مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (40) العدد (4) 2018
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (40) No. (4) 2018

التحليل العملياتي للحركة المرورية باستخدام موديلات النمذجة الميكروسكوبية – تقييم وتحليل مركز مدينة طرطوس–

الدكتور أكرم رستم*
عبدالرحمن حسين تمام قبع**

(تاريخ الإيداع 10 / 4 / 2018. قُبِل للنشر في 9/ 8 / 2018)

□ ملخّص □

تختلف أدوات التقييم والتحليل العملياتي من بلد إلى أخر، حيث لعبت ثورة تقنية المعلومات والتكنولوجيا في العقدين الماضيين دوراً هاماً في تغيير أدوات التحليل والتقييم للحركة المرورية، في هذه الدراسة تم استخدام نوع من أنواع الموديلات الميكروسكوبية (موديل Gipps) في التحليل العملياتي وبالاستعانة ببرنامج Simtraffic، وبنفس الوقت قمنا بالتحليل العملياتي باستخدام HCM2010، وبالاستعانة ببرنامج Synchro 9، حيث اعتمدنا في التحليل العملياتي وفق موديل Gipps على غزارات الإشباع والسرعة والفواصل الزمنية، وتم الاعتماد على أزمنة التأخير في تقييم أداء الشبكة المدروسة، وبالنسبة للتحليل العملياتي باستخدام HCM2010 تم الاعتماد على منهجية الكود المستخدمة من حيث متطلبات الإدخال، وأخذنا أزمنة التأخير كمؤشر أساسي لقياس أداء الشبكة المدروسة، ومن خلال مقارنة أزمنة التأخير والسرعة الفعلية فإن عمليات التقييم وفق الموديلين تعطي تصوراً واقعياً لمستويات الخدمة للشبكة المدروسة، وبالتالي يجب الأخذ بعين الإعتبار كلا الموديلين أثناء التحليل العملياتي.

الكلمات المفتاحية: النمذجة الميكروسكوبية، مبدأ تتابع العربات، التحليل العملياتي، دليل السعة الأمريكي

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

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (40) العدد (4) 2018
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (40) No. (4) 2018

Operational Analysis of Traffic flow Using Microscopic Simulation –Evaluating and Analyzing Tartous City's CBD-

Dr. Akram Rustom[*]
Abdulrahman Qaba[**]

(Received 10 / 4 / 2018. Accepted 9 / 8 / 2018)

□ ABSTRACT □

The tools of evaluation and operational analyze for traffic flow are changeable from each other. Every country has its own model. The technology revolution has change these tools. In this paper, we use one of the famous model in traffic analyze field. The Gipps Model, which known by the application of Traffic Ware Collection (Synchro- Simtraffic). We use Synchro 9.0 for the operational analyze depending on the High Way Capacity Manuel 2010 (HCM 2010) mythology. Then we use the Gipps model to evaluate the study area depending on microscopic criteria, which are Saturation flow, speed, headway and delay. After the operational analyze and microscopic evaluation, we choose two parameters to compare and estimate the performance of the network. Speed and Delay are the main parameters of comparison. According to speed and delay parameters, we determined the Level of Service (LOS) and a reflection of the field traffic flow. According to these promising results, we recommended analyzer to use both model in the operational analyze and evaluation of traffic flow.

Key Words: Microscopic Modeling, Car following Concept, Operational Analyze, HCM

[*] **Assistant Professor at Tishreen University- Dep. Of Transport& Traffic Engineering- Lattakia- Syria**
[**] **Master Student at Tishreen University- Dep. Of Transport& Traffic Engineering- Lattakia- Syria-Eng.abdtamam@gmail.com-**

مقدمة:

تعتمد المحاكاة على تحليل الظواهر والنظم الموجودة في الواقع ببعديه الفراغي والزمني وذلك عن طريق موديلات (رموز وصيغ) رياضية، فيزيائية، إقتصادية وغيرها آخذين بعين الإعتبار قبل كل شيء الهدف من التحليل.

برامج المحاكاة والنمذجة متعددة الموديل الرياضي، تعتمد على النمذجة والتحليل البياني للمدن مع إمكانية تعديل بارامترات التحليل بما يتوافق مع وضع المدينة المدروسة، مثل VISSIM وبرنامج SYNCHRO. وتقوم هذه البرامج بعرض البيانات التي تم إدخالها مسبقاً على شكل مركبات ومشاه في بعدين أو ثلاثة أبعاد، حيث يتحكم البرنامج في حركة المركبات والتفاعل فيما بينها (مايكروسكوبية & ميكروسكوبية)

النمذجة الميكروسكوبية:

تعني أن كل نوع من المدخلات الحقلية (عربات– قطارات– أشخاص) يتم محاكاتها بشكل منفرد، وتمثّل بكيان مواز ومماثل لهذه المتغيرات على البرنامج، ويتم دراسة المتغيرات وتأثيرها على النموذج.[1]

النمذجة الماكروسكوبية:

تمثل هذه الموديلات الجريان المروري، وتأخذ بالاعتبار خصائص التيار المروري (السرعة، الغزارة والكثافة) وكذلك العلاقات بينها، وتستخدم هذه الموديلات عادةً معادلات تقليدية للجريان وحالة الاضطرابات التي تحصل ضمن النظام.

