مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية
المجلد 39- العدد 4 (2023) 58-67

Damascus university Journal for engineering sciences
Vol 39 No.4 (2023) : 58-67

استخدام أدوات النمذجة الميكروسكوبية للتخطيط المروري المستدام في ظروف المدن السورية"حالة درسيه مدينة دمشق ومحيطها الحيوي"

عبد الرحمن قبع[1]، أ.د شفيق داؤد[2]، د. م أكرم رستم[3]

[1]طالب دكتوراه في قسم هندسة النقل ومواد البناء- كلية الهندسة المدنية- جامعة دمشق.

[2]أستاذ في قسم هندسة النقل ومواد البناء- كلية الهندسة المدنية- جامعة دمشق.

[3]أستاذ مساعد في قسم هندسة المواصلات والنقل- كلية الهندسة المدنية- جامعة تشرين.

الملخص

تتطلب عمليات التحليل والنمذجة الكثير من البيانات والأدوات للوصول الى حلول فعالة وبوقت قياسي. وكذلك الأمر بالنسبة لدراسة طرق تطوير المدن لتحقيق الأمان والراحة للسكان. المدن الذكية تحتاج الى بيانات ضخمة سواء كانت ستاتيكية أو ديناميكية. وتختلف نوع هذه البيانات سواء كانت بيانات حالية أو بيانات سابقة، ميكروسكوبية أو ماكروسكوبية. ولتجميع هذا الكم من البيانات والاستفادة منها يتم استخدام نظم وأدوات تكنولوجية كأجهزة العد والإحصاء المرورية – أو الكواشف والكاميرات- بالإضافة إلى برامج النمذجة المتخصصة في التحليل والمحاكاة.

وتعّد موديلات النمذجة والمحاكاة الميكروسكوبيّة من أشهر هذه الموديلات وهي ذات طابع متغير، دقيق، وتحليلي. تدرس هذه الأنواع من الموديلات الحركات المرورية الفردية والمرتبطة بأرتال وبأنظمة تحكّم. واعتماداً على التغيرات بالثغرات الزمنية والخوارزميات المتعلقة باختيار الحلول المثلى. كما تحسب هذه الموديلات كل ما يتعلق بالخصائص المرورية والهندسية لحركة المرور مثل: أزمنة الرحلات، أزمنة التأخير، دورة الإشارات الضوئية، عرض الحارات، عدد الحارات، الجزر الوسطية، القنولة، وغيرها من الخصائص الهندسية والمرورية. تسمح مرونة هذا النوع من الموديلات بتحليل الحالات المعقدة والمركبة لأنظمة التحكم المرورية، في هذه الدراسة تم استخدام موديلات النمذجة الميكروسكوبية في تحليل حركة المرور في محيط مدينة دمشق ومركزها ودراسة الحالة المرورية الراهنة، والتنبؤ بالحالة المستقبلية. كما تم وضع نموذج مروري يقيم الوضع في المدن السورية. ويمكن استخدامه كأداة للتحليل والتخطيط المروري المستدام للمدن التي تخضع لعمليات إعادة الاعمار.

الكلمات المفتاحية: التخطيط المروري المستدام، الموديلات الميكروسكوبية، معايير التخطيط المروري.

تاريخ الإيداع:2022/5/12
تاريخ القبول:2022/9/20

حقوق النشر: جامعة دمشق -سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص **CC BY-NC-SA 04**

Use of Microscopic Modeling for the Sustainable Traffic Planning in Syrian Cities' Conditions "Case Study Damascus CBD and Its Surrounding"

Abdulrahman Qaba, Prof. Shafiq Dawod, Prof. Akram Rustom

[1]Doctoral Candidate at Civil Engineering Faculty- Transport& Material Dep.- Damascus Univ.- Damascus- Syria
[2] Professor at Civil Engineering Faculty- Transport& Material Dep.- Damascus Univ.- Damascus- Syria
[3] Assistant Professor at Civil Engineering Faculty- Transport& Traffic Dep.- Tishreen Univ.- Lattakia- Syria.

