Wadi Alshatti University Journal of
Pure and Applied Science

مجلة جامعة وادي الشاطئ
للعلوم البحتة والتطبيقية

**The First Conference on Roads and Traffic Accidents - November 23th , 2024, Brack Alshatti - Libya**

**RESEARCH ARTICLE** **ROAD AND TRANSPORTION ENGINEERING**

# Evaluation of The Performance of a Roundabout intersection in Surman City by Using Synchro 08 Program

Ibrahim Aref Hassan[1*], Abdullah Ali Al-Rabib[2], Elham Ibrahim Aref [2]

[1] Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering Raqdalin, Sabratha University, Libya
[2] Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering Sabratha, Sabratha University, Libya

**ARTICLE HISTORY**
Conference date:
23 November 2024
Online 23 March 2025

**KEYWORDS**
Road intersections;
Levels of service;
The rate of capacity size.

**A B S T R A C T**

Road intersections are of great importance in traffic and transportation road networks. They are the main joints for distributing and determining traffic directions on the network inside and outside cities. The better the intersection performs its engineering function by allowing traffic to flow through it away from what is known as traffic disruption, represented by an increased in collision points and an increased road intersection accident, the better its quality is, which is evident in the level of service during its operation, which is inversely proportional to the delay time. In this study, a roundabout intersection in the city of Surman was chosen to evaluate the performance of the current situation by knowing its service level using the (Synchro 08) program, which allows us to improve the service level in case of its decline to find appropriate engineering solutions through two- and three-dimensional simulations. The mechanism of this study was represented in collecting traffic and engineering data for the current situation of the intersection and analyzing it using the program. Through the simulation shown by the analysis results, it became clear that the level of service for the intersection F and the maximum volume capacity ( $v/c = 1.71$), which is worse than the bad, and through the proposed alternatives and solutions it became clear that the best an alternative is to remove the turning island and re-plan the intersection by adding some lanes and organizing it with a traffic light, the results of this alternative show that the service level for intersection C is with a delay time ($30\ sec/veh$) and a maximum rate for the size of the capacitance ( $v/c = 1.02$).

# تقييم أداء تقاطع بجزيرة دوران (تقاطع ميداني بمدينة صرمان) باستخدام برنامج Synchro 08

إبراهيم العارف حسن[1,*] ، عبد الله علي الربيب[2]، إلهام إبراهيم العارف[2]

**الكلمات المفتاحية**
تقاطعات الطرق
مستويات الخدمة
معدل الحجم للسعة

**الملخص**

لتقاطعات الطرق أهمية بالغة في شبكات طرق المرور والنقل فهي المفاصل الأساسية لتوزيع وتحديد اتجاهات حركة المرور على الشبكة داخل وخارج المدن وكلّما كان التقاطع يؤدي وظيفته الهندسية بشكلٍ جيد عن طريق انسياب الحركة من خلاله بعيدًا عن ما يعرف بالخلل المروري والمتمثل في زيادة نقاط التصادم وزيادة حوادث تقاطعات الطرق كان ذلك مؤشرًا جيدًا على جودته والتي تتضح في مستوى الخدمة أثناء تشغيله والذي يتناسب عكسيًا مع زمن التأخير. في هذه الدراسة تمّ اختيار تقاطع بجزيرة دوران بمدينة صرمان لتقييم أداء الوضع الحالي عن طريق معرفة مستوى الخدمة له باستخدام برنامج (Synchro08) والذي يُتيح لنا تحسين مستوى الخدمة في حالة تدنيه لإيجاد الحلول الهندسية المناسبة عن طريق محاكاة ثنائية وثلاثية الأبعاد. تمثّلت ألية عمل هذه الدراسة في تجميع البيانات المرورية والهندسية للوضع القائم للتقاطع وتحليلها باستخدام البرنامج ومن خلال المحاكاة التي أظهرتها نتائج التحليل اتّضح أنّ مستوى الخدمة للتقاطع F وأقصى معدل لحجم السعة ( $v/c = 1.71$) وهو أسوأ من السّيء ومن خلال البدائل والحلول المقترحة اتّضح أنّ أفضل بديل هو إزالة جزيرة الدوران وإعادة تخطيط التقاطع بإضافة بعض الحارات وتنظيمه بإشارة ضوئية حيث تبيّن من نتائج هذا البديل أنّ مستوى الخدمة للتقاطع C بزمن تأخير ($30\ sec/veh$) وأقصى معدل لحجم السعة ( $v/c = 1.02$) .

