Wadi AlShatti University Journal of
Pure and Applied Sciences

مجلة جامعة وادي الشاطئ
للعلوم البحتة والتطبيقية

Volume 3, No. 2, July-December 2025 Online ISSN: 3006-0877 المجلد 3، الاصدار 2، يوليو- ديسمبر 2025

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

# Evaluating and Improving the Performance of the Main Traffic Intersection in Brack AlShatti City (Roundabout) Using SIDRA Intersection Software

Muhi ALdeen Al-Zaydani[1,*], Manssour Bin Miskeen[2]

[1]Department of Civil Engineering, College of Engineering, Wadi Al-Shatti University, Libya
[2]Department of Architecture and Urban Planning, Faculty of Engineering, Wadi Al-Shatti University, Libya

**ARTICLE HISTORY**
Received 13 August 2025
Revised 10 September 2025
Accepted 14 September 2025
Online 15 September 2025

**KEYWORDS**
Roundabout;
Service level;
Traffic congestion;
Traffic intersections;
SIDRA intersection

**ABSTRACT**

This research aims to evaluate and improve the operational performance of the main intersection in Brak Al-Shati city (Brak Roundabout), due to the severe traffic congestion, high delay levels, and low level of service (LOS) observed at this location, which negatively affects the overall efficiency of the city's transportation network. The study relied on the collection of accurate field data regarding traffic volumes and the geometric characteristics of the intersection, followed by analysis using the SIDRA Intersection software. This enabled a comprehensive assessment of key performance indicators such as degree of saturation, average delay, queue length, and level of service. Initial results showed that the roundabout (Brak Island) operates at or above its capacity, with very low levels of service reaching LOS F, especially during peak hours. Among the most effective improvements was the widening of approaches and the addition of new lanes at Brack Roundabout, which led to a significant performance improvement. The level of service increased from F to B, the average delay was reduced from 200.6 seconds to 14.5 seconds, and the degree of saturation decreased from 1.225 to 0.955 after the internal expansion of the roundabout. The results highlight the importance of adopting light and effective engineering solutions before resorting to complex traffic control systems, while integrating safety and infrastructure considerations into improvement plans. The study recommends the use of advanced analytical tools such as SIDRA Intersection for assessing the performance of urban intersections, conducting future traffic studies based on projected growth, and implementing an intelligent traffic monitoring system to ensure the sustainability of solutions and achieve maximum operational efficiency of the road network.

# تقييم وتحسين أداء التقاطع المروري الرئيسي بمدينة براك الشاطئ (جزيرة الدوران) باستخدام برنامج سيدرا

محي الدين الزيداني1 ، منصور بن مسكين2

**الكلمات المفتاحية**
جزيرة الدوران
مستوي الخدمة
الازدحام المروري
برنامج سيدرا
التقاطعات المرورية

**الملخص**

يهدف هذا البحث إلى تقييم وتحسين الأداء التشغيلي للتقاطع الرئيسي بمدينة براك الشاطئ (جزيرة الدوران)، نظرًا لما يعانيه هذا الموقع من ازدحام مروري حاد وارتفاع مستويات التأخير وانخفاض مستوى الخدمة، مما ينعكس سلبًا على كفاءة شبكة النقل داخل المدينة. اعتمدت الدراسة على جمع بيانات ميدانية دقيقة حول حجم الحركة المرورية والخصائص الهندسية للتقاطعات، ثم تحليلها باستخدام برنامج SIDRA Intersection، الذي أتاح إجراء تقييم شامل لمؤشرات الأداء، مثل درجة التشبع، ومتوسط التأخير، وطول الصف، ومستوى الخدمة. حيث أظهرت النتائج الأولية أن تقاطع جزيرة براك يعمل عند أو فوق طاقته الإستيعابية، مع مستويات خدمة متدنية تصل إلى F، خاصة خلال فترات الذروة. من أبرز التحسينات التي حققت نتائج إيجابية، توسعة الأذرع وإضافة مسارات جديدة بدوار جزيرة براك، الذي تحسّن مستوي الخدمة من F إلى B بمتوسط تأخير من 200.6 ثانية الي 14.5 ثانية و درجة تشبع من 1.225 الي 0.955 بعد التوسعة الداخلية للدوار . تشير النتائج إلى أهمية تبني حلول هندسية خفيفة وفعّالة قبل اللجوء إلى الأنظمة المرورية المعقدة، ودمج اعتبارات السلامة والبنية التحتية ضمن خطط التحسين. وتوصي الدراسة بضرورة استخدام أدوات تحليل متقدمة مثل برنامج SIDRA Intersection في تقييم أداء التقاطعات الحضرية، وإجراء دراسات مستقبلية لحركة السير بناءً على النمو المتوقع، مع اعتماد نظام مراقبة مرورية ذكي لضمان استدامة الحلول وتحقيق أعلى كفاءة تشغيلية لشبكة الطرق.

## المقدمة

تُعدّ شبكة الطرق عنصرًا أساسيًا في منظومة النقل في ليبيا، وتُعدّ من العناصر الحيوية في دعم التنمية الاقتصادية. ومع التزايد السكاني الكبير في البلاد، ارتفعت مستويات الطلب على السلع والخدمات بشكل ملحوظ [1]، إن الزيادة السريعة وغير المخططة في عدد المركبات في المدن تسببت في العديد من المشكلات، أبرزها الازدحام المروري، وارتفاع معدلات التأخير،

*Corresponding author
https://doi.org/10.63318/waujpasv3i2_31

وتراجع مستوى الخدمة (LOS) ، وذلك لأن البنية التحتية الحالية للطريق تم تصميمها في فترات كان عدد السكان فيها أقل بكثير، وهو ما كان يتناسب مع عدد محدود من المركبات، بينما لم تعد القدرة الاستيعابية الحالية كافية للتعامل مع هذه الزيادة، مما انعكس سلبًا على انسيابية الحركة المرورية [2].

كما تؤثر حالة سطح الطريق بشكل مباشر وكبير على مستوى الخدمة وأداء الطريق من خلال التأثير على السلامة، وسرعة المركبات، واستهلاك الوقود، وعمر الطريق الافتراضي، وتكلفة الصيانة، والراحة للركاب. فالأسطح الجيدة تزيد من مستوى الأمان وتقلل استهلاك الوقود وتسمح بسير المركبات بسرعات أعلى، بينما تزيد الأسطح المتدهورة من خطر الحوادث، وتؤدي إلى تقليل سرعة المركبات، وارتفاع استهلاك الوقود، وزيادة تكاليف الصيانة، مما يقلل من مستوى الخدمة بشكل عام [3].

وعلى الرغم من أن تضاعف أعداد المركبات يُعدّ من الأسباب الرئيسة للازدحام، فإن التقاطعات، كونها نقاط التقاء لتدفقات مرورية مختلفة، تظل من أبرز مسببات الاختناقات [4]. ويُعتبر تحسين أداء التقاطعات أمرًا ضروريًا للحفاظ على سلامة وكفاءة النظام المروري، إذ إن تراجع مستوى الخدمة يرتبط بازدياد احتمال وقوع الحوادث، وارتفاع معدلات استهلاك الوقود والانبعاثات والضوضاء [5-7] .

وفي هذا السياق، تُعدّ التقاطعات غير المنظمة بالإشارات من النقاط الحرجة في الشبكة المرورية، بسبب ما تخلقه من تباين في أولوية المرور، الأمر الذي يزيد من احتمالات التصادم ويؤثر سلبًا على كفاءة التشغيل [8]. وتعتمد كفاءة هذه التقاطعات بدرجة كبيرة على حجم المرور، ما يحفّز مهندسي النقل إلى دراستها بعمق والعمل على تحسين قدرتها الاستيعابية، خاصة في البيئات الحضرية [9] .

وقد أظهرت العديد من الدراسات أن مشكلات الإدارة المرورية، وسوء تنظيم مواقف السيارات، تُعد من العوامل المؤثرة في ارتفاع معدلات التأخير عند التقاطعات [11,10]. وأشار [12] Akçelik إلى أن السعة التشغيلية للتقاطع، سواء كان تقاطعًا تقليديًا أو دوارًا، تُعدّ العامل الأساس في تحديد مستوى أدائه. ووفقًا لإدارة الطرق الفيدرالية الأمريكية [13] FHWA ، فإن أهم مؤشرات الأداء تشمل: مستوى التأخير، طول الصف، ومستوى التشبع، ويُضاف إلى ذلك مؤشر مستوى الخدمة LOS كمقياس شامل لتقييم الأداء [12-14].

على الصعيد المحلي، لا تزال هذه المشاكل مستمرة، وقد تتفاقم في المستقبل بسبب النمو السريع في عدد المركبات المملوكة في متطقة وادي الشاطئ. يؤثر التصميم الهندسي دون المستوى وسوء تخطيط الطرق لمعظم التقاطعات داخل الشبكة المختارة بشكل كبير على تدفق حركة المرور والازدحام المروري. لذلك، من الضروري تقييم وتحسين أداء المرور لضمان سير حركة مرورية مناسب، وإعطاء رؤية واضحة للمخططين ومهندسي المرور المشاركين في تصميم وتشغيل حركة المرور.

لذلك، تتمثل مشكلة الدراسة في وجود زخم مروري هائل في أوقات الذروة، صباحًا ومساءً، مما يؤدي إلى ظهور مشاكل يجب محاولة معالجتها أو الحد منها لتوفير مدى التدفق الكامل للطريق من أجل تقديم الخدمة في تخطيط النقل بشكل خاص والتخطيط الحضري لمدينة براك بشكل عام. كما تواجه مدينة براك الشاطئ تحديات مرورية متزايدة تتمثل في ارتفاع معدلات الحوادث والازدحام المروري في التقاطعات نتيجة الزيادة السريعة في عدد المركبات. تسبب هذا النمو في تجاوز القدرة الاستيعابية للتقاطعات، مما أدي إلى اختناقات مرورية وزيادة زمن التأخير، بالإضافة إلى انخفاض مستوى الخدمة. وتبرز الحاجة إلى إجراء تقييم علمي شامل لتحديد المشكلات ووضع حلول مستدامة.

لذلك تهدف هذه الدراسة إلى تقييم وتحليل الوضع الراهن لحركة المرور في أحد أهم وأشد التقاطعات ازدحامًا في مدينة براك الشاطئ باستخدام برنامج SIDRA، مع اقتراح الحلول الممكنة للمشكلات المرورية في هذا التقاطع.

