مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (38) العدد (3) 2016
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (38) No. (3) 2016

تقييم متعدد المعايير للأداء المروري للطرق الريفية بحارتين باتجاهين

الدكتور أكرم رستم*[1]
الدكتور فادي كنعان**
محمد ابراهيم***

(تاريخ الإيداع 29 / 11 / 2015. قُبِل للنشر في 26/ 6 / 2016)

□ ملخّص □

تشكل الطرق الريفية قسماً كبيراً من شبكة الطرق الموجودة خارج المدن وخاصةً تلك المكوّنة من حارتين باتجاهين، ويعتبر تقييم الأداء المروري للطرق الريفية بحارتين باتجاهين عملية معقدة بسبب الخصائص التي تتميز بها هذه الطرق، حيث تم ادخال العديد من معايير الأداء من قبل العديد من الباحثين لتناسب الظروف المحلية لبلدانهم.

قدّم هذا البحث تقييم عملي للعلاقة بين الأداء التشغيلي وظاهرة تشكل الرتل على الطرق الريفية بحارتين باتجاهين في محافظة طرطوس. تم تحديد و حساب ستة معايير للأداء وثلاثة متغيرات لتشكل الرتل وذلك لعشرة مواقع باستخدام بيانات المرور من الطرق الريفية في منطقة الشيخ بدر في محافظة طرطوس، حيث تمت دراسة الترابط بين معايير الأداء ومتغيرات تشكل الرتل باستخدام التحليل البياني والإحصائي.

كما تم فحص متغيرات تشكل الرتل ووجد بأنّ الغزارة بالاتجاه المباشر (اتجاه الحركة) لها الارتباط الأقوى مع معايير الأداء، وأكدت النتائج الإجمالية أن كثافة التتابع هو المعيار الأكثر توصيفاً للعلاقة بين الأداء المروري وبين تشكل الرتل ويعد مناسباً لدراسة الأداء التشغيلي.

الكلمات المفتاحية: طرق بحارتين باتجاهين، متغيرات تشكل الرتل، معايير الأداء، كثافة التتابع

[1] * أستاذ مساعد – قسم هندسة النقل والمواصلات – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين– اللاذقية – سورية
** مدرس – قسم هندسة النقل والمواصلات – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين– اللاذقية – سورية
*** طالب ماجستير – قسم هندسة النقل والمواصلات – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين– اللاذقية– سورية

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (38) العدد (3) 2016
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (38) No. (3) 2016

Evaluation multi-measures of traffic performance for two- way, two- lane rural roads

Dr. Akram Rustom*[2]
Dr. Fadi Kanan**
Mohammad Ibrahim***

(Received 29 / 11 / 2015. Accepted 26 / 6 / 2016)

□ ABSTRACT □

The rural roads are a large part of the existing roads network, particularly that consisting of two-lane. Evaluation of traffic performance for two-way, two-lane rural roads is complex process due to their characteristics. Many performance measures were introduced by many authors in many countries to fit the local conditions.

This research presents an empirical evaluation of the relationship between operational performance and platooning phenomenon in rural two-lane roads in Tartous. Six performance measures and three platooning variables were defined and calculated for ten study sites using traffic data from rural roads in Ash-Shaykh Badr region of Tartous governorate. Using graphical and statistical analyses, the associations between the performance measures and the platooning variables were examined.

The platooning variables investigated, traffic flow in the direction of travel has the highest correlations with performance measures. As the overall findings confirmed that the follower density is the most characterization of the relationship between traffic performance and platooning, which is suitable for the study of operational performance.

Key words: Two- way, Two- lane rural roads, platooning variables, performance measures, follower density

[2] ***Associate Professor , at department of Transport, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia , Syria**

**** Assistant Professor , department of Transport, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia , Syria**

*****Master student, Transport Engineering Department, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria**

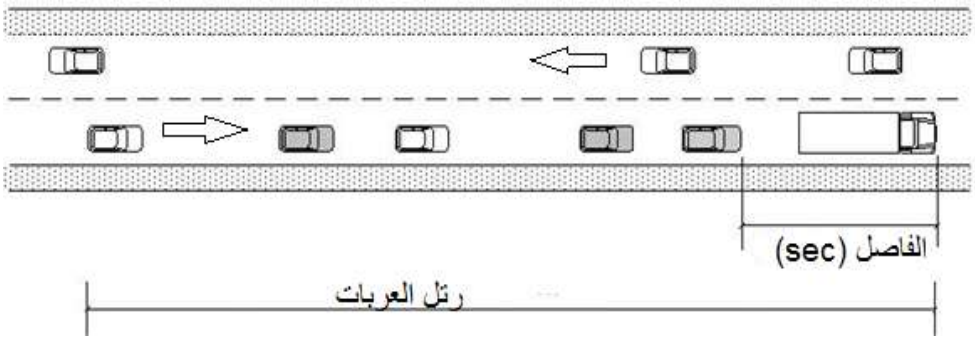
مقدمة:

تشكل الطرق الريفية قسماً كبيراً من شبكة الطرق الموجودة وخاصةً تلك المكونة من حارتين باتجاهين، حيث تتميز هذه الطرق بأنّها تتكون من حارتين تخصص كلاً منها للحركة باتجاه، ولذلك فإنّ عملية التجاوز على إحدى الحارتين تأخذ جزءاً من الحارة المعاكسة، ويمكن القيام بعملية التجاوز فقط عند توفر مسافة رؤية كافية ووجود ثغرات في تيار المرور القادم بالاتجاه المعاكس. يسبب الاختلاف في سرعة الحركة وجود تباين في سرعات العربات مع قيود على إمكانيات تجاوز العربات التي تسير بسرعات أعلى مقارنة بعربات أخرى سابقة لها، حيث يزداد الطلب على التجاوز مع زيادة حجم المرور، بينما تنخفض إمكانية التجاوز بزيادة حجم المرور في الاتجاه المعاكس[3]، ويتشكل الرتل عندما لا تستطيع العربات المسرعة تجاوز العربات الأبطأ، وهذا يفسر التفاعل المميز على الطرق بحارتين باتجاهين وكذلك يوضح تأثير الجريان في أحد الاتجاهين على الجريان في الاتجاه الآخر[5].