Abstract

Analyses and Modeling require massive data and advance tools to reach the effectiveness of solutions and reserve time, as well as the methods of cities plans development. Around the world, Smart City cannot be smart without smart traffic system, which offer the convenience and adaptive community. Smart cites need divers types of data, which can be dynamic or static, current or future. Advanced tools such as traffic survey devices, cameras and detectors required to collect these types of data. In addition, these data need to be analysis using the accurate application of modeling.

The Microscopic models one of the famous tools. This type of traffic model is multiple. It can analyze traffic follow and characteristics of traffic jam such as queue length, control types, cycle length, green time distribution and the critical gaps. Moreover, networks characteristics can be analyze through the lane number, lane width, and the turns movement. The microscopic modes described the complicated traffic situation and homogenous traffic. In this paper, the microscopic model has studied the CBD of Damascus City and its Centre, which evaluated the traffic follow and control type. The microscopic model (PTV VISSIM) has been calibrated and validated. Which can be use in Sustainable traffic plan for local Cites in the re-build stage.

Keywords: Sustainable Traffic Planning, Microscopic Models, Criteria Of Traffic Planning

Received: 12/5/2022
Accepted: 20/9/2022

Copyright: Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a CC BY- NC-SA

المقدمة:

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.

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

تعّد موديلات النمذجة والمحاكاة الميكروسكوبيّة موديلات ذات طابع متغير، دقيق، وتحليلي، تدرس هذه الأنواع من الموديلات الحركات المرورية الفردية والمرتبطة بأرتال وبأنظمة تحكّم، وإعتماداً على التغيرات بالثغرات الزمنية والخوارزميات المتعلقة باختيار الحلول المثلى، كما تحسب هذه الموديلات كل ما يتعلق بالخصائص المرورية والهندسية لحركة المرور مثل: أزمنة الرحلات، أزمنة التأخير، دورة الإشارات الضوئية، عرض الحارات، عدد الحارات، الجزر الوسطية، القنولة، وغيرها من الخصائص الهندسية والمرورية، تسمح مرونة هذا النوع من الموديلات بتحليل الحالات المعقدة والمركبة لأنظمة التحكم المرورية.

تستخدم موديلات النمذجة الميكروسكوبيّة تركيبة الكل أو اللاشيء (خوارزمية برمجية)، أي أنّ حالة المرور يمكن أن تكون حالة عشوائية وتتبع معادلة توزع عشوائية أو معادلة تعيين متغيرة وتعتمد هذه الخيارات على الهدف من بناء الموديل، ومن أهم الموديلات المستخدمة في هذا المجال (الموديل الأمريكي HCM-SYNCHRO) أو (الموديل الألماني PTV VISSIM).

الدراسات المرجعية:

✓ **<u>النمذجة الميكروسكوبيّة:</u>**

تعني أنّ كل نوع من المدخلات الحقلية (عربات – قطارات– أشخاص) يتم محاكاتها بشكل منفرد، وتُمثّل بكيان موازٍ ومماثل لهذه المتغيرات على البرنامج، ومن ثم تتم دراسة المتغيرات وتأثيرها على النموذج.

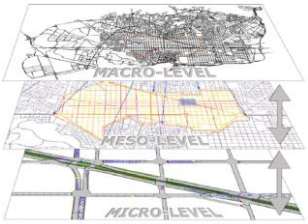
✓ **<u>النمذجة الماكروسكوبية:</u>**

تمثل موديلات النمذجة الماكروسكوبية الجريان المروري آخذةً بعين الاعتبار خصائص التّيار المروري (السرعة، الغزارة، الكثافة) وكذلك العلاقات بينها. تستخدم هذه الموديلات عادةً معادلات تقليدية للجريان وحالة الاضطرابات التي تحصل ضمن النظام تمكّن من التنبؤ بالامتداد المكاني والزماني للازدحام المروري، الذي قد ينجم عن الزيادة في الطلب المروري أو عن الحوادث التي تحصل على الشبكة، ولكن هذه الموديلات لا تمكّن من نمذجة تفاعل العربات من أجل أشكال لتصاميم بديلة.

