين من محافظات أخرى في سوريا، بالإضافة إلى توسّع المدينة عمرانياً وتزايد أعداد السيارات على طرقها وشوارعها، كلّ ذلك أدى إلى انخفاض السرعات على الشوارع الشريانية والرئيسية في المدينة، وأدى إلى ظهور اختناقات مرورية كبيرة عليها، وعلى أغلب التقاطعات الطرقية في ساعة الذروة، لذلك كان لابدّ من تشخيص واقع نظام النقل والمرور لتسليط الضوء على أهم المشاكل المرورية، وللعمل على ايجاد حلول هندسية فعّالة ووضع برامج زمنية ضمن خطة كاملة وشاملة ووفق منهجية علمية دقيقة، تهدف إلى تحديد أزمنة التأخير وإلى تحديد الإعاقة لتقييم وضبط عملية المرورمن جهة، ولرفع مستوى الخدمة في الشوارع وتوفير سلامة الحركة وسهولتها من جهة أخرى، وذلك باستخدام الـ **GPS** والـ **GIS**، مستعينين بالوسائل الإحصائية والرسوم البيانية، مع التأكيد على أنّ هذه الدراسة ستساهم في ايجاد قاعدة بيانات فعالة يمكن استخدامها في نظام نقل متقدم يعتمد بشكل كبير على برامج علمية متطورة.

طرائق البحث ومواده:

للوصول إلى الهدف المطلوب من البحث وللعمل على ايجاد حلول تساعد على تقليل الاختناقات المرورية في مدينة اللاذقية، فقد تم استخدام مفهوم **المراقب المتحرك** "**Moving observer**" لقياس المعايير التشغيلية الأهم[3؛5]، التي تستخدم لتحديد مستوى الخدمة على الطرق الرئيسية في مدينة اللاذقية، حيث تم تزويد العربة بجهاز تحديد المواقع العالمي **GPS** كأداة لتجميع البيانات، كما تم تنفيذ عدة رحلات على هذه الطرق خلال فترتين رئيسيتين هما فترة الذروة والفترة التي تكون فيها الغزارات المرورية بالحد الأدنى، وذلك لعدد من الأيام خلال الأسبوع، ومن ثم تم العمل على معالجة البيانات وعلى رسم خرائط غرضية توضح أزمنة الرحلة على الشوارع الرئيسية في المدينة، كما تم حساب السرع الأعظمية والدنيا والوسطية على هذه الشوارع، وصولاً إلى تحديد مستوى الخدمة لها وانطلاقاً من مفهوم السرعة الوسطية للعربة.

تصنيف الطرق داخل المدينة:

تصنف شبكة الشوارع والطرق في المدينة حسب طبيعة الحركة عليها إلى طرق سريعة وشوارع رئيسية وطرق الحركة السريعة والطرق السياحية وطرق المشاة، وأخيراً الطرق والشوارع المحلية، أما حسب وظيفتها وحسب الدور المروري لشوارعها، فإنها تقسم إلى الطرق الشريانية **Arterial Roads** بنوعيها الشريانات الرئيسية **Major Arterials** والشريانات الثانوية **Minor Arterials** ، الشوارع المجمعة **Collector Roads** بنوعيها االشوارع المجمعة الرئيسية **Major Collector** والشوارع المجمعة الثانوية **Minor Collector** ، وأخيراً الشوارع المحلية **Local Streets** . ويعتمد هذا الاختلاف بين تصنيفاتها المختلفة على قدرتها في تأمين إمكانية الحركة بسرعات عالية وعلى إمكانية الوصول إلى المناطق المختلفة في المدينة [1].

خصائص الجريان على الشوارع داخل المدينة:

تتأثر حركة العربات على الشوارع بثلاثة عوامل رئيسية:

1- البيئة المحيطة من عدد حارات المرور وعرض الحارة الواحدة، كثافة نقاط العبور، التباعد بين التقاطعات المزودة بالإشارات الضوئية، وجود المواقف، الخصائص الهندسية للمنشآت، حركة المشاة، حدود السرعة، كثافة السكان.

2- التفاعل بين العربات والذي يتعلق بكثافة المرور وبنسبة الحركات المنعطفة.

3- تأثير إشارات المرور التي تجبر العربات على الوقوف لمدة محددة، وبالتالي فإن التأخير والتغير في السرعة ينقصان قدرة الطرق والشوارع على تمرير الغزارات، ويؤديان بالتالي إلى تدني مستوى جريان المرور تدنياً واضحاً، إلا إذا تمّ خلق تنسيق مابين هذه الإشارات الضوئية.

التقاطعات على الشوارع الرئيسية"Intersections" :

تؤثر التقاطعات على الشوارع الرئيسية، والتي يتم تنظيمها باستخدام الإشارات الضوئية أو بإنشاء الدوارات دون أن يتم فيها استخدام قواعد الأفضلية، تأثيراً مباشراً في تقييم أداء هذه الشوارع، فبالرغم من تعزيزها ثقة السائق عبر إعطائه حق المرور لكل اتجاه بشكل مستقل، مع تنظيم للحركة بشكل متوازن، إلا أنها تزيد من أزمنة التأخير الإجمالية للتقاطعات، وتعيق الحركة المستمرة على المحور، مسببةً زيادة ملحوظة في التوقفات والتأخير. كما تؤثر المسافة ما بين هذه **التقاطعات المجهزة بإشارات ضوئية** "**Signalized Intersections Spacing** "على مستوى الخدمة على الشوارع الرئيسية، فعندما تفصل بين الإشارات الضوئية مسافات متقاربة من بعضها، فإن هذا يساعد في خلق تنسيق

فيما بينها، بحيث تتحرك العربة بشكل فعال خلال مجموعة الإشارات، لكن أحياناً تكون المسافة متقاربة جداً، بحيث يؤدي ذلك إلى زيادة في توزيع الرتل وزيادة في اختلاف سرعة العربات ضمن الرتل الواحد، فتقلّ بذلك كفاءة التقدم[1].

