The North African Journal of Scientific Publishing (NAJSP)
مجلة شمال إفريقيا للنشر العلمي (NAJSP)
E-ISSN: 2959-4820
Volume 4, Issue 1, 2026
Page No: 01-09
Website: https://najsp.com/index.php/home/index
SJIFactor 2024: 5.49 معامل التأثير العربي (AIF) 2025: 0.69 ISI 2024: 0.696

Studying vehicle characteristics and determining service levels at road intersections (Case study: Ruwaifa Al-Ansari intersection, Al-Jabal Al-Akhdar Municipality, State of Libya)

Naser Salem[1*], Najem Salem[2], Ahmed Meekaeil[3], Saaed Abrabba[4], Amnnah Aladallal[5], Ghada Agil[6], Ibrahim Mathkour[7], Mahab Issa[8], Adam Almbruk[9]
[1,3,5,6,7,8,9]Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, University of Derna, Al Qubbah, Libya
[2]Computer Department, Faculty of Science, University of Derna, Al Qubbah, Libya
[4]Department of Architecture, College of Engineering Technologies, Al Qubbah, Libya

دراسة خصائص المركبات وتحديد مستوى الخدمة على تقاطعات الطرق (حالة الدراسة: تقاطع رويفع الأنصاري بلديّة الجبل الأخضر، دولة ليبيا)

نصر سالم[1*]، نجم سالم[2]، أحمد مكائيل[3]، سعيد عبدربة[4]، أمنه الدلال[5]، غادة عقيلة[6]، إبراهيم مذكور[7]، مهاب عيسي[8]، آدم المبروك[9]
[1،3،5،6،7،8،9]قسم الهندسة المدنية، الكلية الهندسة، الجامعة درنة، القبة، ليبيا
[2]قسم حاسوب، الكلية العلوم، الجامعة درنة، القبة، ليبيا
[4]قسم الهندسة المعمارية، كلية التقنيات الهندسية، القبة، ليبيا

*Corresponding author: snaser753@gmail.com

Received: November 15, 2025 | Accepted: December 30, 2025 | Published: January 10, 2025

Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Abstract:
The aim of this study was to investigate vehicle characteristics and determine the Level of Service (LOS) at the signalized intersection in Al-Jabal Al-Akhdar (Ruwaifa Al-Ansari intersection). Traffic data was collected using video cameras and a field survey using a special logbook during different time periods: morning and evening peak hours. The SIDRA software package, developed by the Australian Road Research Council, was used to assess and determine the level of service and average delay at the intersection. SIDRA operates according to the American Highway Capacity Manual and utilizes artificial intelligence tools on a model of the study, including sensors and traffic lights. The data analysis revealed that traffic flow is heterogeneous and not lane-dependent, with private vehicles accounting for more than 50% of the traffic compared to other vehicles. The results also showed that the intersection had a service level of F, the worst level, and an average delay of 183.4 vehicles/second. Finally, alternatives were proposed, including eliminating left-turn traffic in arms (NB) and (EB), as these are the busiest traffic flows. A change in service level from (F) to (E) was observed, as well as a decrease in average delay from 183.4 sec/veh to 68.6 sec/veh. Furthermore, proposed solutions involved developing an intelligent control model using traffic signals and sensors. This model utilizes artificial

intelligence algorithms to determine the optimal timing for improving and reducing traffic congestion at intersections, employing a traffic signal and sensor system, as illustrated in the study model.

Keywords: Level of service (LOS), Average delay, Traffic simulation (SIDRA), Grade Intersection, Artificial Intelligence.

الملخص:

الهدف من هذه الدراسة هو دراسة خصائص المركبات وتحديد مستوى الخدمة (LOS) على هذا التقاطع المزوّد بإشارة ضوئيّة بلدية الجبل الاخضر (تقاطع رويفع الأنصاري). تم جمع البيانات لحركة المرور باستخدام كاميرات فيديو وكذلك المسح الميداني عن طريق سجل حصر خاص خلال فترات زمنيّة مختلفة وهي الذروة الصباحيّة والذروة المسائيّة. حيث تمّ استخدام برنامج (SIDRA) لتقييم وتحديد مستوى الخدمة ومتوسّط التأخير على التقاطع. (SIDRA) هو عبارة عن حزمة برامج تم تطويرها من قبل مجلس أبحاث الطرق الأسترالي، وهو يعمل وفق دليل السّعة الأمريكي (Highway Capacity Manual)، وكذلك استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي على مُجسّم الدراسة وهي حسّاسات وإشارات ضوئيّة. حيث أظهرت نتائج تحليل البيانات أن حركة المرور غير متجانسة ولا تعتمد على الحارات، وأن العربات الخاصّة تمثل أكثر من 50% من حركة المرور مقارنة بالعربات الأخرى. وتبيّن من خلال النتائج أيضاً أنّ مستوى خدمة التقاطع (F) وهو المستوى الأسوأ، ومتوسّط التأخير (veh/sec183.4). وأخيراً تم وضع بدائل وهي إلغاء حركة الانعطاف إلى اليسار في الذراع (NB) و(EB) كونهما الأكثر تدفّق لحركة المرور، حيث لوحظ تغيّر مستوى الخدمة من (F) إلى (E) وكذلك متوسّط التأخير من (sec/veh 183.4) إلى (sec/veh 68.6). وعلاوةً على ذلك تم وضع حلول مقترحة بتطوير نموذج التحكّم الذكي باستخدام إشارات مروريّة وحسّاسات، وهذا النموذج يستخدم خوارزميّات الذكاء الاصطناعي لتحديد أفضل توقيت لتحسين وتقليل الاختناقات المرورية على التقاطعات وذلك بطريقة إشارات مروريّة وحسّاسات موضّحة بمُجسّم الدراسة.