✓ **النمذجة الميسوسكوبية:**

تمثل هذه الموديلات العربات المفردة، ولكنها تصف أنشطة هذه العربات وتفاعلاتها على أساس العلاقات الميكروسكوبية، والاستخدام الأساسي لهذه الموديلات هو في تقييم أنظمة معلومات المسافرين (الركاب)، (traveler information systems)، مثلا يمكن تمثيل حركة عربة مفردة مزودة بنظام معلومات الزمن الحقيقي للرحلة، (real-time travel information system) حيث تحدد أزمنة الرحلة بناء على معدلات السرعة على الشبكة، حيث يتم حساب معدلات السرعة هذه بناء على علاقات السرعة – الغزارة كما في دراسة، ويبين الشكل

(1) العلاقة بين مستويات التحليل المروري الماكروسكوبي والميكروسكوبي والميسوسكوبي. (DONG LIN, *et al.*, 2013)



الشكل(1) العلاقة بين مستويات التحليل المروري

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 (DONG LIN, *et al.*, 2013).

معظم مدن العالم الثالث تستخدم الطرق لحالة مرور مختلطة،(ARPAN, M, *et al.*, 2018) 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.

في ظروف الحركة المرورية المختلطة تم الاعتماد على دراسة معايرة نتائج التحليل وفق معايير سلوكية السائق، اعتمدت دراسة (ARPAN, M, *et al.*, 2018) على بارامترين لسلوكية السائق هما مسافة التوقف CC0 والفاصل الزمني CC1، بالإضافة إلى منحني سرعة الجريان.

تختلف طريقة التقييم حسب المعايير والطرق المراد تقييمها، (A. Mehar, *et al.*, 2014) 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.

الأسس النظرية لتخطيط نظم النقل والمرور المستدام:

تتطلب دراسات النقل والمرور نماذج متعددة المتغيرات لضمان جودة القرارت ومرونتها، للوصول الى حالة تطوير قابلة للتطبيق وبأقل تكلفة، ولذلك فإن دراسة أنظمة النقل والمرور تختلف فيها أنواع التأثيرات ويركز متخذي القرار فيما يتعلق بهذه الخطط على المؤثرات المتعددة الأهداف.

تعد أنظمة التحليل متعددة المعايير (Multi MCA Criteria Analyze) أو متعددة الأهداف (Multi MOA Objective Analyze) مرجعية بين الخيارات والاهداف من التحليل والدراسة، ولكن يجب أن تصنف الأهداف اعتماداً على الإطار الزمني للدراسة، وتعد الخطط غير المحددة هي الاستراتيجيات الأفضل من أجل تحقيق مبدأ الاستدامة ومراقبة النمو السكاني والعمراني، ويمكن القول أن هذه الاستراتيجيات المستدامة هي خطط تطويرية بعيدة المدى ويمكن تطبيقها، واعتمدت هذه الخطط المستدامة في مجال النقل والمرور على الموديلات الماكروسكوبية والميكروسكوبية.

يعتمد التخطيط المروري المستدام على التحليل متعدد المعايير وفقاً لهذه الخطوات الأساسية:
(J. Adam, and other, 2018)

1- تحديد محتوى القرار والاهداف من التحليل متعدد المعايير، ومن هم متخذي القرار.
2- تحديد الخيارات
3- تحديد الأهداف والمعايير لكل خيار مقترح.
4- تحديد النتائج المتوقعة لكل خيار مقترح بالمقارنة مع المعايير
5- تحديد الاوزان لكل معيار من المعايير

6- تجميع الاوزان ووضع الدرجات وتجمعيها لكل الخيارات

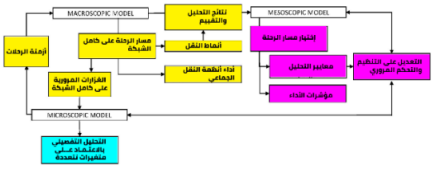
7- اختبار النتائج

8- اجراء اختبار الحساسية والتحليل لكل النتائج.

تعتمد الدراسات الشاملة للنقل والمرور على الأهداف والوسائل المستخدمة في التحليل، (R. Okraszewska, *et al.*, 2018) واعتمدت الدراسة على تجميع البيانات والإحصاءات، وبالاعتماد على هذه البيانات تمت عمليات التحليل وبأخذ معاملات النمو بعين الاعتبار تبين أن الزيادة السكانية ستؤثر سلباً على الرحلات ومعدلات أزمنة التنقل وبالتالي تحديد معايير التوسعات السكنية وفقاً للظروف الناتجة، وبالاعتماد على التخطيط العام المستدام لشبكات النقل ضمن المدينة بحيث تلائم التغيرات المرورية.