## المقدمة

يستند مجال هندسة المرور والنقل في تقييم الطرق وتقاطعاتها على زمن التأخير في الرحلة والذي يعتبر مؤشر على مستوى جودة شبكة الطرق وجودة إدارة ونظم تشغيلها وجانب تقييم الطرق وتقاطعاتها من الجوانب الهامة جداً في مجال هندسة المرور والنقل ولهذا فإن الدول المتقدمة رصدت الميزانيات وشجعت المنظمات والوكالات المتخصصة في مجال هندسة المرور والنقل للبحث والدراسة في هذا المجال. لقد صدرت أبحاث ودراسات كثيرة و متنوعة في كل ما يتعلق بهندسة المرور و النقل وكان للجانب الخاص بدراسة زمن الرحلة و تحديد مستوى الخدمة للطرق و التقاطعات العديد من هذه الدراسات والأبحاث التي استخدمت فيها التقنيات الحديثة و برامج

*Corresponding author: Ibrahimhassan8283@gmail.com
https://doi.org/10.63318/waujpas.sp1FCRTA-2024_17

الحاسوب التي تتوافق مع منهجية التصميم المتبعة في دليل السعة الأمريكي *HCM* ومن بين هذه البرامج *Highway capacity software* ، *Sidra* و *Synchro* وكل هذه البرامج تهدف إلى تحديد زمن التأخير الفعلي و في هذه الدراسة تم اختيار برنامج *Synchro 08* لتقييم احد التقاطعات في منطقة الدراسة .

**مشكلة الدراسة وأهدافها**

تقاطع الميدان بمدينة صرمان من التقاطعات المهمة الذي يربط العديد من الطرق الداخلية جنوب المدينة بالطريق الساحلي شمالها وهو تقاطع رباعي منظم بجزيرة دوران الذي يوجد به العديد من الاختناقات المرورية ونظرًا لأهمية هذا التقاطع ولأجل سلامة مستخدميه يتطلب الأمر تسهيل حركة المرور خلاله وتحسين مستوى الخدمة بتقليل معدل التأخير لذا تمّ استخدام برنامج *Synchro 08* في هذه الدراسة لتحقيق الهدف الأساسي وهو تقييم أداء الوضع الحالي وتحديد مستوى الخدمة لهذا التقاطع باستخدام البرنامج والعمل على تحسينه وإيجاد الحلول المناسبة طبقاً للبيانات الحقلية للتقاطع وذلك عن طريق محاكاة ثنائية وثلاثية الأبعاد يتيحها لنا البرنامج تساعد على اختيار الحل الأمثل والمناسب للتقاطع.

تعتبر تقاطعات الطرق عنصر هام جداً في شبكة الطرق سواءً كانت في المناطق الحضرية داخل المدن أو في المناطق الخلوية خارج المدن لما لها من دور رئيسي في ربط شبكة الطرق فيما بينها و تنظيم الحركة المرورية وتوزيع اتجاهاتها ورفع درجة الأمان وتوفير الراحة لمستخدم الطريق وكذلك اختصار زمن الرحلة ولهذا اهتم المهندسون والباحثون في مجال هندسة المرور والنقل بتصميم التقاطعات ووضع المواصفات والمعايير الهندسية لها وتم إصدار العديد من الأبحاث والدراسات على تقاطعات الطرق بغرض تقييمها وتطويرها وتحسين مستوى أدائها لذا سنقوم بعرض بعض الدراسات السابقة ذات العلاقة بموضوع الدراسة باختصار وذلك على النحو التالي :

دراسة قام بها أكرم رستم و آخرون في سنة 2012، في هذه الدراسة تمت عملية التحليل والمقارنة على أربعة تقاطعات مرورية في مدينة اللاذقية بسوريا وذلك مع مراعاة عدد من المتغيرات المؤثرة على حركة الانعطاف إلى اليسار باستخدام برنامج HCS (2000). أظهرت نتائج الدراسة أن إضافة حارة خاصة للانعطاف إلى اليسار يخفض أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار ولكنه بالمقابل يسبب أزمنة تأخير كلية لكامل التقاطع، كما أظهرت أيضا انخفاض في أزمنة تأخير حركة الانعطاف إلى اليسار على أغلب أذرع التقاطعات وهو ما ترافق مع زيادة في أزمنة تأخير الحركة المستقيمة على الذراع المقابل وذلك عند الانتقال من تطبيق الطور المسموح إلى تطبيق الطور المحمي. لقد أوصت الدراسة ضرورة انجاز دراسة هندسية مرورية شاملة قبل اقتراح استخدام طور خاص أو إضافة حارة خاصة لحركة الانعطاف إلى اليسار لمعرفة حدود التحسين الممكنة [1].

