مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (41) العدد (2) 2019
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (41) No. (2) 2019

تحسين الأداء المروري باستخدام الإشارات الذكية في مركز مدينة اللاذقية

الدكتورة شذا أسعد*

نغم الخطيب**

(تاريخ الإيداع 18 / 6 / 2018. قُبِل للنشر في 24/ 3 / 2019)

□ ملخّص □

تعتبر نظم النقل الذكية وتطبيقاتها الحديثة في مجالات المراقبة وجمع المعلومات والتحكم المروري، أحد أهم الوسائل والتي تعمل على زيادة القدرة الاستيعابية لشبكات الطرق ووسائط النقل الأخرى، حيث تساعد في انسيابية حركة المرور وتسهيل الوصول إلى الأماكن المراد الوصول اليها. وفي هذا البحث تمت دراسة مركز مدينة اللاذقية، ودراسة واقع الحركة المرورية على شوارعه من وجهتي نظر مختلفة، حيث تم الاعتماد على دراسة القطاعات المدينية بالاعتماد على دليل السعة الأمريكي HCM2010، ومقارنة حالة التقييم هذه مع حالة تقييم أنظمة التحكم المتوفرة، ولوحظ أن الخلل في أنظمة التحكم المروري كبير جدا، ومعظم مستويات الخدمة في أسوأ درجة (F) بالنسبة للتقييم وفق التقاطعات المنظمة بإشارات مسبقة الضبط، وتقاطعات الأفضلية، لذلك تم اللجوء إلى اقتراح إشارات ذكية ودورها في تحسين الأداء المروري، وبعد عملية التحليل وفقا لهذا الاجراء وجد أن أزمنة التأخير قلت، وأن نسب التحسن في معظم القطاعات المدروسة أصبحت أفضل، وبقيت بعض القطاعات على نفس مستويات الخدمة مع انخفاض ملحوظ في أزمنة التأخير.

الكلمات المفتاحية: نظم النقل الذكية، تقييم التقاطعات المنظمة، التحليل العملياتي، دليل السعة الأمريكي

* أستاذ مساعد – قسم الموصلات والنقل– كلية الهندسة المدنية– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية

** طالبة ماجستير – قسم المواصلات والنقل– كلية الهندسة المدنية– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (41) العدد (2) 2019
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (41) No. (2) 2019

Improve Traffic Performance Using Smart Signal System in Lattakia CBD

Professor Shaza Assad[*]
Nagham Alkhatib[**]

(Received 18 / 6 / 2018. Accepted 24 / 3 / 2019)

□ ABSTRACT □

Smart Signal System consider one of the new technology application in the field of gathering and controlling data. The main cause of the ITS in traffic field is making the ability of the traffic network stable and coefficient. In this study we use a smart signal to improve traffic performance. First we collect data from the network and Evaluated the performance using HCM2010. Most of Level of service for the streets are (F). The delay and speed are in a bad situation. Using Synchro, we design a smart signal for the study area. The change in performance was so good. The improve in LOS and Delay was clear**.**

Key words: ITS, Signalized Intersection, Operational Analyze, HCM

[*] **Assistant Professor at Tishreen University- Dep. Of Transport& Traffic Engineering- Lattakia- Syria**
[**] **Postgraduate Student at Tishreen University- Dep. Of Transport& Traffic Engineering- Lattakia-Syria-.**

مقدمة:

ترتكز دراسات نظم النقل الذكية على استراتيجيات واضحة ويجب أن تؤدي الى وضع خطة لتطبيق هذه النظم والاستفادة منها بشكل كلي، وتهدف هذه الدراسات الى تحسين مستوى السلامة على الشبكات الطرقية إعتمادا على تدابير وإجراءات تم إقتراحها من قبل باحثين، والتي تتلخص بنودها كما يلي:

- ✓ تنفيذ آلي لحدود السرعة وإشارات المرور، ونظم إنذار الاصطدام القائم على البنية التحتية، والتدابير القائمة على وسائل خاصة لتجنب التحطم.
- ✓ تحديد وترتيب أولويات المناطق التي تعاني من مشكلة السلامة، و إدارة السرعة و تهدئة المرور، وكذلك الامر بالنسبة للمشاة والدراجات.[1]

إن زيادة معدلات النمو السكاني ونسب امتلاك العربات، جعلت الحكومات تركز على أنظمة التنقل البديلة (أنظمة النقل الجماعي)، بحيث تخفف من درجات الاختناقات المرورية وبالتالي، فإن استخدام نظم النقل الذكية في هذه الوسائط البديلة يشجع المتنقلين على استخدامها، حيث تزداد نسب الموصلية والسرعة والأمان.[2]

ويعتقد الكثيرون أن تحسين نظام النقل يعتمد فقط على بناء طرق جديدة أو على ترميم البنى التحتية، ولكن يعتمد في نحو متزايد على استخدام تكنولوجيا المعلومات. تمكن تكنولوجيا المعلومات كافة العناصر داخل وسائل النقل، المركبات، الطرق، إشارات المرور، لوحات الرسائل المتغيرة لتصبح ذكية عن طريق دمجها مع أجهزة الاستشعار وتمكينهم من التواصل مع بعضهم البعض من خلال التقنيات اللاسلكية.[3]

لقد قام كل من الباحثين LIU& ZHENG في العام 2014 بدراسة لتطوير معايير قياس أداء التحكم بالإشارات الضوئية وتوقيتها للمحاور الشريانية والتقليل من الكلف المخبرية في تحديد أزمنة الإشارات الضوئية، وكذلك المساعدة في تحديد فرص التعديل وإعادة ضبط الإشارات الضوئية وتحسين أدائها.[4]

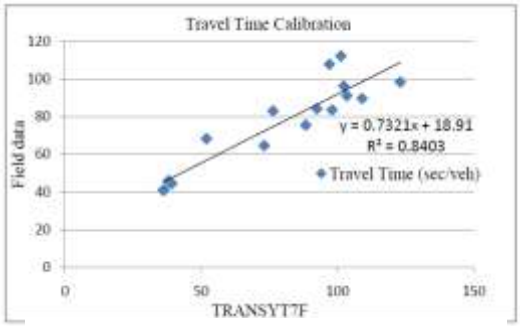
تم الاعتماد على طريقة الإحصاء والتجميع الحقلي للبيانات والمراقبة لنظم عمل الإشارات الضوئية، وتم استخدام برمجيات التحليل Traffic ware(Synchro).[4]