الكلمات المفتاحية: مستوى الخدمة (LOS)، متوسّط التأخير، محاكاة حركة المرور (SIDRA)، التقاطعات السطحيّة، الذكاء الاصطناعي (Artificial Intelligence).

مقدمة:

إنّ مستوى الخدمة Level of Service عند أي تقاطع على الطريق له تأثير كبير على الأداء التشغيلي العام لهذا الطريق، وبالتّالي تحسين مستوى الخدمة عند كل تقاطع عادةً ما يؤدّي إلى تحسّن في المستوى العام لأداء شبكة الطرق، وإجراء عمليّات التحليل لإيجاد سعة التقاطعات وتحديد مستوى الخدمة يُعدّ أمراً مهمّاً وأداة أساسية للمصمّمين وموظّفي التشغيل وصنّاع القرار [2]. في الواقع إنّ أكثر المواقع تعقيداً على شبكات الطرق هي التقاطعات السطحيّة والّتي لا تسمح للمركبات بالمرور على مستويات مختلفة [3]. على صعيد مستوى الخدمة قام باحثون بدراسة حالة المرور الحاليّة على امتداد طريق يبلغ طوله 3.8 كم في مدينة بيون - الهند، والّذي يحتوي على 5 تقاطعات، ثلاثة منها مزوّدة بإشارات ضوئيّة، لتحديد مستوى الخدمة LOS ، وهدف هذه الدراسة هو تحسين مستوى الخدمة لامتداد الطرق المزدحمة في المناطق الحضريّة عبر إعطاء مجموعة من الحلول للمشاكل الحاليّة، تم جمع البيانات المروريّة يدويّاً واستخراجها من بيانات كاميرات الفيديو، وتمّت عملية الحصر المروري لثلاث أيّام من شهر يناير، بواقع يومين من أيّام العمل weekday ويوم واحد من أيّام العطلة weekend لمدة 12 ساعة، وتم تقسيم الطريق لثلاث قطاعات وتحليل كلّ قطاع على حِدة، وُجد أنّ القطاع بأكمله قد تخطّى السّعة الخدميّة التصميميّة (التي تجعل مستوى الخدمة من نوع LOS-C)، ويُرجع الباحثون السبب إلى عوامل عدة منها تواجد مواقف الباصات مباشرة بالقرب من مجرى المرور (carriageway) ، وعدم وجود تصريف للمياه في الاتّجاه الطولي يؤدّي لتغطية جانبي الطريق ممّا يقلّل من عرض الطريق، عدم وجود إشارات مرور مناسبة على امتداد الطريق، ولتحسين مستوى الخدمة وزمن الرحلة اقترحت الدراسة زيادة في عرض الطريق بإضافة حارة واحدة للاتّجاهين بأحد القطاعات، وإضافة جزيرة فاصلة وتفادي التوقّف على الشارع في القطاعين الآخرين [4]. في مدينة غازيبور، بنغلاديش أجريت دراسة لتحديد الخصائص المروريّة وتحديد مستوى الخدمة عند تقاطع إشارات رئيسي، جمّعت البيانات باستخدام كاميرات الفيديو لثلاث فترات زمنيّة مختلفة (الذروة الصباحيّة، المسائيّة، بعد الظهيرة)، تم حساب تدفق التشبّع ونسبة الحجم/ السّعة وفقاً لدليل سعة الطرق السريعة HCM 2010 ومن ثم تحديد مستوى الخدمة، أظهر التحليل مستوى F لكلّ الفترات الزمنيّة ولكلّ الحارات الخاصّة بأحد الأذرع بسبب كثرة الانعطاف إليه من قبل مستخدمي الأذرع الأخرى، ونقص العرض الفعّال (Effective width) لهذا الذراع بسبب شيوع توقّف المركبات لركوب/ ترجّل الركاب مما يخفّض في مقدار سعة الذراع، بينما أظهر ذراع آخر مستوى A لساعات الذروة الصباحيّة وما بعد الظهيرة بالنسبة لأيّام العطلة وساعات الذروة المسائيّة بالنسبة لأيّام العمل، ومستوى خدمة B لساعات الذروة المسائيّة في أيّام العطلة وما بعد الظهيرة لأيّام العمل، ومستوى خدمة C لساعات الذروة الصباحيّة لأيّام العمل ، وأوصت الدراسة بالتالي: حارة مخصّصة للحافلات قد تكون فعّالة لزيادة مستوى الخدمة على الطريق و كذلك يجب زيادة عرض الطريق الفعّال ومنع أي تعدّيات من شأنها التقليل من عرض الطريق [5]. هدفت دراسة (تحليل خصائص المرور وتصميم المسافة الأمثل بين مداخل/ مخارج مشاريع البناء الحضريّة والتقاطعات المستوية المجاورة) إلى تحسين الكفاءة التشغيليّة لمداخل/ مخارج مشاريع البناء الحضريّة والتقاطعات المجاورة، وأجريت الدراسة على تقاطع شارعي Wuhan و Youyi في مدينة ووهان بالصين،