تمكن هذه النمذجة من التنبؤ بالامتداد المكاني والزماني للإزدحام المروري الذي قد ينجم عن الزيادة في الطلب المروري أو عن الحوادث التي تحصل على الشبكة، ولكن هذه الموديلات لا تمكن من نمذجة تفاعل العربات من أجل أشكال لتصاميم بديلة.[1]

إن دراسة الحركة المرورية يتطلب دراسة شاملة للبنية الهندسية والوضع المروري من أجل الوصول إلى حالة تشخيص واقعية لحركة المرور، درس كلٌ من Lin و Yang حالة الحركة المرورية في مركز مدينة بيكين واعتمدا على دراسة الظواهر المرورية بالاعتماد على النمذجة الميكروسكوبية والاستعانة ببرنامج PTV VISSIM، اعتمدا التحليل العملياتي لمنهجية HCM2010، وكذلك معايير النمذجة الميكروسكوبية، وأهم المعايير التي اعتمدت في دراسة الحركة كانت (طول الرتل– زمن الرحلة– أزمنة التأخير–سرعة الرحلة)، ولكن الموديل المستخدم –Weidman1974– يحتاج إلى معايرة وفقاً لسلوكية السائق (مسافة الأمان– التسارع والتباطؤ).[2]

معظم مدن العالم الثالث تستخدم الطرق لحالة مرور مختلطة، أي تعدد أنماط النقل والعربات من دون وجود ضوابط وفصل للحارات على هذه الطرق، مما يؤدي الى تغير معايير التقييم، ولا يوجد حارات مخصصه للأنماط وكذلك الامر بالنسبة للعربات.[2]

في ظروف الحركة المرورية المختلطة تم الاعتماد على دراسة معايرة نتائج التحليل وفق معايير سلوكية السائق، اعتمد كلٌ منMEHAR& CHANDRA& VELMURUGAN على بارامترين لسلوكية السائق هما مسافة التوقف CC0 والفاصل الزمني CC1، بالإضافة إلى منحني سرعة الجريان.[2]

وتمت المعايرة وفق المعادلتين الرئيسيتين لسلوكية السائق:

$$CC_{0mixed} = CC0_{car} * P_{car} + CC0_{TW} * P_{TW} + CC0_{3W} * P_{3W} + CC0_{HV} * P_{HV}$$

$$CC_{1mixed} = CC1_{car} * P_{car} + CC1_{TW} * P_{TW} + CC1_{3W} * P_{3W} + CC1_{HV} * P_{HV}$$

حيث CC0 مسافة التوقف، CC1 الفاصل الزمني.[2]

ومن وجهة نظر مختلفة فإن المعايير المؤثرة على عمليات التحليل ونتائجها على الحركة المرورية، تعتمد بشكل رئيسي على النماذج المتعددة للتحليل، وبالإعتماد على أدوات التحليل التي درسها الباحث LOWNES في تحليل السعة وتأثيرها على حركة المرور نجد أنها معايير متعلقة بسلوكية السائق وقد رتبت حسب الأهمية بالجدول رقم(1):[3]

الجدول (1-1) المعايير المتعلقة بسلوكية السائق:

CC0-stop condition distance	مسافة التوقف
CC1- Headway Time	الفاصل الزمني
CC2- Following Variation	المسافة الزائدة عن مسافة الأمان للتوقف
CC4& CC5- Following Thresholds	معامل الاقلاع
CC8- stopped condition acceleration	مسافة التسارع
CC7	معامل مسافة التسارع الفعلية
البارامترات المركبة	
CC0& CC8	CC1& CC4/CC5
CC2 & CC4/CC5	CC7 & CC2
CC7 & CC4/CC5	CC7 & CC8

وفعالية أي موديل مقترح لتحليل حركة المرور يجب أن يخضع فيها هذا الموديل لعملية معايرة ومقارنة عملية علمية وخصوصاً في حالة المرور المختلط.[4]

ولقد استخدم كلٌ من الباحثين SIDDHARTH& RAMADURAIB برنامج PTV VISSIM في تحليل حالة المرور المختلط في مراكز المدن، واعتمدا معايير النمذجة الميكروسكوبية، مع الأخذ بعين الاعتبار معايير سلوكية السائق، باعتبار الحركة المرورية حركة ذات طابع عشوائي غير متجانسة، ووفقاً للتحليل العملياتي للحركة المرورية، فإن هذا التحليل يحتاج إلى تصحيح ومعايرة وفق ثلاثة معايير هي سلوكية السائق والتسارع وسرعة الجريان.[4]

إن عمليات النمذجة وفق الموديلات الميكروسكوبية تحتاج إلى عملية تصحيح ومعايرة للنتائج سواء استخدمنا CORSIM- SIMTRAFFIC-VISSIM، ومن خلال الدراسة والتحليل والمتابعة وجد أن حالة المرور الحدية التي يصل فيها الجريان المروري إلى السعة أي V/C=1 تتطلب عملية معايرة وتصحيح، وكذلك الأمر بالنسبة لأزمنة التأخير وسرعة الجريان، والمعيار الأساسي لعملية المعايرة هو الفاصل الزمني، ومن خلال عملية التتبع للنمذجة الميكروسكوبية، وجد أن بارامتر سلوكية السائق (الفاصل الزمني) يؤثر على تحليل السعة وعلى أزمنة التأخير، ولكن عملية المعايرة والتصحيح تخضع لعدد مرات التحليل وفقاً للموديل الميكروسكوبي المستخدم.[5]

وقام الباحثان PARK& WON بدراسة مدى مطابقة كلٍ من SIMTRAFFIC- CORSIM، حيث إعتمدت الدراسة على تحليل حركة المرور لـ 12 تقاطع منظم بإشارة ضوئية، وأظهر التحليل العملياتي لحركة المرور أن الفروق بين أزمنة الرحلة الحقلية والأزمنة الناتجة عن عملية النمذجة تحتاج إلى معايرة، وقد اعتمد الباحثان على معايرة نتائج التحليل باستخدام أزمنة الرحلات وعمليات التصحيح للموديل باستخدام طول الرتل.[6]