**الدراسات السابقة**

شهد مجال تحليل الأداء المروري للتقاطعات اهتمامًا واسعًا منذ أوائل القرن العشرين، وذلك منذ اختراع الإشارات الضوئية عام 1912 على يد رجل الشرطة ليستر (Lester) في مدينة سولت ليك بولاية يوتا الأمريكية، حيث شكّلت هذه الإشارات نقطة انطلاق لعدد هائل من الدراسات المرورية، خاصة في الدول الغربية، والتي تناولت مختلف أنواع التقاطعات وأساليب إدارتها. ومع تطور نظم التحكم المروري، تم تطوير العديد من برامج الحاسوب لدعم اتخاذ القرار في تصميم وتشغيل التقاطعات، من أبرزها برامج TRANSYT ، SOAP، SIDRA. ويُعد برنامج SIDRA من الأدوات الشائعة والمعتمدة في تحليل الأداء التشغيلي للتقاطعات، حيث استُخدم على نطاق واسع في العديد من الدراسات الحديثة لتقييم كفاءة التشغيل وقياس مؤشرات الأداء مثل متوسط التأخير، ونسبة التشبع، وطول الصف، ومستوى الخدمة(LOS) ، مما جعله أداة أساسية في تحليل وتخطيط أنظمة المرور المعقدة.

في مدن مختلفة، تحدث ازدحامات مرورية مزمنة، مما يؤدي إلى خسارة مليارات الساعات والأموال. وللحد من هذه الخسائر، يتطلب الأمر إيجاد طريقة فعّالة لحل مشكلة الازدحام المروري وتقليل وقت التأخير [15]. يزداد استهلاك وقود المركبات بنسبة 30% تقريبًا في ظل الازدحام الشديد [16]. من ناحية أخرى، يُعدّ التأخير الديناميكي للمركبات عند التقاطعات مصدر قلق كبير حاليًا، لأن صيغة توازن الشبكة الثابتة القياسية تفشل في استيعاب السمات الأساسية للازدحام المروري [17]. تتراكم الازدحامات بشكل مفرط خلال فترات الذروة على جميع مداخل التقاطعات الرئيسية. وتكون آثار هذه الصف على سائقي السيارات شديدة عند التقاطعات التي تسيطر عليها الدوارات. ومن أجل توجيه حركة المرور في الدوارات بشكل أكثر سلاسة، وإتاحة فرص أفضل لعبور حركة المرور الجماعية، والتحكم بشكل أفضل في طول الطابور، فمن الضروري أن تسيطر الشرطة على حركة المرور في مثل هذه التقاطعات [18]. لذلك اجريت العديد من الدراسة حول العالم لحل مشكلة الإزدحام المروري

في دراسة سيسيوبيك [19]، في هذه الدراسة تم تقييم أداء الدوارات ذات التقاطعات رباعية الأضلاع، مع التحكم في الخضوع، والتحكم في التوقف ثنائي أو رباعي الاتجاه، والتحكم بالإشارات المرورية، وذلك في ظل ظروف مرورية متنوعة باستخدام حزمة SIDRA. حيث شملت هذه الظروف اختلافات في مستويات كثافة المرور، وتقسيمات كثافة الإنعطاف، وعدد مسارات الإقتراب، وعرض المسارات. تشير نتائج التحليل إلى أن الدوارات تُعدّ أفضل التصاميم البديلة للتقاطعات ذات المسارات الثنائية التي تحمل أحجامًا كثيفة من حركة المرور العابرة و/أو حركة المرور المتجهة يسارًا. يُقارن أداء الدوارات بشكل جيد بأداء التقاطعات المُجهزة بإشارات المرور ذات

المسارات الأحادية وحجم حركة المرور الكثيفة. وُجد أن سعة الدوارات أعلى من سعة التقاطعات المُجهزة بإشارات المرور ذات المسارات الثنائية والثلاثية لأي نسبة من حجم حركة المرور المتجهة يسارًا. تُقدم هذه الدراسة توصيات لمهندسي المرور بشأن الظروف التي يكون فيها أداء الدوارات أفضل من التقاطعات المُتحكم فيها، وبالتالي، ينبغي اعتبارها بدائل تصميمية.

في دراسة أجراها Al-Rubaee و Hameed [20] في مدينة كربلاء، تم تقييم الأداء التشغيلي لتقاطع الحسينية الثلاثي باستخدام برنامج SIDRA ، وأظهرت النتائج وجود تأخير مرتفع ومستوى خدمة ضعيف بلغ **F** ، مما تطلب اقتراح تحسينات هندسية في التصميم لتقليل الاختناقات المرورية و كانت الاقتراحات تغيير التصميم الهندسي لطريق كربلاء-المسيب وإعادة تنسيق الإشارات الضوئية (زمن الدورة) بناءً على حجم حركة المرور واستخدام جسر علوي (overpass) في طريق فرع الحسينية لتجنب تعارض الحركة مع الطرق الأخرى او زيادة سعة طريق الاقتراب من الحسينية عن طريق إضافة مسارات جديدة، و الاقتراح كان الأفضل من ناحية مستوي الخدمة والتكلفة, في السياق نفسه، تناولت دراسة Hasan و Hussei [21] في بغداد تحليل أسباب التأخير في عدد من التقاطعات الحضرية، واعتمدت على SIDRA في تحديد العوامل المؤثرة، وقد تبين أن ضعف تنظيم المرور وسوء استخدام المواقف من أبرز مسببات الازدحام، وأوصت الدراسة بتحسين إدارة الحركة وتنسيق الإشارات الضوئية.

أما في الأردن، فقد قام Ta'amneh & Al-Omari [22] باستخدام برنامج SIDRA لتحليل أداء عدة تقاطعات رئيسية في مدينة إربد، حيث تبين وجود طوابير طويلة وتأخيرات كبيرة في أوقات الذروة، مما دفع الباحثين إلى التوصية بإعادة تصميم الإشارات وإضافة مسارات التفاف لتحسين انسيابية الحركة. ومن جهة أخرى، درس Hikmatt & Joni [23] تقاطعًا رباعي الأرجل غير محكوم في مدينة ماليزية مزدحمة، وأظهرت النتائج أن غياب السيطرة المرورية أدى إلى اختناقات حادة، واقترحت الدراسة تحويل التقاطع إلى دوار لتحقيق تحسين ملحوظ في الأداء التشغيلي.

وقد ساهمت دراسة Akçelik [24] في اندونيسيا في ترسيخ المفاهيم التشغيلية في تحليل التقاطعات، حيث عرضت مؤشرات الأداء المرتبطة ببرنامج SIDRA مثل التأخير، ونسبة التشبع، ومستوى الخدمة، مؤكدةً على أهمية استخدام النمذجة الدقيقة في تحسين كفاءة التخطيط والتصميم. كما تناولت دراسة Al-Marafi وآخرون [25] في ماليزيا أثر مواقف السيارات على أداء التقاطعات، وأظهرت أن المواقف غير المنظمة قرب التقاطعات تؤدي إلى زيادة في التأخير، وقد أوصت الدراسة بتوفير مواقف بعيدة ومنظمة لدعم انسيابية الحركة المرورية.

وفي السياق العربي، أجرى العمري وتعامنة [26] دراسة في الأردن هدفت إلى مقارنة نتائج التأخير في التقاطعات الضوئية باستخدام برنامجي **HCS** وSIDRA، وقد بيّنت الدراسة أن SIDRA يُعد أكثر دقة في تقدير التأخيرات ومستوى الخدمة، مما يعزز مكانته كأداة تحليلية موثوقة. وفي فلسطين.

كما أُجريت دراسة في مدينة غزة [27] لتقييم وتحسين الأداء المروري لعدد من التقاطعات الرئيسية باستخدام برنامج SIDRA، وقد بينت النتائج أن العديد من التقاطعات تعاني من مستويات خدمة متدنية، وأوصت الدراسة بإعادة برمجة الإشارات وتوسيع بعض المسارات لتقليل زمن التأخير. كما تم تنفيذ دراسات في مدينة نابلس [28] باستخدام برنامج SATURN، حيث سعت تلك الدراسات إلى تحليل الحركة المرورية في مركز المدينة واقتراح حلول تخفف من حدة الازدحام، مثل تحسين اتجاهات السير ومعالجة التقاطعات المزدحمة.

أكد فؤاد شكري وآخرون [29] أن تصميم الدوارات والتقاطعات من أهم العوامل التي تؤثر على زمن الرحلة. ويُعد جزيرة الدوران والتقاطع سببين رئيسيين يؤثران بشكل كبير على زمن الرحلة. هدفت هذه الدراسة إلى مقارنة تصميم الدوارات والتقاطعات لتحديد أقل مستوى خدمة بينهما، مما يوفر معلومات مفيدة للمهندسين لتصميم الطرق بأقصر زمن رحلة. جُمعت البيانات المطلوبة للدراسة بشكل رئيسي من خلال تقنية التصوير بالفيديو، كما تم إجراء الحسابات والتقييم باستخدام برنامج SIDRA لتصميم وتحليل الدوارات والتقاطعات. في هذه الدراسة تم اختيار تقاطعين رئيسيين وتحليلهما باستخدام برنامج SIDRA، حيث ثم استبدالهما بجزيرة دوران وتحليلهما مرة أخرى. أظهرت النتائج أن جزيرة الدوران أكثر منطقية ويحسن حالة الطرق من التقاطع في منطقة الدراسة. من هذه الدراسة، هناك بعض العناصر التي توضح تأثير الدوارات والتقاطعات على حركة المرور. في الحالة الأولى، كان مستوى الخدمة F، ولكن عند تصميم الطريق بجوار الدوار، أصبح مستوى الخدمة C. أما في الحالة الثانية، فقد تغير مستوى الخدمة من F إلى B عند استبدال التقاطع بالدوار.

جرى تقييم تقاطع رئيسي في عمّان باستخدام SIDRA Intersection v5.1. كشفت الدراسة أن مستوى الخدمة كان (F)، ومتوسط التأخير تجاوز 285.8 ثانية/مركبة .وقدّم الباحثون سيناريو جزئي يقضي بتحويل التقاطع إلى نفق مزدوج وساحة دوّار(tunnel plus roundabout) ، ما خفّض متوسط التأخير إلى 13.3ثانية، وحسّن مستوى الخدمة إلى B، مما يدل على كفاءة الحل الهجين بين التوسعة والتصميم الهندسي [30].