حيث تقع بالقرب من التقاطع مداخل ومخارج مركز تسوّق تجاري بالإضافة إلى مداخل ومخارج فندق، وتمّ جمع البيانات المروريّة بما في ذلك سرعة المركبات، نوع المركبات، وتدفّق المرور عن طريق جهاز مستشعر الليزر AxleLight وتم جمع بيانات الحجم المروري بواسطة الفيديو، وقام الباحثون بدراسة المسافة بين التقاطع و مداخل/ مخارج المنشآت بواسطة الاستطلاعات الموقعيّة الفعليّة، وبواسطة تحليل خصائص المرور، وبواسطة التحليل النظري، وجرت محاكاة حركة المرور عن طريق برنامج المحاكاة VISSIM وذلك وفقاً لحالتين: الحالة الأولى باستخدام المؤشّرات الفعليّة والتصميم الفعلي للمسافات بين المداخل/ المخارج والتقاطع وفقاً للمسح الميداني. الحالة الثانية باستخدام المؤشّرات والمسافات المحسوبة من العلاقات الرياضيّة. تمّ مقارنة النتائج للحالتين، وأظهرت نتائج الحالة الثانية أداءً أفضل في المحاكاة من الحالة الأولى، حيث أظهرت سرعة تنقّل أعلى، وعدد مركبات أكثر، وزمن تأخير وطول طوابير أقل لكلّ من المداخل والمخارج والتقاطع المدروس [6].

المنهجيّة:

منطقة الدراسة:

يقع تقاطع الدراسة على بعد 2.5 كم من مركز مدينة البيضاء شرق ليبيا وهي أكبر مدن الجبل الأخضر، والّذي يلعب دورًا حاسمًا في التنقّل بين مركز المدينة (المنطقة الحضرية) والمنطقة الصناعيّة وكذلك المنطقة التعليميّة، وتلعب منطقة الدراسة دورًا حيويًا في ربط الجزء الشمالي الشرقي والجنوبي الغربي والغربي الشمالي والشرقي الشمالي من المدينة إلى أجزاء أخرى من مدن الجبل الأخضر، تبلغ مساحة مدينة البيضاء 31,201,696.86 متر مربّع، وتبلغ الكثافة السكانيّة فيها 209,978 نسمة. تقاطع رويفع الأنصاري تقاطع سطحي ذو أربع أرجل مزوّد بإشارات ضوئيّة، وإنّه أحد التقاطعات الأكثر ازدحامًا وخطورة والّتي تقع في الجزء الغربي من المدينة.

الشكل (1): يوضّح منطقة الدراسة (تقاطع رويفع الأنصاري، بلديّة الجبل الاخضر)

مستوى الخدمة:

يضع دليل سعة الطرق السريعة HCM منهجيّة إيجاد مستوى الخدمة على التقاطعات المزوّدة بإشارة ضوئيّة، ويعتمد في التقنيّات الحسابيّة على إيجاد قيمة التأخير (control delay) والّذي يُعتبر مقياساً للخدمة وفقاً للدليل [1].