المقاييس التشغيلية لأداء الشوارع داخل المدينة:

تحمل الشوارع المجمعة الرئيسية والثانوية في شبكة شوارع مركز المدينة الغزارات والحجوم المرورية العالية فيها، كما أن بنية المدينة بحدّ ذاتها تلعب دوراً كبيراً في تفاقم الصعوبات المرورية على شوارعها الضيقة والمزدحمة ذات الالتفافات المتعددة والتقاطعات الكثيرة، إضافةً إلى التغيرات الملحوظة في عرضها. ومن أهم المقاييس التشغيلية لأداء الشوارع الرئيسية في المدينة هي:

1-زمن الرحلة: الذي تستغرقه العربة لتجتاز الطريق على كامل قطاعاته المختلفة، متضمنةً زمن العبور عليها وأزمنة التأخير، التي تعرف حسب **HCM2000** بأنها الاختلاف ما بين زمن الرحلة الفعلي المختبر وزمن الرحلة الذي ينتج من الظروف المثالية.

2-معدل سرعة الرحلة "Average Travel Speed": الذي يمكن حسابه بدلالة طول الشارع الفعلي وزمن العبور الكلي عليه، مع أزمنة التأخير على التقاطعات المزودة بالإشارة الضوئية.

3-سرعة الجريان الحر: الذي يمكن تحديده إمّا بالقياس المباشر في ظروف الغزارات المنخفضة، حيث تكون أزمنة التأخير على التقاطعات المزودة بالإشارات الضوئية مستبعدة، أو من خلال التصنيف الوظيفي والتصميمي للطريق نفسه.

4-تحديد مستوى الخدمة (Level of Service (LOS: وذلك حسب صنف الشارع وحسب معدل سرعة الرحلة، وهو المقياس النوعي لظروف حركة المرور، مع الأخذ بعين الاعتبار إحساس السائقين والمستخدمين الآخرين على الطريق، وتقسم وفق[6] إلى:

- **المستوى A:** ويتميز بحركة حرة كاملة للعربات وإمكانية كبيرة لاختيار السرعات، بالإضافة إلى القدرة على المناورة.
- **المستوى B:** ويتميز بحركة متوازنة على الشارع، حيث يبدأ السائق بالإحساس بوجود العربات الأخرى، إلا أن إمكانية اختيار السرعات كاملة تقريباً، ولكن إمكانية المناورة أقل منها عند المستوى A.
- **المستوى C:** وتكون وفقه الحركة متوازنة، ولكن تؤثر العربات تأثيراً واضحاً على أسلوب القيادة ويكون اختيار السرعة مقيداً، كما تتم فيه المناورة مع الانتباه الشديد والحذر نتيجة وجود عربات أخرى.
- **المستوى D:** وتكون وفقه الحركة متوازنة أيضاً، ولكن إمكانية المناورة واختيار السرعة مقيدة في حال الكثافات المرورية العالية، فتنخفض بذلك راحة القيادة بشكل ملحوظ، وتحدث إعاقة في الحركة عند تزايد قيم الغزارة.
- **المستوىE:** وتكون كثافة الحركة على الشارع مساوية أو قريبة من قيمة السعة الفعلية، ويتميز هذا المستوى بسرعات منخفضة وبمناورات قسرية وبإعاقات كبيرة للحركة، تؤدي أحياناً إلى توقف العربات.
- **المستوىF:** وتكون الحركة فيه قسرية والغزارة أكبر من قيمة السعة، وتشكل العربات أرتالاً طويلة تتحرك بهيئة قفزات.

زمن الرحلة وزمن التأخير باستخدام الـ GPS و الـ GIS

لاحظ الباحثون أهمية زمن الرحلة وزمن التأخير على الشوارع، وأصبحت الدراسات المتعلقة بهما مستخدمة بشكل كبير في توثيق الازدحام، وفي قياس الأثر الفعلي الناتج عن التحسينات التي يمكن أن تجرى على هذه الشوارع،

وبالتالي واعتماداً عليها كمعطيات، فإنها ستساعد مهندسي المرور على تمييز المشاكل المتعلقة بقطاعات مختلفة منها، والتي قد تحتاج إلى اهتمام خاص بهدف تحسين مستوى السلامة عليها عند تعرضها لغزارات مرورية كبيرة [7].

قبل اختراع **نظام الـ GPS** كانت الطرق اليدوية العادية هي التي تستخدم عادةً، وكانت مقبولة على مستوى كبير نسبياً لأن نتائجها كانت جيدة، إلاّ أنها كانت تتطلب جهداً كبيراً من قبل الباحثين لتجميع المعطيات وفقها، وقد أدّت بشكل خاص عند إجراء التحاليل الرياضية التابعة لها إلى أخطاء كبيرة وإلى عدم دقة في النتائج.

مع حلول تقنية **الـ GPS** وبالتكامل مع **برنامج الـ GIS** ، أصبح هناك طريقة أفضل وأكثر دقة لتجميع المعلومات المتعلقة بزمن الرحلة، فنظام تحديد المواقع العالمي الـ **GPS** هو أحد أنظمة إظهار الموقع على الكرة الأرضية بشكل دقيق وفي أي وقت ومهما كانت حالة الطقس وفي أي مكان، حيث تنقل الأقمار الصناعية الإشارات التي يمكن أن تكشفها أيّ منها بواسطة أجهزة الاستقبال الخاصة بجهاز الـ **GPS** ، والتي يمكنها أن تحدد الموقع بدقة وإحكام عاليين. في حين تسمح أنظمة المعلومات الجغرافية **GIS** بتخزين وتجميع البيانات المكانية وإعادة تهيئتها وتحريرها وإجراء التحليلات المكانية عليها، وأخيراً إعادة إنتاج خرائط غرضية مرمّزة تسمح بقراءة صحيحة لها وبوضع الاستنتاجات اللازمة، وبالتالي وضع الحلول المثلى[3].