غالباً ما يبحث مهندسو المرور عن طرق وأساليب لتحديد سعة المرور ومستوى الأداء لمنشآت الطرق المختلفة، ولكن تحديد الأداء الأفضل للنظام لم يكن كافياً، وكان المهندسون قلقون حول ظروف المرور التي واجهت المستخدمين، ولكي يعرّف المهندسون مستوى الأداء بطريقة موثوقة، فإنهم حاولوا استعمال معايير أداء مختلفة الاستعمال ومفهومة بسهولة من قبل مستخدمي الطريق[4].

أهمية البحث وأهدافه:

إنّ إجراءات HCM تستخدم سواء المعادلات أو القياسات لتقدير نسبة الزمن الذي تكون فيه العربة تابعة لعربات أخرى (PTSF)، وهناك صعوبة كبيرة في قياس قيم PTSF بشكل حقلي [6]، وكشفت الدراسات أنّ نتائج معادلات PTSF تتعارض مع قاعدة ال 3sec، وبسبب مثل هذا التقييد في مقياس PTSF تم ادخال معايير أداء بديلة من قبل العديد من الباحثين من بلدان مختلفة لتناسب الظروف المحلية [2,3]، والشكل (1) يوضح مفهوم الرتل والفاصل.



الشكل(1) توضيح الفاصل والرتل [3]

إنّ الهدف الرئيسي من هذا البحث هو استقصاء معايير أداء أخرى يمكن استخدامها كمؤشرات للأداء على الطرق الريفية بحارتين باتجاهين وبيان مدى ملاءمتها للظروف المحلية وتقدير الخصائص التشغيلية لحركة المرور على هذه الطرق، وذلك باستخدام بيانات لبعض الطرق الريفية في محافظة طرطوس، حيث تم اختبار ستة معايير أداء هي: معدل سرعة الرحلة (ATS)، معدل سرعة الرحلة لعربات الركاب (ATS_{pc})، معدل سرعة الرحلة كنسبة من سرعة الجريان الحر (ATS/FFS)، معدل سرعة الرحلة لعربات الركاب كنسبة من سرعة الجريان الحر لعربات الركاب(ATS_{pc}/FFS_{pc})، نسبة التتابع (PF)، كثافة التتابع (FD). كما تمّ تبيان العلاقة بين معايير الأداء المفروضة

ومتغيرات تشكل الرتل وهي: الغزارة بالاتجاه المباشر، الغزارة بالاتجاه المعاكس، نسبة العربات الثقيلة. إنّ هذه العوامل تؤثر بشكل عام على الحركة المرورية على الطرق الريفية بحارتين باتجاهين وخاصة الغزارة.

إنّ إدارة الحركة المرورية على الطرق بشكل عام يرتكز على الاستثمار الأمثل للمنشآت القائمة عبر إجراءات وتحسينات قليلة التكاليف، فهذا البحث سيشكل أساس للدراسة على الطرق، وسيحاول إيجاد المعايير الأكثر تأثيراً على الطرق الريفية بحارتين باتجاهين.

طرائق البحث ومواده:

1- تحليل معايير الأداء المستخدمة:

تمّ استخدام ستة معايير للأداء على الطرق الريفية بحارتين باتجاهين هي:

1 - معدل سرعة الرحلة (ATS):

استخدمت السرعة كمعيار أداء من أجل الطرق بحارتين باتجاهين في دليل سعة الطرق السريعة (HCM)، وتعرّف ATS كطول مسار الطريق المأخوذ بالاعتبار مقسوماً على معدل الزمن الكلي للرحلة من أجل كل العربات المتحركة على المسار خلال الفترات الزمنية المحددة، حيث إنّ ATS هي اختيار جيد كمعيار للأداء لأنّها ترتبط بتوقعات مستخدم الطريق لنوعية جريان المرور [6].

2 - معدل سرعة الرحلة لعربات الركاب (ATS_{PC}):

تمّ استقصاء معدل سرعة الرحلة لعربات الركاب لأنّ سرعات عربات الركاب أكثر تأثراً بزيادة الازدحام من سرعات العربات الثقيلة[2]، قد يكون لاستخدام ATS_{PC} فائدة كونه أكثر تأثراً (حساسية) للزيادة في الازدحام.

3 - معدل سرعة الرحلة كنسبة من سرعة الجريان الحر (ATS/FFS):

حيث تمّ استقصاء هذا المعيار لأنّه يظهر انخفاض معدل السرعة حسب التفاعل مع العربات الأخرى، ولذلك فإنّ الانخفاض في تفاعل العربة سوف ينتج نسبة عالية من ATS/FFS وبالتالي مستوى خدمة أعلى. إنّ سرعة الجريان الحر يمكن أن تختلف بشكل كبير من موقع لآخر، ولهذا تستخدم سرعة الجريان الحر كمرجع يسمح بمقارنات واسعة لمواقع مختلفة.