قامت هاجر [31] بدراسة وتقييم أداء الجريان المروري داخل التقاطعات الحالي وتحسينها باستخدام إشارة مرورية منسقة تربط بين التقاطعات عن طريق تمثيلها ببرامج محاكاة مجهرية تمثل تدفق الحركة بصورة أقرب للواقع وفحص البيانات الحقلية من خلال برامج الإحصاء من حيث التحليل والتشغيل والتصميم والتحسين للتقاطعات. تم جمع البيانات حقليا عن طريق التصوير الفوتوغرافي والمركبة المتحركة وكذلك المسوحات الميدانية على مدار سبعة أشهر وأظهرت النتائج أن ساعة الذروة هي من الساعة ( 2:30- 3:30) ظهرا. حيث كان تقييم الحالي لمستوى الخدمة منخفض لكل من تقاطع السلام وتقاطع السهلاني و(v/c=1.485) . تم تحويل تقاطع السهلاني المعروف بفلكة الألماني الى تقاطع ذو إشارة مرورية باستخدام معادلة وبستر بطول الدورة هو (200) ثانية بمعدل (v/c=0.781) مع توزيع الإشارة حسب الحجوم المرورية لكل مقترب دون الاعتماد على وقت ثابت لجميع المقتربات. وحساب مسافات التباطؤ والتسارع باستخدام Time-Space Diagram ومقدار التأخير لكل مقترب للتقاطعين .بعدها أجرى تصميم طور حركة للتقاطعين مع حساب تدفق التشبع وقيم الأحمر والاصفر لكل إشارة مرور وكذلك الوقت الأخضر المنسق باستخدام مسارين حركة رئيسيين بمعادلة Greenshild ثم محاكاة هذا التصميم باستخدام برنامجي (SIDRA & VISSIM). وأظهرت النتائج طول الدورة المنسقة بين التقاطعين هي(180-200) ثانية وهذا مطابق لما تم تصميمه يدويا وبمعدل (v/c=0.795) وبمستوى خدمة مقبول.

قامت هدى فتلاوي [32]، بدراسة و تقييم الأداء المروري في منطقة مختارة في شبكة الطرق بمدينة كربلاء بالعراق، من خلال تقييم أداء التقاطعات وأداء الشوارع الحضرية وفقًا لشبكة مختارة. وكذلك هدفت الدراسة الى تطبيق معايير لمعرفه فيما اذا التقاطع يحتاج الى اشارة ضوئية او لا بالإضافة الى ايجاد طول الدورة للإشارة الضوئية التي تحقق اقل تأخير يلي ذلك بعض المقترحات لتحسين مستوى الخدمة، والتي تختلف من التحسين الهندسي , لتغيير نوع التقاطع بشكل كامل. تتكون منطقة الدراسة من أربعة تقاطعات ودوار واحد مرتبط بمختلف الشوارع الحضرية. لتقييم التقاطعات ذات الاشارة الضوئية وبدون لإشارة والدوارات تم استخدام برنامج (VISSIM) لتقييم وتحليل كل من التقاطعات و والدوارات تم استخدام برنامج SIDRA). (INTERSECTIONاتظهر النتائج أن معظم التقاطعات بالإضافة إلى قطاعات الشوارع تعمل بمستوى الخدمة (LOS F). من خلال النتائج تبين بان تقاطع سيد جوده ومركز شرطه حي الحسين وسيف سعد تنطبق عليها المحددات لتنصيب اشارة ضوئية. لقد تم اقتراح عدة تحسينات لتحسن مستوى الخدمة تتباين المقترحات هذه من تعريض رصيف ففلكه السفينة. بينما تحسن التقاطع (2) عن طريق تغيير التقاطع إلى الدوران، وتحسن التقاطع (3، 4 و 5) بتوسيع الأرصفة وقد تم تقييم الشوارع الحضرية على أساس قيمة التأخير الجديدة بعد التحسينات من خلال الحركات، وتحسنت إلى مستوى الخدمة المقبولة.

كما اشار عصام حسين [33]، بأن مدينة غزة تعاني من الازدحام المروري في أماكن متعددة و يتركز الازدحام عند التقاطعات الرئيسية, من أهم أسباب هذه المشكلة هو أن اختيار نوعية التحكم على التقاطعات و التصميم الهندسي يفتقر إلى الأساس العلمي حيث أنه لا تستخدم البرامج الحديثة في عملية التحليل و التصميم بل تستند إلى التجربة و الخطأ, لذلك فإن الهدف من هذه الدراسة هو تحليل الأداء المروري للتقاطعات الرئيسية في مدينة غزة وعددها 35, ودراسة البدائل المرورية المختلفة لتحسين الأداء المروري. وقد اتبعت في هذه الدراسة منهجية تستند إلى جمع المعلومات الموثقة من مصادرها, حيث تم القيام بمسح ميداني في منطقة الدراسة تشمل البيانات الهندسية و المرورية, و تبع ذلك تحليل الوضع المروري القائم و دراسة البدائل باستخدام برنامج سيدرا (SIDRA). بينت نتائج التحليل للبيانات المرورية على هذه التقاطعات و من خلال تمثلها على خارطة مكانية باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية أن المنطقة الأكثر ازدحاما تقع في منتصف المدينة, و أن تقاطع عمر المختار مع الجلاء عليه أعلى حجم لحركة المرور, أما تقاطع الرشيد مع الشارع الثالث فعليه أدنى حجم لحركة المرور . أظهرت نتائج التحليل للبدائل المختلفة للتحكم المروري على التقاطعات أن التحكم المروري القائم على حوالي 60% (21 تقاطع) من التقاطعات ليس التحكم الأفضل .النتائج أوضحت أن التحكم على 11 تقاطع يجب أن يكون تحكم الأولوية, و على 14 تقاطع يجب أن يكون تحكم الدوار, و على 10 تقاطعات يجب أن يكون تحكم الإشارات الضوئية.

كما هدغت دراسة [34] الى تقييم أداء حركة المرور لشبكة طرق محددة، من خلال تقييم أداء التقاطعات. ويتبع ذلك اقتراحات ببعض مقترحات التحسين، والتي تتراوح من تغيير خطة التوقيت، والتحسين الهندسي، إلى تغيير نوع التقاطع بشكل كامل. تتكون منطقة الدراسة من تقاطعين في شارع الصناعة، التقاطع الأول مزود بأربعة أرجل إشارات ضوئية، والتقاطع الثاني مزود بثلاثة أرجل إشارات ضوئية. تتمثل الخطوة الأولى في جمع معلومات ميدانية حول أحجام المرور ومتوسط سرعة المرور للمناطق التي تربط شارع الجامعة التكنولوجية ومحكمة الكرادة باستخدام طريقة جمع أحجام المرور لحركة المرور في ساعة الذروة. بعد الانتهاء من جمع البيانات من التقاطعات المذكورة أعلاه، يتم إدخالها لبرنامج الحساب والتقييم الذي تم إنشاؤه باستخدام برنامج SIDRA (تصميم التقاطعات المزودة بإشارات ضوئية ومساعدة البحث). أظهرت النتائج أن مستوى الخدمة (LOS) كان (C) للتقاطع 1 مع متوسط تأخير (20.6 ثانية / مركبة) ودرجة تشبع (0.851) فيما يتعلق بالتقاطع. أظهرت النتائج أن خط الرؤية (LOS) كان (B) للتقاطع 2 بمتوسط تأخير (16.8 ثانية/مركبة) ودرجة تشبع (0.599) بالنسبة للتقاطع. باستخدام برنامج محاكاة حاسوبي لتدفق حركة المرور في التقاطعات، تم تحليل وتقييم حالة المرور الحالية والمستقبلية بشكل كبير، مما أدى إلى تقليل استهلاك الوقت والجهد، ومنح نتائج دقيقة. من التحسينات التي يجب مراعاتها رفع وإزالة نقاط التفتيش واستخدام بدائل أخرى، مثل نظام مراقبة بالكاميرات وتوسيع أبعاد الشارع إذا كان الشارع يسمح بأبعاد أكبر.

وفي ليبيا، أُجريت دراسة في مدينة بني وليد [35] باستخدام برنامج Synchro 8 لتقييم الأداء المروري في عدد من التقاطعات، وقد تركزت النتائج حول ارتفاع أوقات التأخير وكثافة المرور خلال ساعات الذروة، مما استدعى تقديم مقترحات لتحسين التصميم الهندسي وضبط الإشارات المرورية مثلا ف احد التقاطعات تم اقتراح ثلاثة حلول وهي انشاء جزيرة دوران وسط التقاطع و أظهرت مستوي خدمة F و أيضا وضع إشارة مرور مسبقة التوقيت و ايض نتائج مستوي الخدمة أيضا F بعد دالك اقترح الغاء احد حركات الانعطاف و قدمت مستوي خدمة C .

وفي دراسة لعارف وآخرون [36]، تمّ اختيار تقاطع بجزيرة دوران بمدينة صرمان لتقييم أداء الوضع الحالي عن طريق معرفة مستوى الخدمة له باستخدام برنامج (Synchro 08). تمثلت الدراسة في تجميع البيانات المرورية والهندسية للوضع القائم للتقاطع وتحليلها باستخدام البرنامج ومن خلال المحاكاة التي أظهرتها نتائج التحليل اتضح أن مستوى الخدمة للتقاطع F وأقصى معدل لحجم السعة (V/C=1.71) وهو سيئ جداً من خلال البدائل والحلول المقترحة اتضح أن أفضل بديل هو إزالة جزيرة الدوران وإعادة تخطيط التقاطع بإضافة بعض الحارات و تنظيمه بإشارة ضوئية حيث تبين من نتائج هذا البديل أن مستوى الخدمة للتقاطق C بزمن تأخير (30 sec/veh) وأقصى معدل لحجم السعة (v/c=1.02).

محليا، هناك العديد من الدراسات السابقة لحل مشكلة الطرق والمرور بمنظقة الدراسة مع وجود بعض الفروقات بين كل دراسة وأخرى [37-40] . ومع ذلك، تشير الدراسات المتوفرة إلى قلة كبيرة في أبحاث تحليل وتحسين أداء التقاطعات بشكل علمي مدروس.

ومن خلال مراجعة الدراسات السابقة، يتضح أن برنامج SIDRA قد أثبت فعاليته في تحليل وتشخيص المشكلات التشغيلية في التقاطعات، كما شكل أساسًا لتقديم حلول عملية تستند إلى البيانات الفعلية ونماذج المحاكاة. إلا أن الملاحظ أن معظم هذه الدراسات تركزت في مدن رئيسية أو متوسطة الحجم، ولم يُسجل حتى الآن – وفقًا لما توفر من مراجعات – تطبيق منهجي لبرنامج SIDRA على تقاطعات مدن جنوب ليبيا، ولا سيما مدينة براك

الشاطئ. عليه، تأتي أهمية الدراسة الحالية من كونها الأولى التي تستخدم هذا البرنامج لتحليل أربعة تقاطعات رئيسية في المدينة، مما يسهم في سد فجوة معرفية واضحة، ويتيح تقديم حلول واقعية مبنية على أسس علمية تساعد في تحسين الأداء المروري وخفض الازدحام بشكل ملموس.