1. التحليل العملياتي وفقاً لموديل HCM2010

تختلف طريقة التقييم حسب المعايير والطرق المراد تقييمها، وتعتبر هذه المنهجية شاملة لتقييم الأداء والسعة وجودة الخدمات، وهذه المنهجية تتضمن أيضاً موديلات أزمنة الرحلات وقياس أدائها وتحديد المصادر التي تسبب المشاكل

المرورية على هذه القطاعات، ويعطي التحليل النهائي تصور شامل حول وضع هذه القطاعات وطرق حل المشاكل المرورية.[10]

وباعتبار أن الشبكة المدروسة تتكون من وصلات وتقاطعات منظمة بإشارات ضوئية، فإن هذا الدليل يوصف التقاطعات المنظمة ويضع منهجية لتقييم هذا النوع من المنشآت الطرقية، وتتضمن هذه المنهجية مجموعة من بارامترات قياس الأداء، والتي تعتبر أدلة لتحديد مصدر المشاكل المرورية وطرق حلها.[10]

وتشمل مقاييس الأداء نسبة الغزارة إلى السعة، أزمنة التأخير، وأنماط تشكل الرتل، ويعبر عن هذه المقاييس بمستوى الخدمة، ويتم تحديده وفقاً لأزمنة التأخير بشكل رئيسي بالنسبة للتقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية.[10]

2. التحليل العملياتي وفقاً لموديل تتابع العربات:

تعتمد دراسة نمط تتابع العربات على الحارة المرورية الواحدة على سلوكية السائقين فيها، وتوصف العربات في الحارة الواحدة على أنهما متتابعتين إذا كانت العربة تسير وفق تسارع مقيد ولكن إذا زدنا نسبة التسارع إلى السرعة المرغوبة سيؤدي ذلك إلى التصادم، ولكن العربة غير المقيدة بحركة عربة أمامية أو خلفية تعتبر بشكل عام عربة حرة (غير مقيدة) ويسير السائق في هذه الحالة بسرعته المرغوبة، والتتابع في هذه الحالة يدرس اعتمادا على التسارع وهذا الموديل طوره العالم Gipps (1981) ويوصف الموديل على انه موديل سرعة وتسارع، وهناك بعض الموديلات التي تأخذ بعين الاعتبار سلوكية السائق فقط أثناء تتابع عربتين أو أكثر، بينما موديلات أخرى تأخذ بعين الاعتبار كل الحالات والفرضيات للموديل ومن أشهرها موديل ويدمان Wiedman 1974 .[13]

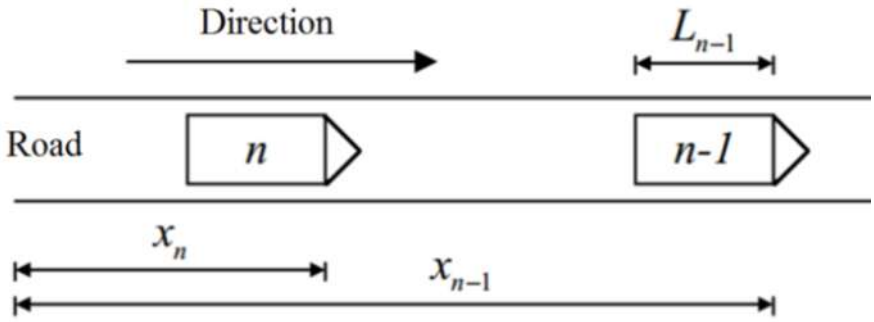
إن معظم موديلات تتابع العربات تأخذ عدة معايير وفرضيات لوصف موديل التتابع، وأهم ثلاثة معايير تستخدم لتحليل ودراسة التتابع هي:

1- دراسة الحركة غير المقيدة (حركة حرة)
2- دراسة العربات المتتابعة (حركة مقيدة)
3- دراسة الحركة أثناء التباطؤ المفاجئ.[11]

➢ **المفهوم:**

يعبر مبدأ تتابع العربات عن تفاعل العربات مع بعضها أثناء الحركة وتوزعها على الحارة الواحدة أثناء الجريان المروري، ويحدد التتابع وفق الفاصل الزمني بين عربتين متتاليتين (المسافة، Headway).[12]

ويحاكي هذا الموديل سلوكية السائق أثناء حركة التتابع، والحركة ستتقيد بتسارع معين وفق العربة الأمامية في نفس الحارة، والشكل (6-1) يوضح عملية التتابع والمفاتيح الأساسية لموديل التتابع.



الشكل (3-1) يوضح عملية التتابع

3-1 تصنيف موديل تتابع العربات: Classification of Car Following Model

3-1-1 الموديل العام لتتابع العربات: General Car following models (GHR)

يعتمد الموديل العام لتتابع العربات على توضيح العلاقة بين العربات اللاحقة والعربة التي تقود الحركة – العربة الأمامية– وفقاً لتابع توصيف الاستجابة بين العربات المتتابعة، والبارامتر الأساسي في عملية بناء فرضية الموديل هو التسارع، أي السرعة المستخدمة في لحظة التتابع والمسافة الفاصلة بين العربات المتتابعة، ويحسب التسارع للعربات المتتابعة وفقا للمعادلة التالية:[12]

$$a_n(t) = \propto * v_n^{\beta}(t) * \frac{v_{n-1}(t-T) - v_n(t-T)}{x_{n-1}(t-T) - x_n(t-T)^{\gamma}}$$

حيث:

$\alpha>0$، والمعاملان β و γهما أساسيان وتعطى أوزان حسب الهدف من الموديل، أما $v_{n-1}x_{n-1}$, سرعة وموقع العربة الأمامية.[16]

