التحليل العملياتي والميكروسكوبي لوسائط النقل الجماعي – حالة درسية مدينة اللاذقية شارع 8 اذار–

د. أكرم رستم*

جميل خيربك**

(تاريخ الإيداع 20 / 9 / 2020. قُبِل للنشر في 14/ 1 / 2021)

□ ملخّص □

تعد وسائط النقل الجماعي من أهم الأدوات التي تستخدم في تسهيل عملية تنقل الأشخاص في المدن لذلك يجري العمل على إعطاء الأولوية لحافلات النقل العام كسياسة داعمة للنقل ، والتي قد تعطي نتائج إيجابية وذلك وفقا للظروف الواقعية المتنوعة بما في ذلك ظروف حركة المرور والطرق. يتم استخدام مجموعة من المعايير التي تضمن أولوية المرور في كثير من شوارع المدن لضمان كفاءة وموثوقية حركة المركبات خلال فترات الازدحام ، وبالتالي الوصول إلى زمن رحلة أقل وكلفة أخفض ويمكن أن يتطلب الوصول إلى المعايير المطلوبة تغيير هندسي في مقطع الطريق أو مراقبة وضبط الإشارات المرورية.

تقوم هذه الدراسة بالتعريف بمعايير أفضلية المرور لحافلات النقل الجماعي في المدن السورية وتقديم بعض التعديلات عليها ، بحيث تضمن انسيابية أفضل لحركة المرور. تم اتخاذ شارع 8 آذار في محافظة اللاذقية كنموذج لإجراء هذه الدراسة ، والتي تضمنت في البداية جمع معلومات هندسية (طول الشارع – عدد الحارات – عرض الحارات) ومعلومات مرورية(إحصاءات مرورية عامة في أوقات الذروة – عدد خطوط الحافلات العاملة على هذا الشارع – عدد الحافلات – زمن الرحلة لكل حافلة – تواتر الحافلات) . تمت عملية تحليل ماكروسكوبية لتلك البيانات وفق HCM2010 وعملية تحليل ميكروسكوبية بالاعتماد على برنامج PTV VISSIM ومن ثم التوصل إلى تقييم حركة النقل المختلط وتقييم حركة حافلات النقل العام بشكل خاص.

الكلمات المفتاحية: النمذجة الميكروسكوبية، النقل الجماعي، دليل السعة الأمريكي، تقييم خطوط النقل الجماعي.

* **استاذ مساعد– قسم هندسة المواصلات – جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.**

** **طالب ماجستير– قسم هندسة المواصلات – جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.**

Operational and Microscopic Analysis for Public Transport – Case Study: Lattakia City, 8th of Adhar Street-

Dr. Akram Rustom*
Jameel Naser Kheirbek**

(Received 20 / 9 / 2020. Accepted 14 / 1 / 2021)

□ ABSTRACT □

Public transportation is one of the most important travel mode that used to make the movement of people in cities. Therefore, work is being taken to give priority to public transport buses, which is a supportive policy for transportation, which may give positive results, according to the various realistic conditions, including traffic and road conditions. A set of standards that ensure traffic priority used in many city streets to ensure the efficiency and reliability of vehicle movement during congestion periods and thus reaching lower flight time and lower cost. Reaching the required standards can require engineering change in the road segment or monitoring and controlling traffic signals.

This study introduces traffic preference standards for transit buses in Syrian cities and provides some amendments to them to ensure better flow of traffic. 8th of Adhar Street in Lattakia Governorate was taken as a model for conducting this study, which initially included collecting engineering information (street length - number of lanes - width of lanes) and traffic information (general traffic statistics at peak hour - number of bus lines operating on this street - number of buses - travel time for each bus - bus frequency). A microscopic analysis of this data performed according to HCM2010, a microscopic analysis process based on the PTV VISSIM program and obtaining mixed transport traffic assessment and especially the evaluation of public bus traffic.