## منهجية البحث وجمع البيانات

لدراسة و تحسين أداء التقاطعات باستخدام برنامج المحاكاة ( SIDRA ) ولإيجاد واقتراح حلول لمشكلة الازدحام المروري في مناطق الدراسة، من الضروري معالجة المشكلات التي تُبرز أهمية هذه الدراسة. أُجريت هذه الدراسة من خلال تحديد بيانات ميدانية. كما تم جمع البيانات، وهي حجم حركة المرور، والتأخير، وطول الطابور، ووقت السفر، والبيانات الهندسية. بعد جمع البيانات، تم حسابها وتحليلها على نظام الحالة الأساسية ونظام المحاكاة باستخدام برنامج SIDRA. يعرض هذا الفصل المنهجية المستخدمة لإجراء الدراسة و توصيف منطقة الدراسة، والأساليب المستخدمة لجمع البيانات، وتجريدها، ومعالجتها. كما يُحدد بيانات الإدخال الرئيسية المطلوبة لبرنامج الحاسوب المختار. لتحقيق أهداف هذه الدراسة، قُسِّم البحث إلى ثلاث مراحل. ركّزت المرحلة الأولى على جمع البيانات من منطقة الدراسة. و من ثم تقييم الوضع الحالي لأداء التقاطعات طور الدراسة باستخدام برنامج المحاكاة ( SIDRA ) ، وبعد ذلك تقديم الحلول المناسبة لتحسين أداء التقاطعات بمنطقة الدراسة لتقليل الإزدحام المرور بها.

- **منطقة الدراسة**

تقع مدينة براك الشاطئ في جنوب غرب ليبيا ضمن إقليم فزان، شمال مدينة سبها بحوالي 60 كيلومترًا، وتُعد من الواحات الصحراوية المهمة، إذ يَمنحها موقعها المتوسط بين مدن الجنوب والشمال أهمية استراتيجية كمركز ربط ونقل، بالإضافة إلى دورها الإداري والتعليمي في منطقة وادي الشاطئ. كما هو موضح في الشكل (1).

**الشكل 1:** منطقة الدراسة في خريطة ليبيا

تمت الدراسة على دوار (جزيرة براك) لواقعة على الطريق العام لمدينة براك الشاطئ كما موضح في الشكل (2)، و التي تبعد حوالي 80 كيلومترًا عن مدينة سبها و120 كيلومترًا عن إدري الشاطئ. وقد أدى وجود المباني الحكومية، بالإضافة إلى العدد الكبير من المحلات التجارية، إلى زيادة حركة المرور، وبالتالي زيادة الازدحام المروري. وقد تم اختيار هذه جزيرة الدوران بناءً على مجموعة من المعايير تشمل مستوى الإزدحام المروري، والأهمية الإستراتيجية ضمن شبكة الطرق، إضافة إلى عدد الحوادث المرورية المسجلة وفقاً لبيانات قسم المرور بالمدينة.

**الشكل 2:** جزيرة الدوران (جزيرة براك)

تقاطع أو دوار الجزيرة براك هو مفترق بأربعة أذرع منظمة و دوار و بدون إشارات ضوئية ، يقع هذا المفترق وسط مدينة براك الشاطئ في الجزء الجنوبي للمدينة عند ملتقي طريق براك – ادري , مع طريق , براك – زلواز و هوا اهم التقاطعات بالمدينة حيث يربطها بباقي مدن وادي الشاطئ ويُعد المفترق نقطة مرور رئيسية لسكان المدينة والزوار، يتكون من اتجاهين بحارتين في كل اتجاه بعرض 7 أمتار لكل جانب، مع وجود جزيرة وسطية دائرية بنصف قطر يبلغ 8 أمتار. كما أنه يشهد حركة نشطة للسيارات والشاحنات، وتحيط به معظم الخدمات المركزية والإدارية. الشكل (3) يوضح حجم الأزدحام المروري على جزيرة براك الشاطئ.

**الشكل 3:** الازدحام المروري علي جزيرة براك

- **جمع البيانات المرورية**

تم إجراء عدّ يدوي لحركات المرور عند كل مدخل من مداخل الدوار، حيث تم تصنيف المركبات إلى ثلاث فئات رئيسية: سيارات ركاب، شاحنات، وحافلات. تمت عملية العد على مدار ساعة واحدة، مقسّمة إلى فترات زمنية قدرها 15 دقيقة، وذلك لضمان دقة التقدير خلال فترات الذروة.

- **تحليل البيانات وتقييم الأداء**

جرى إدخال البيانات الميدانية في برنامج SIDRA INTERSECTION، الذي يُعد من الأدوات المتخصصة في تحليل أداء التقاطع أو الدوار، وذلك بهدف تقييم المؤشرات التشغيلية مثل متوسط التأخير، وطول الصف، ونسبة التشبع، ومستوى الخدمة (LOS) لكل تقاطع.

- **اقتراح التحسينات الهندسية**

بناءً على نتائج التحليل، تم تقييم الوضع القائم واستكشاف البدائل الهندسية الممكنة التي من شأنها تحسين كفاءة التشغيل، وتقليل زمن التأخير والانبعاثات الغازية الناتجة عن التوقف المتكرر عند التقاطعات.

- **معدات جمع البيانات**

جُمعت البيانات الميدانية في المواقع المختارة باستخدام نوعان من المعدات، وهي كاميرا الفيديو، ووجهاز قياس المسافات. تُعد كاميرا الفيديو إحدى طرق جمع بيانات حركة المرور. ومع ذلك، تكمن إحدى الصعوبات التي تواجه هذه الطريقة في إيجاد نقطة مراقبة مناسبة ذات رؤية جيدة لجمع البيانات (عثمان، 2004). وبالتالي، تُشكل هذه المشكلة العامل الرئيسي المؤثر على نوعية البيانات المُجمعة في الموقع، لذلك تم استخدام طائرة درون مزودة بكمرة عالية الدقة.

- **وقت جمع البيانات**

جُمعت البيانات خلال ساعات الذروة الصباحية و المسائية. مع ذلك، لم تُجمع البيانات في حالات الطقس الحار جدًا، أو عند تأثر حركة المرور الاعتيادية بحادث. او مواسم الأعياد و الدراسة.

جُمعت البيانات خلال أيام الأسبوع مساءً، في ساعات الذروة وخارجها. ويُعتبر هذا مناسبًا نظرًا لتسجيل أحجام مرور واسعة. حيث أجري البحث الميداني لمدة ثلاث اسابيع، بدءًا من أوائل 15 يناير 2025، من يوم الأربعاء حتى يوم الجمعة 7 فبراير 2025.

- **استخراج البيانات**

تم تشغيل أشرطة الفيديو من موقع الدراسة في البداية لاسترجاع البيانات ذات الصلة. تم فصل البيانات المستخدمة في هذه الدراسة بين ساعات الذروة وساعات الركود. لكل مسار، تم تسجيل تصنيف المركبات والوقت الذي قطعته على مسافة محددة لإكمال دورة. ثم تكررت العملية حتى تم الوصول إلى العدد الإجمالي للمركبات المستخدمة في بيانات العينة. تتطلب هذه العملية دقة عالية للحصول على بيانات دقيقة من كل مركبة.

- **معالجة البيانات وتحليلها**

حُفظت البيانات المُستخرجة عن حركة المركبات في جدول بيانات Excel. حُلّلت البيانات لإجمالي حجم حركة المرور في ساعات الذروة، ثم حُوّلت إلى وحدة النسبة المئوية للسيارات (PCU)، للحصول على حجم حركة المرور لكل مسار أو وصلة، كما هو موضح في الجدول (1).

- **الحصر المروري لجميع التقاطعات المدروسة**

لقد تم جمع البيانات و الحصر المروري للتقاطعات الأربعة المدروسة بالترتيب وهي (دوار جزيرة براك - و تقاطع المدينة القديمة - و تقاطع جامع الصحابة - وتقاطع العافية ) كما موضح ف الجدول (2).

الجدول 1: معاملات PCU لأنواع المركبات المختلفة.

| نوع المركبة | PCUمعامل |
|---|---|
| سيارة | 1.00 |
| شاحنات ثقيلة | 2.50-2.00 |
| باص | 3.00-2.50 |

**الجدول 2:** الحصر المروري لدوار جزيرة براك طور الدراسة

| الاتجاه | يمين | مستقيم | يسار | دوران | المجموع |
|---|---|---|---|---|---|
| غرب ← شرق | 73 | 1547 | 427 | 29 | 1691 |
| شرق ← غرب | 574 | 1381 | 84 | 41 | 2080 |
| جنوب ← شمال | 654 | 30 | 376 | 10 | 1070 |
| شمال ← جنوب | 49 | 28 | 34 | 1 | 112 |

ملاحظة / نسبة المركبات الثقيلة (HV%) = 4% من اجمالي الحصر المروري لكل الاتجاهات.

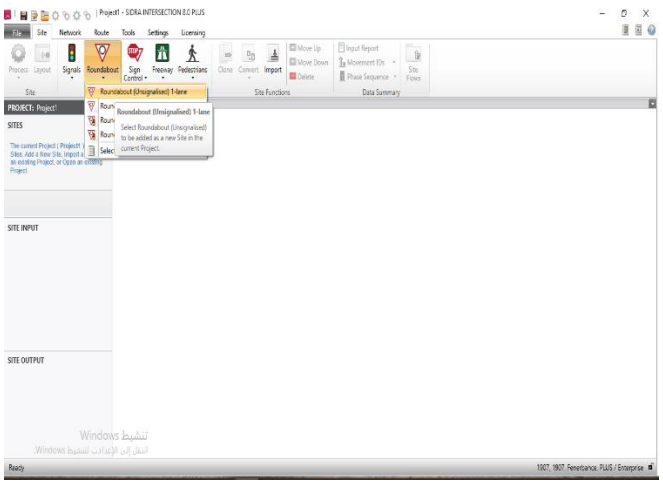
التعريف ببرنامج SIDRA INTERSECTION

برنامج SIDRA INTERSECTION هو أداة برمجية متقدمة تستخدمها شركات الهندسة والتخطيط المروري لتحليل وتقييم أداء التقاطعات المرورية، بما في ذلك التقاطعات الدائرية والإشارات الضوئية والشبكات، بهدف تصميمها وتحسينها لتعزيز كفاءة الحركة المرورية وتقليل الازدحام. وهو معروف بقدراته المتقدمة في تحليل التقاطعات الدائرية ويسمح بتقييم مستويات الخدمة وتحديد نقاط الاختناق واتخاذ قرارات هندسية مستنيرة لتحسين تدفق الحركة [41].