3-1-2 موديلات مسافة الأمان: Safety Distance Models

يعد موديل Gipps أشهر موديل لهذا النوع، ويفترض هذا الموديل أن لكل سرعة تساوي 16 كم/سا من السرعة الإفتراضية، تكون المسافة الفاصلة بين عربتين متتالين مساوية على الأقل طول العربة، وفي حال كانت الحركة مقيده أو الجريان حراً، فإن العربات تخضع لتأثير التتابع، ويعتبر الفاصل الزمني بين العربات آمن، إذا كانت العربة الخلفية متفاعلة مع العربة الأمامية، أي في عمليات التسارع والتباطؤ، دون الحاجة إلى التفاعل الاضطراري، ولكن إذا كانت السرعات متساوية للعربات المتتابعة، في هذه الحالة لا يوجد تفاعل بين العربات ولا يوجد تتابع.[12]

3-1-3 موديل سايكو–فيزيكس: Psycho–physic models

يفترض هذا الموديل أن تفاعل المتتابعين عشوائي ويخضع لتغير سرعة العربة الأمامية، وهذا الموديل يعطي محاكاة تشبه كثيراً حالة الحركة المرورية، واعتمد الباحثون في تقديم وجهة نظر سايكولوجيه نفسية لتصرف السائقين أثناء القيادة وفقاً لمتغيرين أساسين:

- بالنسبة للمسافات الكبيرة فإن السائق للعربة الخلفية لا يتأثر بالعربة الأمامية، أي أن السرعات غير مختلفة.
- بالنسبة للمسافات الفاصلة الصغيرة، لا تتأثر حركة السائق للعربة الخلفية إلا في حالة وصول العربة الخلفية إلى أقل مسافة فاصلة التي قد تؤدي إلى تصادم.

ويعتمد هذا الموديل على نقاط التصادم، والتي تحدد وفقاً لتغير سلوك السائق أثناء اقترابه من العربة الامامية، ويحدث في هذه اللحظة تغير لسرعة العربة الخلفية، ولا يحدث تأثير لهذه العربة إلا إذا وصلت لنقطة التصادم.[12]

3-1-4 موديل المنهج الضبابي: Fuzzy–logic models

يعبر هذا الموديل عن إعدادات برمجية تعطي تنبيهاً للعربات المتتابعة في حال تجاوزت مسافة الأمان واقتربت العربة الخلفية من العربة الأمامية، لتعود بعد ذلك العربة الخلفية من حالة التسارع إلى حالة التباطؤ.[12]

يعتبر هذا الموديل امتداداً لعمليات التطوير لمبدأ تتابع العربات وتطبيقات الثورة العلمية في مجال البرمجيات التطبيقية، ويستطيع السائق تقدير وافتراض السرعة للعربة الامامية، كما يمكن إدخال تابع تعريفي أثناء بناء الموديل لتقييم حالة المرور والكثافة المرورية من أجل مراقبة الحركة المرورية وتحديد النقطة التي يبدأ فيها السائق في تقدير السرعة.[12]

ويعتمد برنامج Simtraffic المستخدم في دراستنا على المعادلة الأساسية للعالم Gipps، والذي يطلق عليه موديل مسافة الأمان، ويعتمد على تغير الفاصل الزمني بين العربة الأمامية والعربة التي تليها أي الخلفية، والفاصل الزمني ناتج عن السرعة والمسافة وسلوك السائق، ويقسم تتابع العربات إلى قسمين:

1- موديل التتابع السريع: يستخدم هذا الموديل عندما تكون سرعة العربة الأمامية أكبر من 2 قدم/ثانية

2- موديل التتابع البطيء: يستخدم هذا الموديل لتحديد العربات ذات السرعة البطيئة أي اقل من 2 قدم/ثانية، أو تكون العربة الأمامية بحالة توقف اضطرارية أو توقف لتغيير الحارة المرورية (Husch & Albeck, 2004).[15]

والمعادلة الأساسية المستخدمة هي:

$$V(n,t+T)=V(n,t)+2.5a(n)T\left[1-\frac{V(n,t)}{V*(n)}\right]\sqrt{0.025+\frac{V(n,t)}{V*(n)}}$$

حيث:

V(n,t): سرعة العربة n في الزمن t

V*(n): السرعة المرغوبة للعربة n في الموقع الحالي

a(n): التسارع الاعظمي للعربة n

T: زمن التفاعل

وتقدر المسافة بين العربات المتتابعة ب 5 قدم، وفقا الآلية البرمجية لعمل البرنامج.[14]

الجدول (3-1) يوضح العناصر الأساسية لموديل Gipps

العنصر	الواحدة
تسارع العربات A_n	m/s
موقع العربة x_n	m
سرعة العربة v_n	m/s
المسافة بين العربات Δx	m
فرق السرعة بين العربتين Δ_v	m/s
السرعة المقترحة للعربة v_n^{prop}	m/s
طول العربة السابقة L_{n-1}	m
الطول الفعال للعربة السابقة S_{n-1} $Sn-1=L_{n-1}+safty\ distance)$	m
زمن التفاعل T	s

3-2 : بارامترات التحليل وفق موديل Gipps لتتابع العربات:

الجدول (3-2) بارامترات التحليل وفق لموديل Gipps والمعتمدة في برنامج Simtraffic

البارامتر	القيمة الافتراضية
طول العربة	16 قدم
عرض العربة	6 قدم
السرعة الأعظمية	75 ميل/ساعه
التسارع الأعظمي	10 قدم/ث^2
التباطؤ	3-10 قدم/ث^2

التباطؤ في حالة الزمن الأصفر	7–12 قدم/ث^2
معامل السرعة	0.75–1.27
زمن ردة فعل السائق أثناء الزمن الأصفر	0.7–1.7 ث
زمن ردة فعل السائق أثناء الاخضر	0.2–0.8 ث
الفاصل الزمني أثناء التوقف	0.35 ث
الفاصل الزمني عند السرعة 20 ميل/سا	0.8 ث
الفاصل الزمني عندما تكون السرعة 20–80 ميل/سا	0.8–2.20
الثغرة الزمنية	2–5 ث
تدريجة سرعة المحاكاة	0.1 ث
زمن التتابع	2.5–4.5 ث