إن خطط التنظيم المروري تعتمد على دراسة برامج التخطيط والتطوير لمدد زمنية لا تقل عن 10 سنوات أخذة بعين الاعتبار التكلفة والهدف منها، وهذه الخطط تساعد على الوصول الى تنقلات امنة وخيارات متعددة، وترتكز الخطط المستدامة على البنى التحتية لشبكات النقل (الطرق- السكك الحديدة- وخطوط النقل الجماعي) كما تأخذ بعين الاعتبار الوسائط المستخدمة والاهم من ذلك الانسان وراحته، ويمكن تعريف الخطط المستدامة للنقل والمرور بأنها العمل المشترك بين المتنقلين والمجتمعات لتطوير خطط واستراتيجيات التنقل للوصول الى الملائمة في عدد التنقلات بالسيارات الخاصة للحد من اثار الازدحام. (P. L. Schiller, and other, 2011)

تختلف الأدوات التكنولوجية المستخدمة في دراسة وبناء الخطط المستدامة للنقل والمرور، (P. L. Schiller, and other, 2011) ولكن جميع هذه الأدوات تعتمد على الموديلات متعددة المعايير أو الموديلات متعددة المستويات ومن أكثر هذه الموديلات استخداماً هي الموديلات الميكروسكوبية ويمكن توضيح التحليل متعدد المستويات من خلال الشكل (2).

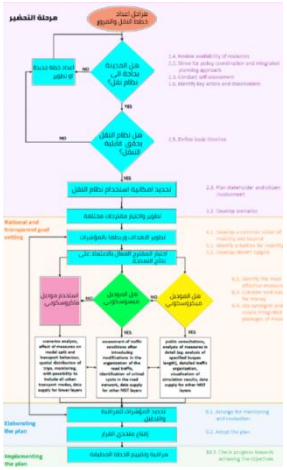


الشكل (2) التحليل متعدد المستويات لنظم النقل والمرور

(P. L. Schiller, and other, 2011).

يعتمد التحيل وفقاً للباحث على التقاطع بين التحليل الميكروسكوبي والماكروسكوبي، كما في الشكل (2)، أي تحديد مسار التحليل يعتمد بناءه على الموديل الماكروسكوبي، وتحليل الأزمنة والتقييم التشغيلي على الموديل الميكروسكوبي، أما تحليل المعايير ومؤشرات الأداء فيعتمد فيها على التحليل الميسوسكوبي.

تختلف مراحل العمل وفقاً للهدف من التحليل وطريقة بناء الخطة والمدة الزمنية لموديل التنبؤ ويمكن الاعتماد على المنهجية الموضحة بالشكل (3):



الشكل (3) مراحل معالجة خطط النقل والمرور.

(P. L. Schiller, and other, 2011)

يعبر الشكل (3) عن خوارزمية لمنهجية تخطيط النقل والمرور المستدام، حيث يتم أولاً طرح السؤال الأهم هل المدينة بحاجة الى خطة وهل هناك قابلية للتطوير، ومن

ثم طرح المشكلات وتحليلها وتقييمها واقتراح حلول لها بناء على النماذج المرورية المعتمدة كالنماذج الميكروسكوبية.

إشكالية البحث:

أدت الحالة العشوائية للتوسعات العمرانية إلى حالة عدم تعيين للحركة المرورية وزيادة الاختناقات المرورية وعدم قدرة شبكات النقل والمرور على استيعاب الحركة، كما أن هناك مجموعة من العوامل التي أدت الى تفاقم الوضع كانعدام الخطط المستدامة للنقل والمرور وبناء موديلات تنبؤيه تساعد على دراسة الطلب على النقل، كذلك دراسة الاشتراطات الهندسية، وشبكات النقل وأنظمة النقل البديلة.

