تقييم تأثير التقاطعات على حركة المرور باستخدام البرامج الحاسوبية (ورقة استعراضية)

علي الجعفري الصيد[1]، إسماعيل قودان نايل[2]
[1]الأكاديمية الليبية، طرابلس، ليبيا
[2]الأكاديمية الليبية، طرابلس، ليبيا
aliialsid7@gmail.com
asmaiel.naiel@academy.edu.ly

الملخص: تُعتبر التقاطعات المرورية من العناصر الأساسية في أي نظام مروري، حيث تلعب دورًا حيويًا في تنظيم حركة المرور وتوجيه المركبات وتتمثل أهمية هذه التقاطعات في كونها النقاط التي تتقاطع فيها طرق مختلفة، مما يسهل الحركة بين المناطق. تصميم هذه التقاطعات بشكل غير مناسب يؤدي إلى قصورها في اداء هذا الدور الحيوي، مثل الازدحام وأوقات الانتظار الطويلة، مما يؤثر سلبًا على نفسية السائقين وفاعلية النظام المروري. عندما تكون التقاطعات غير مصممة بشكل جيد، فإنها تؤدي إلى تدفق حركة مرور غير منتظم، مما يستدعي الحاجة إلى دراسات علمية دقيقة لتحليل هذا التدفق، كما يجب أن تعتمد هذه الدراسات على أسس علمية سليمة لفهم العلاقة بين تصميم التقاطعات وأداء حركة المرور، علما بأن هناك حلول تشغيلية غير مكلفة، مثل تحسين الإشارات الضوئية أو تغيير أنماط الحركة، مما يسهم في تحسين الكفاءة.

من خلال مراجعة الدراسات السابقة، يتضح أن هناك اهتمامًا متزايدًا بتقييم تأثير التقاطعات على حركة المرور باستخدام البرامج الحاسوبية لذلك جاءت هذه الدراسة لاستعرض اهم هذه الدراسات والتركيز على أهم النقاط الأساسية التي تبرز كيفية تحسين أداء هذه التقاطعات وزيادة كفاءة الشبكة المرورية.

تتناول هذه الورقة بعض الدراسات المتعلقة بالتقاطعات وتأثيراتها على حركة المرور، مع التركيز على استخدام البرامج الحاسوبية لتقييم أدائها، وتشمل هذه الدراسات تحليل الأداء المروري، ودراسة كيفية تأثير تصميم التقاطعات وإشارات المرور على كفاءة الحركة ويتم استخدام برامج مثل "Synchro" و"VISSIM" و"SIDRA"و"HCS " لتقييم مستوى الخدمة وزمن التأخير في تقاطعات مختلفة، كما تُستخدم تقنيات المحاكاة لحل المشكلات المرورية وتحسين تدفق الحركة، وتقدم بعض الدراسات مقارنة بين هذه البرامج لتحديد تأثيراتها المختلفة على حركة المرور.

الكلمات المفتاحية:
(التقاطعات، الحوادث المرورية، تكنولوجيا النقل، الازدحام المروري، التقييم المروري، مستوى الخدمة)

Evaluating the impact of intersections on traffic using computer software

Ali ELjafari Assaid[1], Asmail Naiel[2]
Libyan Academy, Tripoli, Libya
asmaiel.naiel@academy.edu.ly
aliialsid7@gmail.com

Abstract: Traffic intersections are considered essential elements in any traffic system, playing a vital role in organizing traffic flow and directing vehicles. The importance of these intersections lies in being the points where different roads intersect, facilitating movement between areas. However, poorly designed intersections can lead to significant issues, such as congestion and long wait times, negatively impacting drivers' experiences and the effectiveness of the traffic system. When intersections are not well-designed, they result in irregular traffic flow, necessitating the need for precise scientific studies to analyze traffic flow. These studies should rely on sound scientific principles to understand the relationship between intersection design and traffic performance. There can be cost-effective operational solutions, such as optimizing traffic signals or changing movement patterns, which contribute to improving efficiency.