3-3 البارامترات التي اعتمدت للتحليل:

الجدول (6-3) البارامترات الافتراضية في برنامج Simtraffic المستخدمة في النمذجة الميكروسكوبية.[14]

Driver Types	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Yellow Decel (m/s^2)	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	3.30	3.00	2.70	2.40	2.10
Speed Factor (%)	0.85	0.88	0.92	0.95	0.98	1.02	1.05	1.08	1.12	1.15
Courtesy Decel (m/s^2)	3.00	2.70	2.40	2.10	1.80	1.50	1.20	1.20	0.90	0.90
Yellow React (s)	0.7	0.9	1.0	1.0	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4	1.7
Green React (s)	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4	0.3	0.2
Headway @ 0 km/h (s)	0.65	0.63	0.60	0.58	0.55	0.45	0.42	0.40	0.37	0.35
Headway @ 30 km/h (s)	1.80	1.70	1.60	1.50	1.40	1.20	1.10	1.00	0.90	0.80
Headway @ 80 km/h (s)	2.20	2.00	1.90	1.80	1.70	1.50	1.40	1.30	1.20	1.00
Headway @ 130 km/h (s)	2.20	2.00	1.90	1.80	1.70	1.50	1.40	1.30	1.20	1.00
Gap Acceptance Factor	1.15	1.12	1.10	1.05	1.00	1.00	0.95	0.90	0.88	0.85
Positioning Advantage (veh)	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	2.0	2.0	2.0	1.2	1.2
Optional Advantage (veh)	2.3	2.3	2.3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5
Mandatory Dist Adj (%)	200	170	150	135	110	90	80	70	60	50
Positioning Dist Adj (%)	150	140	130	120	110	95	90	80	70	60
Avg Lane Change Time (s)	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10
Lane Change Variance +/- (%)	10	10	10	20	20	20	30	30	30	30

3. الإشكالية:

تتلخص الإشكالية في حالة عدم التعيين للحركات المرورية المختلطة (الحركة المختلطة أو العشوائية هي حالة حركات المرور التي لا تعتمد على حالة تخصيص مسارات خاصة لكل نمط من أنماط النقل، وعدم تخصيص حارات لحركات الإنعطاف التي تتجاوز فيها غزارة الإنعطاف 300 عربة/ ساعة)، كما أن هناك مجموعة من العوامل التي لا تنطبق على الحالة العامة لحركة المرور في المدن النامية، مثل دراسة سلوكية السائقين ومدى الإلتزام بالقوانين العامة لحركة المرور، كذلك الأمر بالنسبة للإشتراطات الهندسية، وغزارات الإشباع والعلاقة بين الغزارة والسعة.

أهمية البحث وأهدافه:

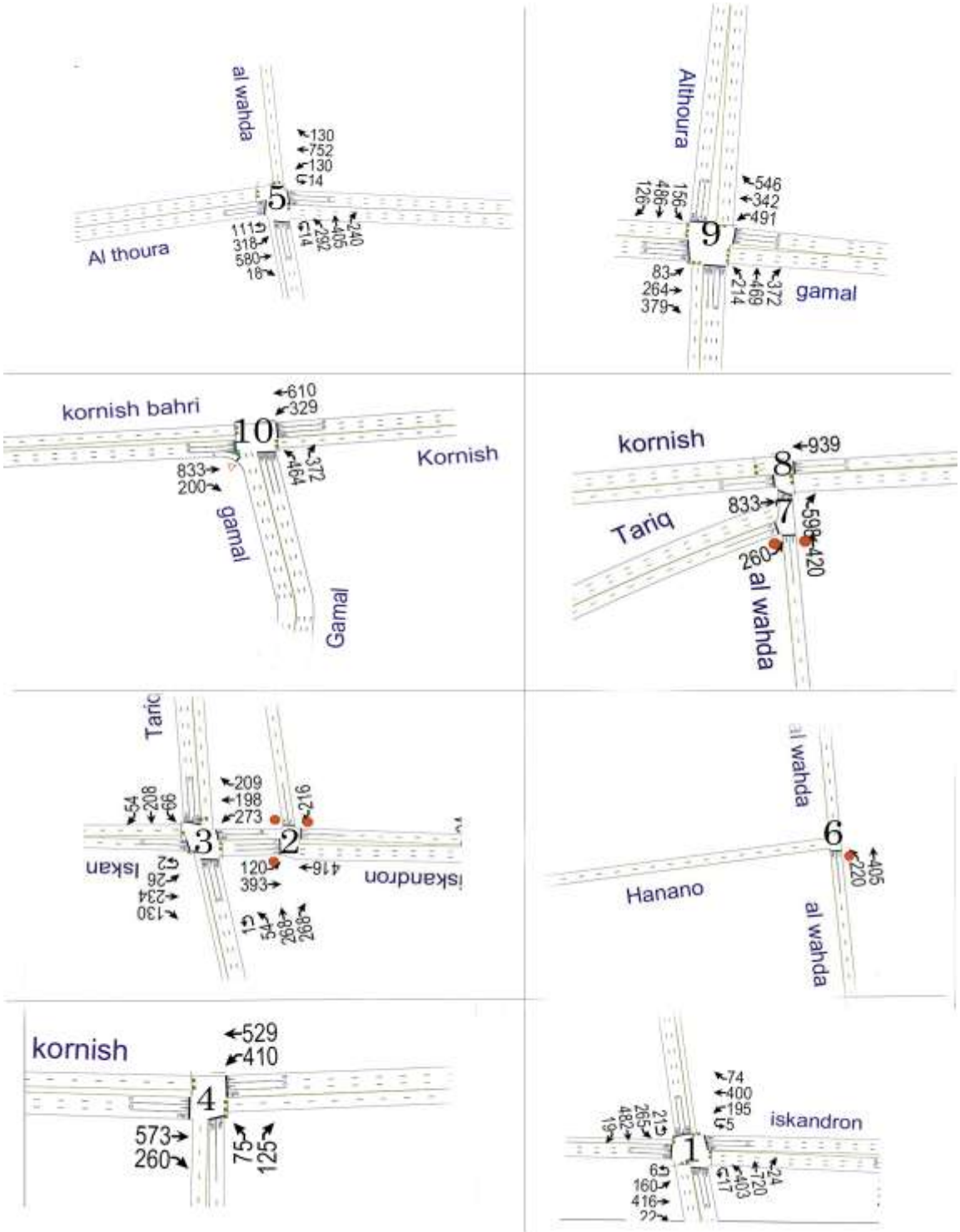
إن الغاية الأساسية من هذه الدراسة هي بناء موديل نمذجة وتقييم لحالة الحركة المرورية المختلطة وتحديد مناطق تشكل الرتل وتحديد المعايير الأساسية لعملية البناء، الموديلات العالمية المستخدمة في الوقت الحالي تعطي تصوراً شاملاً عن حالة المرور وعن توزع أنماط الحركة، ولكن هناك بعض المعايير التي لا تنطبق على حالة المرور في المنطقة المدروسة، ومن هذه العوامل عوامل سلوكية السائق، وبالتالي فإن عملية البناء وفق موديل SIMTRAFFIC تحتاج إلى عملية معايرة وتصحيح ليحاكي النموذج المطبق واقع منطقة الدراسة.