موقع منطقة البحث:

تناول البحث شوارع مركز مدينة اللاذقية، حيث تتجمع كافة الفعاليات الاقتصادية والتجارية فيها، والتي تتميز بمجموعة من الشوارع المجمعة الرئيسية مع شوارع من الدرجة الثانية متقاطعة معها. وبسبب الحالة الراهنة التي تتجلى بالأزمة التي تعيشها سوريا في الوقت الحالي من نزوح لأعداد كبيرة جداً من السكان السوريين من محافظات أخرى، ومع زيادة أعداد السيارات القادمة أيضاً إلى المدينة، نلاحظ تزايداً كبيراً في حالات الاختناق المروري التي تعيشها المدينة في ساعات الذروة الصباحية، والتي تتكرر بشكل دائم مسببةً الكثير من الحوادث والكثير أيضاً من قلة التنظيم والفوضى، تلك التي أصبحت سمة عامة تميز المدينة، ودون أن يكون هناك أي ضوابط للمرور على شوارعها، والشكل(1) يوضح مسقطاً عاماً لمدينة اللاذقية ومركزها.

الشكل 1. مخطط عام لمدينة اللاذقية

في منطقة البحث هناك شوارع مجمعة رئيسية تكثر عليها الحركة وبغزارات مرورية كبيرة، لأنها شوارع مشتركة تصل المركز مع كافة المناطق في المدينة ومع كافة الاتجاهات، بالإضافة إلى الكثير من الشوارع الثانوية المتقاطعة معها، ويوضح الشكل (2) مسقط أفقي لهذه الشوارع في مركز مدينة اللاذقية مبيناً عليها اتجاهات السير الحالية.

الشكل 2. مسقط أفقي للشوارع والطرق في مركز مدينة اللاذقية

وبالرغم من اختلاف تصنيفات هذه الشوارع واختلاف مواصفاتها الهندسية، إلاّ أنها تشترك جميعاً بكونها محاور حركة رئيسية تربط المراكز التجارية مع الأحياء السكنية ومراكز الفعاليات الأكثر أهميةً في مدينة اللاذقية، فعلى سبيل المثال شارع اليرموك الذي تكون عليه الحركة باتجاه واحد وبعرض **12m**، يقوم بنقل معظم الغزارة المرورية الداخلة إلى المدينة من جهة الشرق **(من جهة شارع عبد القادر الحسيني)** باتجاه المركز التجاري، في حين يؤدي هذا الدور أيضاً شارعا المغرب العربي و14 رمضان، اللذان يقومان بنقل حركة العربات الداخلة إلى المدينة من المدخل الشمالي والشمال الشرقي **(من مدخل جامعة تشرين)** أيضاً باتجاه المركز، وبعرض لكل منهما يزيد عن **12m في كل اتجاه.**

ويبين الجدول(1) الشوارع الرئيسية والثانوية التي تمت دراستها في مركز مدينة اللاذقية، بعد تحديد اسم الشارع كما هو متعارف عليه في بلدية مدينة اللاذقية من الخريطة الرسمية الخاصة بالمدينة، مع تحديد طول كل شارع والحركة عليه.

الجدول 1. الشوارع المدروسة ومواصفاتها

اسم الشارع	الحركة	اتجاه الشارع	الطول / متر	السرعة المسموحة، Km/h	عدد الحارات	عرض الشارع
بغداد	اتجاه واحد	جنوب – شمال	1305	45	3	12
نديم حسن	اتجاهين	جنوب – شمال	1045	45	6	24
14 رمضان	اتجاهين	شرق – غرب	840	45	3	12
8 آذار	اتجاه واحد	جنوب – شمال	1275	45	5	20
أبو فراس	اتجاه واحد	شمال – جنوب	472	45	3	12
الغافقي	اتجاه واحد	غرب – شرق	992	45	3	12
المدينة المنورة	اتجاهين	شرق – غرب	446	45	6	24
المغرب العربي	اتجاهين	شرق – غرب	903	45	6	24
العروبة	اتجاهين	شمال – جنوب – غرب	2577	60	6	24
القوتلي	اتجاه واحد	شمال – جنوب	362	45	3	12
اليرموك	اتجاه واحد	شرق – غرب	359	45	3	12
أنطاكية	اتجاه واحد	جنوب – شمال	669	45	3	12
بيروت	اتجاهين	جنوب – غرب	536	45	6	24
بور سعيد	اتجاهين	شمال – جنوب – غرب	1505	45	6	24
جمال عبد الناصر	اتجاهين	شمال – جنوب	1959	45	6	24
عمر بن الخطاب	اتجاه واحد	شمال – جنوب	1837	45	3	12
سوريا	اتجاهين	شمال – جنوب	788	60	8	28

لقد بينت الدراسات المرورية السابقة أن ساعة الذروة لأغلب شوارع مدينة اللاذقية هي ما بين **10.30 وحتى 11.30** بشكلٍ عام، إلاّ أنّ بعضاً منها له ساعة ذروة تختلف من يوم لآخر وهذا ما يسمى بالقفزات، فمثلاً شارع المتنبي تكون ساعة الذروة الأعظمية من **7–8 مساءً** يومي الأحد والخميس وشارع 8 آذار تكون ساعة الذروة عليه مسائية لحركة العربات والمشاة، وشارع هنانو تكون ساعة الذروة من **7–8 مساءً** لحركة المشاة، أمّا عرض الحارات لمعظمها فهو من **3–3.6 m**، مع ملاحظة التضيّقات الكثيرة التي ساعدت على زيادة حدة الازدحام المروري، نتيجة وجود الحواجز الحجرية القريبة من المنشآت الحكومية، والتي تعمل على إعاقة الحركة المرورية إلى حدٍ كبير.