4 - معدل سرعة الرحلة لعربات الركاب كنسبة من سرعة الجريان الحر لعربات الركاب(ATS_{PC}/FFS_{PC}):

تم دراسة هذا المعيار لأنّه مرجح أن يكون أكثر تأثراً للزيادة في الازدحام من ATS/FFS، وثانياً لأنّ سرعات عربات الركاب تتجه لأن تكون أكثر تأثراً بزيادة الازدحام من سرعات العربات الثقيلة، وكما في ATS/FFSفإنّ الفائدة الرئيسية هي أنّها تزودنا بمرجع لمقارنة المقاطع المختلفة للمسار.

5 - نسبة التتابع percent followers (PF):

تمّ قياس نسبة التتابع كالنسبة المئوية للفواصل الأقل من 3 ثواني في النقطة المختارة، واختيرت الـ(3 ثوانٍ) لأنّها تطابق المعيار البديل لـ HCM من أجل PTSF، ولذلك فإنّ نسبة التتابع تساوي تقريباً PTSF. واستخدمت نسبة التتابع في هذا البحث لأنّها مستخدمة بشكل واسع من قبل دراسات أخرى للطرق بحارتين باتجاهين[1,2,3].

6 - كثافة التتابع Follower Density(FD):

ويتم حساب كثافة التتابع من خلال ضرب الكثافة بنسبة التتابع. إنّ الفوائد الرئيسية لاستخدام كثافة التتابع هي أنّها تعد عامل في مستوى المرور ومنسجمة مع الكثافة، أمّا السلبية لكثافة التتابع هي أنّ الكثافة صعبة القياس مباشرة

في الحقل، ولكن يمكن تقدير الكثافة بسهولة في المواقع المحددة من نسبة الإشغال أو من الحجم أو من قياسات السرعة .

2- الدراسة العملية وجمع البيانات:

نطاق هذا البحث يركز على الطرق الريفية بحارتين باتجاهين، حيث تمّ اختيار طريقين في منطقة الشيخ بدر من محافظة طرطوس، الطريق الأول يخدّم مدينة الشيخ بدر ويربطها مع بلدة برمانة رعد وهو طريق رئيسي بحارتين باتجاهين من الصنف الثاني II [6] بطول 4 كم وعرض 11.5 م، والطريق الثاني هو طريق متفرع عن الطريق الرئيسي السابق ويربط الشيخ بدر بناحية القمصية ويتكون أيضاً من حارتين باتجاهين وهو من الصنف الثاني II [6] بطول 10كم وعرض 8 م، وتمّ جمع البيانات الحقلية من عشرة مواقع خمسة مواقع تقع على طريق الشيخ بدر- برمانة رعد والخمسة المتبقية تقع على طريق الشيخ بدر – القمصية، كما أن السرعة المسموحة على الطريقين محددة بـ 60Km/h. شملت المواقع المختارة لتجميع البيانات منها مواقع متعددة في الاستقامات والمنحنيات.

تمّ تجميع البيانات باستخدام جهاز (ViacountII (Viatraffic controlling GMBH، وتمّ تجميع البيانات المرورية (السرعة، الغزارة...) في أيام العمل خلال ساعات النهار، حيث تمّ إجراء قياسات متعددة على الطريقين المدروسين وتبيّن منها أنّ الذروة الصباحية هي (7.45-8.45) وذروة الظهيرة هي (2.30-3.30) والتي هي فترات نقل العمال والموظفين، وتضمنت البيانات المرورية ما يلي:

الحجوم المرورية، التوزيع الاتجاهي للحركة، تركيب حركة المرور: سيارات- شاحنات- باصات-دراجات، سرعة العربات، الفواصل الزمنية بين العربات.

ويوضح الجدول(1) حجوم المرور المقاسة في جميع المواقع وتاريخ هذه القياسات ومدتها.

الجدول(1) حجوم المرور في مواقع الدراسة وتاريخها ومدتها

الموقع	التاريخ	فترة تجميع البيانات(ساعة)	حجم المرور الكلي(عربة)	نسب التوزع الاتجاهي للحركة	نسبة العربات الثقيلة(HV%)
الموقع (1)	2015/5/16	2	957	55/45	7.4
الموقع (2)	2015/5/21-17	2	754	55/45	7.2
الموقع (3)	2015/5/20	2	374	50/50	8.6
الموقع (4)	2015/5/20	2	464	48/52	6.6
الموقع (5)	2015/5/21	2	508	53/47	4.9
الموقع (6)	2015/5/24-21	2	314	60/40	10
الموقع (7)	2015/5/25-23	2	352	61/39	12.4
الموقع (8)	2015/5/31-23	2	253	51/49	8.9
الموقع (9)	2015/5/25 2015/6/1	2	258	44/56	9.2

الموقع (10)	2015/5/25 2015/6/1	2	382	63/37	8

كما تمّ إيجاد نسبة المناطق التي لا يمكن التجاوز ضمنها وعدد نقاط الوصل الفرعية للمسارين المحددين بالدراسة والمبّينة بالجدول(2).