منهجية البحث:

1) تحديد منطقة الدراسة (مركز مدينة طرطوس)، وحددت منطقة الدراسة بالمحور الشرياني شارع الثورة والمحور الثاني شارع الكورنيش البحري، تبدأ من تقاطع شارع جمال عبدالناصر مع شارع الثورة وتقاطع شارع خالد بن الوليد مع شارع الكورنيش شمالاً إلى تقاطع شارع الثورة مع شارع إسكندرون وتقاطع شارع الكورنيش البحري مع شارع إسكندرون جنوباً، وقسمت منطقة الدراسة إلى قطاعيين، القطاع الأول يبدأ من شارع جمال عبدالناصر شمالاً الى شارع الوحدة جنوباً ويشكل أربعة تقاطعات طرفية (شارع الثورة مع شارع جمال عبدالناصر، وشارع الكورنيش البحري مع شارع جمال عبدالناصر، شارع الوحدة مع شارع الثورة، وشارع الوحدة مع شارع الكورنيش البحري)، أما القطاع الثاني فحدد بالمنطقة المحصورة ضمن شارع الوحدة وشارع إسكندرون ويوجد فيه التقاطعات التالية (شارع الثورة مع شارع الوحدة ، وشارع الكورنيش البحري مع شارع الوحدة، شارع إسكندرون مع شارع الثورة، وشارع إسكندرون مع شارع الكورنيش البحري)، أما الشوارع الداخلية ضمن المركز تم إختيار المحاور ذات الإمرار الأكثر والمتجمعة فيها أرتال العربات، وهما شارع طارق بن زياد وشارع هنانو، والشكل (4-1) يوضح تقسيم منطقة الدراسة.

الشكل (6-1) صورة باستخدام Google Earth لمركز مدينة طرطوس مع تقسيم قطاعات منطقة الدراسة

2) تجميع البيانات الهندسية والمرورية وقياس الغزارات المرورية والخصائص المرورية للحركة (نمط تشكل الرتل– عدد العربات في أوقات الذروة– نوع نظام التحكم المروري– أزمنة التأخير– أزمنة الرحلات– سلوك السائقين– منحنى سرعة الجريان الحقلية)، والشكل (6–1) يوضح الغزارات المرورية على التقاطعات المدروسة.



الشكل (6–2) الغزارات المرورية للتقاطعات المدروسة في مركز مدينة طرطوس

3) التحليل العملياتي باستخدام موديل HCM2010، وبالاستعانة ببرنامج SYNCHRO وبرنامج SIMTRAFFIC للتحليل وفق نموذج المحاكاة الميكروسكوبية.

النتائج والمناقشة:

- التحليل العملياتي وفق HCM 2010:

الجدول (7-1) يوضح نتائج التحليل العملياتي لكل التقاطعات في الشبكة المدروسة:

رقم التقاطع	التقاطع	V/Cنسبة	أزمنة التأخير (Sec)/Veh	مستوى الخدمة LOS
1	Iskandron+Thoura	1.65	82.6	F
2	Iskandron+Hanao	0.45	11.4	B
3	Iskandron+Tariq	0.6	10.3	B
4	Iskandron+Kornish	0.9	12.5	B
5	Wahda+Thoura	1.32	58.1	E
6	Wahda+Hanao	0.52	10.6	B
7	Wahda+Tariq	0.18	9.9	A
8	Wahda+Kornish	0.71	17.7	B
9	Gamal+Thoura	0.86	17	B
10	Gamal+Kornish	0.95	20.4	C

- نتائج التحليل وفق الموديل: حيث تم إجراء عملية النمذجة 10 مرات لزيادة دقة الأرقام الناتجة.[11]

الجدول (7-2) يوضح نتائج التحليل وفق الموديل الميكروسكوبي المستخدم

رقم التقاطع	التقاطع	السرعة (km/h)	أزمنة التأخير (sec)	معدل زمن الرحلة (sec)
1	Iskandron+Thoura	11	23.8	29.7
2	Iskandron+Hanao	62	1.4	9.6
3	Iskandron+Tariq	21	8.5	12.3
4	Iskandron+Kornish	14	23.6	31
5	Wahda+Thoura	18	32.6	12.7
6	Wahda+Hanao	41	4.2	12.6
7	Wahda+Tariq	33	5.6	12.8
8	Wahda+Kornish	38	15.2	33.1
9	Gamal+Thoura	22	23.6	39
10	Gamal+Kornish	38	13.8	35.2