Keywords: Microscopic Modeling, Public Transport System, Operational Analyze, HCM, Evaluation Public Transport.

* **Associate Professor - Dep. Of Transport& Traffic Engineering Tishreen University - Lattakia- Syria.**
** **Master Student - Dep. Of Transport& Traffic Engineering- Tishreen University- Lattakia- Syria. E-mail: jameelnkh@gmail.com**

مقدمة:

تحسين النقل العام وتطوير معايير أفضلية المرور هو استراتيجية رئيسة وهامة لحل مشاكل المرور في المدن، وفي جميع الدول، هناك بحث دائم لرفع كفاءة النقل الجماعي وتحسين حركة الحافلات على خطوط النقل وتخفيف الاختناقات المرورية وحماية حافلات النقل العام من التعارضات مع باقي العربات، وبالتالي انسيابية أفضل بالحركة و توفير الأمان لمستخدمي الحافلات. العمل على إعطاء الأولوية لحافلات النقل العام وتخصيص حارة لها هو سياسة داعمة للنقل العام ، والتي قد تعطي نتائج إيجابية لايستهان بها، وذلك وفقا للظروف الواقعية المتنوعة، بما في ذلك ظروف حركة المرور والطرق ، وبالتالي وبإيجاد المعايير الصحيحة لتخصيص حارة لباصات النقل جماعي ، وبإعطاء الأولوية للمرور على التقاطعات، نستطيع أن نضمن بنية تحتية جيدة للنقل العام وسلامة لحركة المرور وزيادة في الإقبال على استخدام حافلات النقل العام.

يشمل النقل الجماعي مختلف الخدمات التي تقدمها وسائط النقل المختلفة (الباصات–الترام–المترو) لعامة الناس وتخدم تنقلهم ضمن المدينة الواحدة أو بين الضواحي التابعة للمدينة ، ونظرا لكونها وسيلة نقل عامة، فإنها تتأثر بمجموعة من العوامل الناجمة عن سوء الإدارة أو عن سوء الخدمات التي تقدمها، وبالتالي كان من الواجب إعادة تطوير وحل للمشكلات المتعلقة بهذه الوسائل من خلال تقييم لبعض المؤشرات الخاصة بالنقل الجماعي مثل، (الكلفة– الفائدة – مستوى الخدمة – التعرفة) وغيرها من المؤشرات.

يعد قياس الأداء لأنظمة النقل الجماعي معياراً هاماً لتشغيل هذه النظم، وتحدد هذه العملية اداء خدمات النقل وكفاءته، وكذلك لتحديد آلية التطوير والتخطيط لأنظمة النقل، كما أن أدوات ومؤشرات القياس تساعد متخذي القرار للوصول إلى آلية واضحة في رصد المشاكل وتقييمها ومعالجتها وفقاً لمتطلبات النظام المدروس.[1]

تعمل الخطط الحالية في أغلب المدن فيما يتعلق بالنقل على نقل أكبر عدد من الركاب بأقل عدد من حافلات النقل العام ،وهذا الأمر يمكن أن يتم عن طريق التشجيع على استخدام وسائط النقل الجماعي كالباصات، وذلك بإعطائها أولوية المرور وبتطوير المعايير المتعلقة بها.[2]

تتطلب أدوات التخطيط والتحليل لأنظمة النقل الجماعي قواعد بيانات (شبكات الطرق) من أجل تطوير جودة خدمات هذه النظم ، وانتشرت في الآونة الأخيرة أدوات النمذجة والمحاكاة لهذه النظم لتصبح الأداة الرئيسة لتطبيق هذه الخطط وتحديد مدى فاعليتها، وتختلف الأدوات (النمذجة) حسب الغاية منها، وبعضها تستخدم لتحليل سلوك السائقين والمركبات أثناء التشغيل (الماكروسكوبية و الميكروسكوبية) حيث تقوم بعض الأبحاث بدراسة أدوات النمذجة الميكروسكوبية في تحليل وتقييم شبكة مسارات الباصات بالاعتماد على التردد والمسافات الفاصلة بين المواقف، وقد استنتج الباحثون أن أدوات التحليل الميكروسكوبي تعطي تصور واقعي لهذه الأنظمة.[3]