دراسة قام بها عبد الكبير عبد الغني ومحاد محمد في سنة2018، تمثلت هذه الدراسة في استخدام برنامج *Synchro 08* لتحليل وتقييم ثلاث تقاطعات هامة في مدينة المسيلة بالجزائر، الأول تقاطع رباعي منظم بإشارة ضوئية وجزيرة دوران وسطية والثاني تقاطع رباعي منظم بإشارة ضوئية والثالث تقاطع رباعي منظم بإشارات عمودية .أوضحت الدراسة : بالنسبة للتقاطع الأول أن البرنامج لا يسمح بإدخال البيانات اللازمة للتحليل عن الإشارة الضوئية وجزيرة الدوران الوسطية معاً لذا تم إدخال البيانات لكل حالة على انفراد واتَّضح تحسن بشكل ملحوظ في مستوى خدمة التقاطع عند استبعاد جزيرة الدوران و الإبقاء على الإشارة الضوئية، والتقاطع الثاني كان مستوى الخدمة (C) أي مستوى متوسط ، أما التقاطع الثالث فإن مستوى خدمة التقاطع(U) أي أنه سيء جدًا ومن خلال التدخل بالبرنامج واقتراح إشارة ضوئية تحسن مستوى الخدمة في التقاطع الثالث إلى المستوى (B) . أوصت الدراسة بإزالة جزيرة الدوران من التقاطع الأول والإبقاء على الإشارة الضوئية، وإبقاء التقاطع الثاني على حالته الأصلية، أما التقاطع الثالث لقد أظهرت الدراسة لكي يتحسن مستوى الخدمة يتطلب الأمر تركيب وتشغيل إشارة ضوئية [2].

دراسة قام بها عبد الرزاق إمحمد في سنة 2019، قامت هذه الدراسة بالتحليل والتقييم لأحد التقاطعات الهامة بمدينة بني وليد بليبيا يعرف بتقاطع طريق أبوسدرة باستخدام برنامج ( *Synchro 08*)، وأظهرت عملية المحاكاة لحركة التقاطع ازدحاماً واضحاً ومعدلات تأخير مرتفعة ومستوى الخدمة للتقاطع ( E ) ولقد تم اقتراح ثلاث بدائل من الحلول لتحسين مستوى الخدمة. أوصت الدراسة بإلغاء حركة الاستدارة إلى اليسار نهائياً والقيام بفصلها بعيداً عن التقاطع وبواسطة هذا البديل تم رفع مستوى الخدمة من (E) إلى (C) [3].

## منهجية الدراسة

لأهمية وطبيعة موضوع الدراسة تم إتباع المنهج الوصفي والمنهج التحليلي متمثلاً في الزيارة الميدانية للتقاطع والقيام بعملية الرفع المساحي وتجميع البيانات الهندسية والمرورية ومن ثم استخدام برنامج *Synchro 08* لتحليل البيانات لتقييم أداء التقاطع عن طريق معرفة تصنيفه ضمن مستويات الخدمة المتبعة عالمياً والجدول (1) يوضح مستوى الخدمة في التقاطعات المنظمة بجزيرة دوران أمَا الجدول (2) يوضح مستوى الخدمة في التقاطعات المنظمة بإشارة ضوئية ،ومن ثم القيام بالتحليل والدراسة للنتائج واقتراح الحلول والبدائل الممكنة لتحسين مستوى الخدمة والخروج بتوصيات تحقق أهداف الدراسة.

**الجدول1:** مستوى الخدمة في التقاطعات المنظمة بجزيرة دوران [4]

| مستوى الخدمة | معدل زمن التأخير (ثانية / مركبة) |
|---|---|
| A | $\leq 10$ |
| B | $> 10$ and $\leq 15$ |
| C | $> 15$ and $\leq 25$ |
| D | $> 25$ and $\leq 35$ |
| E | $> 35$ and $\leq 50$ |
| F | $> 50$ |

**أسباب اختيار الموضوع**

تم اختيار الموضوع بطريقة علمية ساهمت في ذلك العديد من الأسباب أهمها:

- إن الموضوع ذو أهمية كبيرة غير أنه لا يحظى بالاهتمام الكافي في منطقة الدراسة.
- إن استخدام برامج تقنيات الحاسوب (مثل *Synchro 08*) المستخدمة بالدول المتقدمة في مجال هندسة المرور و النقل لحل مشاكل تقاطعات الطرق شيء يستحق التجربة لمعرفة مدى فاعليتها محلياً.
- العمل على تطوير حركة المرور والنقل على شبكة الطرق بمنطقة الدراسة وجعلها ذات كفاءة وأمان.