الجدول (1): يوضّح معايير مستوى الخدمة LOS للتقاطعات المدارة بإشارة ضوئيّة وفقاً لدليل HCM

LOS	Control delay per vehicle (sec/veh)
A	≤10
B	>10-20
C	>20-35
D	>35-55
E	> 55-80
F	>80

وفيما يلي وصف للظروف التشغيليّة لكل مستوى من مستويات الخدمة:

- **A:** تدفّق حر، سرعات أعلى، مناورات حرّة، مستويات عالية من الراحة للسائقين، غير متوقّع حدوث تأخير.
- **B:** شبه تدفّق حر، المحافظة على سرعات المستوى A مع بعض التقييد في حركة المناورة، احتمالية حدوث تأخيرات قليلة.
- **C:** تدفّق مستقر، تقييد ملحوظ في المناورة، معظم السائقين ذوي الخبرة على درجة مقبولة من الراحة، الحفاظ على السرعة المصرّح بها، مناسب لتخطيط الطرق داخل المدن.
- **D:** تدفّق يقترب من عدم الاستقرار، مناورات مقيّدة بدرجة عالية، انخفاض في درجة الراحة للسائقين، سرعات منخفضة.
- **E:** تدفّق غير مستقرّ، التشغيل يساوي السّعة، سرعات متفاوتة وغير مستقرة، مستوى راحة سيّء، وجود اختناق.
- **F:** تدفّق عند نقطة الانهيار، سرعة المركبات تقترب من الصفر، لا يمكن التنبّؤ بالتأخير.

أداة التحليل:

استخدمت الدراسة الحزمة البرمجيّة (SIDRA) والّتي تعمل وفق دليل سعة الطرق HCM لإيجاد التأخير لكلّ ذراع من أذرع التقاطع وإعطاء تقارير مستوى الخدمة كمُخرجات للبرنامج، حيث يتميّز برنامج (SIDRA) بالقدرة على إدراج نماذج تتوافق مع الظروف المحليّة للموقع قيد الدراسة، بواسطة مجموعة مُدخلات تندرج تحت 3 فئات رئيسيّة:

1. **مُدخلات هندسيّة (Geometric):** أي التخطيط الهندسي للتقاطع من أبعاد وانحدارات ووظائف حارات كوجود الحارات المخصّصة لإحدى الحركات.
2. **مُدخلات المرور (Traffic):** وتتضمّن معدّلات التدفّق والحجوم المروريّة لكل حركة، والنسبة المئويّة لأنواع العربات المختلفة.
3. **مُدخلات التحكّم (Control):** ويقصد بها بيانات الإشارة الضوئيّة كنظام الإشارة وأطوارها وزمن الدورة الضوئيّة.

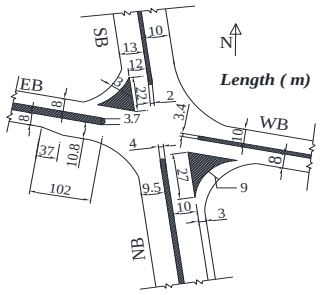
جمع البيانات:

تضمّنت مرحلة جمع البيانات الزيارة الميدانيّة للموقع وقياس أبعاد التقاطع كخطوة أولى، حيث تضمّنت القياسات مجموعة العناصر الهندسيّة بما فيها الجزر الفاصلة وطول كلّ ذراع من أذرع التقاطع، ويوضّح الشكل التالي البيانات الّتي تمّ جمعها من واقع منطقة الدراسة:

الشكل (2): يوضّح اداءة القياس

الجدول (2): يوضّح أطوال اذراع التقاطعات في منطقة الدراسة

الذراع Approach	الطول Length (m)
NB	117
EB	550
SB	257
WB	334
الذراع Approach	**حارة مخصّصة للحركة**
NB	RT
EB	No
SB	RT
WB	No



الشكل (3): يوضح الأبعاد الهندسة لتقاطع الدراسة

وتضمّنت الخطوة الثانية القيام بعمليّة العدّ المروري وتصنيف المركبات المارّة باستخدام الطريقة اليدويّة، عن طريق بيانات مسجّلة على كاميرا فيديو مثبّتة على التقاطع، وتمّ جمع بيانات مرور على مدار شهر مايو من العام الّذي أجريت فيه الدراسة بواقع ساعتين لكل يوم من أيّام العمل (Weekday) وكالتالي:

- ساعة ذروة صباحيّة (12:00 pm – 1:00 pm)
- ساعة ذروة مسائيّة (6:00 pm – 7:00 pm)

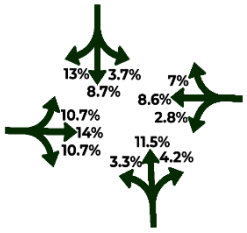
حيث تم القيام بالعدّ لكلّ ذراع (Approach) ولكلّ حركة (Movement)، مع تصنيف المركبات إلى 4 أنواع رئيسيّة كما يلي:

- **PC:** عربة خاصّة.
- **BUS:** حافلة ركّاب.
- **LGV:** عربة نقل خفيف.
- **HGV:** عربة نقل ثقيل

البيانات المتحصّل عليها من الحصر المروري:

بيانات ساعة الذروة الصباحيّة:

بلغ الحجم الكلّي للمركبات المارّة في ساعة الذروة الصباحيّة لكافة أيّام الشهر 111640 مركبة، توزّعت على الاتّجاهات الأربعة بنسب متفاوتة وأظهر التقاطع أعلى معدّلات التدفّق أحد أيّام الأربعاء والّذي بلغ 6660 veh/hr/ln موزّعة على الاتّجاهات الأربعة. والشكل التالي يوضّح النسب المئويّة للحركات المختلفة من إجمالي المرور الشهري.



الشكل (4): يوضّح النسب المئويّة الشهريّة للحركات المختلفة للمركبات خلال ساعة الذروة الصباحيّة

بيانات ساعة الذروة المسائيّة:

بلغ المرور الشهري لساعة الذروة المسائيّة للتقاطع 91492 مركبة، وكانت أعلى قيم معدّلات التدفّق في ساعة الذروة المسائيّة بالنسبة للتقاطع بأكمله 5151veh/h/ln، ويوضّح الشكل التالي النسب المئويّة لكل حركة من حركات الانعطاف نسبة لإجمالي المرور الشهري.

الشكل (5): يوضّح النسب المئويّة الشهريّة للحركات المختلفة للمركبات خلال ساعة الذروة المسائيّة

المناقشة وتحليل البيانات:

- **تحليل بيانات الذروة الصباحيّة 01:00 pm – 12:00:**

الجدول (3): يوضّح تحليل البيانات باستخدام برنامج (SIDRA) للتقاطع خلال الفترة الصباحيّة

Intersection performance-Hourly Values	
Performance Measure	**Vehicles**
Control Delay (Total)	312veh/h
Control Delay (Average)	183.4 sec
Control Delay (Worst Lane)	586.7 sec
Control Delay (Worst Movement)	586.7 sec
Geometric Delay (Average)	5.2 sec
Stop-line Delay (Average)	178.2 sec
Level of Service (Avr.Int.Delay)	LOS F
Level of Service (Worst Movement)	LOS F
Level of Service (Worst lane)	LOS F

أظهرت نتائج التحليل أن مستوى الخدمة للتقاطع في الذروة الصباحيّة هو (F) وبمتوسط زمن تأخير يصل إلى 183.4 مركبة/ثانية وزمن تأخير أسوأ حركة هو 586.7 مركبة/ثانية.

- **تحليل بيانات الذروة المسائيّة 07:00 pm – 06:00:**

الجدول (4): يوضّح تحليل البيانات باستخدام برنامج (SIDRA) للتقاطع خلال الفترة المسائيّة

Intersection performance-Hourly Values	
Performance Measure	**Vehicles**
Control Delay (Total)	174 veh/h
Control Delay (Average)	124.4 sec
Control Delay (Worst Lane)	439.0 sec
Control Delay (Worst Movement)	439.0 sec
Geometric Delay (Average)	5.4 sec
Stop-line Delay (Average)	119.0 sec
Level of Service (Aver.Int.Delay)	LOS F
Level of Service (Worst Movement)	LOS F
Level of Service (Worst Lane)	LOS F

أظهرت نتائج التحليل أنّ مستوى الخدمة للتقاطع أثناء الذروة المسائيّة هو (F)وبمتوسّط زمن تأخير يصل إلى 124.4 مركبة/ثانية، ومتوسّط زمن تأخير أسوأ حركة هو 439.0مركبة/ثانية.

الحلول المُقترحة لرفع مستوى الخدمة على التقاطع:

1. باستخدام برنامج (SIDRA):

نظراً لتقارب نتائج التحليل بين الفترتين الصباحيّة والمسائيّة جرى اقتراح حل لتحسين مستوى خدمة التقاطع على أن يطبّق الحل على الفترتين. يتمثّل هذا الحل في إلغاء حركة الانعطاف لليسار على ذراعين من أذرع التقاطع، حيث تمّ اختيار الذراعين EB وNB لكونهما الأكثر تدفّقاً في ساعات الذروة، مع تخصيص حارة لحركة اليمين على الذراع EB.