ساهم التقدم الكبير في مجال تكنولوجيا المعلومات في تطوير برامج محاكاة حركة المرور، ونطاق تطبيقات الحاسب الآلي، ليسمح بمحاكاة منظومة النقل بما فيها من طرق وتقاطعات، وفي بعض الأحيان يشمل أيضاً محاكاة الطلب على النقل، والتنبؤ المستقبلي لأنظمة النقل والحركة المرورية.[4]

قام الباحثان Ratrout& Rahman في جامعة الملك فهد في عام 2008 باستخدام برامج المحاكاة المرورية لشبكة من الطرق الحرة المتصلة بطرق سطحية، وكذلك شبكات الطرق ضمن المدن، وذلك لتحديد المشاكل المرورية ولإيجاد الحلول لها، ومحاكاة هذه الحلول والمقارنة بين نتائج البرامج المستخدمة، وقد اعتمد الباحثان على مقارنة النتائج وفقاً لمعيارين أساسيين هما: السعة وأزمنة التأخير.[4]

ومن أهم البرامج المستخدمة في هذه الدراسة برنامج SYNCHRO، وبرنامج SIMTRAFFIC، وقد تبيّن أنَّ تطبيقات هذين البرنامجين تُستخدم في التقييم الثنائي والثلاثي الميكروسكوبي لشبكات النقل ضمن المدينة، وكذلك يمكن استخدامهما في تقييم أداء التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية وتحليل أزمنة الإشارات وفقاً لمنهجية HCM.[4]

يمكن استخدام موديلات النمذجة المرورية في تقييم الأداء المروري في مراكز المدن وتقييم شبكات الطرق والحركة المرورية على التقاطعات وتحليل الحركة المرورية الحالية والمستقبلية ودراسة تأثيراتها، قام كل من LIN& YANG بدراسة الحركة المرورية في مركز مدينة بكين في العام 2013 باستخدام موديلات النمذجة الميكروسكوبيّة، وبالاستعانة ببرنامج PTV VISSIM، وتمت دراسة شبكات الطرق والحركة المرورية عليها وتحليلها من خلال مجموعة من الأنماط والبدائل واختيار البديل الأفضل والذي يحقق المعايير المطلوبة، واعتمد الباحثان في مقارنة البدائل على التحليل العملياتي وفقاً لـ HCM2010 والذي يعتمد على طول الرتل، زمن الرحلة، أزمنة التأخير، السرعة، ومن ثم معايرة النتائج وفق سلوكيّة السائق (مسافة الأمان بين العربات، التسارع والتباطؤ).[5]

تعتمد موديلات النمذجة الميكروسكوبيّة على مبدأ تتابع العربات وسلوك السائق، ويمكن بناء هذا الموديل بطرق مختلفة حسب نوع الموديل المستخدم، وفي دراسة أجراها الباحث Stephen L. Cohen –في العام 2001 في مدينة نيويورك–لتطبيقات تتابع العربات في دراسة مشاكل تشكل أرتال العربات للتقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية، استخدم الباحث برنامج إكسل في تشكيل هذا الموديل، حيث اعتمد الباحث على حالتين، الحالة الأولى: تقاطع منظم معزول، أي أنّ تيار الحركة المرورية غير مرتبط بتقاطعات، الحالة الثانية: تيار مروري مقيد بتقاطعين متتابعين، ودرس الباحث المعايير التالية لكل حالة: السرعة، وتغير الحارة أثناء القيادة، وبارامترات سلوك السائق، ولاحظ أنّ هذه المعايير تؤثر بشكل كلّي على الفاصل الزمني بين العربات، وبالتالي تأثر تشكل الرتل على التقاطعات المنظمة سواء كان التقاطع تقاطع معزول أو تقاطع مقيد.[6]

الإشكالية:

تعد الإختناقات المرورية من أكثر الأمور تعقيدا" بالنسبة لحركة حافلات النقل العام ،فهذا الأمر يؤثر سلبا" على زمن الرحلة المتوقع، مما يؤدي إلى الحد نوعا" ما من استخدام هذا النمط من النقل من قبل بعض الركاب.