**الجدول 2:** مستوى الخدمة في التقاطعات المنظمة بإشارة ضوئية [5]

| مستوى الخدمة | معدل زمن التأخير (ثانية / مركبة) |
|---|---|
| A | ≤ 10 |
| B | > 10 – 20 |
| C | > 20 – 35 |
| D | > 35 – 55 |
| E | > 55 – 80 |
| F | > 80 |

### التعريف ببرنامج *Synchro 08*

هو عبارة عن حزمة برمجية تقوم بتقييم الوضع الراهن لأداء التقاطعات حيث يُمكّن المستخدم من وضع حلول مرورية بناء على تعديلات يقترحها المهندس المختص، تشمل هذه التعديلات تغيير برامج الإشارات الضوئية أو تغيير في مخطط تتابع أطوارها أو تغيير في تخصيص الحركة على حارات أذرع التقاطع، ولقد تم اختيار هذا البرنامج لأنه متميز و ذو استخدام واسع كأداة لتقييم كفاءة التقاطعات المرورية بسهولة، إذ يتيح للمستخدم عملية إدخال البيانات عن طريق واجهات سهلة وعمليات تحليل بطرق متنوعة وإخراج واضح وسريع للتقارير ويتيح كذلك إجراء عمليات محاكاة للوضع الراهن ولبدائل الحلول. هذا البرنامج يبحث في تعديلات تتعلق بالظروف المرورية وظروف الإشارات الضوئية، دون أن يتطرق إلى الظروف الهندسية للتقاطع أي أنه لا يتدخل البرنامج بأبعاد الحارات و لا يقدم حلولاً تعتمد على الفصل المكاني بين مختلف الحركات المتصادمة في التقاطع كبناء جسر أو نفق، إذ يعود الدور في تقدير مستوى الحلول المقترحة إلى مهندس المرور الذي يقوم بعملية التحليل [6] والشكل (1) يوضح واجهة برنامج *Synchro 08*.

**الشكل1:** واجهة برنامج *Synchro 08*

## البرنامج العملي

### تجميع البيانات الهندسية

لتجميع البيانات الهندسية تمت الزيارات الميدانية للتقاطع موضع الدراسة واستخدام بعض الأجهزة المساحية لقياس المعالم الهندسية الخاصة بالتقاطع حيث استخدم جهاز المحطة الكاملة Total station لقياس أبعاد التقاطع والانحدار الطولي لأذرع التقاطع وكذلك استخدام كلاً من برنامج Google Earth و برنامج الأوتوكاد Autocade وبرنامج الرسام لإظهار الشكل العام للتقاطع طبقا للوضع القائم و تجميع كل البيانات الهندسية

المطلوبة للتحليل على النحو التالي :

هذا التقاطع عبارة عن تقاطع دائري رباعي الأذرع ونظام التحكم في حركة المرور يتم عن طريق جزيرة دوران وسطى وبعض إشارات المرور التقليدية والشكل (2) يوضح الوضع القائم للتقاطع والجدول (3 ) يوضح البيانات الهندسية اللازمة لتحليل التقاطع.

**الشكل 2:** الوضع القائم للتقاطع

### تجميع البيانات المرورية

لتجميع البيانات المرورية والمتمثلة في حصر الأحجام المرورية استخدمت كاميرا خاصة لرصد التقاطع موضع الدراسة ولقد تم الحصر لساعات الفترة الزمنية المحددة لدراسة التقاطع وتجميع بيانات الحصر كل 15 دقيقة وتم تصنيف المركبات الغير مكافأة لسيارة نقل عادية حسب التصنيف الوظيفي الليبي طبقاً للجدول (4) والمتمثلة في سيارة نقل صغيرة وحافلة صغيرة وحافلة كبيرة وشاحنة وشاحنة بمقطورة، وباستخدام معاملات التكافؤ صنّفت جميعها إلى ما يكافئها من سيارات نقل عادية [4].