الجدول (5): يوضّح نتائج التحليل بعد إلغاء حركة الانعطاف إلى اليسار باستخدام برنامج (SIDRA)

Movement Performance - Vehicles						
Mov ID	Turn	Demand Flow veh/h	HV %	Deg. Satn v/c	Average Delay sec	Level of Service
South East: NB (المنطقة الصناعية)						
3L	L	10	0.0	0.581	96.8	LOS F
8T	T	698	3.9	0.580	85.5	LOS F
8R	R	260	0.8	0.178	9.4	LOS A
Approach		967	3.0	0.580	65.2	LOS E
North East: WB (داخل المدينة)						
1L	L	209	1.0	0.854	114.4	LOS F
6T	T	518	0.8	0.854	105.2	LOS F
6R	R	435	1.3	0.523	21.5	LOS C
Approach		1162	1.0	0.854	75.5	LOS E
North West: SB (الطريق الدائري)						
7L	L	239	0.9	0.852	121.3	LOS F
4T	T	538	3.2	0.637	88.0	LOS F
4R	R	795	2.2	0.549	10.7	LOS B
Approach		1572	2.3	0.852	54.0	LOS D
South West: EB (خارج المدينة)						
5L	L	11	0.0	0.975	136.9	LOS F
2T	T	863	0.5	0.975	126.0	LOS F
2R	R	649	3.4	0.689	19.6	LOS B
Approach		1523	1.7	0.975	80.7	LOS F
All Vehicles		5224	2.0	0.975	68.6	LOS E

كما تُظهر النتائج، تمكّن المقترح من تحسين مستوى خدمة التقاطع، حيث تم رفع مستوى الخدمة من مستوى (F) إلى مستوى (E) مع انخفاض ملحوظ في متوسّط زمن التأخير من 183.4 مركبة/ثانية إلى 68.6 مركبة/ثانية، وأظهرت جميع الأذرع تحسّن في مستوى الخدمة وزمن التأخير، ماعدا الذراع SB ظلّ على حالته السابقة دون أي تغيير يذكر.

2. باستخدام الذكاء الاصطناعي (Artificial Intelligence):

الذكاء الاصطناعي هو مجال في علوم الحاسوب والهندسة والّذي يرتكز على تطوير وتصميم الأنظمة والتطبيقات القادرة على إظهار سلوكيّات ذكيّة وحل المشاكل بطريقة مشابهة للسلوكيّات والقدرات البشريّة، يستخدم الذكاء الاصطناعي

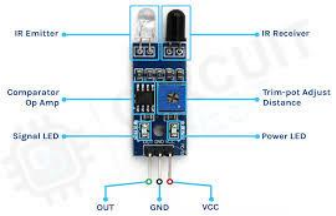
العديد من التقنيات مثل التعلّم الآلي، والشبكات العصبيّة، والخوارزميّات الجينيّة، والمنطق الغامض، وغيرها. وهو مجال متطوّر بسرعة مع تطبيقات واسعة النطاق في مختلف المجالات. وعليه بعد معرفة نتائج التحليل من السيناريو الأوّل وهو استخدام برنامج التقاطعات (SIDRA)، سيتم إعطاء حلول ذكيّة باستخدام متحكّم دقيق وحسّاسات وإشارات ضوئيّة خاصّة بالذكاء الاصطناعي لسلاسة وسلامة الحركة المروريّة ورفع كفاءة التقاطع (موضع الدراسة) الموضّح في الحلول المقترحة.

الأدوات المستخدمة على نموذج الدراسة:

1. **حسّاس (Ultrasonic):** حسّاس المسافة يعمل على قياس بُعد الأجسام الكبيرة عن الحسّاس بطريقة انعكاس موجة فوق صوتيّة، حيث يقوم الحسّاس بإرسال موجة فوق صوتيّة (Ping) لتصطدم وتنعكس مرّة أخرى للحسّاس (Echo) .

الشكل (6): يوضح حسّاس المسافة (Ultrasonicc)

2. **حسّاس (ir sensorArduino):** هو حسّاس الأشعة تحت الحمراء يستخدم هذا الحسّاس لاستشعار الأجسام القريبة باستشعار انعكاس الشعاع، حيث أنّه يحتوي على مُرسل ومُستقبل للأشعة تحت الحمراء، يستكشف اللون الفاتح بدرجة أكبر من الأجسام الغامقة الّتي لا تعكس الضوء عادةً، ويمكن باستخدامه التفرقة بين اللونين الأبيض والأسود.