المنهجية والأجهزة المستخدمة والبرمجيات:

تم تزويد العربة المتحركة بجهاز **GPS** محمول من نوع **GARMIN 60** بدقة تحديد إحداثيات تصل حتى **7m** للإحداثيات الأفقية، كما تمّ تعيير الجهاز لتسجيل البيانات بفارق زمني **2 ثانية**. وباستخدام برنامج **GPSUtilities** تمّ استخراج البيانات بشكل جدولي بعد إجراء التصحيحات اللازمة (مثل إزالة النقاط الشاذة)، وتقطيع الرحلة إلى شوارع مباشرة على الخريطة، ويبين **الجدول (2)** نموذجاً للسجل الخاص بإحدى الرحلات على شارع بغداد

في ساعة الجريان الحر، موضّحاً عليه جميع البارامترات التي يقوم جهاز الـGPS بتسجيلها وحفظها في ملفات رقمية يمكن معالجتها لاحقاً ببرامج معروفة مثل الـ **Excel** و الـ **GIS**، حيث يمكن من خلال معالجة البيانات تحديد أماكن التوقفات نتيجة الإعاقات المختلفة أو نتيجة الإشارات الضوئية على التقاطعات أو لأسباب أخرى.

الجدول 2. تسجيل الرحلة الصباحية 2014/01/12 لشارع بغداد بواسطة جهاز GPS

Date/time	Latitude	Longitude	Elevation (m)	Speed (km/h)	Heading	From start (km)
6:53:45	35.505669	35.774973	19.8	0	0	0
6:53:50	35.506022	35.774765	19.8	31.3	334	0.044
6:53:55	35.506508	35.774735	22.3	38.9	357	0.098
6:54:00	35.506969	35.774745	22.3	36.9	1	0.149
6:54:05	35.507292	35.774747	25.6	25.8	0	0.185
6:54:10	35.507656	35.774744	25.6	29.1	0	0.225
6:54:15	35.508116	35.774735	25.6	36.8	359	0.276
6:54:20	35.508636	35.774734	25.1	41.6	0	0.334
6:54:25	35.509189	35.774732	24.2	44.2	0	0.395
6:54:30	35.509769	35.774732	24.2	46.4	0	0.46
6:54:35	35.510309	35.77473	23.7	43.2	0	0.52
6:54:40	35.510739	35.774735	23.7	34.4	1	0.568
6:54:45	35.510994	35.774737	22.7	20.4	0	0.596
6:54:50	35.511396	35.774741	22.3	32.2	0	0.641
6:54:55	35.511891	35.774742	20.8	39.6	0	0.696
6:55:00	35.512385	35.774747	20.8	39.5	0	0.751
6:55:05	35.512896	35.774742	19.8	40.9	0	0.807
6:55:10	35.513373	35.774736	19.4	38.2	359	0.86
6:55:15	35.513922	35.774702	23.2	44	357	0.921
6:55:20	35.514497	35.774693	22.7	46	359	0.985
6:55:25	35.515081	35.774749	21.8	46.9	4	1.05

لقد تم تنفيذ القياسات عن طريق تصميم رحلات متعددة في فترة الجريان الحر **(بين الساعة السادسة والسابعة صباحاً)** وذلك لتقدير قيم سرعة الجريان الحر **(Free Flow Speed)** ولتقدير أزمنة الرحلة في هذا الوقت، وبشكل مشابه تم تصميم رحلات في ساعة الذروة النهارية ما بين الساعة **11÷ 13** مع تنفيذ عدة رحلات لكل شارع **(على الأقل 3 رحلات)** في فترة الذروة، وذلك لتقدير القيم الوسطية لسرعة الرحلة وزمنها وفق المقاطع لكل شارع، ولضمان عدم تأثّر القياسات بالظواهر الطارئة (مثل التأخير الناجم عن الحوادث أو أي مسببات مختلفة).

تمّ استخدام برنامج الـ **GPSUtilities** لاستخراج البيانات الرسومية والجدولية من جهاز تحديد المواقع العالمي ومعالجتها لاحقاً، كما تمّ استخدام برنامج الـ **Excel** في رسم المخططات المختلفة **(Distance–Speed and Distance–Time)**، بالإضافة إلى إجراء الحسابات اللازمة لتقدير قيمة السرعة الوسطية وقيمة زمن الرحلة على

كامل الشارع ومن ثم لاحقاً بهدف تحديد مستوى الخدمة، كما تم استخدام برنامج الـ **ArcGIS** لتحليل البيانات ولإظهار المخططات والنتائج لكامل شبكة الشوارع المدروسة في البحث.

النتائج والمناقشة:

استناداً إلى المعطيات التي تم الحصول عليها من جهاز تحديد المواقع العالمي، تمت المعالجة الأولية لكل شارع من شوارع مركز المدينة عن طريق مقارنة منحنيات المسافة – الزمن ومنحنيات المسافة – السرعة مع المسقط الأفقي لهذا الشارع. لقد ساعد هذا التحليل البصري على تحديد مواقع انخفاض قيم السرعة ومواقع التوقفات **(أي التأخر الزمني)** على مقاطع مختلفة من الطريق، ومن ثم دراسة ارتباط هذه التغيرات مع المواصفات الهندسية لكل شارع من هذه الشوارع، وأخيراً استنتاج أهم العوامل المؤدية إليها.