أهداف البحث:

الاستفادة من النظم التكنولوجية والحاسوبية لبناء خطط نقل ومرور مستدامة تلبي حجم الطلب على النقل وتحسن وضع الشبكات من خلال:

1- استخدام موديلات النمذجة الميكروسكوبية في تحليل شبكات النقل والمرور.
2- بناء موديل ماكروسكوبي- ميكروسكوبي لدراسة خطط النقل قبل البدء بتطبيقها.
3- اختبار الاشتراطات الهندسية لشبكات النقل والمرور.
4- بناء موديل نمذجة وتقييم لحالة الحركة المرورية المختلطة وتحديد مناطق تشكل الرتل وتحديد المعايير الأساسية لعملية البناء، لتعطي تصوراً شاملاً عن حالة المرور وعن توزع أنماط الحركة.

منهجية البحث:

1. تحديد منطقة الدراسة (مدينة دمشق ومحيطها)، وحددت منطقة الدراسة بالمحور الشرياني المتحلق الجنوبي، ومن الجهة المقابلة محور إبراهيم هنانو المتفرع من دوار المواساة الى محور شكري القوتلي، ومحور المزة اتوستراد الى الاموبين، ومحور الثورة الممتد من قلعة دمشق الى محور 6 تشرين، ودراسة بعض التقاطعات الرئيسية في مركز المدينة ومنها دوار الاموبين، ساحة السبع بحرات، ساحة الجهاد، وغيرها، والشكل (4) يوضح منطقة الدراسة، اللون الأزرق يمثل المحاور المدروسة، واللون الأحمر التقاطعات المدروسة.

الشكل (4) صورة باستخدام Google Map لمدينة دمشق

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)، الجدول (1) يوضح الغزارات المرورية على المحاور الرئيسة للشبكة في مدينة دمشق والتي تم اجراءها بتاريخ (2021/6):

الجدول (1) الغزارات المرورية لمحاور مدينة دمشق

المحور المدروس	الغزارة المرورية pcu/h
اتوستراد المزه	3253
مهدي بن بركة	765
جسر الرئيس	1785
مزة جبل	984
6 ايار	785
خالد بن الوليد	1453
شكري القوتلي	3323
نصيب البكري	1450
نصيب البكري	2105
الربوة	1985
الجندي المجهول	796
الفحامة	1483
المتحلق الجنوبي	2300
6 تشرين	1450
فراس الخوري	1550
باب مصلى	675
شارع الميدان	1054
طريق المطار	650
فوزي اللحام	650
جرامانا- دويلعة	1350
كباس	357
شارع بغداد	1230
الثورة	1950
الميسات	760
كفر سوسة	620

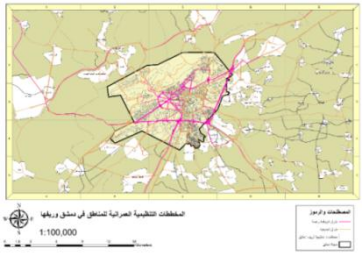
3. التحليل العملياتي باستخدام موديل ميكروسكوبي، وبالاستعانة ببرنامج PTV VISSIM للتحليل وفق نموذج المحاكاة الميكروسكوبية.

4. مقارنة الوضع الحالي للشبكة مع الوضع المستقبلي باستخدام مجموعة من المؤشرات (مستويات الخدمة–السرعة– مستويات الانبعاثات الغازية) وبالاعتماد على الموديل ماكرو–ميكرو سكوبي.

النتائج والمناقشة:

1– الوضع العمراني للمدينة وخريطة التوسع:

تم استخدام المخطط التنظيمي والمصور العام لمدينة دمشق ومحيطها على برنامج الـGIS ARC، لإظهار المخطط التنظيمي لمدينة دمشق وريف دمشق ومناطق الاتصال الطرقي، ومناطق التوسع العمراني المنظم والعشوائي، والشكل (5) يوضح خريطة للتوسعات العمرانية المنظمة وغير المنظمة حتى 2020، ونلاحظ أن التوسعات العمرانية متداخلة بين العشوائي والمنظم فمثلاً محيط دمشق من جهة المزة وصولاً الى معظميه الشام والجديدة منطقة توسعات مختلطة بين العشوائي والمنظم، والجهة الأخرى المقابلة فالتوسعات العمرانية عشوائية وخاصة في منطقة القابون، والمناطق المحيطة بالقابون والتي تعرضت للتخريب خلال فترة الازمة، وتسعى الجهات الرسمية في تحسين واقع هذه المناطق العشوائية والتي قد يعاد بناءها في مرحلة إعادة الاعمار.