تبين أن التزايد في استخدام الإشارات الضوئية وأنظمة التحكم الذكية أدى الى زيادة الحاجة في تحليلها ومراقبتها واستخدامها كوسيلة لتنظيم الحركة المرورية مثبتة فعاليتها وبالتالي يجب مراقبتها للحفاظ على نفس مستوى الفعالية. ركز الباحث في هذه الدراسة على الوصلات المشكلة للتقاطع بغض النظر عن أطوال ارتال العربات وبالتالي يجب أخذها بعين الاعتبار لزيادة فعاليتها، وكذلك الأمر بالنسبة لمخططات التنسيق التي يجب تطويرها.[4]

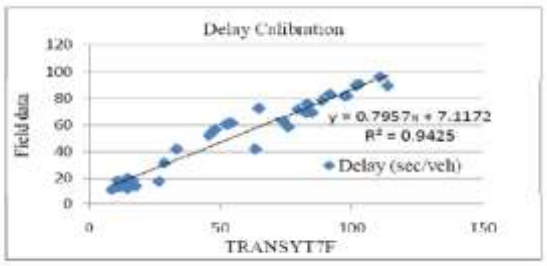
قام الباحث Yin Chen بدراسة تطبيقية للاشارات المرورية الذكية لتحديد خصائصها وفوائدها، حيث اعتمد على دراسة حالة المحور الشرياني قبل عملية الأتمته وبعدها، وخلص الى أن الإشارات المرتبطة بالحركة كليا والمنسقة تستخدم بشكل واسع في مختلف بلدان العالم وذلك لفعالية هذا النظام المروري في وجود تنسيق ملائم.[5]

وبالاعتماد على التحليل المخبري باستخدام برنامج سينكرو Synchro تبين أن هذا التحليل لا يتوافق مع الحقل بنسبة 100% ولكن يعطي تصور عن نمط الحل وايجابياته.[6]

قام فريق عمل في جامعة UTM الماليزية بدراسة بحثية إعتمدت عمليات التقييم فيها على مقاييس أداء زمن الرحلة وأزمنة التأخير وتراكم الأرتال على مداخل التقاطعات والقطاعات المدينية، وهي ترتبط مع بعضها بعلاقات مميزة توضحها المخططات التالية:[7]



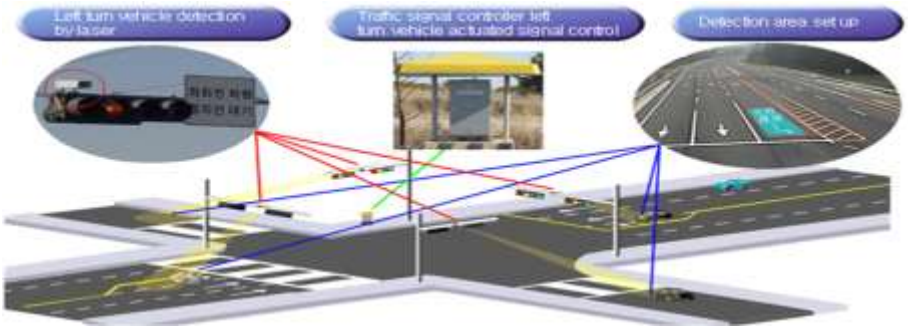
المخطط (1-1) يوضح العلاقة بين زمن الرحلة المقاس والناتج عن عملية التحليل



المخطط (1-2) يوضح العلاقة بين أزمنة التأخير المقاسة حقليا والناتجة عن عملية التحليل

ويمكن تعريف نظم النقل الدكيه بانها عبارة عن منظومة متكاملة من التقنيات الحديثة التي تحتوي على مجموعة من الإجراءات والحلول التي يتم تطبيقها في سبيل إدارة المرور وأنظمة النقل المختلفة، من أجل إدارة المعلومات وتحسين الأداء لهذه الأنظمة وزيادة مستوى الأمان على شبكات الطرق والشوارع، من خلال إحتواء وإدارة الإختناقات المرورية، ومن خلال تقديم مجموعة من بدائل الحلول لتحسين الأداء المروري[8]

وتعتبر التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية من أهم الوسائل المستخدمة في تنظيم الحركة على الطرق الشريانية المدينية، حيث تلعب دورا أساسيا في تحديد أداء شبكة الطرق وأنواع أخرى من وسائل النقل، ولهذا السبب تم اللجوء إلى عمليات تطوير وتحديث لأساليب التحكم المرورية، مع العمل على الاستفادة من الثورة التكنولوجية في هذا المجال. ومن أهم هذه الأساليب هي الإشارات الضوئية المرتبطة كليا بالحركة (smart signal) ولكي يتحقق عملها بشكل مثالي يتم ربطها بغرف تحكم مركزية وتكون الية عملها بشكل متواتر، بحيث تحقق أقل أزمنة تأخير وبحيث تحقق فعالية في إمرار السعة المطلوبة بشكل أفضل. وبالنظر إلى ضرورة تقليل أزمنة التأخير والضياعات الزمنية، تم اللجوء إلى عملية فعاله، وهي التنسيق والربط الزمني بين الإشارات على المحاور الرئيسية، ويوضح الشكل التالي الاقتراح الذي سيتم تقييمه وتحليله في هذه الدراسة. [9]



الشكل(1-3) الية تكامل أجهزة التحكم ذاتية التوضع مع الإشارات المرتبطة بالحركة والحساسات.

الإشكالية:

تعاني مدينة اللاذقية من تنامي الإختناقات المرورية على معظم شوارعها، مما يؤدي إلى زيادة ملحوظة في أزمنة التأخير وفي زمن الرحلة، بالإضافة إلى إعاقة كبيرة في حركة المشاة، وانخفاض في مستوى السلامة المرورية عليها .

يخلو نظام النقل في مدينة اللاذقية تماماً من أية أنظمة مساعدة للسائق أو للمشاة لتوجيه الحركة أوللتخفيف من الإختناقات المرورية، في حين يشهد العالم تطوراً ملحوظاً في استخدامات التكنولوجيا الحديثة (أجهزة تحديد المواقع، وسائل الاتصال الحديثة والهواتف الذكية، والوسائل الإعلامية،...) في تسهيل ظروف الحياة للمواطنين ومن ضمنها التنقل بأمان وسرعة.