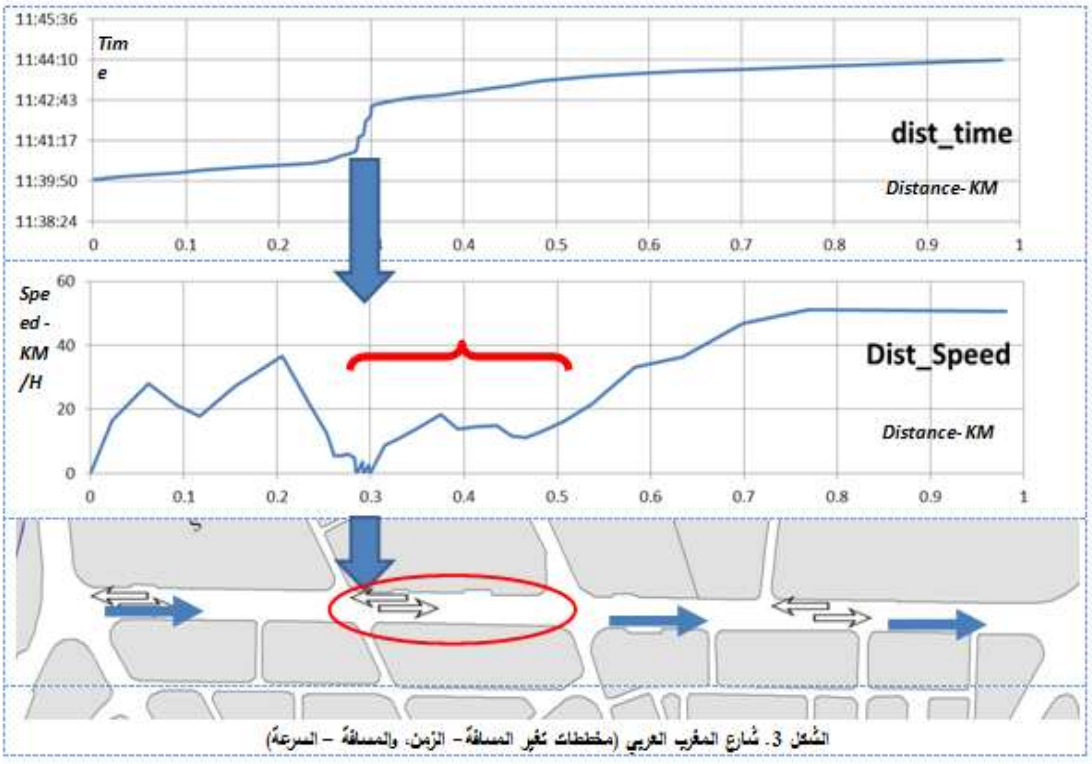
يوضح الشكل(3) تحليلاً لإحدى رحلات شارع المغرب العربي باتجاه ساحة 6 تشرين في ساعة الذروة، إذ أظهرت هذه المنحنيات حدوث انخفاض حاد في السرعة مع توقف بدءاً من المسافة **300m**، مع الحفاظ على سرعة منخفضة أقل من **10Km/h** على كامل امتداد المسافة **500m** من بداية هذا الشارع. وبالمقارنة مع المسقط الأفقي للشارع يتبين أن انخفاض السرعة الشديد لدرجة التوقف يظهر عند تقاطع شارع أنطاكيا مع المغرب العربي، ويستمر الانخفاض في قيمة السرعة حتى الوصول إلى التقاطع المزوّد بإشارة ضوئية مع شارع أبي فراس الحمداني، ومن ثم تعود السرعة للازدياد حتى تصل إلى السرعة المسموحة على هذا الشارع والتي تبلغ قيمتها **45Km/h** . يسمح هذا التحليل للمعنيين بوضع الحلول اللازمة لزيادة السرعة على هذا المقطع من الشارع، إما بتخفيف الإشغالات الجانبية على الشارع من قبل السيارات المتوقفة، أو بتعديل زمن الإشارة الضوئية لتسمح بتمرير غزارات أكبر على هذا المقطع من الشارع.

وبطريقة مشابهة يظهر الشكل(4) تحليلاً لرحلة عبور على **شارع 8 آذار** في ساعة الذروة أيضاً، حيث يظهر لدينا من المقارنة أن التوقف الملحوظ على هذا الشارع يقع في بدايته عند التقاء شوارع اليرموك وبغداد وجمال عبد الناصر. يبدأ الدخول إلى الشارع بتوقّف مع سرعة قريبة من **القيمة صفر**، وتبقى دون القيمة **10Km/h** ولمسافة **200m**، لتعود بعدها إلى الازدياد حتى تصل إلى قيمة قريبة من **30Km/h** على كامل طول الشارع تقريباً. يمكن أن نعزو أسباب التوقف والسرعة المنخفضة في بداية **شارع 8 آذار** إلى التغير الطارئ في عرض الشارع الناجم عن وضع حواجز بيتونية لحماية مقر قياد الشرطة من جهة اليسار، وإلى حجز أماكن لوقوف السيارات على الجانب اليميني ولنفس المسافة، ممّا أثّر بشكل ملحوظ على قدرة تمرير هذا المقطع من الشارع للغزارات الفعلية.