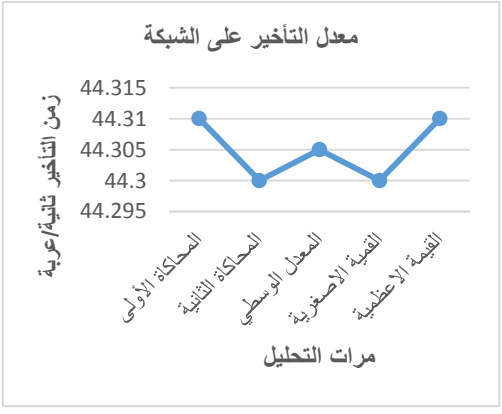


الشكل (5) المخططات التنظيمية لمدينة دمشق وريفها

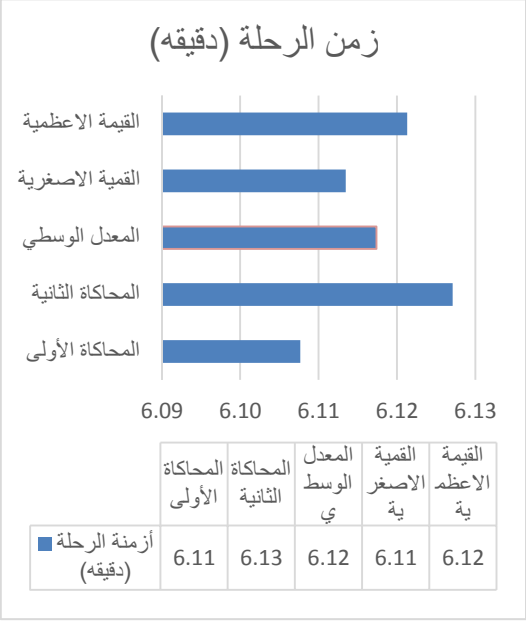
نلاحظ أن التوسعات العمرانية التي تؤثر على الشبكة الطرقية لمدينة دمشق تقع في مجملها بمحاذاة المتحلق الجنوبي.

2– التحليل العملياتي (Operational Analysis) وفقاً للموديل الميكروسكوبي PTV VISSIM:

تمت عمليات التحليل وفقا للغزارات المرورية الحالية وبالاعتماد على برنامج PTV VISSIM، وبعد ادخال البيانات وإجراء التحليل تم تقييم الوضع الراهن للشبكة حيث قيمت شبكة المدينة وفقا للجدول (2)، وباعتبار أن الشبكة المدروسة تتكون من وصلات وتقاطعات منظمة بإشارات ضوئية، وغير منظمة، فإن التحليل العملياتي باستخدام هذه الموديلات يوصف التقاطعات المرورية والوصلات ويضع منهجية لتقييم هذه المنشآت الطرقية، وتتضمن هذه المنهجية مجموعة من بارامترات قياس الأداء، ومن مقاييس الأداء نسبة الغزارة إلى السعة، أزمنة التأخير، وأزمنة الرحلات، ويعبر عن هذه المقاييس بمستوى الخدمة، ولاحظنا بعد التحليل أن معدل التأخير الوسطي على الشبكة المدروسة هو **44.3 ث/عربة** باعتبار ان التقاطعات غير منظمة بإشارات ضوئية، وانما منظمة باشارات دلالة، والشكل (6) يوضح معدل التأخير على الشبكة:



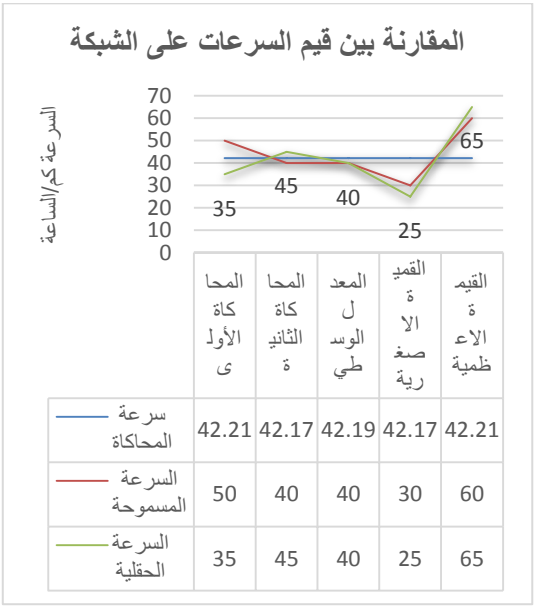
الشكل (6) معدل التأخير على شبكة شوارع مدينة دمشق



	المحاكاة الأولى	المحاكاة الثانية	المعدل الوسطي	القمية الاصغرية	القيمة الاعظمية
أزمنة الرحلة (دقيقه)	6.11	6.13	6.12	6.11	6.12

الشكل (7) معدل زمن الرحلة على شبكة شوارع مدينة دمشق

ومن الشكل (7) نلاحظ أن أزمنة الرحلات الكلية على الشبكة لعربة اختبارية على الشبكة وفقاً لبرنامج PTV VISSIM، وهذه العربة تسلك مساراً لا على التعيين على الشبكة لتحديد وسطي أزمنة الرحلات، ومن هذه الأزمنة تحسب السرعة وفق منهجية تتابع العربات حسب العالم WEDEMAN 1974، ونلاحظ في الشكل (8) أن وسطي السرعة المسجلة وفقاً للمحاكاة 42.19كم/ساعة.



	المحاكاة الأولى	المحاكاة الثانية	المعدل الوسطي	القمية الاصغرية	القيمة الاعظمية
سرعة المحاكاة	42.21	42.17	42.19	42.17	42.21
السرعة المسموحة	50	40	40	30	60
السرعة الحقلية	35	45	40	25	65

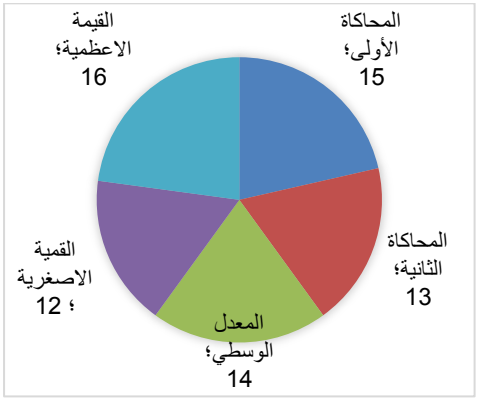
الشكل (8) مقارنة السرعة الوسطية الحقلية والمسموحة والناتجة عن المحاكاة على شبكة شوارع مدينة دمشق

الجدول (2) مستويات الخدمة وأزمنة التأخير الكلي على الشبكة

مستوى الخدمة LOS (HCM2016)	أزمنة التأخير ت/عربة	عدد مرات التحليل
E	44.31	**المحاكاة الأولى**
E	44.3	**المحاكاة الثانية**
E	44.3	**المعدل الوسطي**
E	44.3	**القمية الاصغرية**
E	44.31	**القيمة الاعظمية**

دراسة مستويات التلوث والانبعاثات الغازية:

يتم تحليل استخدام الوقود بالاعتماد على نوع العربة (سيارة سياحية، باص، شاحنة)، بالمقارنة مع السرعة والتسارع على الوصلات المدروسة، أما كفاءة استخدام الوقود فتحسب بالاعتماد على المسافة الكلية على الوقود المستخدم والواحدة المستخدمة جالون/ كيلو متر، والشكل (9) يوضح كفاءة الوقود المستخدم.



الشكل (9) يوضح كفاءة الوقود المستخدم في شبكة شوارع مدينة دمشق

وأما الانبعاثات الغازية فتتم عمليات الحساب وفقاً للسرعة والتسارع بالاعتماد على زمن التحليل، ويحلل البرنامج الانبعاثات الغازية لكل أنواع العربات بشكل متساوي وبالجرام/ ثانية، وتحسب هذه الانبعاثات للعربات من لحظة السرعة 0 قدم/ ثانية إلى 70 قدم/ ثانية، ومن لحظة تسارع −10 الى +10 قدم/ثانية^2، والشكل (10) يوضح مستوى انبعاث غاز CO_2 في محاور الشبكة الرئيسية.