أهمية البحث وأهدافه

- ✓ تلعب أنظمة النقل الذكية دوراً متزايد الأهمية لتتحول سريعاً إلى أحد أهم الركائز الرئيسية لنظم النقل، مما يعطي هذه الأنظمة القدرة على إمرار العربات وتحقيق نسبة تشغيل عالية للتقاطعات
- ✓ تحليل وتقييم شبكة المواصلات القائمة مع دراسة لاتجاهات الحركة وغزاراتها، أزمنة التأخير وأزمنة الرحلة في ساعات الذروة.

منهجية البحث

ترتكز منهجية البحث على ثلاث مراحل أساسية:

المرحلة الأولى:

- بناء قاعدة بيانات مكانية رقمية لشبكة الشوارع في مدينة اللاذقية تتضمن:

✓ البيانات المكانية المتعلقة بالعناصر الهندسية لشبكة الطرق في مركز مدينة اللاذقية مع كامل التقاطعات الرئيسية فيها (وصف الشبكة القائمة وكافة الممرات الرئيسية في المدينة، وسائل التحكم المروري).

✓ بيانات متعلقة بالغزارات المرورية اليومية لكافة المركبات وفي كافة الاتجاهات في مختلف ساعات اليوم (المعدل اليومي لحركة المركبات، الحركات الدورانية، رصد حركة المشاة، تصنيف المركبات التي تم تعدادها).

✓ بيانات عن سرعة العربات على شوارع المدينة في أوقات مختلفة وعلى كامل أذرع التقاطعات، ومن ثم حساب أزمنة الرحلة وأزمنة التأخير على مختلف قطاعات شوارع المدينة.

المرحلة الثانية:

1. تحليل الواقع الراهن لنظام النقل الحالي في مدينة اللاذقية من خلال حساب وفحص مقاييس الأداء التالية:
   - ✓ غزارة الطلب على الحركة V (veh/h)
   - ✓ غزارة الإشباع الأساسية so (pc/h/ln)
   - ✓ PHF
   - ✓ معدل غزارة المشاة على الذراع vped (p/h)
   - ✓ السرعة على ذراع التقاطع S_A (km/h)

المرحلة الثالثة:

1. اقتراح موديل ITS مناسب للحركة على شوارع مدينة اللاذقية، يتضمن أجهزة تحكم موضعية وربطها بكواشف توضع على أذرع التقاطعات، للتقليل من أزمنة التأخير وتحسين الأداء المروري.

أدوات البحث:

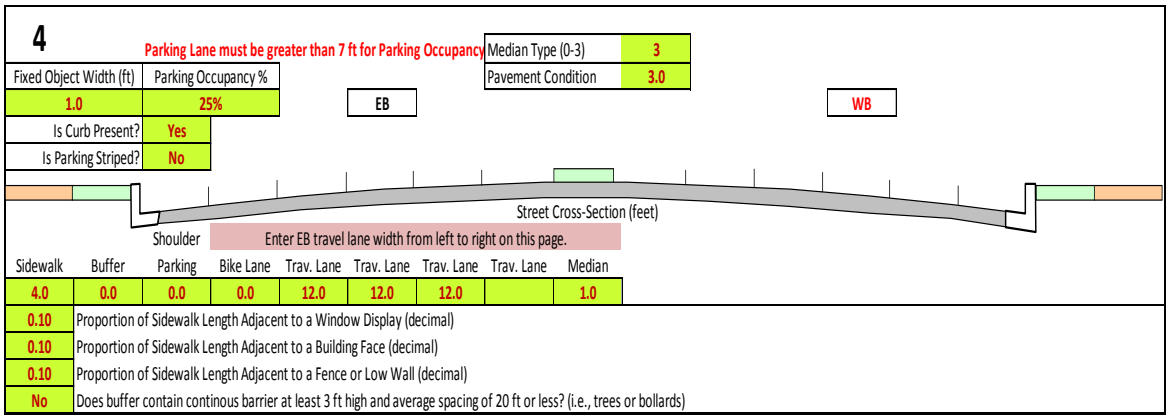
تم الاعتماد على HCM 2010 في تحليل وتقييم القطاعات المدينية والاستعانة ببرنامج +LOS، وقد تمت عملية التقييم وفق هذه المراحل:[11]

1- إدخال البيانات المرورية:

الجدول (1-1) البيانات المرورية المدخلة إلى برنامج التحليل للقطاعات المدينية

Segment Volume Data		Segment Layout and Speed Data	
Vehicle Flow Rate (vph)		Segment Length (ft)	
Peak Hour Factor		Speed Limit (mph)	
Heavy Vehicle %		Left Turn Pocket?	
Left/Right Turns %		Avg. Travel Time (s)	
Thru Adj. Sat. (vphgl)		Avg. Stops (#/veh)	

2- إدخال البيانات الهندسية:



الشكل (1-4) البيانات الهندسية المدخلة إلى برنامج التحليل للقطاعات المدينية

نلاحظ من الشكل (1-4) تركيب المقطع العرضي الهندسي مع الاعتبارات المرورية، يتم تحديد الجزر الوسطية ونوعها، بعد ذلك تحدد نسبة الوقوف على جانب القطاع المديني المدروس، ويتم بعد ذلك إدخال الابعاد الهندسية للحارات وتحديد حارة الوقوف وأبعادها.

3- تحلل ورقة العمل البيانات المدخلة للقطاعات المدينية بالاعتماد على HCM 2010 وبالاعتماد على الفصل 17 من دليل السعة الأمريكي 2010 .

بعد عملية التحليل للقطاعات المدينية تم تحليل التقاطعات وقياس ادائها واقتراح نموذج النقل الذكي، بالاعتماد على برنامج SYNCHRO 8.1 ويضم هذا البرنامج مجموعة من البرمجيات المتكاملة التي تقوم بتحليل ونمذجة حركة المرور وإدارتها وفق مايلي:[10]

- Synchro : يستخدم للتحليل العملياتي وخوارزمية البحث عن القيم المثلى مع إمكانية رسم للشبكات الطرقية
- Simtraffic : يمكننا من نمذجة خركة المرور بشكل عملي وسهل الاستخدام
- 3D Viewer : إظهار بشكل ثلاثي الأبعاد للنمذجة المرورية
- Simtraffic CI : عبارة عن تطبيق يقوم بالتداخل والتفاعل مع وصلة المتحكم، بحيث يتم عمل نمذجة حقلية لنظام المرور

وتتم مراحل العمل وفق التالي:

1- إدخال البيانات الهندسية
2- إدخال البيانات المرورية
3- إدخال بيانات الأزمنة والاشارات وأنواع التحكم
4- إختيار طريقة التحليل – تم الاعتماد على HCM 2010- [10]

النتائج والمناقشة:

أولا: التوصيف الهندسي والمروري لمنطقة الدراسة: تم اختيار مركز مدينة اللاذقية كحالة درسيه، والخريطة (1-5) توضح شبكة الشوارع التي تم تحليلها مروريا:

الشكل (1-5) خريطة توضح مركز مدينة اللاذقية

تم أخذ الإحصاءات المرورية بشكل يدوي، وتم اختيار محطات الرصد وفق الحاجة، واعتمدت عملية العد وفق الية تقييم القطاعات المدينية حيث تم تحديد اتجاهات الشوارع وعد العربات الداخلة منها واليها.