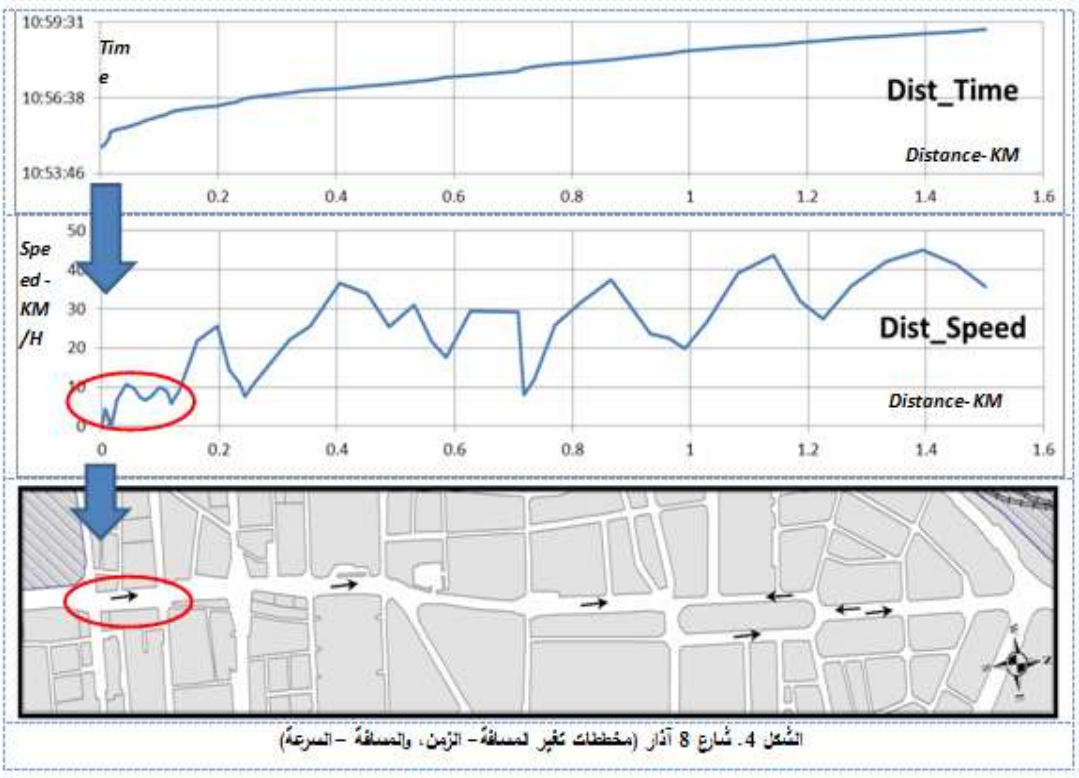
ولاستنتاج مستوى الخدمة لشوارع المدينة تمّ اعتماد منهجية **HCM2000** في تصنيف مستويات الخدمة بناءً على قيم السرعة الوسطية الفعلية لكامل الشارع مقارنةً مع القيم المسموحة للسرعة (المعلنة) أو للقيم الوسطية لسرعة الجريان الحر [4]، ويوضح الجدول 3 مستويات الخدمة وفق هذا التصنيف.

الجدول3. تحديد مستويات الخدمة وفق منهجية الـHCM 2000

	تصنيف الطريق			
	I	II	III	IV
مجال تغير سرعة الجريان الحر Km/h	90 – 72	72 – 55	48 – 55	40 – 55
السرعة النموذجية للجريان Km/h	80	64	53	48
A	> 68	> 56	> 48	> 40
B	> 55	> 45	> 38	> 31
C	> 43	> 35	> 29	> 21
D	> 34	> 27	> 23	> 14
E	> 26	> 21	> 16	> 11
F	<= 26	<= 21	<= 16	<= 11



المُشكل 3. شارع المغرب العربي (مخططات تغير المسافة – الزمن، والمسافة – السرعة)



الشكل 4. شارع 8 آذار (مخططات تغير المسافة– الزمن، والمسافة – السرعة)

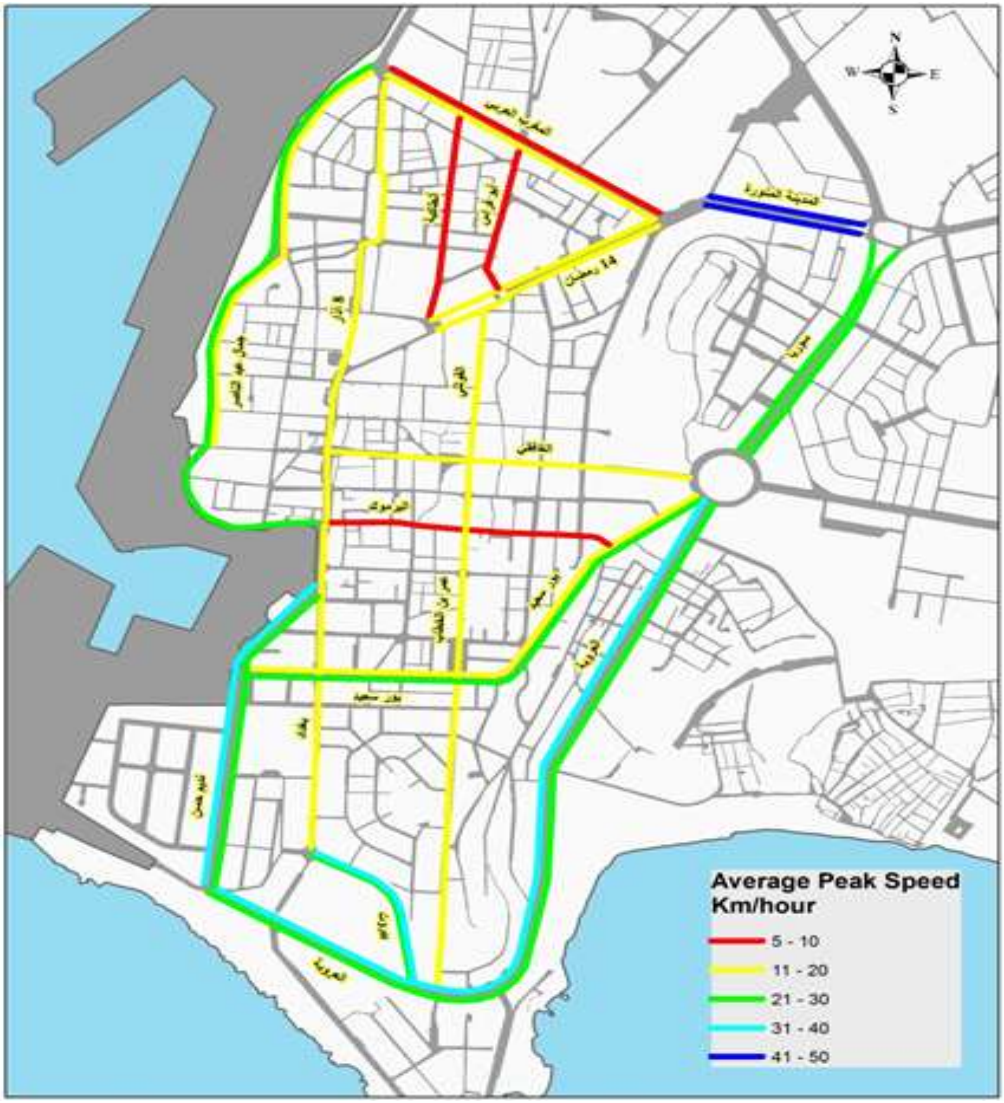
من خلال البيانات المسجلة لمجموع الشوارع ومجمل الرحلات عليها فقد تمّ حساب زمن الرحلة والمسافة المقطوعة لكل شارع واستنتاج السرعة الوسطية الفعلية على كامل طول الشارع لهذه الرحلة، ومن ثم حساب السرعة الوسطية في ساعة الجريان الحر وفي ساعة الذروة لكل شارع لحساب مستوى الخدمة عليه ويوضح **الجدول(4)** مجمل هذه الحسابات التي تم استنتاجها.