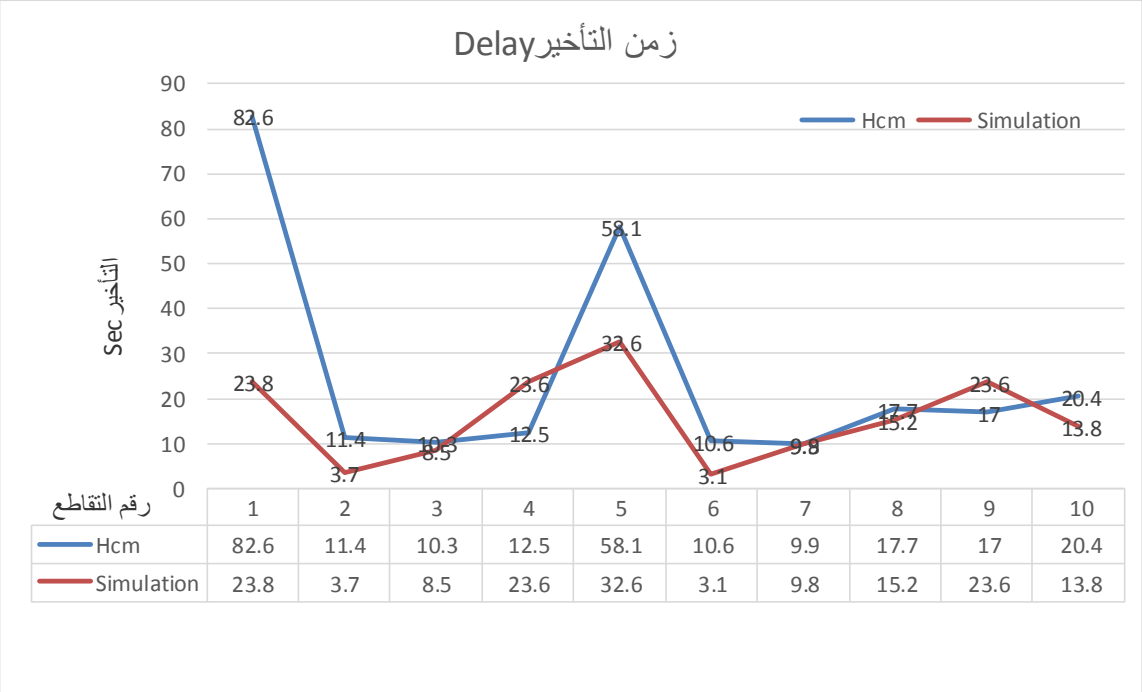
- المقارنة بين التحليل العملياتي وفقاً لموديل HCM2010 وموديل GIPPS الميكروسكوبي:

تتطلب عمليات التحليل الكثير من البيانات والدراسة من أجل الحصول على موديل قابل للتطبيق والتطوير ضمن المناطق المحلية، ومن خلال البيانات المتوفرة قمنا بالتحليل وفق منهجيتين منفصلتين، منهجية HCM2010، ومنهجية

النمذجة الميكروسكوبية بالاعتماد على موديل Gipps وفقا لبرنامج Simtraffic، وتم الاخذ بعين الاعتبار معيارين أساسين في المقارنة:

- **أولاً: أزمنة التأخير**: نلاحظ في الشكل (7-1) أن هناك فروقات واضحة في أزمنة التأخير وفق الموديلين، وقد تم التحقق من قيم أزمنة التأخير عن طريق تكرار عدد مرات التحليل.

ثانياً: السرعة: نلاحظ من الشكل (7-2) أن السرعة تلعب دوراً هاماً في تغيير نتائج التحليل، والتي قد تؤدي **الشكل**



رقم التقاطع	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hcm	82.6	11.4	10.3	12.5	58.1	10.6	9.9	17.7	17	20.4
Simulation	23.8	3.7	8.5	23.6	32.6	3.1	9.8	15.2	23.6	13.8

(7-1) المقارنة بين موديل HCM2010 وموديل GIPPS وفقاً لإزمنة التأخير

- إلى تدني مستويات الخدمة على التقاطع، ووفقا للبرنامج المستخدم في التحليل فإن السرعة ترتبط بشكل مباشر بالفواصل الزمنية بين العربات، وكذلك الامر بالنسبة لغزارات الاشباع، ومن أجل كل قيمة للسرعة تختلف قيمة الفاصل الزمني وكذلك غزارة الاشباع، ووفقا للدليل المرجعي لبرمجة Simtraffic، فإن العلاقة بين هذه المعاملات موضحة بالشكل التالي:[14]

$$s = 3600 / TV$$

s = Saturated Flow Rate (vph)
TV = HW + L/spd = Time per vehicle
HW = headway between vehicles
L = Length of vehicles including stopped distance between
spd = vehicle speed (ft/s)
L = 19.45ft using default vehicle parameters

أما الفواصل الزمنية لكل سرعة موضحة كالتالي:

HW0 = 0.5 s = Headway at 0 mph
HW20 = 1.3 s = Headway at 20 mph

HW50 = 1.6 s = Headway at 50 mph
HW80 = 1.6 s = Headway at 80 mph.[20]

رقم التقاطع	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
HCM	12.5	48	48	48	35	48	48	48	48	40
Simulation	11	38	21	14	18	28	21	38	22	38