الجدول(1-2) المواصفات الهندسية والمرورية لمنطقة الدراسة:

اسم الشارع	العرض الكلي للشارع m	عدد الحارات	الطول m	الحجوم المرورية Veh/h		السرعة المقاسة حقلياً Km/h
				الاتجاه 1	الاتجاه 2	
بغداد	12	3	1305	3400	-	35
نديم حسن	24	6	1045	2300	2100	50
14 رمضان	12	3	840	3050	2950	25
8 اذار	20	5	1275	4000	-	30
أبو فراس	12	3	472	2800	-	10
الغافقي	12	3	992	2100	-	30
المدينة المنورة	24	6	446	3500	3400	45
المغرب العربي	24	6	903	3400	4450	45
العروبة	24	6	2577	2000	1900	40
القوتلي	12	3	362	3350	-	15
اليرموك	12	3	359	3200	-	20
انطاكيا	12	3	669	2900	-	15
بيروت	24	6	536	1300	1000	40
بور سعيد	24	6	1505	3400	2100	25
جمال عبد الناصر	24	6	1959	3550	2800	30
عمر بن الخطاب	12	3	1837	2450	-	40
سوريا	28	8	788	2900	3500	45

ثانيا: تقييم شبكة الشوارع بالاعتماد على برنامج +LOS ودليل السعة الأمريكي 2010، وباعتبارها شوارع مدينية بدون الاعتماد على وسائل التحكم للوضع الراهن، والجدول (1-3) يوضح نتائج التقييم، وبالأخذ بعين الاعتبار مناورات التوقفات والمواقف على جانبيي الشارع:

الجدول (1-3) نتائج تقييم مستويات الخدمة لشوارع مركز مدينة اللاذقية وفقاً ل +los وHCM2010

اسم الشارع	الاتجاه	رقم الاتجاه	تقييم العربات	
			نسبة V/C	مستوى الخدمة LOS
بغداد	اتجاه واحد	-	0.47	B
نديم حسن	اتجاهين	1	0.34	B
		2	0.31	B
14 رمضان	اتجاهين	1	0.47	C
		2	0.97	F
8 اذار	اتجاه واحد	-	0.44	C
أبو فراس	اتجاه واحد	-	0.52	C
الغافقي	اتجاه واحد	-	0.29	B
المدينة المنورة	اتجاهين	1	0.48	C
		2	0.47	C
المغرب العربي	اتجاهين	1	0.47	C
		2	0.62	E
العروبة	اتجاهين	1	0.78	E
		2	1.94	F
القوتلي	اتجاه واحد	-	0.49	C
اليرموك	اتجاه واحد	-	0.44	C
انطاكيا	اتجاه واحد	-	0.40	C
بيروت	اتجاهين	1	0.19	B
		2	0.15	B
بور سعيد	اتجاهين	1	0.31	B
		2	0.29	B
جمال عبد الناصر	اتجاهين	1	0.49	C
		2	0.39	B
عمر بن الخطاب	اتجاه	-	0.34	B
سوريا	اتجاهين	1	0.94	F
		2	0.73	E

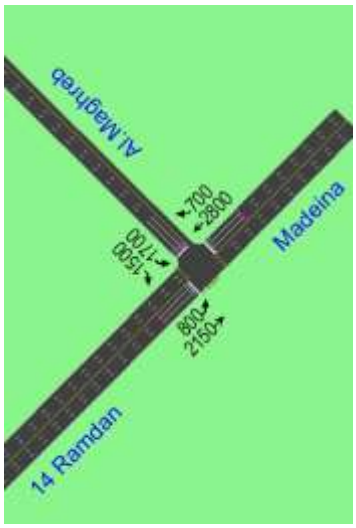
من الجدول (1-3) تم تقييم الشوارع في مركز مدينة اللاذقية بالاعتماد على معايير الكود والأخذ بعين الاعتبار الاشغال للحارة اليمنية الطرفية من كل شارع كمواقف جانبية وحساب المناورات عربة بالساعة وتم افتراض 25% من العربات المستخدمة للحارة اليمنية تتعرض للإعاقة نتيجة عمليات المناورة، كما تم الإخذ بعين الاعتبار الحارات اليمينة التي تسخدم كمواقف دائمة كما هي الحالة على شارع المغرب العربي.

ثانيا: دراسة التقاطعات المؤثرة على أداء الشبكة المدروسة:

تمت عملية التحليل العملياتي للقطاعات المدينية ولوحظ ان نسبة الغزارة الى السعة للقطاعات تختلف، لكن هناك زيادة في نسبة السعة الى الغزارة في التقاطعات الرئيسية على الشبكة وقبل ان نضع حلولا هندسية يجب دراسة التأثيرات والتغيرات المرورية من كل النواحي أي دراسة التقاطعات قبل القطاع وبعد القطاع وبالاعتماد برنامج السينكرو Synchro تم تقييم التقاطعات باعتبارها تقاطعات منظمة بإشارة مسبقة الضبط، وتوضيح نسب أزمنة التأخير ونسبة الغزارة الى السعة V/C، وتم اختيار أربعة محاور المغرب العربي، 8 اذار، العروبة، نديم حسن.

-محور المغرب العربي:

تقاطع شارع 14 رمضان مع شارع المغرب:



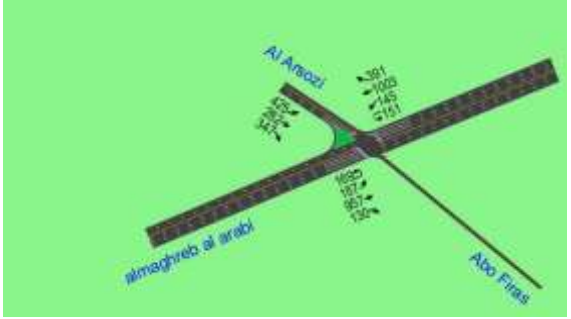
الشكل (1-6) مسقط أفقي لتقاطع شارع المغرب العربي مع شارع 14 رمضان

يوضح الشكل (1-8) المقارنة بين نسبة الغزارة إلى السعة في حال إعتبار المحور قطاعا مدينيا وفي حال تقييمه على أساس تقاطع، ويبين الجدول (1-4) بيانات التقييم.