الأهداف والغاية:

- الحصول على مسوحات هندسية ومرورية.
- تقييم الحالة الراهنة لحركة المرور المختلط وحالة حافلات النقل العام.
- التعرف على معايير أفضلية المرور لحافلات النقل العام وإمكانية تطوير هذه المعايير.
- تقييم حالة الحافلات في ظل تطبيق معايير الأفضلية.

المنهجية:

1. تحديد منطقة الدراسة:

تم اختيار شارع 8آذار في مدينة اللاذقية، والذي يقع بالقرب من المرفأ اللاذقية وهو يمتد باتجاه (شمال – جنوب)، ويبدأ عند تقاطع (شارع بغداد – شارع جمال عبد الناصر – شارع 8 آذار) بجانب بناء نقابة المهندسين، ويتصل مع هذا الشارع باتجاه الشمال شارع القدس ثم شارع المالكي وبعده يأتي شارع سعد زغلول، مروراً بحديقة المار تقلا إلى أن يصل إلى نهايته في ساحة حطين.

طول الشارع المدروس1,6كم ويتميز بغزارة حركة المرور عليه.

الشكل (1) خريطة باستخدام Google Map لموقع الدراسة

2. تجميع البيانات الهندسية والمرورية وقياس الغزارات المرورية والخصائص المرورية للحركة:

تم تقسيم المحور المدروس إلى ثلاثة قطاعات استناداً إلى التغيرات الهندسية الموجودة ويوضح الجدول رقم (3) المواصفات الهندسية للقطاعات المدروسة:

الجدول (3) المواصفات الهندسية للقطاعات المدروسة:

	رقم القطاع	طول القطاع m	عدد حارات القطاع	السرعة المسموحةKm/h	الاتجاه
شارع 8 اذار	الأول	600	3	40	1
	الثاني	600	3	40	1
	الثالث	400	2	40	1

تم إجراء الإحصاءات المرورية على مرحلتين الأولى بتاريخ 2016/11/13 من الساعة الثامنة صباحاً إلى الثالثة ظهراً، وذلك لتحديد ساعة الذروة، وتم اختيار ساعة الذروة الصباحية من الساعة الثامنة حتى العاشرة صباحاً، وإجراء المرحلة الثانية من الإحصاءات، ويبين الجدول رقم (4) الإحصاءات المرورية لساعة الذروة لكل قطاع من القطاعات المدروسة:

الجدول (4) المواصفات المرورية للقطاعات المدروسة:

رقم القطاع	تاريخ القياس	الغزارة (عربة/ساعة)
1	2016/11/14	1757
2	2016/11/15	1621
3	2016/11/16	1753

3. البيانات المتعلقة بخطوط النقل الجماعي على المحور المدروس:

الجدول (5) المواصفات المرورية لخطوط الباصات

اسم الخط	طول الخط (km)	عدد الباصات	زمن دورة الباص(min)	التواتر (min)
المشفى الوطني– الرمل الشمالي	14	20	48	3_4
خط المشروع – القصر العدلي	10	9	33	3_4
خط المشفى الوطني – الشيخضاهر	7	8	30	3_4

4. تحليل البيانات المرورية وتقييمها ماكروسكوبيا" وفق ال HCM 2010.
5. استخدام برنامج التحليل والتقييم الميكروسكوبي ال VISSIM لتقييم تطبيق معايير أفضلية المرور.