**تصميم دوار جزيرة براك بإدخال البيانات الهندسية والمرورية في برنامج سيدرا بعد جمعها وتحليلها.**

**أولا البيانات الهندسية :**

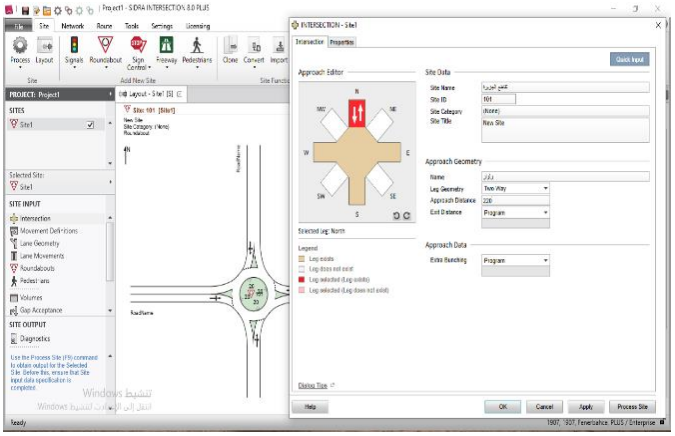
ويتم من خلالها ادخال البيانات الهندسية المتعلقة بالتقاطع مثل : عدد الحارات و نوع التقاطع عرض الحارة و قطر جزيرة الدوران و غيرها . وبالتالي تم تصميم نموذج التقاطع الاصلي داخل البرنامج وفقا لتلك البيانات كما توضح الاشكال التالية من (4) الي (7).



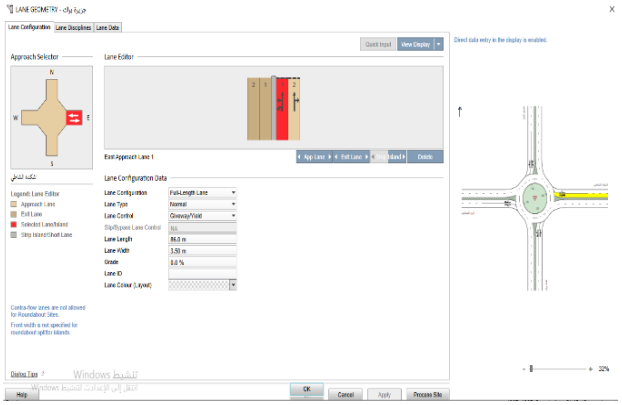

**الشكل 4:** طريقة انشاء جزيرة دوران جديد من واجهة برنامج SIDRA Intersection

مواقع الدراسة لتوصيف الشبكة.

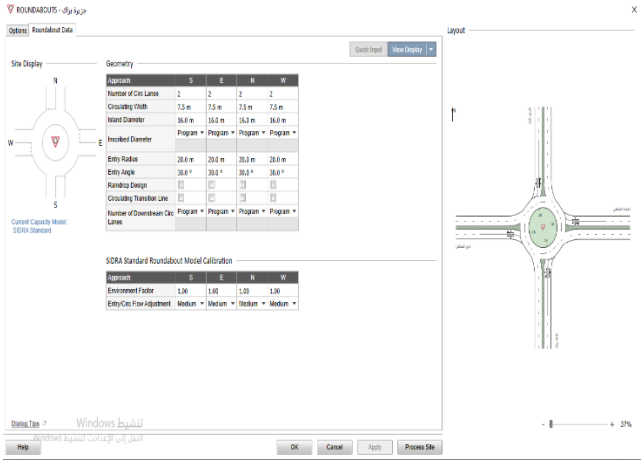
تقع جزيرة الدوران "جزيرة براك" في قلب مدينة براك الشاطئ، ويُعد من التقاطعات الحيوية التي تشهد تدفقًا عاليًا من المركبات القادمة من مختلف أحياء المدينة والمناطق المجاورة. يتميز هذا التقاطع بكونه دوارًا رباعي الأذرع، بدون إشارات ضوئية، ويُعتبر نقطة عبور رئيسية داخل المدينة. تم تقييم الأداء الحالي للتقاطع باستخدام برنامج SIDRA، وتم تطبيق عدة سيناريوهات للتحسين كما موضح في الجدول (3) بهدف الوصول إلى أفضل مستوى خدمة (LOS) وتقليل كل من متوسط التأخير، درجة التشبع، وطول الطابور، بما يتوافق مع المعايير العالمية للأداء.



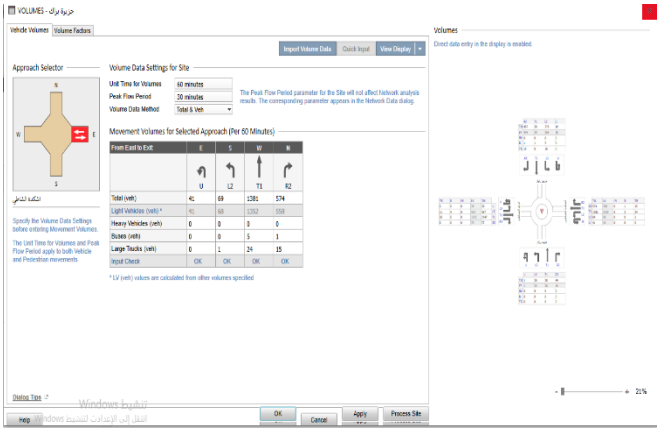
**الشكل 5:** طريقة اختيار عدد الادرع في جزيرة الدوران



**الشكل 6:** طريقة تصميم الحارات في جزيرة الدوران



**الشكل 7:** يوضح كيفية تصميم جزيرة الدوران



**الشكل 8:** طريقة ادخال حجم المرور في جزيرة الدوران

**الجدول** 3: نتائج تقييم دوار جزيرة براك قبل وبعد التحسين

| الرقم | نوع التقييم/ التحسين | درجة التشبع (DOS) | متوسط التأخير (ثانية) | طول الطابور (متر) | مستوى الخدمة (LOS) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1-التقاطع الاصلي | التقييم الحالي | 1.225 | 200.6 | 1054.3 | F |
| 2-التحسين رقم 1 | توسيع جزيرة الدوران+ إضافة مسار داخلي للدوار | 1.212 | 169.4 | 972.9 | F |
| 3-التحسين رقم 2 | إضافة مسار جديد في الاتجاه الشرقي والغربي | 1.058 | 22.8 | 207.9 | C |
| 4-التحسين رقم 3 | إضافة مسار قصير للدخول الي اليمين في الاتجاه الشمالي | 0.955 | 14.5 | 80.9 | B |

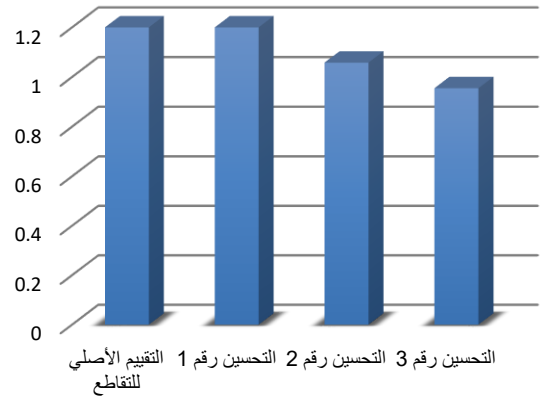
كما تظهر الرسوم البيانية الخاصة بدرجة التشبع و متوسط التأخير و طول الطابور لدوار جزيرة براك الفروقات قبل وبعد التحسين كما موضح في الاشكال (9،10،11) .

### ثانيا البيانات المرورية

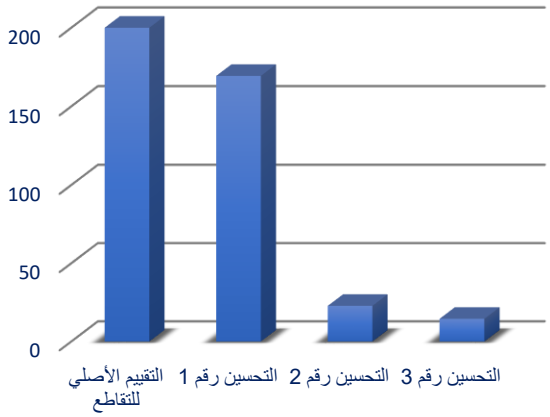
بعدها تأتي مرحلة ادخال البيانات المرورية المتمثلة في: حجم المرور نوع المركبات وأوقات الدروة وتوزيع الحركات المرورية الخ.... كما توضح الشكل (8).

## النتائج والمناقشة

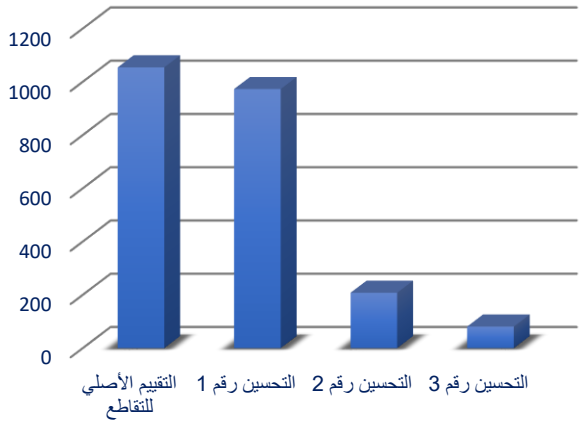
يستعرض هذا الجزء نتائج دراسة تقييم وتحسين جزيرة الدوران الرئيسية بمدينة براك الشاطئ (الجزيرة براك) باستخدام برنامج SIDRA، استنادًا إلى المدخلات والمخرجات. تتألف البيانات المجمعة من معلمات حركة المرور و بيانات المخرجات من البرنامج. ولأغراض المعايرة، تم أخذ نتائج المحاكاة، وتأخير التحكم، وطول الطابور، وأوقات الرحلات في الموقع وفقًا للخطة. علاوة على ذلك، جُمعت التفاصيل الهندسية ، والمسافة بين عقدتين في