الجدول (1-4) بيانات التقييم لتقاطع 14 رمضان مع المغرب العربي:

الذارع	زمن التأخير	نسبة V/C	مستوي الخدمة
14 رمضان	sec/veh185	1.67	F
المغرب العربي	313 sec/veh	1.66	F
المدينة المنورة	333 sec/veh	1.73	F

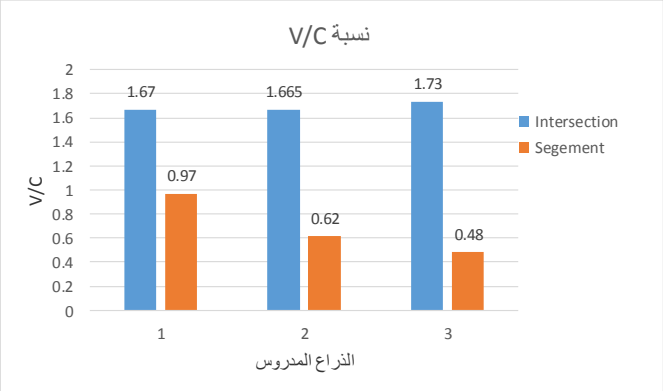
-تقاطع المغرب العربي مع أبو فراس:



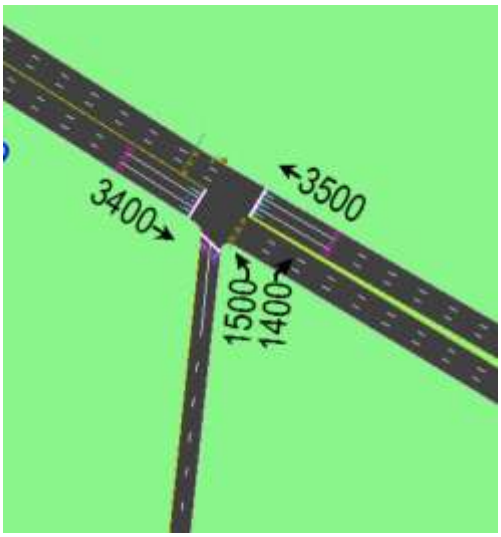
يوضح الشكل (1–7) مسقط أفقي لتقاطع شارع المغرب العربي مع شارع أبو فراس.

الجدول (1–5) بيانات التقييم لتقاطع المغرب العربي مع أبو فراس

الذارع	زمن التأخير	نسبة V/C	مستوي الخدمة
المغرب العربي	304.6 sec/veh	2.025	F
أبو فراس	313 sec/veh	1.8	F



الشكل (1–8) المقارنة بين حالتي التقييم وفقا للقطاعات المدينية والتقاطعات

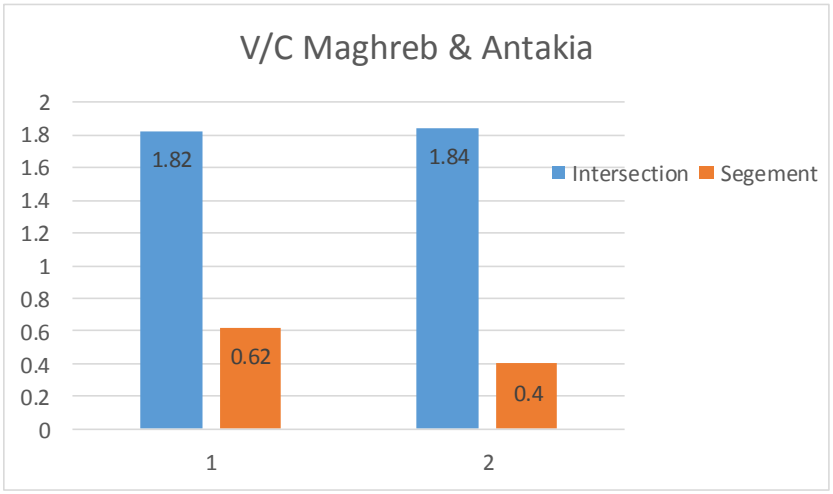


- تقاطع شارع المغرب العربي مع شارع أنطاكية:

يوضح الشكل الجانبي رقم (1–9) مسقط أفقي للتقاطع.

والشكل رقم (1–10)، يوضح المقارنة بين نسبة الغزارة الى السعة في حال اعتبار المحور قطاع مديني وفي حال قيم على أساس تقاطع.

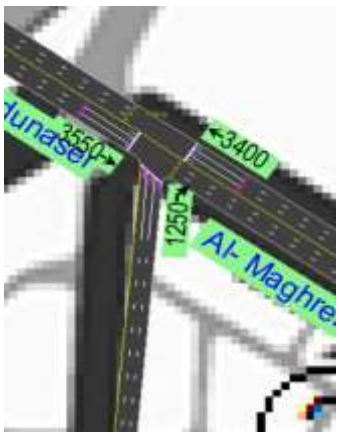
الشكل (1–9) مسقط أفقي لتقاطع شارع المغرب العربي مع شارع أنطاكية



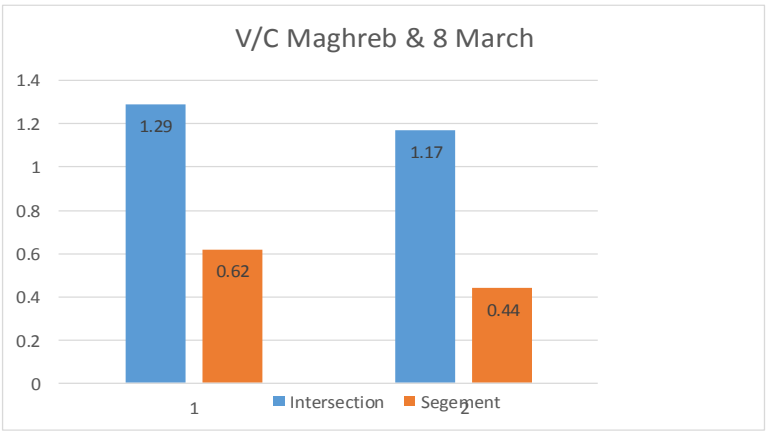
الشكل (1-10) يوضح المقارنة بين حالتي التقييم وفقا للقطاعات المدينية والتقاطعات