- **تقييم القطاعات المدينية:**

تختلف طريقة التقييم حسب المعايير والمنشأة المراد تقييمها، وصفت منهجية تقييم القطاعات المدينية في هذا الجزء من الدراسة بشكل كلي، وتعتبر هذه المنهجية شاملة لتقييم الأداء والسعة وجودة الخدمات، وتتضمن أيضاً موديلات أزمنة الرحلات وقياسات أدائها، وتحديد المصادر التي تسبب المشاكل المرورية على هذه القطاعات، ويعطي التحليل النهائي تصوراً شاملاً حول وضع هذه القطاعات وطرق حل المشاكل المرورية، ويتم التقييم وفق الخطوات التالية:

1) تحديد متطلبات الحركة المرورية
2) حساب زمن الحركة الفعال
3) حساب زمن الوصول أثناء الزمن الأخضر
4) تحديد أطوار الإشارة
5) حساب أزمنة التأخير للحركة المستقيمة
6) حساب معدل التوقفات في الحركة المستقيمة
7) حساب سرعة الرحلة
8) حساب معدل التوقفات
9) حساب درجة الادراك الحسي للمتنقلين
10) حساب مستوى الخدمة

تم الاستعانة بمنهجية HCM2010، وورقة العمل +LOS، وفيما يلي خطوات الادخال والتقييم:

1. إدخال البيانات الهندسية:

1	القطاع الاول
	% مشغولية المواقف
	25%
هل يوجد حجر رصيف؟	Yes
هل الوقوف الجانبي مقيد؟	No

8 اذار

Sidewalk	Buffer	Parking	Bike Lane	عرض الحارة
4.0	0.0	0.0	0.0	3.6 m

0.10	معامل حماية معابر المشاة
0.10	معامل حماية معابر المشاة المجاورة للابنية
0.10	معامل حماية المعابر المقابلة للجدران

2. إدخال البيانات المرورية:

الجدول (1) إدخال البيانات المرورية

بيانات القطاع والسرعة				البيانات المرورية للقطاع	
طول القطاع(m)	600			معدل الغزارة(vph)	1,757
السرعة المسموحة(km/h)	40			معامل ساعة الذروة	0.95
الانعطاف لليسار محمي؟	No			% نسبة العربات الثقيلة	0.0%
معدل زمن الرحلة(s)	45			% نسبة الانعطاف نحو اليمين واليسار	20.0%
معدل التوقفات(#/veh)	1			معدل غزارة الإشباع. (vphgl)	1,900

الجدول (2) بيانات الادخال الخاصة بالباصات

	Segment		Frequency التواتر (bus/hr)	On-Time Performance الأداء (%)	Average Dwell Time زمن الاخلاء (s)
	From	To			
1	نقابة المهندسين	بداية شارع سعد زغلول	10.0	75%	20
2	بداية شارع سعد زغلول	بداية المارتقلا	12.0	75%	20
3	بداية المارتقلا	نهاية شارع ٨ آذار	10.0	75%	20

النتائج والمناقشة:

تم التحليل باستخدام دليل السعة الامريكي HCM2010 وبالاستعانة بورقة العمل +LOS كما تم ذكرها في المقدمة النظرية، وبعد إدخال الغزارات المرورية والبيانات الخاصة بالنقل الجكاعي في القطاعات المدروسة تبين أن مستويات الخدمة للحركة المرورية للعربات في القطاعات المدروسة ضمن المستوى C، ومستويات الخدمة للنقل الجماعي (الباصات) ضمن المستوى D، والجدول (6) يوضح نتائج التحليل العملياتي المروري:

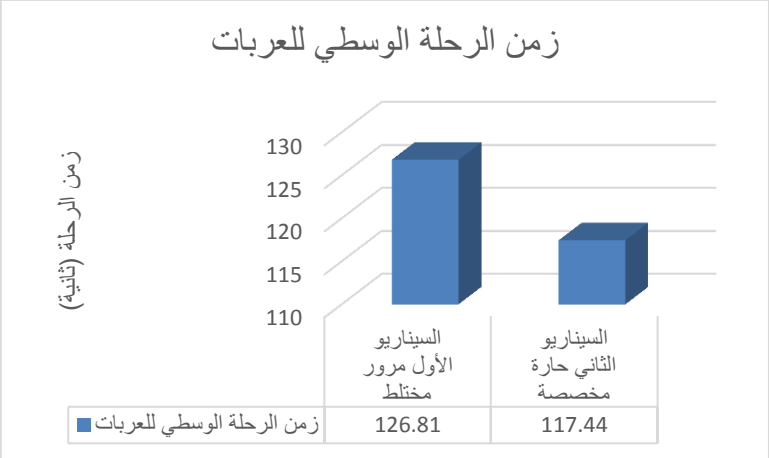
الجدول (6) نتائج التحليل العملياتي المروري:

Segment	From	To	Auto Mode			Transit Mode	
			V/C Ratio	LOS Score	LOS	LOS Score	LOS
1	تقاطع نقابة المهندسين	بداية شارع سعد زغلول	0.18	2.79	C	3.82	D
2	بداية شارع سعد زغلول	بداية المارتقلا	0.11	2.79	C	3.72	D
3	بداية المارتقلا	نهاية شارع 8آذار	0.30	2.79	C	3.84	D

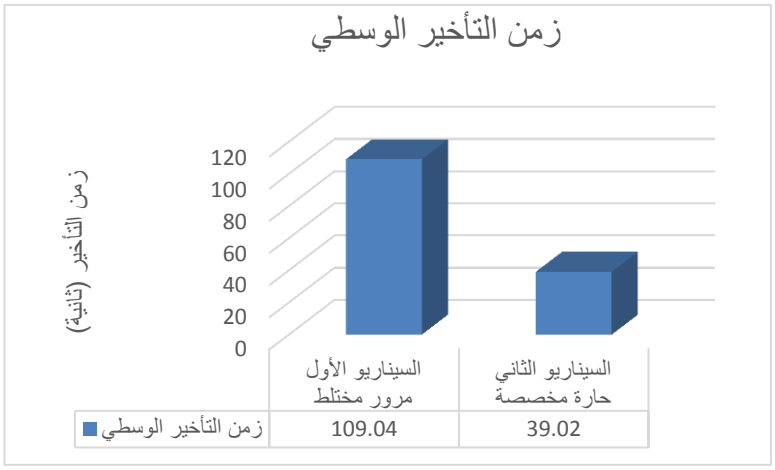
من خلال النتائج نلاحظ أن مستويات الخدمة متدنية لكلا النمطين المقيمين (العربات–الباصات)، ولكن قبل ان يتم تثبيت المشكلة والبحث عن حلول لها، تم تحليلها وفق الموديل الميكروسكوبي PTV VISSIM، لسيناريوهين مروريين بالاعتماد على ما يلي:

1- حالة المرور المختلط.

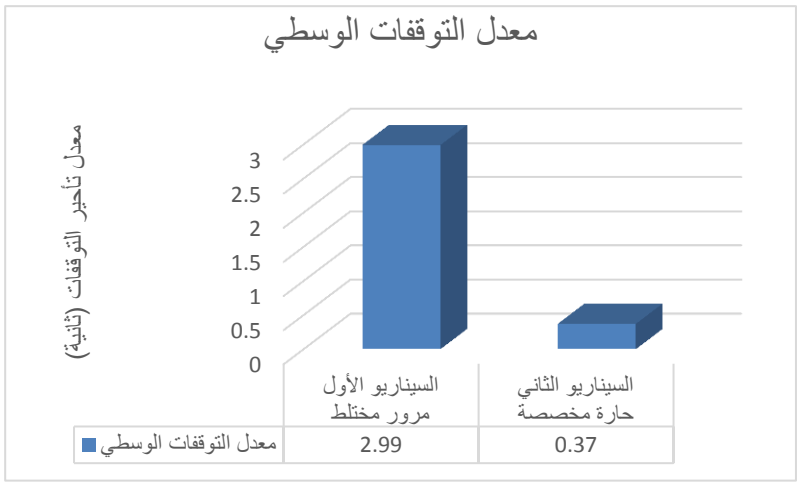
2- حالة الحارة المخصصة، والنتائج موضحة بالأشكال التالية (2) ، (3) ، (4) ، (5) ، (6).