**الجدول4:** ثوابت التحويل للمركبات المختلفة

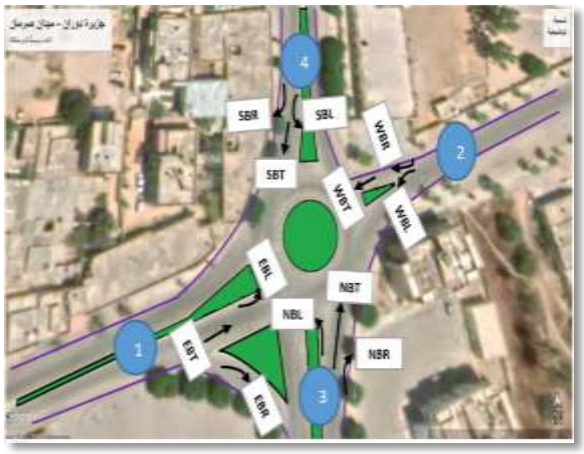
| نوع المركبة | المكافئ للمركبة |
|---|---|
| سيارة عادية | 1.00 |
| سيارة نقل صغيرة | 1.25 |
| حافلة صغيرة | 1.50 |
| حافلة كبيرة | 2.00 |
| شاحنة | 2.00 |
| شاحنة مقطورة | 3.50 |

والحصر المروري تمَّ على النحو التالي: الشكل ( 3 ) يوضح رموز الحجوم الإتجاهية المرورية للتقاطع ، وكانت فترة التحليل لمدة خمس ساعات من الساعة 10:30 am إلى الساعة 3:30 pm والبيانات المتحصل عليها من الحصر طبقًا للتصنيف الوظيفي الليبي تم تفريغها في جداول خاصة لمعرفة أحجام المرور الكلية لكل 15 دقيقة و كذلك تحديد ساعة الذروة للتقاطع و الجدول (5) يوضح عينة من إجمالي الحصر المروري و الذي يُوضح ساعة الذروة للتقاطع وهي (01:15 pm – 12:15 pm) بحجم مروري 3931 مركبة / ساعة .

### تحليل البيانات والحلول المقترحة

إن تحليل البيانات للتقاطع موضوع الدراسة باستخدام البرنامج يتطلب تحديد المدخلات الهندسية والمرورية اللازمة وكذلك حساب معامل ساعة الذروة *PHF* وحساب نسب المركبات الثقيلة وبعد إدخال جميع البيانات اللازمة للتقاطع وإجراء المحاكاة للوضع القائم وتقييمه سنتعرف على مستوى الخدمة وفي حالة تدني مستوى الخدمة سنقوم بالتدخل عن طريق اقتراح بدائل وحلول للرفع من مستوى الخدمة وبالتالي تحسين الأداء بالتقاطع. حيث تم حساب و إيجاد المتطلبات التي يحتاجها البرنامج للقيام بعملية المحاكاة للتقاطع من نتائج الحصر المروري والجدول (6) يوضح الأحجام

المرورية في ساعة الذروة لكل 15دقيقة بالتقاطع والشكل ( 4 ) يوضح توزيع الأحجام المرورية للتقاطع .




**الشكل3:** رموز الحجوم الاتجاهية المرورية للتقاطع

**الجدول 6:** الأحجام المرورية في ساعة الذروة

| Time | Volume (veh/h) |
|---|---|
| 12:15 –12:30 | **989** |
| 12:30 – 12:45 | **1060** |
| 12:45 – 01:00 | **964** |
| 01:00 – 01:15 | **918** |

**الشكل4:** توزيع الأحجام المرورية للتقاطع

من بيانات الحجم المروري الموضحة بالجدول (5) تم حساب معامل ساعة الذروة *PHF* طبقا للمعادلة التالية [7]:

$$PHF = \frac{volume\ during\ peak\ hour}{4 \times volume\ during\ peak\ 15\ \text{min}\ within\ peak\ hour}$$

$$PHF = \frac{989+1060+964+918}{4 \times 1060} = 0.93$$

وكذلك يتطلب البرنامج حساب نسب المركبات الثقيلة، والجدول (7) يوضح نسب المركبات الثقيلة التي تم حسابها لجميع اتجاهات الحركة المرورية بالتقاطع.

### عملية المحاكاة لتقييم التقاطع

تمت عملية محاكاة الوضع القائم للتقاطع بناءً على البيانات التي تم إدخالها للبرنامج المتمثلة في البيانات الهندسية و المرورية و معامل ساعة الذروة *PHF* و نسب المركبات الثقيلة ، والشكل ( 5 ) يوضح تقرير نتائج المحاكاة للوضع القائم بالتقاطع حيث اتضح من النتائج أن أقصى معدل الحجم للسعة v/c = 1.71 أي أن ( v/c > 1 ) وهذا يدل على أن التصميم الهندسي للتقاطع غير ملائم مع سعة التدفق المروري الحالي و للتغلب على هذا لابدَّ من عمل تغيرات أساسية في التصميم الهندسي للتقاطع ( تغيير في عدد الحارات و توزيع الحركة عليها ) و هذا يتطلب التدخل باقتراح بدائل و حلول لتحسين أداء التقاطع و الشكل (6 ) يوضح محاكاة ثلاثية الأبعاد للوضع القائم بالتقاطع.