**الشكل 9:** مقارنة لدرجة التشبع بدوار جزيرة براك قبل وبعد التحسين

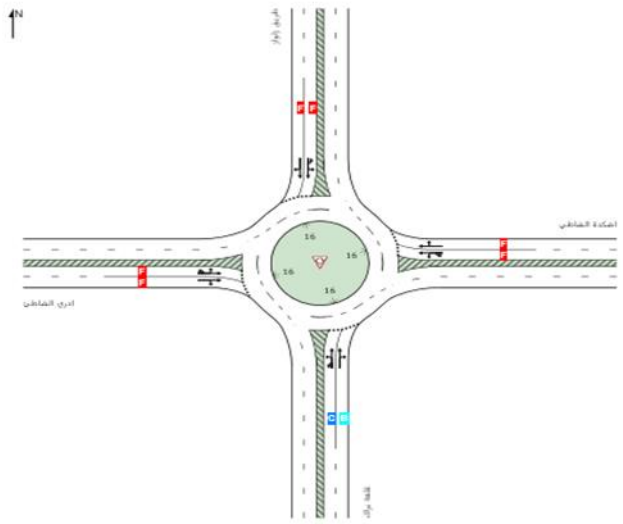



**الشكل 10:** مقارنة لمتوسط التأخير بدوار جزيرة براك قبل و بعد التحسين

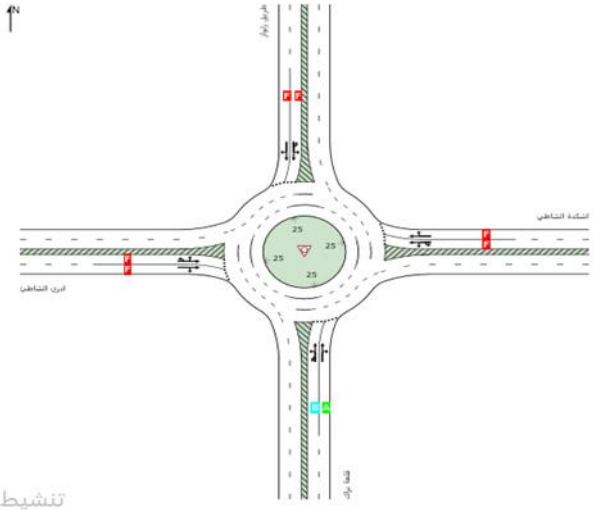



**الشكل 11:** مقارنة لطول الطابور بدوار جزيرة براك قبل و بعد التحسين (متر)

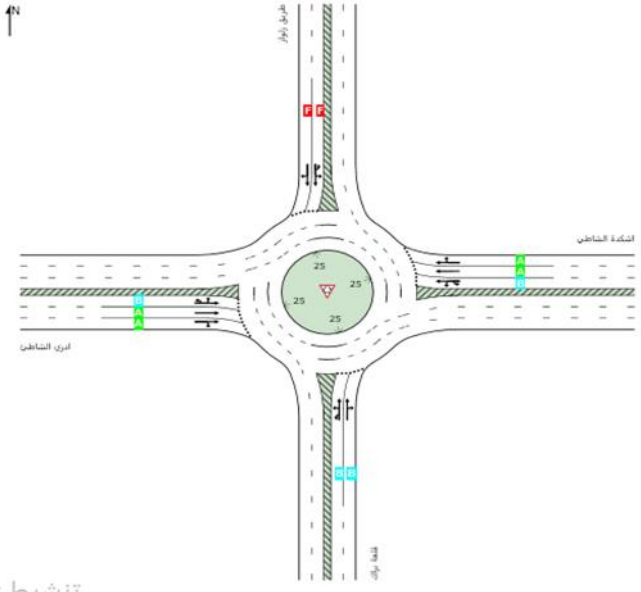
و كما موضح مستوي الخدمة (LOS) لدوار جزيرة براك قبل وبعد التحسين في الاشكال التالية من (12-15) .



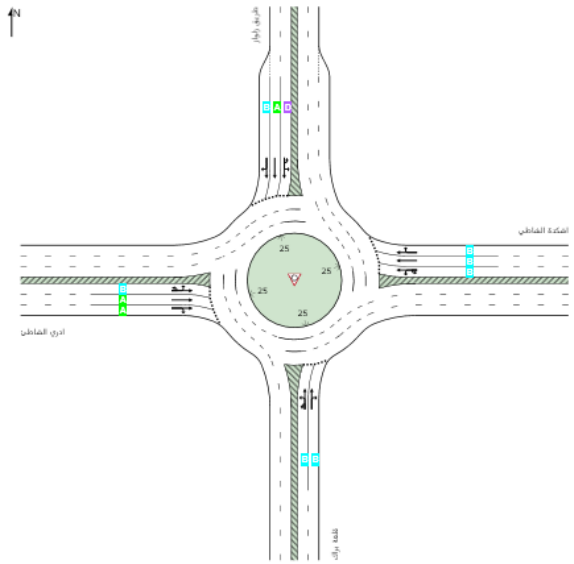
**الشكل 12:** مستوي الخدمة Los لدوار جزيرة براك الأصلي



**الشكل 13:** مستوي الخدمة Los لدوار جزيرة براك بعد التحسين الرقم (1)



**الشكل 14:** مستوي الخدمة Los لدوار جزيرة براك بعد التحسين رقم 2



**الشكل 15:** مستوي الخدمة Los لدوار جزيرة براك بعد التحسين رقم 3

## مناقشة نتائج دوار جزيرة براك

- **الوضع الحالي** :أظهر درجة تشبع عالية جدًا (1.225)، ومتوسط تأخير كبير (200.6 ثانية)، وطول طابور يتجاوز الكيلومتر، مما يُصنفه بمستوى خدمة F ، وهو أسوأ تصنيف مما يحتاج الي تحسين هندسي واضح.
- **التحسين رقم 1** -:رغم توسيع جزيرة الدوران وإضافة مسار داخلي، إلا أن التحسين كان طفيفًا، أي بدرجة تشبع 1.212 و متوسط تأخير 169.4 ثانية و طول طابور 972.9 متر مما يُشير إلى أن الاختناق ليس في قلب جزيرة الدوران فقط بل في الأذرع أيضًا .
- **التحسين رقم 2**- بإضافة مسار في الدراع الشرقي والغربي للتقاطع حدث تحسّن واضح و ملحوظ في الأداء، حيث انخفضت درجة التشبع إلى 1.058، والتأخير إلى 22.8 ثانية بطول طابور 207.9 و مستوي خدمة c لانه يعتبر أكبر نسبة مرور في التقاطع علي هده الادرع.
- **التحسين رقم 3** - عالج المشكلة المتبقية في الاتجاه الشمالي بإضافة مسار يمين قصير، مما حسّن المؤشرات إلى درجة تشبع 0.955 وتأخير 14.5 ثانية و طول طابور 80.9 متر، أي مستوى خدمة.B وهو مستوى مُرضٍ جدًا ويشير إلى عمل التقاطع بكفاءة عالية.

**الاستدلال بالدراسات السابقة دوار جزيرة براك**

تم في هذا التحسين إجراء تعديل هندسي شامل على تقاطع جزيرة براك، شمل توسعة مساحة جزيرة الدوران وإضافة مسار داخلي، إلى جانب توسعة الذراعين الشرقي والغربي بمسارات إضافية لتحسين الانسيابية وتقليل الاختناقات. وقد أسفر هذا التعديل عن انخفاض درجة التشبع من 1.225 إلى 0.955، وانخفاض متوسط التأخير من 200.6 ثانية إلى 14.5ثانية، وتحسّن مستوى الخدمة من (F) إلى(B) ، وهو ما يعكس تحسنًا ملحوظًا في كفاءة عمل التقاطع. هذه النتائج تتوافق مع ما توصلت إليه دراسة أجريت في كربلاء بالعراق، حيث جرى تحسين تقاطع دوار مشابه من خلال توسعة الأذرع وإعادة تنظيم الحارات، مما أدى إلى تقليل متوسط التأخير من 170 ثانية إلى 21.3 ثانية، وتحسين مستوى الخدمة من (F) إلى(C) ، مع انخفاض نسبة التشبع إلى 0.97. [20] كما دعمت دراسة أجريت في الجيزة بمصر نفس الفرضية، إذ ساهمت توسعة أذرع دوار حيوي في خفض متوسط التأخير إلى 18.4 ثانية وتحقيق مستوى خدمة(B) ، [42] في حين بيّنت نتائج دراسة في الدمام بالسعودية أن إعادة تصميم جزيرة الدوران وتوسعة المداخل قلل متوسط التأخير إلى 15.6 ثانية وحقق مستوى خدمة (A) بدرجة تشبع بلغت 0.89. [43] هذا التوافق في النتائج يؤكد أن التحسينات التي أُجريت على تقاطع جزيرة براك تستند إلى أسس عملية مدروسة أثبتت نجاحها في بيئات حضرية مماثلة.

وأيضا ما توصلت إليه هذه الدراسة في تقاطع جزيرة براك من أن الاختناق المروري لا يكون دائمًا في مركز الدوار، بل غالبًا ما يكون ناتجًا عن قصور في الأذرع المتصلة به، يتوافق مع نتائج دراسة أجريت في ماليزيا (Sulong et al., 2019) [44]، حيث تمت معالجة الازدحام في أحد الدوارات عبر توسعة الأذرع المدخِلة والمخرِجة بدلاً من إعادة تصميم كامل للدوار، وقد أدت التحسينات إلى تقليل متوسط التأخير بنسبة تفوق 60% وتحسين مستوى الخدمة من E إلىC ، مع انخفاض كبير في درجة التشبع.

**الحل البديل او المقترح التاني لتحسين دوار جزيرة براك**

في حالة صعوبة تنفيذ توسعة كاملة لأذرع التقاطع بسبب الظروف الميدانية (مثل ضيق المساحات أو التكلفة العالية)، تم اقتراح حل بديل منخفض التكلفة يتمثل في:

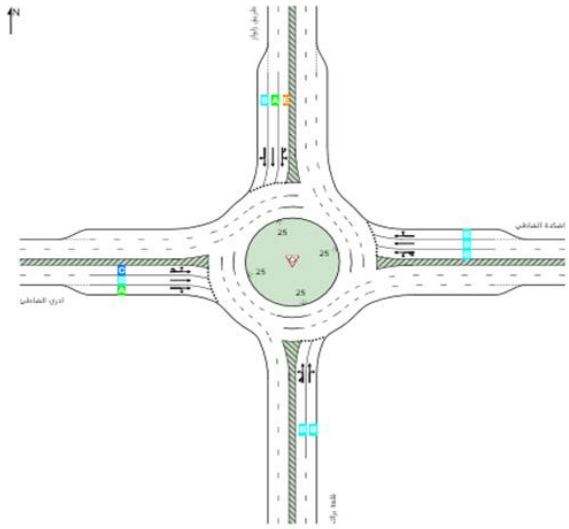
إضافة مسارات قصيرة مخصصة للانعطاف اليمين فقط على الأذرع الثلاثة الأكثر ازدحامًا (الشرقي، الغربي، الشمالي).