- تقاطع شارع المغرب العربي مع شارع 8 اذار:

يوضح الشكل رقم (1-11) مسقط أفقي للتقاطع، والشكل رقم (1-12)، يوضح المقارنة بين نسبة الغزارة الى السعة في حال اعتبار المحور قطاع مديني وفي حال قيم على أساس تقاطع



الشكل (1-11) مسقط أفقي لتقاطع شارع المغرب العربي مع شارع 8 اذار

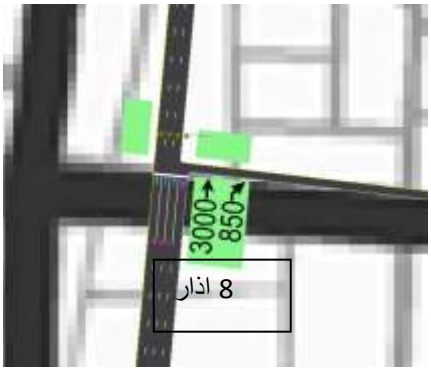


الشكل (1-12) يوضح المقارنة بين حالتي التقييم وفقا للقطاعات المدينية والتقاطعات

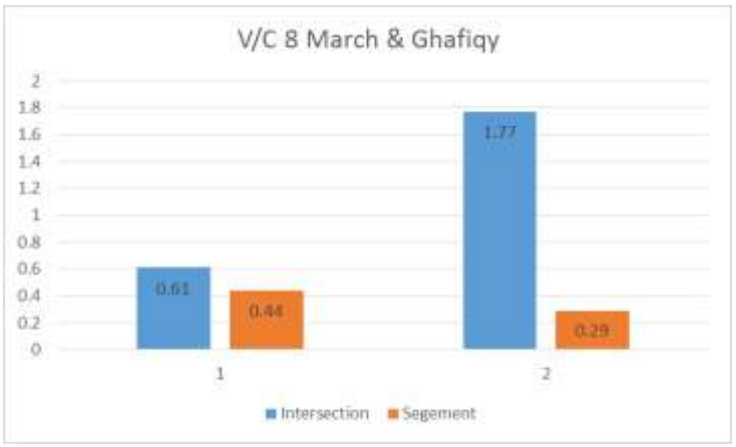
- محور شارع 8 اذار:

- تقاطع شارع 8 اذار مع شارع عبدالرحمن الغافقي:

يوضح الشكل الجانبي رقم (1-13) مسقط أفقي للتقاطع، والشكل رقم (1-14)، يوضح المقارنة بين نسبة الغزارة الى السعة في حال اعتبار المحور قطاع مديني وفي حال قيم على أساس تقاطع.



الشكل (1-13) مسقط أفقي لتقاطع شارع 8 اذار مع شارع عبدالرحمن الغافقي

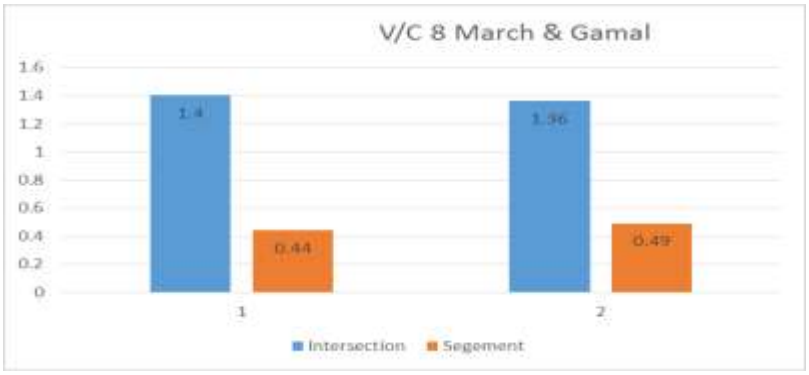


الشكل (1-14) المقارنة بين حالتي التقييم وفقا للقطاعات المدينية والتقاطعات

- تقاطع شارع 8 اذار مع شارع جمال عبد الناصر:

يوضح الشكل الجانبي رقم (1-15) مسقط أفقي للتقاطع، والشكل رقم (1-16)، يوضح المقارنة بين نسبة الغزارة الى السعة في حال اعتبار المحور قطاع مديني وفي حال قيم على أساس تقاطع.

الشكل (1-15) مسقط أفقي لتقاطع شارع 8 اذار مع شارع جمال عبدالناصر

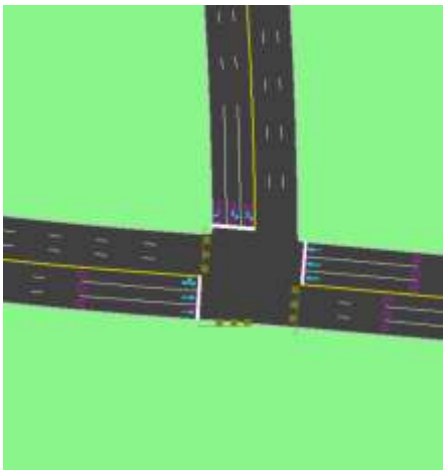


الشكل (1-16) المقارنة بين حالتي التقييم وفقا للقطاعات المدينية والتقاطعات

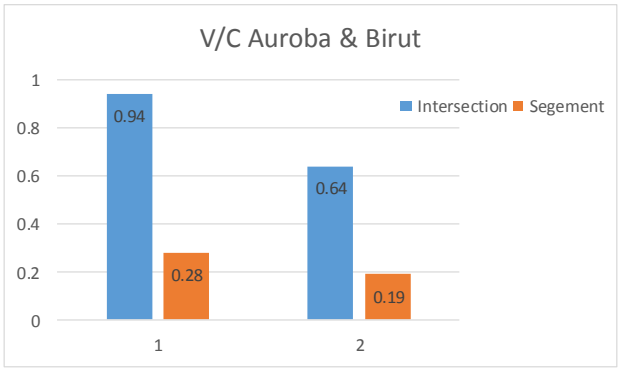
- محور شارع العروبة:

- تقاطع شارع العروبة مع شارع بيروت:

يوضح الشكل رقم (1-17) مسقط أفقي للتقاطع، والشكل رقم (1-18)، يوضح المقارنة بين نسبة الغزارة الى السعة في حال اعتبار المحور قطاع مديني وفي حال التقييم على أساس تقاطع.