الشكل (10) مستوى انبعاث غاز CO_2 في شبكة شوارع مدينة دمشق

الاستنتاجات:

نلاحظ أن الحالة الأقرب للواقع هي حالة التقييم وفقاً للموديل الميكروسكوبي PTV VISSIM، وأعطت نتيجة مقاربة لحالة الحركة المرورية في مدينة دمشق، حيث أن استخدام أدوات التحليل الميكروسكوبي تسهم دراسة تخطيط النقل والمرور المستدام للمدن وتعطي تصور عن كفاءة الشبكة، ويمكن الاعتماد على هذا الموديل في دراسة وتحليل الحركة المستقبلية وتقييم وضع الشبكة للوصول الى حلول مثلى ومرنة، وتعد 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 واقعي.

2- مقارنة موديل VISSIM PTV مع بعض الموديلات الأخرى المستخدمة عالمياً مثل SIMTRAFFIC.

3- تعد دراسات التخطيط المستدام والتخطيط الإقليمي واحدة من أبرز الأدوات الحديثة للوصول الى مدن مستدامة وقابلة للتوسع بشكل ملائم ما إذا أخذنا بعين الاعتبار الوضع العام لشبكات البنى التحتية المتعلقة بالنقل والمرور، وتحليلها بمساعدة أدوات ميكروسكوبية حديثة.

4- التركيز على الضياعات الزمنية الناجمة عن سوء التخطيط الزمني للشبكات الطرقية، وزيادة معاملات الاستعمال للحارات المرورية من أجل الوصول الى شبكات

قادرة على استيعاب تزايد حجوم المرور خاصة في مراكز المدن ونقاط اتصال المراكز بالتوسعات العمرانية.

5- الحد من التدهور البيئي الناجم عن زيادة معدلات الانبعاثات الغازية في المدن واستبدال خطوط النقل الخاصة بخطوط نقل عامة وتحقيق الملائمة والراحة لزيادة نسب الاستخدام ضمن المدن المحلية.

هذا البحث ممول من جامعة دمشق وفق رقم التمويل (501100020595).

References

[1] D. Lin, X. Yang, and C. Gao, "VISSIM-based Simulation Analysis on Road Network of CBD in," *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 96, no. Cictp, pp. 461–472, 2013, doi: 10.1016/j.sbspro.2013.08.054.of Technology, NO.100, 2013, 461-472.

[2] A. Mehar, S. Chandra, and S. Velmurugan, "Highway Capacity Through Vissim Calibrated for Mixed Traffic Conditions," vol. 18, pp. 639–645, 2014, doi: 10.1007/s12205-014-0440-3.

[3] T. V. Conference, "TOWARDS SUSTAINABLE," no. March, 1996.10.1016/j.sbspro.2013.08.054.

[4] J. Adam, P. Lucas, and D. Version, "© 2018 Manuscript version made available under CC-BY-NC-ND 4 . 0 license," 2018, doi: 10.1016/j.trc.2017.11.006.

[5] P. L. Schiller, E. C. Bruun, and J. R. Kenworthy, *An Introduction to Sustainable Transportation*. .

[6] P. Ferreira, E. Esteves, R. J. F. Rossetti, and E. C. Oliveira, "A Cooperative Simulation Framework for Traffic and Transportation Engineering A Cooperative Simulation Framework for Traffic and Transportation Engineering," no. September, 2008, doi: 10.1007/978-3-540-88011-0.

[7] R. Okraszewska, A. R. Id, and M. Wołek, "Integration of a Multilevel Transport System Model into Sustainable Urban Mobility Planning," pp. 1–20, 2018, doi: 10.3390/su10020479.

[8] Y. Wang, W. Y. Szeto, K. Han, and T. L. Friesz, "Dynamic traffic assignment: A review of the methodological advances for environmentally sustainable road transportation applications," *Transp. Res.* Part B Methodol., vol. 111, pp. 370–394, 2018, doi: 10.1016/j.trb.2018.03.011.