**الجدول7:** نسب المركبات الثقيلة لجميع اتجاهات الحركة المرورية بالتقاطع

| Peck Hour | Approach | Direction | Heavy Vehicles % |
|---|---|---|---|
| | | RT | 3.9 ≈ 4 |
| | 1 | TH | 5.5 ≈ 6 |
| | | LT | 7.2 ≈ 7 |
| | | RT | 4.8 ≈ 5 |
| | 2 | TH | 0 |
| | | LT | 0 |
| 12:15 – 01:15 | | RT | 3.4 ≈ 3 |
| | 3 | TH | 8 |
| | | LT | 1.5 ≈ 2 |
| | | RT | 3.6 ≈ 4 |
| | 4 | TH | 3.7 ≈ 4 |
| | | LT | 3.2 ≈ 3 |

**الشكل 5:** تقرير نتائج المحاكاة للوضع القائم بالتقاطع

**الشكل 6:** محاكاة ثلاثية الأبعاد للوضع القائم بالتقاطع

### البدائل والحلول المقترحة للتقاطع

بسبب نتائج المحاكاة المتحصل عليها من تدني مستوى الخدمة للتقاطع وزيادة معدل التأخير، تم اقتراح كلاً من:

- **المقترح الأول**

في هذا المقترح تمَّ إزالة جزيرة الدوران وتنظيم التقاطع بإشارات تقليدية على الوضع الحالي للحركة المرورية، والشكل (7) يوضح تقرير نتائج المحاكاة للمقترح الأول.

| NODE SETTINGS | |
|---|---|
| Node # | 3 |
| Zone: | |
| X East (m): | 3068.0 |
| Y North (m): | 3333.5 |
| Z Elevation (m): | 0.0 |
| Description | |
| Control Type | Unsig |
| Max v/c Ratio: | 2.45 |
| Intersection Delay (s): | 333.4 |
| Intersection LOS: | F |
| ICU: | 1.58 |
| ICU LOS: | H |

**الشكل 7:** تقرير نتائج المحاكاة للمقترح الأول

اتضح من النتائج أن مستوى الخدمة للتقاطع F بتأخير 333.4 sec/veh و أقصى معدل الحجم للسعة v/c = 2.45 ، والشكل ( 8 ) يوضح محاكاة ثلاثية الأبعاد للمقترح الأول .

**الشكل 8:** محاكاة ثلاثية الأبعاد للمقترح الأول

- **المقترح الثاني**

في هذا المقترح تمّ إعادة تخطيط و إضافة بعض الحارات بالتقاطع والإبقاء على جزيرة دوران و الشكل (9) يوضح التقسيم المقترح للحارات و التوزيع الاتجاهي لأحجام حركة المرور، أما الشكل (10) يوضح تقرير نتائج المحاكاة للمقترح الثاني بالتقاطع.

**الشكل9:** التقسيم المقترح للحارات والتوزيع الاتجاهي لأحجام حركة المرور

**الشكل10:** تقرير نتائج المحاكاة للمقترح الثاني بالتقاطع

اتضح من النتائج أن أقصى معدل الحجم للسعة v/c = 1.71 والشكل (11) يوضح محاكاة ثنائية الأبعاد للمقترح الثاني بالتقاطع.

**الشكل 11:** محاكاة ثنائية الأبعاد للمقترح الثاني بالتقاطع

- **المقترح الثالث**

في هذا المقترح تم إعادة تخطيط و إضافة بعض الحارات بالتقاطع كما في المقترح الثاني و تنظيمه بإشارة ضوئية بنظام ثلاث أطوار و الجدول ( 8 ) يوضح بيانات تصميم الإشارة الضوئية للمقترح الثالث.

والخطوات التالية توضح حسابات و نتائج التصميم :

$\therefore \sum Y = 0.55 + 0.20 + 0.09 = 0.84 < 1$ O.K

Use Yellow time = 3.5 sec

Use Lost time = 3.5 sec

Use All- Red = 0.5 sec

$L = 3 \times 3.5 + 3 \times 0.5 = 12$ sec

$\because C_o = \frac{1.5\,(12)+5}{1-0.84} = 143.75$ sec > 120 sec → Use $C_o$ = 120 sec O.K.