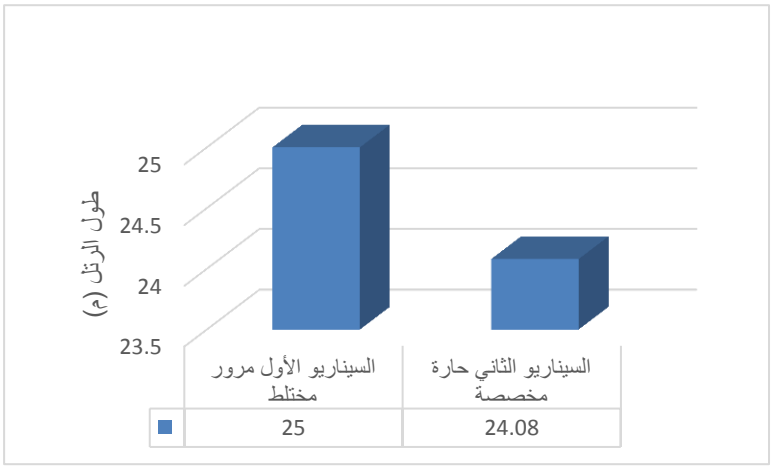
الشكل (2) مقارنة بين المعدل الوسطي لازمنة الرحلات للعربات



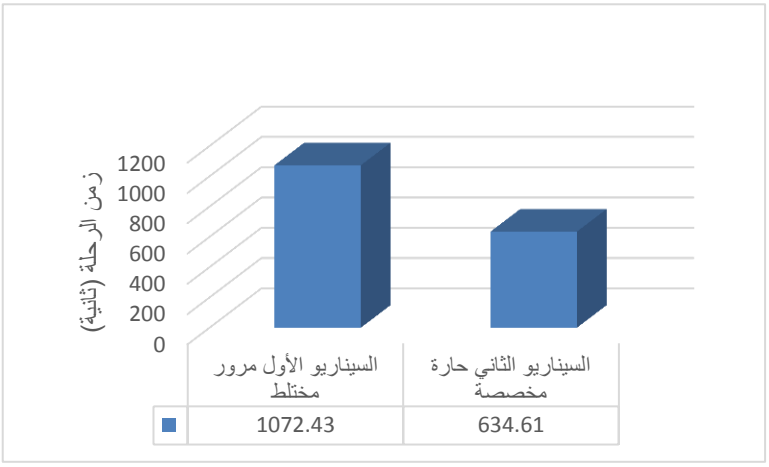
الشكل (3) مقارنة بين معدل أزمنة التأخير للعربات



الشكل (4) مقارنة بين معدل التوقفات للعربات



الشكل (5) مقارنة بين معدل طول الرتل للعربات



الشكل (6) مقارنة بين معدل زمن الرحلة للباصات

نلاحظ من عمليتي التحليل أن:

1- عمليات المناورة لتوقف الباصات على المواقف والاندماج مع حركة السير تزيد من مستويات التأخير لتتجاوز 2.15 دقيقه، وبالتالي تزداد أزمنة التأخير للسيارات، ووفقاً للتقييم الميكروسكوبي للسيناريو الأول (حالة المرور المختلط)، فقد بلغت أزمنة التأخير 109.04 ثانية/عربة.