هذا الحل يهدف إلى تخفيف الضغط عن جزيرة الدوران دون الحاجة إلى توسعة كاملة، وقد أثبت فعاليته من حيث الانسياب المروري بعد اختباره على برنامجSIDRA ، حيث حقق مستوى خدمة جيد(LOS/ B) ، بدرجة تشبع أقل من ( 1)، وتأخير مقبول , كما موضح النتائج في الجدول (4) و موضح مستوي الخدمة و الشكل النهائي للتقاطع في الشكل (16).

الجدول 4: نتائج تقييم دوار جزيرة براك قبل و بعد تحسين الحل البديل او المقترح التاني

| الرقم | نوع التقييم/التحسين | درجة التشبع (v/c) | متوسط التأخير (ثانية) | طول الطابور (متر) | مستوى الخدمة (LOS) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1-التقاطع الاصلي | التقييم الحالي | 1.225 | 200.6 | 1054.3 | F |
| 2-التحسين رقم1 | توسيع جزيرة الدوران + إضافة مسار داخلي للدوار | 1.212 | 169.4 | 972.9 | F |
| 3-التحسين رقم2 | إضافة مسار قصير للدخول يمين في الاتجاه الشرقي والغربي | 1.137 | 34.9 | 337 | C |
| 4-التحسين رقم3 | إضافة مسار قصير للدخول الي اليمين في الاتجاه الشمالي | 0.999 | 19.9 | 139.8 | B |

كما تظهر المقارنة في النتائج و الكفاءة العامة و تكلفة التنفيذ لدوار جزيرة براك بين التحسينات علي جزيرة الدوران و تحسين الحل البديل كما موضح في الجدول (5).



**الشكل 16:** الشكل النهائي ومستوي الخدمة los لدوار جزيرة براك بعد التحسين للحل البديل

**الجدول 5:** مقارنة عامة بين التحسين علي جزيرة الدوران و التحسين للحل البديل لدوار جزيرة براك

| المقارنة | التحسين علي الدوار | تحسين للحل البديل |
|---|---|---|
| درجة التشبع (v/c) | 0.955 | 0.999 |
| متوسط التأخير (ثانية) | 14.5 | 19.9 |
| مستوى الخدمة (LOS) | B | B |
| تكلفة التنفيذ | مرتفعة | منخفضة |
| التنفيذ الميداني | يحتاج توسعة وقطع طرق | ممكن في إطار جزيرة الدوران الحالية |
| المرونة في التعديل | أقل | أعلى |
| الكفاءة العامة | أعلى قليلاً | جيدة جدًا |
| المقارنة | التحسين علي الدوار | تحسين للحل البديل |
| درجة التشبع (v/c) | 0.955 | 0.999 |

في الختام، يجب دراسة تأثير تقنية الجيل الخامس (G5) على تدفق حركة المرور، ومستويات الازدحام على التقاطع طور الدراسة، حيث أن تقنية الجيل الخامس (G5) تحسّن بشكل كبير تنسيق حركة المركبات والبنية التحتية، مما يُقلل الازدحام ويُحسّن تدفق حركة المرور في التقاطعات الرئيسية في مدينة براك الشاطئ [46].

## الخلاصة

يهدف هذا البحث إلى تقييم وتحسين التقاطع الرئيسي بمدينة براك الشاطئ (الجزيرة براك)، باستخدام برنامج SIDRA Intersection، والذي يُعد من الأدوات الفعالة في تحليل الأداء التشغيلي للتقاطعات الحضرية. تمثلت مشكلة الدراسة في الازدحام المروري وارتفاع مستويات التأخير وانخفاض مستوى الخدمة في ذلك التقاطع، مما يؤثر سلبًا على كفاءة شبكة النقل داخل المدينة.

اعتمدت الدراسة على جمع البيانات الميدانية لحجم الحركة المرورية والخصائص الهندسية للتقاطع طور الدراسة، حيث تم إدخال هذه البيانات إلى برنامج SIDRA لإجراء التقييم الأولي، ثم اقتراح عدد من السيناريوهات التحسينية للتقاطع طور الدراسة، وإعادة التحليل لاختيار الحل الأمثل. تم تقييم التقاطع من حيث درجة التشبع (Degree of Saturation) ، ومتوسط التأخير (Delay) ، ومستوى الخدمة (LOS) ، وطول الصف (Queue Length).وأظهرت النتائج أن التقاطع يعاني من اختناقات مرورية ملحوظة، خاصة خلال ساعات الذروة، حيث أظهرت مستوى خدمة F ، وهو أدنى مستوى ممكن للأداء المروري، ما يشير إلى حاجة ماسة إلى تحسينات مرورية فعّالة.

أظهرت النتائج قبل التحسين إلى وجود ازدحام مروري حاد، حيث بلغت درجة التشبع 1.225ومتوسط التأخير 200.6ثانية/مركبة، و طول طابور 1054.3 متر مع مستوى خدمة .F بعد تطبيق سيناريو إضافة مسارات جديدة وتوسعة داخلية للدوار، تحسن الأداء بشكل ملحوظ، إذ انخفضت درجة التشبع إلى 0.955، ومتوسط التأخير إلى 14.5ثانية و طول طابور الي 80.9 متر، وارتفع مستوى الخدمة إلى .B.

تُبرز هذه النتائج فعالية التدخلات الهندسية والتنظيمية في تحسين الأداء التشغيلي للتقاطعات، مما يعزز من انسيابية الحركة المرورية ويقلل من زمن التأخير ويرفع من مستوى الخدمة. وقد أثبت برنامج SIDRA جدواه في دعم القرارات التخطيطية المتعلقة بإدارة المرور داخل المدن المتوسطة مثل براك الشاطئ.

## التوصيات

استنادًا إلى نتائج التحليل والمقارنات بين السيناريوهات المختلفة، يمكن تقديم التوصيات التالية:

1. عدم الاعتماد على الحلول التقليدية مثل الإشارات المرورية دون دراسة شاملة للموقع المحيط، خصوصًا في المناطق التي تحتوي على تقاطعات متقاربة, وعند اللجوء إلى الإشارات المرورية، يجب التأكد من تناسق الإشارات مع حجم الحركة، وتوفير مساحات كافية للتخزين.
2. أولوية تنفيذ الحلول الهندسية الخفيفة مثل توسعة الأذرع، المسارات الالتفافية، أو الحركات الحرة، والتي أثبتت فعاليتها في تحسين الأداء دون تعقيد مروري.
3. اعتماد برنامج SIDRA Intersection كأداة تحليلية في تقييم أداء التقاطعات الحضرية في المدن الليبية.
4. تطبيق نظام مراقبة مرورية ذكي لمراقبة أداء التقاطعات بشكل لحظي خلال الذروة.
5. إجراء دراسات تحليل حركة السير المستقبلية بناءً على النمو المتوقع في عدد المركبات والسكان، لضمان استدامة الحلول.
6. عند تصميم دوارات جديدة، يُنصح بمراعاة عدد الأذرع، عرض المداخل، وحارات الدوران لتحقيق أداء أفضل.
7. دمج تقييم السلامة المرورية ضمن معايير التحليل وليس فقط التركيز على مؤشرات التأخير والتشبع.
8. ضرورة تحسين البنية التحتية حول التقاطعات، مثل: إزالة العوائق البصرية و صيانة الأرصفة و ممرات المشاة و وضع لوحات مرورية ارشادية واضحة .
9. نوصي باجراء هذه الدراسة علي فترة زمنية اخري مثل أثناء مواسم الدراسة او الأعياد لأهمية الطريق والتقاطع التي تربط كافة مدن و قري وادي الشاطي.

## الدراسات المستقبلية

يمكن التوصية بإجراء دراسات مستقبلية تتوسع في المحاور التالية:

1. إجراء دراسات على تقاطعات إضافية في مدينة براك الشاطئ والمناطق المجاورة لتكوين تصور شامل عن واقع النقل.
2. دمج برنامج SIDRA مع أدوات أخرى مثل VISSIM أو Synchro للحصول على تحليل ديناميكي أكثر دقة.
3. استخدام برامج محاكاة مرورية متقدمة مثل VISSIM أو AIMSUN لتحليل سلوكيات السائقين بدقة أكبر.
4. إجراء دراسة جدوى شاملة تربط بين التكلفة الاقتصادية لكل تحسين والفوائد المرورية المترتبة عليه، مع تحليل الأثر الاقتصادي والبيئي لهذه التحسينات، خاصة فيما يتعلق بتقليل استهلاك الوقود والانبعاثات.
5. إنشاء قاعدة بيانات مرورية محلية تساعد في تحديث التحليلات المستقبلية بسهولة.
6. تحليل تأثير المدارس والأسواق على أداء التقاطعات في أوقات محددة من اليوم.
7. تقييم أثر تركيب أنظمة إشارات ذكية (ITS) في تحسين الأداء المروري.

**Author Contributions:** Miskeen: Conceptualization and methodology, writing—original draft preparation, review and editing. Al-Zaydani: Data collection. Miskeen and Zaydani: results' analysis and discussion. Both authors have read and agreed to the published version of the manuscript."

**Funding:** "This research received no external funding."

**Data Availability Statement:** "The data are available at request"

**Conflicts of Interest:** "The authors declare that they have no conflict of interest."

**Acknowledgments** "The authors would like to express their appreciation to all persons and organizations who contributed to the publication of this research paper. We would also like to thank our colleagues at Waddi Alshatti University for their comments and support throughout the research process. Therefore, we would like to thank them for their valuable opinions and suggestions."

## References

[1] Al-Samarrai. "Urban Transportation Challenges in Iraq: A Case Study of Baghdad," University of Baghdad, Iraq, 2017. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340209019.

[2] M. Khalid, and T. Salim, "Impact of Population Growth on Urban Traffic Congestion in Iraq." *Basrah Journal of Engineering*, vol. 24, no. 3, pp. 55–64, 2018. https://www.iasj.net/iasj/article/161243.

[3] I. Hashim, M. Badawy, and U. Heneash. "Impact of pavement defects on traffic operational performance." *Sustainability*, vol. 15, no. 10, p. 8293, 2023. https://doi.org/10.3390/su15108293.

[4] K. Al-Sheikh. "Causes and Effects of Traffic Congestion in Iraqi Cities," *Tikrit University Journal for Engineering Sciences*, vol. 27, no. 4, pp. 87–95, 2020. https://www.iasj.net/iasj/article/ 183722.