$G_{te} = 120 - 12 = 108$ sec

$G_{phase1} = \frac{0.55}{0.84}\,(108) + 3.5 - 3.5 = 70.7$ sec

$G_{phase2} = \frac{0.20}{0.84}\,(108) + 3.5 - 3.5 = 25.7$ sec

$G_{phase3} = \frac{0.09}{0.84}\,(108) + 3.5 - 3.5 = 11.6$ sec

Try and check Green Time obtained :

$G_{phase1} = 78$ sec & $G_{phase2} = 22$ sec & $G_{phase3} = 20$ sec

ومن خلال النتائج المتحصل عليها من التصميم تم إجراء عملية المحاكاة لهذا المقترح والشكل (12) يوضح تقرير نتائج المحاكاة للمقترح الثالث بالتقاطع.

اتضح من النتائج أن مستوى الخدمة للتقاطع C بتأخير 30 sec/veh و أقصى معدل الحجم للسعة v/c = 1.02 ، و الشكل ( 13 ) يوضح محاكاة ثلاثية الأبعاد للمقترح الثالث بالتقاطع.

**الشكل12:** تقرير نتائج المحاكاة للمقترح الثالث بالتقاطع

**الشكل 13:** محاكاة ثلاثية الأبعاد للمقترح الثالث

## الاستنتاجات والتوصيات

### الاستنتاجات

من خلال تجميع المعلومات وتحليلها لمنطقة الدراسة تم التوصل إلى النتائج الآتية:

1. حركة المشاة عشوائية ولا يوجد لها أي تجهيزات (ممرات خاصة - علامات أرضية – أسيجة حماية لعبور التقاطع).
2. لا توجد علامات و إشارات مرورية على شواخص لتنظيم حركة المركبات بالتقاطع.
3. الأحجام المرورية الحالية لا تتوافق مع الوضع القائم للتقاطع وتوزيع الحركة المرورية عليه.
4. اتضح أن أقصى معدل الحجم للسعة v/c = 1.71 أي أن مستوى خدمة التقاطع للوضع القائم F.
5. أقصى معدل الحجم للسعة بالمقترح الأول هو v/c = 2.45 ومستوى الخدمة للتقاطع F بتأخير 333.4 sec/veh.
6. أقصى معدل الحجم للسعة بالمقترح الثاني هو v/c = 1.71.
7. أقصى معدل الحجم للسعة بالمقترح الثالث هو v/c = 1.02 ومستوى الخدمة للتقاطع C بتأخير 30 sec/veh.

### التوصيات

من واقع الدراسة نوصى بالآتي: -

1. إعادة التخطيط الهندسي للتقاطع وفقاً للمقترح الثالث وذلك بتجهيز وتنفيذ إشارة ضوئية.
2. تخطيط وتنظيم حركة مرور المشاة بعلامات أرضية وشواخص للتقاطع.
3. منع مناورات الوقوف في الحارات بالمنطقة الخاصة بالتقاطع.

**Author Contributions:** "All authors have made a substantial, direct, and intellectual contribution to the work and approved it for publication."
**Funding:** "This research received no external funding."
**Data Availability Statement:** "No data were used to support this study."
**Conflicts of Interest:** "The authors declare that they have no conflict of interest."

## References

[1] أكرم رستم و آخرون (دراسة تأثير الحركات المنعطفة إلى اليسار على أداء التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية ) ورقة بحثية منشورة في مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية سلسلة العلوم الهندسية المجلد 34 العدد 5 سنة 2012م .

[2] عبد الكبير عبد الغني و م.محاد محمد (تقييم التقاطعات ببرنامج *Synchro 08* دراسة حالة مدينة مسيلة - الجزائر) شهادة ماستر أكاديمي - جامعة المسيلة - الجزائر سنة 2018م .

[3] عبد الرزاق فرج أمحمد (استخدام تطبيقات الحاسوب والمحاكاة في التقييم المروري للتقاطعات بمدينة بني وليد) ورقة منشورة بالمؤتمر الثاني للعلوم الهندسية والتقنية صبراتة سنة 2019م

[4] دليل التصميم الهندسي للطرق في ليبيا - مصلحة الطرق والجسور - طرابلس .

[5] PAUL H. WRIGHT " Highway Engineering " Copyright (2004) by John Wiley & Sons. Inc. Sixth Edition.

[6] Traffic Signal Software – User Guide (2011).

[7] Traffic and Highway Engineering by Nicholas J. Garber &Lester A. Hoel University of Virginia Fourth Edition - 2009.