الشكل (7): يوضّح حسّاس الأشعة تحت الحمراء (ir sensor Arduino)

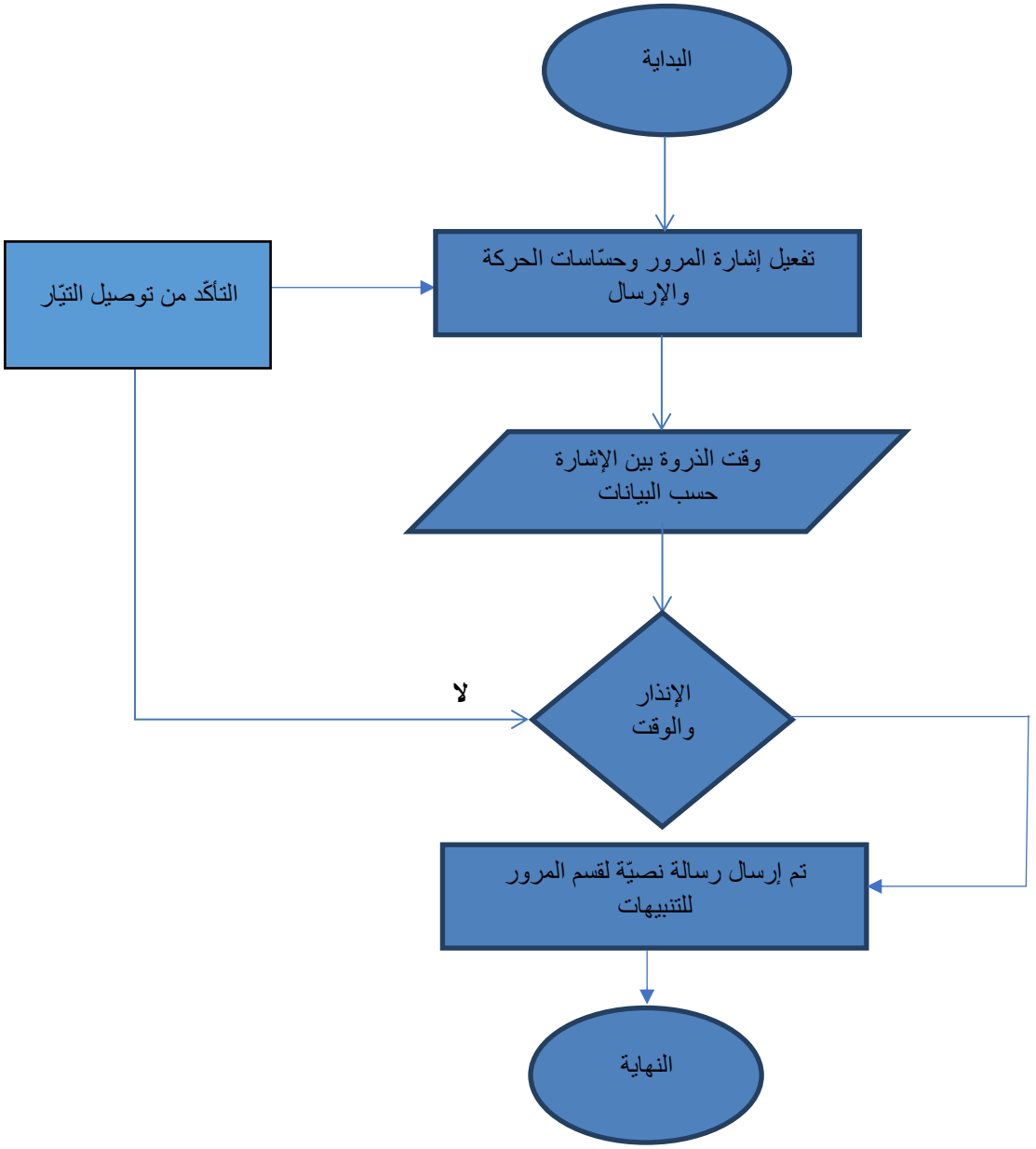
3. **لوحة (gsm module 900 arduino):** يعتمد وحدة SIM900 من SIMCOM ومتوافقة مع Arduino ومستنسخة لها. يوفّر لك طريقة للتواصل باستخدام شبكة GSM هاتف محمول. يتيح لك تحقيق الرسائل القصيرة.

الشكل (8): يوضّح لوحة (gsm module 900 arduino)

4. **لوحة (ARDUINO MEGA):** أردوينو ميجا هي لوحة متحكّم تحتوي على 54 دبوس إدخال / إخراج رقمي (يمكن استخدام 15 منها كمخرجات تضمين عرض النبضة)، و16 مدخلًا تناظريًا، و4 (منافذ تسلسليّة للأجهزة)، ومذبذب كريستال 16 ميجا هرتز.