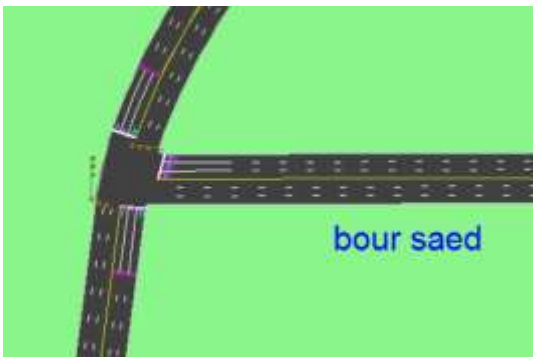
الشكل (1-17) مسقط أفقي لتقاطع شارع العروبة مع شارع بيروت



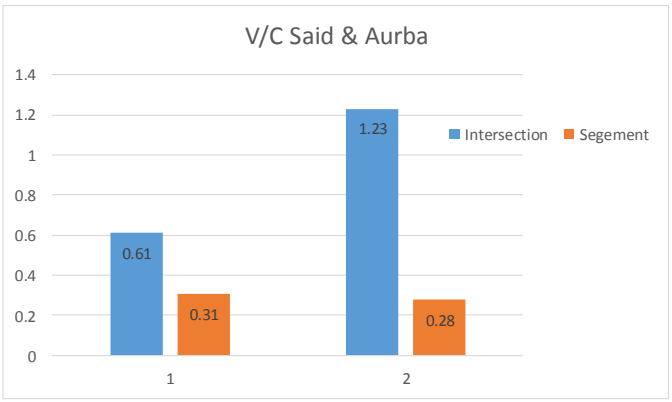
الشكل (1-18) المقارنة بين حالتي التقييم وفقا للقطاعات المدينية والتقاطعات

- تقاطع شارع العروبة مع شارع بور سعيد:

يوضح الشكل الجانبي رقم (1-19) مسقط أفقي للتقاطع، والشكل رقم (1-20)، يوضح المقارنة بين نسبة الغزارة الى السعة في حال اعتبار المحور قطاع مديني وفي حال التقييم على أساس تقاطع



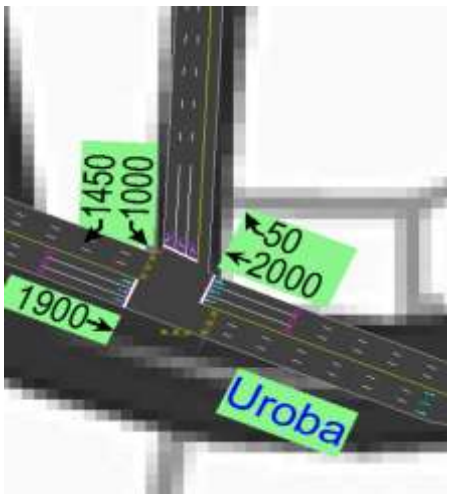
الشكل (1-19) مسقط أفقي لتقاطع شارع العروبة مع شارع بور سعيد



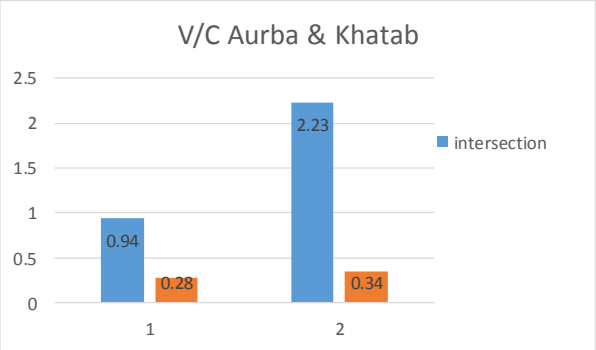
الشكل (1-20) المقارنة بين حالتي التقييم وفقا للقطاعات المدينية والتقاطعات

- تقاطع شارع العروبة مع شارع عمر بن الخطاب:

يوضح الشكل الجانبي رقم (1-21) مسقط أفقي للتقاطع، والشكل رقم (1-22)، يوضح المقارنة بين نسبة الغزارة الى السعة في حال اعتبار المحور قطاع مديني وفي حال قيم على أساس تقاطع.



الشكل (1-21) مسقط أفقي لتقاطع شارع العروبة مع شارع عمر بن الخطاب



الشكل (1-22) المقارنة بين حالتي التقييم وفقا للقطاعات المدينية والتقاطعات

- المقارنة بين حالات التقييم

نلاحظ من المخططات السابقة أن نسبة V/C في حال استخدام طريقة تقييم القطاعات المدينية أفضل، أي بعيدا عن منطقة التقاطع، بينما في التقييم في منطقة التقاطع تزداد قيمة V/C وتقل مستويات الخدمة الى أدنى مستوياتها، ويرجح السبب الى أنظمة التحكم المروري المستخدمة، وفي هذه الحالة سنلجأ الى تطبيق نظام إشارات ذكية مع تخصيص حارات وأطوار للإنعطافات وتوضيح للفروقات في نسب V/C، وكذلك مستويات الخدمة.

ثالثا: إقتراح نموذج نظم النقل الذكية:

تعتبر الحلول المرورية نتاج لعملية التقييم المروري، حيث تمت عمليات التحليل العملياتي للشبكة المدروسة وفق مرحلتين، وأظهرت عملية تقييم الأداء المروري للمنطقة المدروسة، ضرورة إعادة النظر في كافة التقاطعات من حيث تصميم برامج الإشارات الضوئية بشكل يلائم الغزارات المرورية الحالية وتوزعها الاتجاهي (نسب الانعطاف لليسار واليمين والحركة المستقيمة للأمام)، ومن ثم الربط الزمني بين برامج الإشارات الضوئية بهدف تأمين انسيابية الحركة على المحور مع الحد الأدنى لأزمنة التأخير والعدد الأدنى من التوقفات، ومن خلال ما سبق فان العملية الأمثل والمجدية اقتصاديا في تحسين الوضع المروري هي عن طريق تصميم إشارات ضوئية ذكية وربطها زمنيا على كافة التقاطعات بحيث يكون هناك موجة خضراء تسمح بمرور عدد اكبر من العربات على هذا المحور، ومن خلال برنامج (Synchro) من الممكن تصميم نظام إشارات ضوئية ذكية ومنسقة على مجموعة من المحاور وذلك عن طريق استخدام نفس البيانات المدخلة سابقا وإعطاء بعض الأوامر الخاصة والتي تقوم بدورها بتغير نوع التحكم والبحث عن افضل زمن للإشارة الضوئية المرتبطة بالحركة(الذكية) وكذلك ادخال مجموعة من الكواشف وربطها بالاشارات.