**الجدول 3:** البيانات الهندسية اللازمة لتحليل التقاطع

| Round about Lanes | Outside Radius (m) | Inside Radius (m) | Curb Radius (m) | Storage Length (m) | | | Grade% | | Lane width (m) | Lanes No. | | Leg No. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | U turn | Left Turn | Right turn | Exit Lanes | Enter Lanes | | Exit Lanes | Enter Lanes | |
| | | | 20 | - | - | - | +3.3 | -3.3 | 3.5 | 2 | 2 | **1** |
| **3** | 19 | 9 | 10 | - | - | - | 0 | 0 | 4.8 | 1 | 1 | **2** |
| | | | 10 | - | - | - | 0 | 0 | 3.8 | 2 | 2 | **3** |
| | | | 25 | - | - | - | 0 | 0 | 3.8 | 2 | 2 | **4** |

**الجدول 5:** عينة من الحصر المروري للتقاطع

| حجم المرور في ساعة الذروة (vph) | الحجم الكلي لكل ربع ساعة | Approach Traffic Volume .. حجم المرور للاتجاه | | | | | | | | | | | | الفترة الزمنية | تسلسل |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Leg # 4 SB الجنوب | | | Leg # 3 NB الشمال | | | Leg # 2 WB الغرب | | | Leg # 1 EB الشرق | | | | |
| | | SBL | SBT | SBR | NBL | NBT | NBR | WBL | WBT | WBR | EBL | EBT | EBR | | |
| **3460** | 823 | 41 | 129 | 82 | 49 | 183 | 119 | 1 | 12 | 7 | 45 | 97 | 58 | 11:00 – 11:15 | 3 |
| **3537** | 852 | 48 | 161 | 97 | 63 | 181 | 113 | 10 | 3 | 6 | 44 | 83 | 43 | 11:15 – 11:30 | 4 |
| **3674** | 882 | 45 | 173 | 86 | 53 | 183 | 111 | 4 | 9 | 7 | 65 | 86 | 60 | 11:30 – 11:45 | 5 |
| **3852** | 903 | 58 | 141 | 105 | 85 | 157 | 129 | 9 | 12 | 8 | 50 | 87 | 62 | 11:45 – 12:00 | 6 |
| **3913** | 900 | 66 | 144 | 91 | 59 | 185 | 97 | 4 | 11 | 8 | 65 | 114 | 56 | 12:00 – 12:15 | 7 |
| **3931** | **989** | **73** | **163** | **112** | **65** | **193** | **119** | **8** | **10** | **8** | **50** | **122** | **66** | **12:15 – 12:30** | **8** |
| **3816** | **1060** | **66** | **196** | **109** | **70** | **211** | **143** | **4** | **6** | **10** | **61** | **115** | **69** | **12:30 – 12:45** | **9** |
| **3648** | **964** | **50** | **165** | **132** | **60** | **195** | **120** | **4** | **21** | **12** | **57** | **92** | **56** | **12:45 – 01:00** | **10** |
| **3448** | **918** | **59** | **147** | **148** | **64** | **166** | **89** | **8** | **14** | **12** | **40** | **107** | **64** | **01:00 – 01:15** | **11** |
| | 874 | 38 | 175 | 144 | 60 | 156 | 93 | 5 | 8 | 8 | 46 | 84 | 57 | 01:15 – 01:30 | 12 |
| | 892 | 48 | 194 | 137 | 100 | 163 | 90 | 6 | 6 | 2 | 28 | 73 | 45 | 01:30 – 01:45 | 13 |
| | 764 | 24 | 189 | 90 | 82 | 122 | 77 | 9 | 14 | 4 | 39 | 67 | 47 | 01:45 – 02:00 | 14 |

**الجدول 8:** بيانات تصميم الإشارة الضوئية للمقترح الثالث

| | Phase 1 | | | | | | Phase 2 | | | Phase 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | NBL | NBT | NBR | SBL | SBT | SBR | EBL | EBT | EBR | **WBL & WBT & WBL** |
| DHV | 278 | 823 | 506 | 267 | 722 | 539 | 224 | 469 | 274 | **126** |
| S | 562 | 3008 | 1411 | 486 | 3124 | 1398 | 1518 | 3065 | 1398 | **1387** |
| DHV/S | 0.49 | 0.27 | 0.36 | 0.55 | 0.23 | 0.39 | 0.15 | 0.15 | 0.20 | **0.09** |
| | | | | 0.55 | | | | 0.20 | | **0.09** |