الشكل (9): يوضّح لوحة (ARDUINO MEGA)

المخطّط الانسيابي:



باستخدام خوارزميّات الذكاء الاصطناعي:

يتم تطوير نموذج التحكّم الذكي باستخدام إشارات مروريّة وحسّاسات، وهذا النموذج يستخدم خوارزميّات الذكاء الاصطناعي لتحديد أفضل توقيت لتحسين وتقليل الاختناقات المروريّة على التقاطعات وذلك بطريقة إشارات مروريّة وحسّاسات موضّحة بمُجسّم الدراسة الموضّح بشكل رقم (10) وذلك باستخدام إشارة ضوئيّة خضراء تمنح الأولويّة للأذرع المختنقة مرورياً خلال أوقات الذروة وإلغاء الانعطاف إلى اليسار باستخدام إشارة ضوئيّة خاصّة للذراعين (NB) و(EB) وحسّاسات لمنع مرور عربات النقل الثقيل خلال ساعات الذروة.

الشكل (10): يوضّح شكل مُجسّم الدراسة مع الحسّاسات والإشارات المروريّة

التوصيات والخاتمة:

الخاتمة:

في الختام أثبت البحث أنّ تقاطع (رويفع الأنصاري) يُعاني بالفعل من مشكلة في انسياب المرور، وأنّ مستوى الخدمة لهذا التقاطع متدنّي بشكل كبير خصوصاً في ساعات الذروة المروريّة، والّتي يستوجب أن يعمل عندها التقاطع بفعاليّة كافية لخدمة المستخدمين، فبعد أن تمّ جمع المعلومات اللّازمة للبحث، والانتقال بعدها لمرحلة التحليل، استنتجت الدراسة أنّ الظروف التشغيليّة للتقاطع تجري عند مستوى خدمة (F) يقترن بزمن تأخير كبير لكل مركبة تعبُر التقاطع، وأنّ أعلى تدفّقات مروريّة تظهر على ذراعين من أذرع التقاطع وهما الذراع EB والذراع SB، عملت الدراسة على إيجاد بعض الحلول الّتي من شأنها أن تعالج هذه المشكلة، وكما تمّ توضيحه قامت الدراسة بمحاولة لمعالجة وتحسين أداء التقاطع عن طريق إلغاء حركة الانعطاف لليسار على ذراعين من الأذرع الأربعة (EB,NB)، بذلك تمكّنت الدراسة من رفع مستوى الخدمة إلى مستوى (E) وتقليل زمن التأخير بشكل كبير، وتطوير نموذج التحكّم الذكي باستخدام إشارات مروريّة وحسّاسات، وهذا النموذج يستخدم خوارزميّات الذكاء الاصطناعي لتحديد أفضل توقيت لتحسين وتقليل الاختناقات المروريّة في المستقبل.

التوصيات:

1. تصميم إشارة ضوئيّة للمشاة لتنظيم عملية السير الأكثر أماناً على التقاطع.
2. الغاء حركة الانعطاف لليسار على ذراعين من أذرع التقاطع، حيث تمّ اختيار الذراعين EBوNB لكونهما الأكثر تدفّقاً في ساعات الذروة، مع تخصيص حارة لحركة اليمين على الذراع EB.
3. وضع علامات توضيحيّة للتقاطع لتوجيه قياديّ المركبات للمسارات الصحيحة.
4. عمل إشارة مروريّة تمنع دخول العربات في اتّجاه اليسار للذراعين EB, NB، خلال ساعات الذروة فقط، في حالة عدم إنشاء جزيرة وُسطى في الذراع NB وsb.
5. منع دخول عربات النقل الخفيف والثقيل للتقاطع خلال ساعات الذروة باستخدام حسّاسات تعطي رسائل إلى الجهة المختصّة لفرض مخالفات صارمة على سائقي مركبات النقل الثقيل والخفيف.

قائمة المراجع:

1. Transportation Research Board). 2000 .(Highway capacity manual.United States of America: Transportation Research Board.
2. L. A. Hoel N. J. Garber) .2009 .(Traffic&Highway Engineering - 4th Edition .Toronto, canada: Cengage Learning.
3. Elena S. Prassas, William R. McShane R. P. Roess) .2011 .(Traffic Engineering - 4th Edition .Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
4. Sujit Rao, Aaliya Rafiq, Kunal Harale, Chinmay Jadhav A.S. Dhananjay) .sep-oct, 2017 .(Improvment of the Level of Service of A Road Extending from Katraj to Khadi Machine .IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering ،Pages 32-39.
5. Tawkir Ahmed, Rakibul Islam Mohammad Kabir Hussain) .dec, 2019 .(Vehicle Characteristics and Roadway Level of Service of Industrial Zone: A Typical Example of Gazipur Chowrasta Intersection . DUET Journal ،Pages- 73-61.
6. Weidi Xu, Xiaona Zhang, Yin Wang, Fu Wang Feng Xu) .26may, 2023 .(Analysis of Traffic Characterestics and Distance Optimization Design between Entrances and Exits of Urban Construction Projects and Adjacent Planar Intersections .Susatainability.