الجدول(2) نسبة المناطق التي لا يمكن التجاوز ضمنها وعدد نقاط الوصل

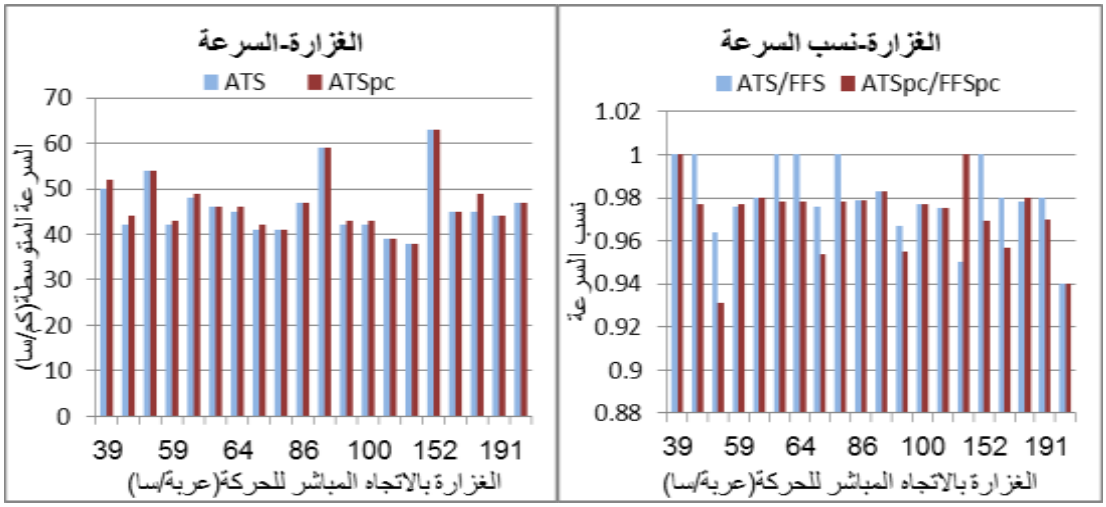
الطريق	نسبة المناطق التي لا يمكن التجاوز فيها (%)	عدد نقاط الوصل الفرعية
طريق الشيخ بدر–برمانة رعد	39.9	6
طريق الشيخ بدر–القمصية	41	18

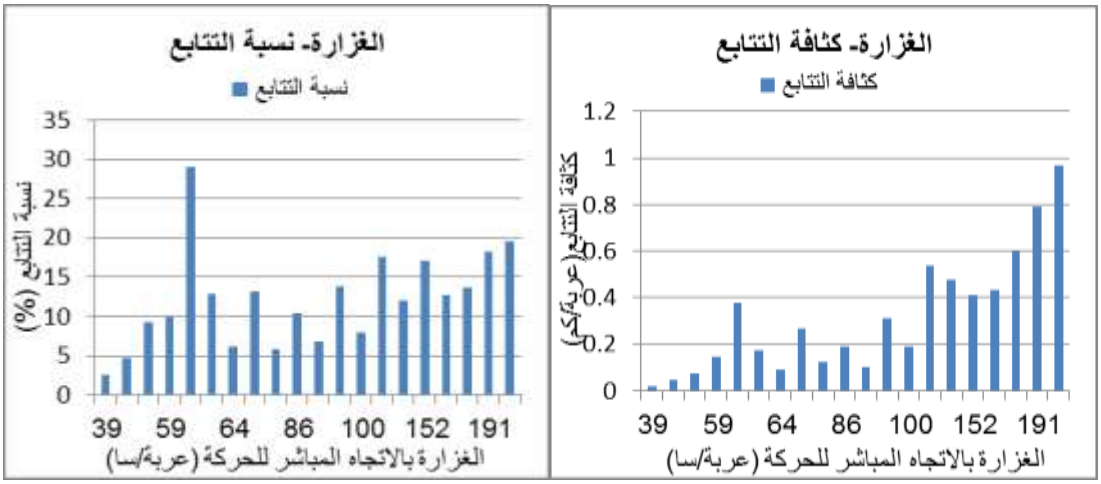
إنّ متوسط سرعة الرحلة يساوي السرعة المتوسطة الناتجة، وتم الحصول على معدل سرعة الرحلة لعربات الركاب، حيث تمّ استبعاد كل الأصناف ما عدا عربات الركاب ومن ثمّ أخذ متوسط سرعتها. تمّ حساب سرعة الجريان الحر من خلال حساب معدل السرعة لكل العربات المتحركة بفواصل زمنية أكبر من 3 ثوانٍ، وتمّ حساب نسبة العربات التابعة (نسبة التتابع) باستخدام إجراء HCM لتقدير PTSF أي النسبة المئوية للعربات المتحركة بفواصل أقل من 3 ثوانٍ.

النتائج والمناقشة:

1- العلاقات بين معايير الأداء ومتغيرات تشكل الرتل:

لقد تمّ تعيين العلاقات بين معايير الأداء الستة وغزارة المرور في الاتجاه المباشر للحركة، وتمّ توضيح هذه العلاقات من خلال التمثيل البياني، ويظهر الشكل (2) علاقة معايير الأداء المحددة مع الغزارة بالاتجاه المباشر.





الشكل (2) العلاقات بين الغزارة بالاتجاه المباشر ومعايير الأداء في مواقع الدراسة

من خلال الرسومات البيانية المقدّمة في الشكل يمكن ملاحظة ما يلي:

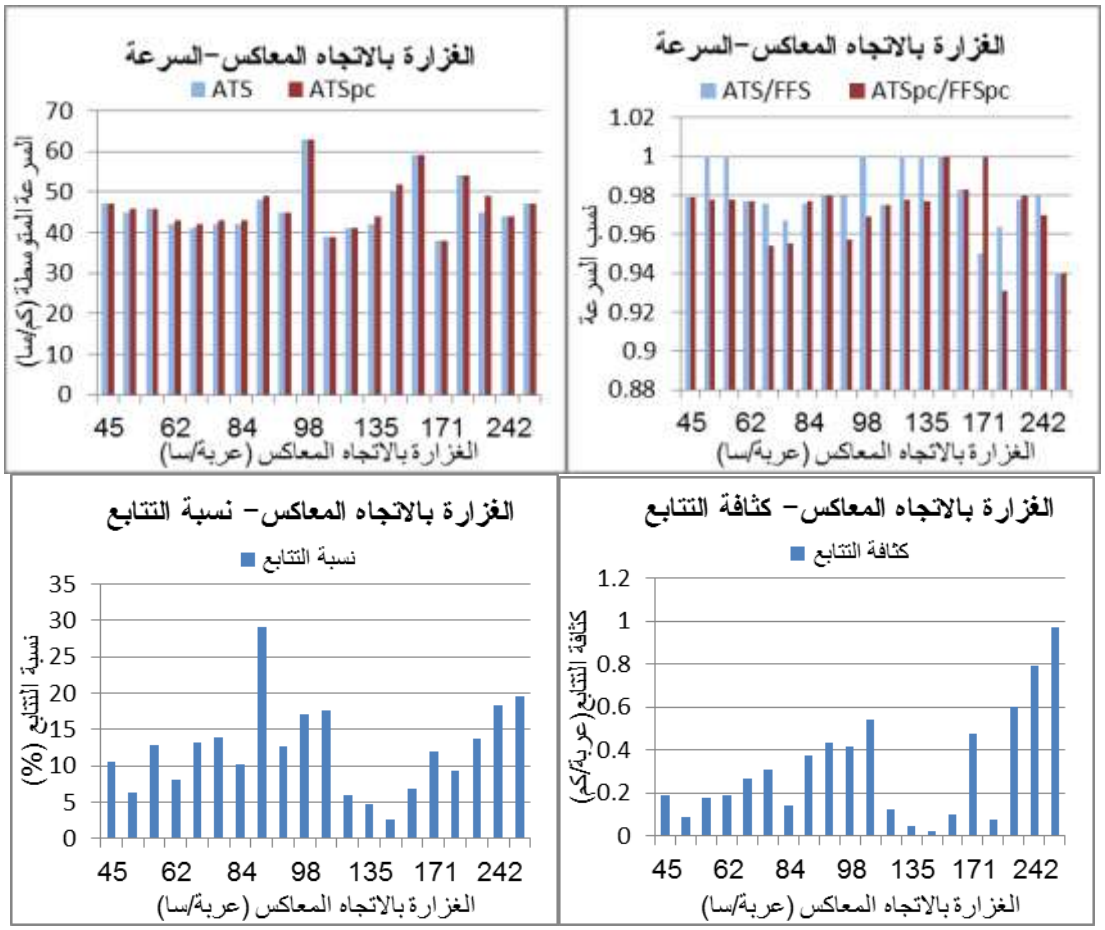
1 – من أجل العلاقة بين معدل الغزارة ومعدلي سرعة الرحلة (ATS_{PC}،ATS)، فإن التوقع العام لهذه العلاقة هو أنّه بزيادة الغزارة سيتناقص معدل السرعة، ونلاحظ تحقق ذلك في أغلب المواقع، كما نلاحظ عدم وجود تباينات كبيرة بين سرعة العربات السياحية والسرعة للعدد الإجمالي للعربات، وذلك لعدم وجود اختناقات مرورية ولأن العربات السياحية تشكل قسماً كبيراً من العدد الكلي للعربات.

2 –من أجل العلاقة بين غزارة المرور وكلاً من ATS/FFS و ATS_{PC}/FFS_{PC}، إنّ التوقع العام لهذه العلاقة هو أنّه بزيادة الغزارة تنخفض نسب السرعة، ووجد بأنّ النسبة ATS_{pc}/FFS_{pc} متوافقة معه بشكل أكبر من النسبة ATS/FFS، ويفسر ذلك بأن ATS_{pc}/FFS_{pc} تتأثر بالزيادة في الازدحام بشكل أكبر من ATS/FFS، كما أنّ سرعات عربات الركاب تتجه لأن تكون أكثر تأثراً بزيادة الازدحام من سرعات العربات الثقيلة..

3 – من أجل العلاقة بين نسبة التتابع (PF) وبين الغزارة بالاتجاه المباشر، فإن التوقع العام لهذه العلاقة هو أنّه كلما زادت الغزارة زادت نسبة التتابع وهذا ما تمت ملاحظته من خلال العلاقة، ويفسر ذلك بأنه عند زيادة الغزارة تزداد أعداد العربات ذات الفواصل القصيرة وبالتالي تزداد أعداد العربات التي تتبع في حركتها للعربات الأخرى، وبمعنى أصح تزداد نسبة التتابع.

4 – بالنسبة للعلاقة بين كثافة التتابع (PD) والغزارة بالاتجاه المباشر، كان التوقع العام لهذه العلاقة أنّه كلما زادت الغزارة تزداد كثافة التتابع وهذه العلاقة تتفق مع التوقعات العامة، كما أنّ هذا الاتجاه أقوى وأكثر وضوحاً من الاتجاهات التي عرضت في العلاقات السابقة.