الشكل (7-2) المقارنة بين موديل HCM2010 وموديل GIPPS وفقاً للسرعة

الاستنتاجات والتوصيات:

نلاحظ أن الحالة الأقرب للواقع هي حالة التقييم وفقاً للموديل الميكروسكوبي GIPPS، وأعطت نتيجة مقاربة لحالة الحركة المرورية في مركز مدينة طرطوس، لكن في حالة إستخدام التقييم وفق موديل HCM فهناك إختلاف في قيم التأخير والسرعة، ونلاحظ أن الفرق في زمن التأخير للتقاطع رقم 1 (تقاطع شارع الثورة مع شارع إسكندرون) بين طريقة التحليل وفقاً لموديل HCM وموديل GIPPS تجاوزت 50 ثانية، وكذلك التقاطع رقم 5 (تقاطع شارع الثورة مع شارع الوحدة) تجاوزت 20 ثانية، وحسب فرضيات ومنهجية HCM فنحن نحتاج الى دراسة حقلية متكاملة لكل المعايير التي تؤخذ بعين الاعتبار أثناء عملية التحليل العملياتي مثل غزارات الاشباع ونمط المرور وأشكال التحكم، من أجل الوصول إلى موديل تحليلي تقييمي يوافق الحالة الحقلية، وتعتبر الموديلات الميكروسكوبية أداة تطبيق ذات فائدة علمية وعملية، حيث تعطي تصوراً واقعياً للحركة المرورية وتساعد على فهم واستيعاب الواقع المروري وتحديد أماكن الاختلالات، كما انها تساعد في تطبيق نظرية تعدد الحلول وبالتالي تطبيقها ضمن الواقع الافتراضي وتحديد عيوب الحلول قبل تطبيقها في الواقع.

التوصيات:

1- ربط التحليل العملياتي للتقاطعات المنظمة بالموديلات الميكروسكوبية من أجل الحصول على نتائج ذات جودة عالية، وتعطي تصور حقيقي للواقع.

2- مقارنة موديل Simtraffic مع بعض الموديلات الأخرى المستخدمة عالمياً مثل PTV Vissim.

3- تعتبر مراكز المدن ذات طابع مروري متغير من حيث كثافة المرور وغزارات المشاة، وفي هذه الدراسة تم التركيز على قياس الأداء للحركة المرورية من حيث الكثافات والغزارات وسرعة العربات فقط، وتعبر حركات المشاة ذات أهمية بالغة يجب دراستها بشكل منفصل وتحديد جوانب تأثيرها.

4- معايرة النتائج حقلياً، والاستعانة بأجهزة العد والقياس المروري للحصول على بيانات معايرة كالسرعة والفواصل الزمنية بين العربات بغية الحصول على موديل معدل يقيم الحالة المرورية في المناطق المحلية.

المراجع:

1- رستم، أكرم. كتاب هندسة المرور. منشورات جامعة تشرين عام 1997 ص 211

2- DONG LIN؛ XIAOKUAN YANG؛ CHAO GAO.*VISSIM-based Simulation Analysis on Road Network of CBD in Beijing*. Transportation Research Center, Beijing Uni. of Technology, NO.100, 2013, 461-472

3- ARPAN, M.؛ SATISH, C.؛ VELMURUGAN, S. *Highway Capacity Through Vissim Calibrated for Mixed Traffic Conditions*. KSCE Journal of Civil Engineering, Korea, No.18 (2), 2014, 639-645.

4- NICHOLAS E. L.؛ RANDY B. M. P.E. *VISSIM: A MULTI-PARAMETER SENSITIVITY ANALYSIS***.** Proceedings of the Winter Simulation Conference, U.S.A, Austin, 2006.

5- SIDDHARTH, S. M Pa؛ GITAKRISHNAN, R. *Calibration of VISSIM for Indian Heterogeneous Traffic Conditions*. Procedia,Chennai *India, No.104, 2013, 380-389.*

6- ERIK, E.؛ JOHAN, H. *Traffic Network Evaluation using Microscopic Simulation and Analytical Modelling-A Study of the Traffic Situation Arising after a High Profile Event at a Planned Football Stadium in Falkenberg-*. Göteborg, Sweden, Master Thesis, 2014.

7- 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, April 2013.

8- ZONG Z. TIAN؛ THOMAS, U.؛ ROElOF, E.؛ KEVIN B. *Variations in Capacity and Delay Estimates from Microscopic Traffic Simulation Models***.** Transportation Research Record 1802, Paper No. 02-2296**,** 2010**.**

9- BYUNGKYU, B. P.؛ JONGSUN, WON؛ ILSOO, YUN. *Application of Microscopic Simulation Model Calibration and Validation Procedure:A Case Study of Coordinated Actuated Signal System***.** Department of Civil Engineering, University of Virginia, U.S.A, 2005.

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

11- RICHARD W. ROTHERY**.** *Car Following Models***.** Lecturer, Civil Engineering Department, the University of Texas, Austin, TX, 2014.

12- IONUT-SORIN, M.؛ANA-MARIA CIOBÎCĂ2؛ MIHAELA POPA3. *Car-Following Models- Comparison Between Models Used by VISSIM and AIMSUN*. U.P.B. Sci. Bull., Series D, Vol. 78, Iss. 4, 2016.

13- JOHAN JA. Ol.؛ ANDREAS T. *Comparison of Car-following models*. SE-581 95 Linköping, Sweden, VTI meddelande 960A, 2004.

14- Traffic Ware, LTD. *Synchro 9 User Guide*. International stander Book No. 0-9742903-3-5, First Printing: April 2014.

15- ELSA, GE. TEDLA. *Selection of A Simulation Software to Model A Small Signalized System of A Multilane Arterial In The SOUTHEASTERN US***,** TUSCALOOSA, ALABAMA, Master Thesis, 2009**.**