وباستخدام برنامج Synchro عملنا على تطبيق هذه الإجراءات المقترحة وقد أعطت تفاوتاً في نسب التحسن على المحاور المستهدفة، وتمت دراسة المقترحات على محور شارع المغرب العربي، ومحور شارع 8 اذار، ومحور شارع نديم حسن، ومحور شارع العروبة، مع توضيح بيانات التأخير ونسب التحسن كما هي بالجدول التالي:

الجدول(1-6) المقارنة بين أزمنة التأخير في حالة الإشارات مسبقة الضبط والاشارات الذكية ونسب التحسن

المحور	إشارة ذكية Delay(sec/veh)	إشارة مسبقة الضبط Delay(sec/veh)	نسبة التحسين%
8 اذار	11.5	285.6	95.97
الغافقي	0.1	0.1	0
8 اذار	58.7	132.8	55.79
اليرموك	76	225.2	66.25
نديم حسن	25.1	169.8	85.21
بغداد	23.8	487.1	95.11
نديم حسن	25	40.5	38.27
بور سعيد	42.5	66.6	36.18
العروبة	23.7	10.6	55.27
العروبة	21.5	184.6	88.35
عمر بن الخطاب	25.2	233.7	89.21
بور سعيد	13.5	58.8	77.04
بغداد	47.4	350.1	86.46
8 اذار	15.4	133	88.42
المغرب العربي	10.5	162	93.51
المغرب العربي	243	415	41.44
أنطاكية	187	403	53.59
المغرب العربي	109	133.4	18.29
أبو فراس	0	0	0
المغرب العربي	190.9	247.9	22.99
14 رمضان	83.3	183	54.48

الاستنتاجات والتوصيات

في هذه الدراسة تم استعراض نظم النقل الذكية في مجال تحسين الأداء المروري، وتطبيق نظام الإشارات الضوئية المرتبطة بالحركة كليا، بالاعتماد على مجموعة من البيانات والاحصائيات المرورية، التي تم رصدها لموقع الدراسة في مركز مدينة اللاذقية، وقد تم استخدام برنامج السينكرو في معالجة البيانات والتحليل العملياتي لتقاطعات

شوارع منطقة الدراسة، وقد تم عرض وتصنيف المشاكل الأساسية وهي تزايد أزمنة التأخير وضعف أداء الإشارات وتوزع الأزمنة الخضراء، وبعد عملية التصنيف تمت عملية البحث عن القيم المثلى للإشارات الضوئية وتغيير نوع التحكم –optimize– بهدف التوصل الى الحالة المثلى التي تساعد على تحسين مستوى الخدمة للشوارع، وبالنظر إلى النتائج ومقارنة المعطيات قبل وبعد يمكن أن نلخص أهم الإيجابيات في إقتراح نظام الإشارات الضوئية الذكية كما يلي:

1. الحلول المعتمدة على التقنيات الحديثة تحقق مستوى فعالية عالية.
2. الإقتصادية في تنفيذها.
3. تحقيق مبدأ الاستخدام الأمثل للنظام المروري.
4. تقليل معدل الضياعات الزمنية وأزمنة التأخير.
5. الحفاظ على مستوى سرعة ثابت.
6. الاستجابة الفورية للتغيرات المرورية.

وغيرها من التحسينات على مستوى الأداء والفعالية المرورية

- التوصيات:

1. تطبيق نظام الإشارات الضوئية الذكية والاستفادة منها في مجال التحسين المروري
2. الابتعاد عن الحلول الهندسية والمكلفة اقتصاديا.
3. تبني بعض الأفكار الطموحة ومحاولة الاستفادة منها في مجال تطوير وتحديث أنظمة المرور في المدن السورية ومحاولة إنشاء مراكز تحكم مرورية.
4. الأخذ بعين الإعتبار تطبيق هذه الأنظمة الذكية على الشوارع قيد الانشاء والتي لم تنشأ بعد.
5. التنسيق المتكامل بين كليات الهندسة بكافة أنواعها (مدنية– ميكيانيك– معلوماتية) في مجال صناعة الإشارات الذكية.

المراجع:

1- JOHN NJORD, Dr. JOSEPH PETERS, and Others, *Safety Applications of Intelligent Transportation Systems in Europe and Japan*, FHWA-PL-06-001, January 2006, 461-472.

2- ROBERT P. MACCUBBIN, BARABARA L., *Intelligent Transportation Systems Benefits, Costs, Deployment*, FHWA-JPO-08-032, September 2008, 639-645.

3- *Traveler Information Management and Operations*, U.S. DOT Federal Highway Administration, 2008, 650.

4- HENRY X. LIU, JIANFENG ZHENG, *Automatic Generation of Traffic Signal Timing Plan*, Department of Civil, Environmental, and Geo- Engineering, University of Minnesota ,2014, 380-389.

5- BYUNGKYU BRAIN PARK, and OTHERS, *Quantifying the Benefits of Adaptive Split Feature on the Operation of Coordinated Actuated Traffic Signal System*, Published Online December 1, 2014, Vol 78, 280-295.

6- STEPHEN F. SMITH, GREGORY J. BARLOW, XIAO-FENG XIE, and ZACHARY B. RUBINSTREIN, *Smart Urban Signal Networks: Initial Application of the SURTRAC Adaptive Traffic Signal Control System*, 5000 Forbes Avenue, Pittsburgh, PA 15213, 2013

7- MAHMOOD MAHMOODI NESHELI, OTHMAN CHE PUAN AND, ARASH, MORADKHANI ROSHANDEH, *Optimization of Traffic Signal Coordination System on Congestion: A Case Study*, UTM, Malaysia, 2012, 120-134.

8- SHARON ADAMS BOXILL and LEI YU, *An Evaluation of Traffic Simulation Models for Supporting ITS Development*, Texas Southern University, 2000, 350.

9- HENRY X. LIU HENG HU, *SMART-Signal Phase II: Arterial Offset Optimization Using Archived High-Resolution Traffic Signal Data*, Department of Civil Engineering University of Minnesota, CTS 13-19, 2013.

10- Traffic Ware, LTD. *Synchro 8 User Guide*. International stander Book No. 0-9742903-3-5, First Printing: April 2014.

11- *HCM 2010.Highway Capacity Manual*. TRB, Washington, D.C., 2010.