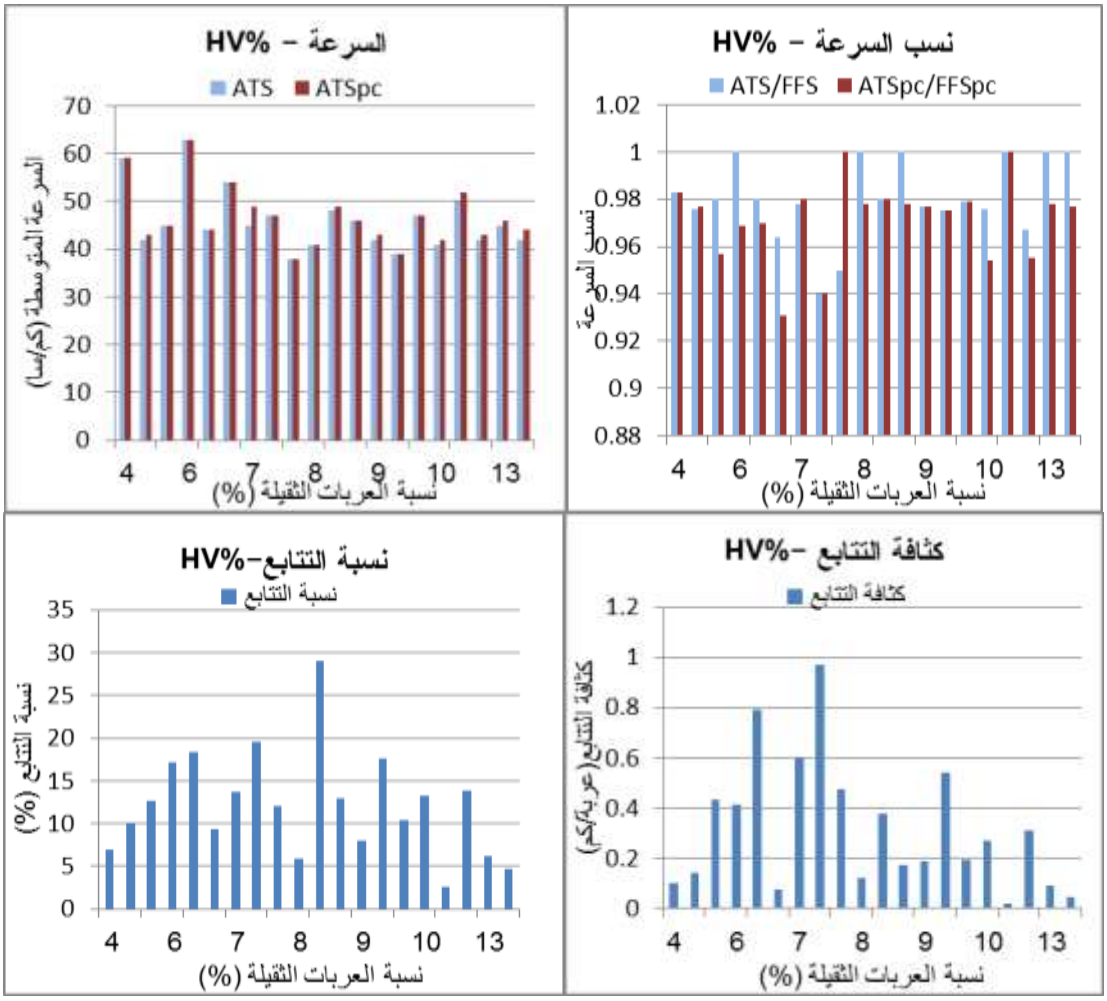
كما تمت دراسة العلاقات بين معايير الأداء و غزارة المرور بالاتجاه المعاكس وذلك باستخدام المخططات البيانية. والشكل (3) يظهر هذه العلاقات.



الشكل (3) العلاقة بين الغزارة بالاتجاه المعاكس وبين معايير الأداء في مواقع الدراسة

نلاحظ من الشكل أنّ كل من السرعة المتوسطة ونسب السرعة أظهرت انخفاضاً ضعيفاً مع زيادة الغزارة بالاتجاه المعاكس، كما أنّ كلاً من نسبة التتابع وكثافة التتابع لا تظهر اتجاه معين يمكن تمييزه، أي أنّ علاقة نسبة التتابع وكثافة التتابع مع الغزارة بالاتجاه المعاكس هي علاقة ضعيفة.

وأخيراً تمّ دراسة علاقات معايير الأداء مع متغير تشكل الرتل الثالث (نسبة العربات الثقيلة HV%) وذلك للمواقع العشرة المحددة بالدراسة، ووفقاً للمخطط البياني في الشكل(4) نلاحظ أنّه لا توجد علاقات واضحة بين كل المعايير ونسبة العربات الثقيلة وخاصةً من أجل معايير الأداء نسبة التتابع وكثافة التتابع، كما أنّ المعايير ATSو ATS_{PC} و ATS/FFS و ATS_{PC}/FFS_{PC} كان لها اتجاه منحدر ضعيف .



الشكل(4) العلاقة بين نسبة العربات الثقيلة(HV%) وبين معايير الأداء في مواقع الدراسة

من أجل جميع الحالات التي درست، نلاحظ أنّه من الواضح أنّ علاقات معايير الأداء مع نسبة الغزارة في الاتجاه المعاكس ونسبة العربات الثقيلة أظهرت وجود علاقات أضعف من تلك التي مع معدل الغزارة بالاتجاه المباشر للحركة كما هو موضح في الأشكال(2،3،4).

2- التحليل الإحصائي (درجة الارتباط):

تمّ اختبار العلاقة بين معايير الأداء وبين متغيرات تشكل الرتل من خلال دراسة درجة الارتباط، والذي يمكن أن يساعد على فهم أفضل للعلاقة بين مقاييس الأداء وبين المتغيرات والتي تقيس قوة واتجاه العلاقة الخطية بين كلّ معيار أداء وكل متغير تشكل رتل. إنّ الجدول (3) يظهر درجات الارتباط بين معايير الأداء وبين متغيرات تشكل الرتل لكل المواقع المدروسة على المسارين المحددين.