الجدول4. استنتاج مستويات الخدمة على شوارع مركز مدينة اللاذقية

الشارع	الاتجاه	الطول	سرعة الجريان الحر Km/h	السرعة الوسطية في ساعة الذروة Km/h	LOS_P
بغداد	in	1304.54	37.8	12.1	E
8 آذار	out	1275.37	33.2	13.3	E
أنطاكية	out	668.889	29.5	7.6	F
أبو فراس	in	471.59	18.0	5.5	F
نديم حسن	in	1045.46	43.3	28.0	C
نديم حسن	out		43.7	32.3	B
بيروت	in	535.887	38.2	30.1	C

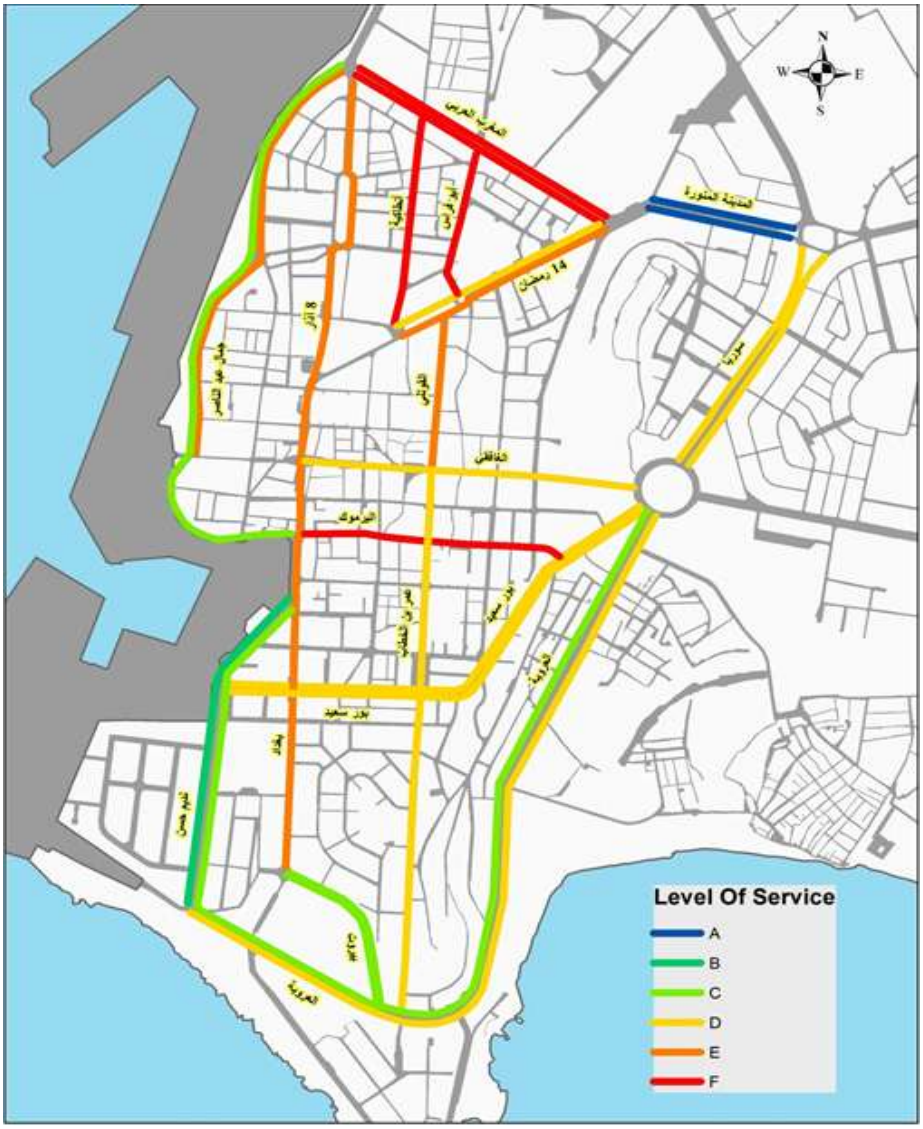
بيروت	out		41.7	24.0	C
المغرب العربي	in	903.052	46.0	9.9	F
المغرب العربي	out		47.5	10.8	F
14 رمضان	in	840.458	48.4	17.3	D
14 رمضان	out		48.8	13.8	E
المدينة المنورة	in	445.843	50.4	47.7	A
المدينة المنورة	out		47.8	50.4	A
جمال عبد الناصر	in	1959.41	47.6	21.8	C
جمال عبد الناصر	out		50.5	11.5	E
سوريا	in	788.482	29.7	29.7	D
سوريا	out		39.9	28.7	D
بور سعيد	in	1504.57	38.1	19.3	D
بور سعيد	out		31.2	20.2	D
عمر بن الخطاب	out	1836.8	35.6	16.3	D
القوتلي	in	361.669	34.1	13.6	E
العروبة	in	2577.26	49.9	37.5	C
العروبة	out		41.9	29.9	D
اليرموك	in	358.517	35.1	7.3	F
الغافقي	out		38.0	16.5	D