[5] World Health Organization (WHO), Global Status Report on Road Safety 2018, Geneva, Switzerland, 2019. https://www.who.int/publications/i/item/9789241565684.

[6] M. Joni, and R. Hikmatt. "Traffic Management and Public Health in Congested Intersections," *Baghdad Journal of Transportation Research*, vol. 5, no. 2, pp. 75–82, 2020. https://www.iasj.net/iasj.

[7] H. Al-Mousawi. "Noise Pollution and Emissions in Urban Traffic Systems." University of Kufa, Iraq, 2021. https://uokufa.edu.iq.

[8] T. Rashid. "Safety Evaluation of Unsignalized Intersections in Urban Areas." MSc. Thesis, University of Babylon, Iraq, 2016. https://uobabylon.edu.iq.

[9] Y. Kareem, and A. Hussein, "Capacity Analysis of Intersections in Al-Najaf City." *Al-Qadisiyah Journal for Engineering Sciences*, vol. 13, no. 3, pp. 41–49, 2020. https://qu.edu.iq/ journaleng/index.php/JQES/article/view/345.

[10] A. Al-Bayati. "Urban Intersection Performance Under Mixed Traffic Conditions." *Journal of Engineering and Sustainable Development*, vol. 22, no. 2, pp. 23–30, 2018. https://www.iasj.net/iasj/article/156912.

[11] H. Hasan, and N. Hussein. "Factors Affecting Intersection Delay in Baghdad City." *Iraqi Journal of Civil Engineering*, vol. 11, no. 1, pp. 58–66, 2020. https://www.iasj.net/iasj/article/184122.

[12] A. Al-Marafi, N. Rahman, and R. Abdullah. "Parking Issues and Their Impact on Intersection Delays: A Case Study in Karbala." *International Journal of Traffic and Transportation Engineering*, vol. 8, no. 1, pp. 11–18, 2019. https://www.ijtte.com/article/285.

[13] R. Akçelik, Traffic Signals: Capacity and Timing Analysis, Akcelik and Associates Pty Ltd, Melbourne, Australia, 2011. https://www.sidrasolutions.com/library.

[14] Federal Highway Administration (FHWA), Roundabouts: An Informational Guide – Second Edition, U.S. Department of Transportation, Washington, D.C., USA, 2010. https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/00068/.

[15] Transportation Research Board (TRB), Highway Capacity Manual (HCM 6th Edition), Washington, D.C., USA, 2016. http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/docs/NCHRP17-65_AppB.pdf .

[16] F. Shukri et al., حلول فعّالة لمشكلة الازدحام المروري وتقليل وقت التأخير, القاهرة: دار النشر الهندسي, 2009.

[17] I. Greenwood and C. Bennett. "The Effects of Traffic Congestion on Fuel Consumption." Auckland, New Zealand: Transit New Zealand, 1996. https://www.nzta.govt.nz/resources/research/reports/.

[18] H. Mahmassani, N. Rouphail, and C. Hsu. "Dynamic vehicle delay at intersections: Limitations of static network equilibrium models." *Transportation Research Record*, TRB, Washington, D.C., 1985. https://trid.trb.org/view/269687.

[19] H. Al-Madani, إدارة حركة المرور في الدوارات وتأثيرها على طول الطوابير, 2003, كلية الهندسة, جامعة البحرين: البحرين: https://www.uob.edu.bh.

[20] V. Sisiopiku. "Evaluation of roundabout performance under various traffic conditions using SIDRA." *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, vol. 1751, no. 1, pp. 91–98, 2001. https://doi.org/10.3141/1751-11.

[21] R. Al-Rubaee, and I. Hameed. "Operational performance evaluation of Al-Husseiniya three-leg intersection in Karbala City using SIDRA." *International Journal of Civil Engineering and Technology*, vol. 14, no. 3, pp. 45–56, 2023. https://iaeme.com/Home/article_id/IJCIET_14_03_005.

[22] H. Hasan, and H. Hussei, "Analysis of delay causes in urban intersections in Baghdad using SIDRA," Journal of Traffic and Transportation Engineering, vol. 7, no. 2, pp. 101–110, 2020. https://doi.org/10.1016/j.jtte.2020.02.002.

[23] A. Al-Omari, and M. Ta'amneh, "Traffic performance analysis of major intersections in Irbid city using SIDRA," 2018. https://www.researchgate.net/publication/327483383.

[24] F. Joni and R. Hikmatt, "Operational assessment of an uncontrolled four-leg intersection in a congested Malaysian city," 2019. https://www.researchgate.net/publication/335849258.

[25] R. Akçelik, "Operational concepts in intersection analysis using SIDRA," Traffic Engineering & Control, vol. 48, no. 7,

pp. 305–310, Jul. 2007. https://www.sidrasolutions.com/library.

[26] S. Al-Marafi, A. Rahman, and M. Lim, "Impact of parking on intersection performance in Malaysia," Journal of Traffic and Transportation Engineering, vol. 8, no. 3, pp. 245–256, 2021. https://doi.org/10.1016/j.jtte.2021.04.002.

[27] M. Al-Omari and A. Ta'amneh, "Comparison of HCS and SIDRA in estimating delays at signalized intersections in Jordan," Jordanian Journal of Civil Engineering Studies, vol. 14, no. 1, pp. 65–78, 2008. https://www.researchgate.net/publication/289568115.

[28] Gaza City Traffic Study Team, "Traffic evaluation and improvement of major intersections in Gaza City using SIDRA," Palestinian Journal of Transportation Studies, 2012. https://www.researchgate.net/publication/262566310.

[29] Nablus Traffic Study Team, "Urban traffic analysis using SATURN in Nablus city center," Palestinian Journal of Civil Engineering, 2018. https://www.researchgate.net/publication/333331930.

[30] F. Shukri et al., "Comparison of Roundabouts and Intersections on Travel Time and Level of Service," 2010. https://www.researchgate.net/publication/267237060.

[31] A. Yasin, et al., "Evaluation and Improvement of Elba House Road Intersection in Amman – Jordan," 2023. https://www.researchgate.net/publication/371457223.

[32] H. I. Shubber and K. H. Hassan, تحسين أداء حركة المرور في رسالة ماجستير، قسم الهندسة المدنية، كلية ,التقاطعات المختارة في مدينة النجف الهندسة، جامعة الكوفة, 2024 .: https://uokufa.edu.iq.

[33] H. M. Fattalawi, تقييم الأداء المروري لمنطقة مختارة من شبكة النقل في رسالة ماجستير، قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة، جامعة ,مدينة كربلاء كربلاء, 2019. https://uokerbala.edu.iq.

[34] E. Al-Masri, " تقييم وتحسين الأداء المروري لمعظم التقاطعات الرئيسة في ,مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات الطبيعية ",مدينة غزة باستخدام برنامج سيدرا مج. 23، ع. 2، ص ص. 1–13, 2015. https://journals.iugaza.edu.ps/index.php/IUGNS/article/view/1317.

[35] H. Khudair and H. Joni, تقييم وتصنيف للعملية المرورية باستخدام برنامج سيدرا (SIDRA): أطروحة ماجستير، قسم هندسة البناء ,تحليل التقاطعات والتشييد، كلية الهندسة، الجامعة التكنولوجية بالعراق, 2016. https://uotechnology.edu.iq.

[36] A. Elfituri, "Evaluation of traffic signal installation at a main intersection in Bani Walid city using Synchro 8," Libyan Journal of Engineering Sciences, vol. 5, no. 1, pp. 55–64, 2016. https://www.researchgate.net/publication/325498112.

[37] I. Hassan, A. Al-Rabib, and E. Aref. "Evaluation of The Performance of a Roundabout intersection in Surman City by Using Synchro 08 Program." *Wadi Alshatti University Journal of Pure and Applied Sciences*, Special Issue_1, pp. 112–118, 2025. https://www.researchgate.net/publication/383228152.

[38] S. Fadil, and N. Abuhamoud. "Intelligent Traffic Signal Control Network for Optimizing Traffic Flow." *Wadi Alshatti University Journal of Pure and Applied Sciences*, Special Issue_1, pp. 62–66, 2025. https://www.researchgate.net/publication/383228187.

[39] M. Fadel, and N. Abuhamoud. "Machine Learning-Based Traffic Flow Prediction for Enhanced Traffic Management." *Wadi Alshatti University Journal of Pure and Applied Sciences*, Special Issue_1, pp. 54–61, 2025. https://www.researchgate.net/ publication/383228201.

[40] I. Dabi, and N. Abuhamoud. "AI-Powered Traffic Signal Control Systems for Enhanced Traffic Flow and Reduced Waiting Time." *Wadi Alshatti University Journal of Pure and Applied Sciences*, Special Issue_1, pp. 35–39, 2025. https://www.researchgate.net/ publication/383228213.

[41] M. Miskeen, M. Fakron, A. Alhodairi, M. Al-Sayed, and A. Entahmad. "Study of Traffic Movement on The Main Road Passing Through (Wadi Al-shatti University-Al-Salam Qira Gate) Using Manual Counting and Moving Vehicle Counting Technique." *Wadi Alshatti University Journal of Pure and Applied Sciences*, vol. 2, no. 2, pp. 16–30, 2024. https://www.researchgate.net/publication/383228238.

[42] R. Akçelik, "SIDRA for the Highway Capacity Manual," Compendium of Technical Papers, *60th Annual Meeting of the Institute of Transportation Engineers*, pp. 210–219, 1990. https://www.sidrasolutions.com/library.

[43] M. Abdelrahman, "Operational Performance Assessment of Roundabouts in Giza, Egypt," *Journal of Traffic Engineering*, vol. 12, no. 3, pp. 45–53, 2021. https://www.researchgate.net/publication/357421862.

[44] A. Al-Ghamdi, "Roundabout Improvement and Traffic Flow Optimization in Dammam, Saudi Arabia," *Saudi Journal of Civil Engineering*, vol. 8, no. 2, pp. 30–38, 2020. https://www.saudijce.org/articles/.

[45] M. Sulong and N. Rahman, "Improving Roundabout Performance Through Entry and Exit Lane Expansion in Malaysia," *International Journal of Traffic and Transportation Engineering*, vol. 9, no. 1, pp. 12–22, 2019. https://www.ijtte.com/article/306.

[46] M. Omar, and N. Abuhamoud. "Leveraging 5G Networks to Enhance Communication Between Vehicles and Traffic Infrastructure for Optimized Traffic Management." *Wadi Alshatti University Journal of Pure and Applied Sciences*, Special Issue_1, pp. 47–53, 2025. https://www.researchgate.net/publication/383228266.