الجدول(3) درجات الارتباط بين معايير الأداء ومتغيرات تشكل الرتل لكل المواقع

معايير الأداء	متغيرات تشكل الرتل		
	الغزارة (مباشر)	الغزارة (عكسي)	نسبة العربات الثقيلة(%HV)
ATS	−0.063	−0.041	−0.544
ATS_{PC}	−0.058	−0.015	−0.488
ATS/FFS	−0.646	−0.756	(0.072)
ATS_{PC}/FFS_{PC}	(0.152)	(0.13)	(0.001)
نسبة التتابع (PF)	0.811	0.709	(−0.215)
كثافة التتابع (FD)	0.949	0.944	(−0.352)

إنّ القيم الموضوعة بين قوسين هي لقيم الارتباط غير المتوافقة مع العلاقات المنطقية المتوقعة بين متغيرات تشكل الرتل ومعايير الأداء، حيث أنّ أغلبية الاشارات لمعاملات الارتباط هي في الاتجاه المتوقع. على سبيل المثال: أظهرت كل من كثافة التتابع (FD) ونسبة التتابع (PF) علاقات ايجابية مع الغزارة، وهذا يعني أنّ كثافة التتابع ونسبة التتابع تميل الى الازدياد مع زيادة معدل غزارة حركة المرور، وبالمقابل فإنّ المتغيرات المتعلقة بالسرعة (ATS و ATS_{PC} و ATS/FFS و ATS_{PC}/FFS_{PC}) أظهرت ارتباطات سلبية مع غزارة المرور وهذا يعني أنّ زيادة حركة المرور يؤدي إلى انخفاض السرعة، كما أنّ كل من كثافة التتابع ونسبة التتابع أظهرت ارتباط أعلى وهام مع الغزارة المرورية، ومعظم المعايير المرتبطة بالسرعة كان لها معاملات ارتباط مع اشارات تتوافق مع الاتجاه المتوقع، وأغلبيتها كان لها علاقات ضعيفة مع غزارة المرور.

كما نلاحظ أنّ العلاقات مع ATS و ATS/FFSأعلى من تلك مع ATS_{PC} و ATS_{PC}/FFS_{PC}، وهذا يشير الى أنّ دراسة المعايير المتعلقة بسرعة عربات الركاب لا يحسن كثيراً الحساسية لمتغيرات تشكل الرتل .

ونلاحظ من الجدول (3) التالي:

1 − أنّ كل من الغزارة بالاتجاه المباشر والغزارة في الاتجاه المعاكس أظهرت ارتباطات عالية نسبياً مع كل معايير الاداء بالمقارنة مع نسبة العربات الثقيلة .

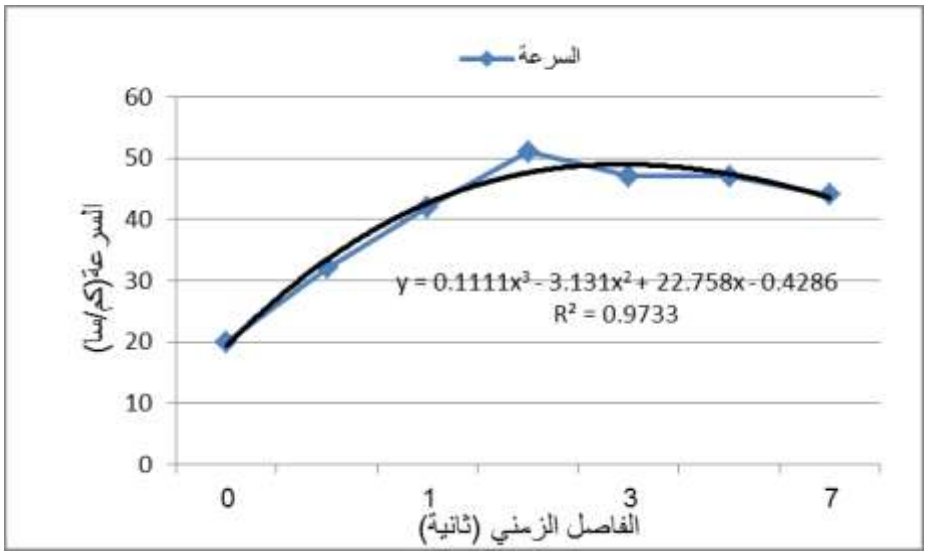
2 − تمّ ايجاد علاقات هامة وعالية مع الغزارة بالاتجاه المباشر− الغزارة بالاتجاه المعاكس وذلك بالترتيب التالي :كثافة التتابع – نسبة التتابع – ATS/FFS–ATS– ATS_{pc} على التوالي. وأظهرت ATS_{pc}/FFS_{pc} إما علاقات غير منطقية أو ارتباطات ضعيفة.

3 − أظهرت كل من ATS و ATS_{PC}علاقات هامة مع نسب العربات الثقيلة مقارنة مع باقي معايير الأداء.

3− دراسة ظاهرة تشكل الرتل على الطرق بحارتين باتجاهين:

وفي محاولة لفهم وفحص تأثير تشكل الرتل على السرعة وعلى الفواصل بين العربات تمّ دراسة العلاقة (الفواصل – السرعة المتوسطة)، ويهدف هذا التحليل الى تحليل أي علاقات ممكنة بين فواصل العربات وسرعتها[1]،

وبناء على ذلك تمّ تشكيل علاقة بين الفواصل والسرعة المتوسطة ويبين الشكل (5) نموذجاً لهذه العلاقة في أحد الموقع.