بناءً على القيم المسجلة في هذا الجدول فقد تم استنتاج ورسم شبكة الشوارع في مركز مدينة اللاذقية مبيناً عليها قيم السرعة الوسطية في ساعة الذروة، والشكل رقم(5) يوضح ذلك. ومن خلال تحليل هذا المخطط نجد أن هناك تمايزاً واضحاً لقيم السرعة الوسطية، فمنها ما يقترب من السرعة المعلنة(السرعة المسموحة) مثل شارع سوريا، بيروت، المدينة المنورة، في حين تنخفض السرعة الوسطية في بعض الشوارع إلى قيمها الدنيا **(أقل من10 كم/ سا)** مثل شارع اليرموك وأنطاكيا وأبو فراس الحمداني. تسمح لنا المعاينة البصرية لهذا الشكل (5) بوضع تصوّر عن بعض الحلول الممكنة التي يمكن اللجوء إليها لتحسين ظروف السير على بعض الشوارع، فمثلاً من تقاطع شارع اليرموك مع شارع عمر بن الخطاب والمنظم بإشارة ضوئية يمكن اقتراح تغيير طور الإشارة الضوئية للسماح بإمرار تدفقات أكبر على شارع اليرموك، مع الإشارة إلى ضرورة تحسين مخرج شارع اليرموك إلى شارع 8 آذار.



الشكل 5. مخطط السرعة الوسطية في ساعة الذروة

كما يوضح الشكل رقم(6) مستويات الخدمة على هذه الشوارع في ساعة الذروة، حيث يبدو من هذا الشكل أن الشوارع "اليرموك والمغرب العربي وأنطاكيا وأبو فراس الحمداني" تعاني جميعها من مستوى خدمة متدني **F**، ممّا يستوجب اتخاذ إجراءات سريعة ومدروسة لرفع مستوى الخدمة عليها إلى المستوى D على الأقل، وكذلك الأمر بالنسبة للشوارع التي تتمتع بمستوى خدمة E مثل شارع القوتلي وشارع 8 آذار وغيرهما.



الشكل 6. مخطط مستوى الخدمة لشوارع مركز المدينة

الاستنتاجات والتوصيات:

1-مكنت الدراسة من وضع خارطة للسرعات الوسطية في ساعات الجريان الحر وفي ساعات الذروة النهارية لشوارع مركز مدينة اللاذقية.

2-وفرت نتائج الدراسة معطيات وضع خارطة لمستويات الخدمة على شوارع مركز مدينة اللاذقية.

3-تسمح طريقة المراقب المتحرك باستخدام نظام تحديد المواقع العالمي بإنجاز دراسات تفصيلية للحركة على شوارع المدينة وتحديد أماكن الاختناقات ومسبباتها.

4-أظهرت نتائج الدراسة ضرورة اتخاذ الإجراءات اللازمة لرفع مستويات الخدمة على شوارع مركز مدينة اللاذقية لتحقيق التوازن ما بين سرعات العربات عليها في ساعة الذروة.

5-ضرورة قيام الجهات المعنية بالعمل على تحسين القدرة التمريرية لشوارع مركز المدينة وبتأمين مواقف سيارات طابقية أو تحت- أرضية للتقليل من إشغالات شوارع الوسط التجاري للمدينة بالعربات المركونة.

المراجع:

1. خازم؛ رين، *تحليل الحركة المرورية على الشريانات المدينية المنظمة بإشارات ضوئية*، أطروحة ماجستير، جامعة تشرين، كلية الهندسة المدنية، قسم هندسة المواصلات والنقل، 2010.

2 . Bing W. K., Khue Q. N., *GPS-Based Travel-Time Studies of Florida Roadways*, Florida Department of Transportation, Research Project Proposal, 2003.

3. Quiroga C. A., *An Integrated GPS-GIS Methodology For Performing Travel Time Studies*, Louisiana State university, Ph.D Dissertation, Baton Rouge, LA, 1997, 171p.

4. Mauricio L. C., et al, *Travel Time and Delay Analysis Using GIS ang GPS*, Eastern Asia Society for Transportation Studies, Proceedings, Vol.4, 2003.

5. *Travel Time Data Collection Handbook*, Us. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Texas Transportation Institute, Report FHWA-PL-98-035, march 1998.

6. McShane W. R., Roess R. P., *Traffic Engineering*, Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey. 1990.

7. *Travel Time and Delay Study*, Jonesboro Metropolitan Planning Organization, WilburSmith Associates, Nov. 2007.