2- تؤدي الحركة المرورية المختلطة إلى انخفاض مستويات الخدمة لأنماط النقل، وهذا ما لاحظناه بالتحليل العملياتي والميكروسكوبي، وكذلك الامر بالنسبة لتقييم الحقلي.

3- انخفاض معدلات السرعة الوسطية للباصات والعربات نتيجة للاختناقات المرورية الناتجة عن حركات المناورة للباصات، وعدم وجود اشارات ضوئية تسهل عمليات الإمرار المروري.

4- في التحليل الميكروسكوبي للسيناريو الأول كانت أزمنة الرحلات للباصات والعربات متفاوتة، فقد تجاوزت 1072 ثانية للباصات، وللعربات 126 ثانية، أما حالة الحارة المخصصة، فإن أزمنة الرحلات للباصات 634 ثانية، والعربات 117.44 ثانية.

5- يختلف تراكم الرتل للسيناريوهين اختلافاً بسيطاً، للسيناريو الأول 25 متر كان طول الرتل، أما السيناريو الثاني 24.08 متر، ويرجع السبب إلى نسب الغزارة العالية مع نسب إمرار عالية نسبياً.

6- تعد أدوات التحليل الميكروسكوبي أدوات تحليل ونمذجة متعددة المعايير، حيث أن التقييم وفقاً لموديل النمذجة اعتمد على أربعة معايير رئيسة، أزمنة التأخير، أزمنة الرحلات، طول الرتل، معدل التوقفات، ونلاحظ أن معدل التوقفات للباصات في السيناريو الثاني صفر، أي لا يوجد توقفات ناتجة عن تراكم الرتل أو التأثر بالحركة المرورية، أما في السيناريو الأول فكانت التوقفات 2.99 ثانية/ عربة.

الاستنتاجات والتوصيات:

1- استخدام إشارات ذكية تعطي الأفضلية لحركة الباصات وحركة العربات على الشارع الرئيس.

2- استخدام الحارات المخصصة للانعطافات وحركة الباصات.

3- استخدام الطلاء الطرقي لتمييز حارات الباصات وفصلها عن حارات العربات.

4- عدم السماح للمركبات الخاصة بإشغال مواقف الباصات، واستخدام المواقف المفصولة عن الحارات اليمينية للطريق (خلجان في الارصفة).

5- استخدام أدوات التحليل الميكروسكوبي في نمذجة وتحليل حركة المرور المختلطة ومعايرتها وفقاً للشروط المحلية.

References:

1- *ZEHMED* KARIM , *JAWAB* FOUAD , *Measuring urban public transport performance on route level: A literature review*, MATEC Web of Conferences **200**, 00021 (2018).

2- DR.V.THAMIZH ARASAN , PH.D. SCHOLAR, *PLANNING FOR DEDICATED BUS LANES ON ROADS CARRYING HIGHLY HETEROGENEOUS TRAFFIC* , India, 2009.

3- DAVID MEIGNAN , OLIVIER SIMONIN AND ABDERRAFIˆAA KOUKAM , *Simulation and Evaluation of Urban Bus Networks Using a Multiagent Approach* , University of Technology Belfort Montb´eliard , France , 2007.

4- Nedal T. Ratrout ; Syed Masiur Rahman**,** *A COMPARATIVE ANALYSIS OF CURRENTLY USED MICROSCOPIC AND MACROSCOPIC TRAFFIC SIMULATION SOFTWARE*, The Arabian Journal for Science and Engineering, Volume 34, Number 1B, 2008.

5- 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.

6- Stephen L. Cohen; *Application of Car-Following Systems to the Queue Discharge Problem at Signalized Intersections,* Falls Church, Va. 22046 (703)536-2632, 2001.

7- PTV GROUP, *PTV VISSIM 8 USER MANUAL*, 2015 PTV AG, Karlsruhe, Germany.

8- *HCM 2010.Highway Capacity Manual*.