الشكل(5) العلاقة بين الفاصل والسرعة في أحد المواقع

ووجد أنّ قيمة الفاصل الزمني يمكن أن تستخدم لتمييز العربات التي تتحرك بدون إعاقة خارج أرتال العربات والتي تمثل العربات التي تسير بشكل حر، ومن خلال هذه القيم يمكن تحديد السرعات المرغوبة على الطريق، أي أنّ أي عربات تسير بفواصل أكبر من قيمة معينة (4 ثواني) يمكن أن تسير بشكل حر بدون أي إعاقة من العربات الأخرى وبالتالي تسير وفق سرعتها المرغوبة.

الاستنتاجات والتوصيات:

إنّ الهدف الرئيسي من هذا البحث هو دراسة العلاقة بين معايير الأداء التشغيلية على طرق المناطق الريفية بحارتين باتجاهين وظاهرة تشكل الرتل، حيث تمّ تحديد وحساب العديد من معايير الأداء وذلك باستخدام بيانات المرور من عشرة مواقع دراسة على الطرق الريفية بحارتين باتجاهين في محافظة طرطوس، كما تمّ توضيح ظاهرة تشكل الرتل من خلال ثلاث متغيرات هي :الغزارة بالاتجاه المباشر والغزارة بالاتجاه المعاكس ونسبة العربات الثقيلة، ثمّ نفّذت التحليلات بالرسوم البيانية والإحصاءات وتوصلنا إلى الاستنتاجات والتوصيات التالية:

1 تمّ ايجاد الارتباط بين معايير الأداء المحددة ومتغيرات تشكل الرتل، وتبين أنّ كل من كثافة التتابع ونسبة التتابع لهما ارتباط قوي مع متغيرات تشكل الرتل. وبالعكس فإنّ معايير الأداء المرتبطة بالسرعة مثل معدل سرعة الرحلة ومعدل سرعة الرحلة لعربات الركاب ومعدل سرعة الرحلة لعربات الركاب كنسبة من سرعة الجريان الحر لعربات الركاب كان لها ارتباط ضعيف مع متغيرات تشكل الرتل.

2 كما تمّت دراسة متغيرات تشكل الرتل ووجد بأنّ الغزارة بالاتجاه المباشر للسفر له الارتباط الأقوى مع معايير الأداء، وأظهرت النتائج أنّه لا يوجد دليل على أنّ نسبة العربات الثقيلة لها ارتباطات واضحة مع مقاييس الأداء .

3 أكدّت النتائج الاجمالية من أجل ظروف الطرق الريفية بحارتين باتجاهين أنّ كثافة التتابع هو مقياس واعد من أجل دراسة الأداء التشغيلي...

4 كما تمت دراسة تأثير تشكل الرتل على الحركة المرورية، وتبيّن أنّه عند قيم الفواصل المنخفضة (أقل من 3 ثواني) توجد علاقة مباشرة بين سرعة العربات والفاصل الزمني، وتبيّن من التحليلات أنّ قيمة الفاصل الزمني يمكن أن تستخدم لتمييز العربات التي تتحرك بدون إعاقة خارج أرتال العربات والتي تمثل العربات التي تسير بشكل حر، ومن خلال هذه القيم يمكن تحديد السرعات المرغوبة على الطريق.

5 تمّت دراسة تأثير التوزع الاتجاهي للحركة على الأداء المروري من خلال دراسة تأثيرها على السرعة، وتبيّن أنّ تأثير نسب التوزع الاتجاهي على السرعة المتوسطة يعتبر قليلاً.

6 توصي باستخدام كثافة التتابع كمعيار لتقييم لأداء المروري على الطرق الريفية بحارتين باتجاهين، فهو المعيار الأفضل الذي يعبر عن الأداء التشغيلي للطريق.

7 ضرورة ادخال متغيرات أخرى ذات صلة بالخواص الهندسية للطرق بحارتين باتجاهين (مثل: الميول الحادة، المنعطفات....وغيرها) وذلك بهدف دراسة تأثيرها على الأداء المروري لهذا النوع من الطرق.

8 يوصى بإجراء أبحاث أوسع باستخدام بيانات من الطرق الريفية ذات الصنف I و III.

9 يجب إجراء المزيد من الأبحاث على كثافة التتابع باستخدام بيانات من مجموعة واسعة من المواقع ذات الظروف المرورية المتنوعة، وذات حجوم مرورية أعلى.

المراجع:

1. DURBIN, C. *Traffic performance on two-lane, two-way highways: Examination of new analytical approaches*. Montana state university, Bozeman, Montana, June, 2006, 7-15.

2.HASHIM, I; ABDEL-WAHED,T. *Evaluation of performance measures for rural two-lane roads in Egypt*. Alexandria Engineering Journal 50, Egypt, 2011, 245– 255.

3. KARJAL, S. R. *Estimating Quality Of Traffic Flow On Two-Lane Highways*. Montana State University Bozeman, Montana , July 2008, 1-8.

4.LUTTINEN, T; DIXON, M; WASHBURN, S. *Two-Lane Highway Analysis in HCM2000: Draft White Paper*. May 24, 2008, 32-35.

5.LUTTINEN, T. *Capacity and Level-of-Service Estimation in Finland*. Fifth International Symposium on Highway Capacity and Quality of Service, Yokohama, Japan, 2006 ,22-29.

6.TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (TRB). *Highway Capacity Manual (HCM)*. National Research Council, Washington, 2000, 14-20.