A review of previous studies shows an increasing interest in evaluating the impact of intersections on traffic using computer programs. This study aims to review the most important of these studies and focus on key points that highlight how to improve the performance of these intersections and increase the efficiency of the traffic network. This paper discusses some studies related to intersections and their effects on traffic, with a focus on using computer programs to assess their performance. These studies include traffic performance analysis and examining how intersection design and traffic signals affect movement efficiency. Programs such as "Synchro," "VISSIM," "SIDRA," and "HCS" are used to evaluate the level of service and delay times at various intersections. Simulation techniques are also employed to solve traffic problems and improve flow, with some studies comparing these programs to determine their different impacts on traffic.

Key words: Intersections, Accidents, Congestion, traffic Performance, Service Level, Technology.

1. المقدمــة

تشكل الحوادث المرورية تهديد كبيرًا للسلامة الاجتماعية، و وفقًا لتقرير منظمة الصحة العالمية، تسبب الحوادث عالميا 1.35 مليون حالة وفاة سنويًا تقريبا، مما يجعلها السبب الرئيسي لموت الأطفال والشباب بين 5 و29 عامًا، وبما ان العاصمة الليبية طرابلس تشهد كثافة سكانية عالية، حيث بلغ عدد سكانها 2 مليون نسمة ، ما سيؤدى الى مواجهة تحديات مرورية كبيرة ، خاصة خلال ساعات الذروة، لذلك يجب الاهتمام بالبنية التحتية بشكل سريع، لذا اصبح من أولويات الدولة الحد من الأسباب المؤدية للحوادث المرورية عن طريق انشاء بنية تحتية قوية و تعزيز الوعي المروري، وبما ان التقاطعات المرورية تعد احد الاسباب الرئيسة للازدحام والحوادث المرورية، كونها مناطق حساسة مخصصة للمركبات للتحرك في اتجاهات متعددة، فان تصميمها وتنظيمها بشكل مدروس، و توعية السائقين بالقواعد المرورية سيساهم في تحسين فعالية هذه النقاط الحيوية وضمان سلامة المرور وتقليل الحوادث.

تهدف هذه الورقة إلى تقديم بعض الدراسات المتعلقة باستخدام برامجSynchro، VISSIM,SIDRA,HCS لتقييم مستوى الخدمة، وزمن التأخر في التقاطعات المرورية، مما سيساعد على تحديد المشاكل التي قد تعاني منها الحركة المرورية بالتقاطعات، واقتراح الحلول الفعالة لتحسين مستوى الخدمة وفقًا للمعايير العالمية ولتوفير حركة مرورية أكثر أمنًا وكفاءة.

2. الدراسات السابقة

تساهم الدراسات السابقة في تعزيز المعرفة لتقييم التقاطعات، بحيث تتناول جوانب متعددة، كتدفق المركبات عند التقاطعات وتحديد العوامل المؤثرة في كفاءة الحركة المرورية والبرامج المستخدمة في تقييم التقاطعات، وركزت على تحليل أدائها وتأثير تصميمها على حركة المرور ومستوى الخدمة بها، وفيما يلي نستعرض بعض هذه الدراسات:

- دراسة حسان عدنان فيحان، عن استخدام أنظمة النقل الذكية في إدارة المرور في المناطق التنظيمية الجديدة (فيحان، 2017)، قام الباحث بدراسة نظم النقل الذكية (ITS) كأحد الحلول المثالية لمواجهة المشاكل المرورية في مدينة دمشق، ووضع استراتيجيات تتعلق بمتطلبات تنفيذ هذه النظم، مع عرض التقنيات المتاحة حاليًا وما يمكن إضافته لتحقيق التكامل الأمثل في عملها، بالإضافة إلى توضيح الفوائد الناتجة عن تطبيقها في المدينة على مختلف الأصعدة، وتقييم الأداء المروري المتوقع للشبكة المقترحة ضمن المرحلة الأولى لمشروع تنظيم منطقة بساتين كفر سوسة، الواردة في المرسوم رقم 66 (منطقة خلف الرازي - دمشق).
استخدم الباحث برنامج (Synchro9) الذي يعتمد على مبادئ التقييم الواردة في دليل سعة الطريق، وبينت الدراسة أن وضع التقاطعات المرورية يعتبر مقبولا حاليا، إلا أن المنطقة ستصبح منطقة جذب هامة، مما سينعكس سلبا على اداء التقاطعات وسيؤدي في النهاية إلى انخفاض مستوى الخدمة في الشبكة.
- أكد نور الدين معمر سالم الكريوي، في دراسة بعنوان تقيم السلامة على طرق حاضرة قصر خيار واقتراح البدائل لتطويرها (الكريوي، 2021 م)، على احتياج مستخدمي الطرق دائمًا إلى الراحة والأمان والوصول إلى وجهاتهم بسهولة، ولتحقيق ذلك ذكر انه يجب توفير متطلبات السلامة المرورية بشكل متكامل على طول الطريق، وفي ظل غياب هذه المتطلبات لاحظ زيادة في نسبة الحوادث المرورية على طول الطريق الساحلي قصر خيار لذا فإن دراسة وتحليل مشكلة الحوادث وربطها بعناصر ومتطلبات تصميم الطريق سيساهم في تطوير شبكة الطرق وزيادة مستوى السلامة المرورية حسب ما ذكر، وركزت الدراسة على علاقة عناصر تصميم الطرق بمتطلبات السلامة المرورية. واستخدم الباحث الطرق التحليلية الوصفية لتحليل البيانات القائمة على سجلات حوادث المرور في الفترة من عام 2015 إلى 2019، وأخيرًا اقترح بدائل لتطوير برامج السلامة على الطرقات ووضع جملة من التوصيات.
- بينت دراسة عبد الكريم عبد الغني واخرون، والتي كانت بعنوان تقيم التقاطعات ببرنامج SYNCHRO 08 دراسة حالة مدينة مسيلة (عبدالغني، 2018م)، والتي كان الهدف منها هو تقييم مستوى الأداء لمفترقات الطرق من خلال تحديد أهم العوامل التي تؤدي إلى تدهور هذا الأداء، مع اقتراح الحلول اللازمة لتفاديها وتحسين مستوياتها، عن طريق جمع المعلومات الخاصة بالحركة المرورية باستخدام مؤشر الحصر المروري وبالاستعانة بدليل السعة الأمريكي لمستويات الخدمة الست(A – B – C – D – E – F) ، الذي اعتبر مقياسًا حقيقيًا لحالة الازدحام، واستخدم برنامج (Synchro 8)كأداة للتقييم الدقيق لمفترقات الطرق، وتطرق إلى الجوانب العمرانية المؤثرة على الأداء، كالتوقفات العشوائية.
- هدفت دراسة عبد الرزاق فرج أحمد، تحت عنوان استخدام تطبيقات الحاسوب والمحاكاة في التقييم المروري للتقاطعات بمدينة بني وليد (أحمد، 2019 م)، إلى تقديم طريقة سهلة وسلسة عن طريق استخدام برنامج الحاسوبSYNCHRO-8 ، للاستفادة من هذه التكنولوجيا الحديثة في الحد من المشاكل المرورية وتقليل الازدحام والحوادث، وتقييم بعض التقاطعات في مدينة بني وليد مروريا ، حيث اعتبرت عملية المحاكاة من أفضل الأساليب لتقييم البدائل ومدى جدواها قبل تنفيذها على التقاطعات، وتم وضع بدائل وحلول لبعض التقاطعات التي تمت دراستها، حيث تم رفع مستوى الخدمة في تقاطع أبو سدرة من E إلى C. كما تم تخفيض قيمة زمن التأخير من 339.1 مركبة/ثانية إلى 111.3 مركبة/ثانية، وذلك من خلال إلغائه حركة الاستدارة إلى اليسار داخل التقاطع.
- اعتبرت دراسة الاء نجاجرة وآخرون والتي كانت بعنوان "دراسة تقاطعات شارع السلام بين الحاضر والمستقبل" (نجاجرة، 2021م)، ان المشاكل المرورية التي يعاني منها شارع السلام، بسبب وجود إشارتين مروريتين متتاليتين، والمؤدية الى خلق أزمة مرورية خانقة خلال ساعات الذروة، سببت في ارتفاع معدلات الحوادث وزيادة مدة الرحلات، وبالتالي تأخير المسافرين وزيادة في استهلاك الوقود، وهدفت الدراسة إلى تحقيق السلامة والراحة

DOI: 10.5281/zenodo.15554767

والأمان لمستخدمي الطريق، وضمان وصول السائقين والمشاة في الوقت المناسب، كما حرصت على تطوير البنية التحتية للمدينة، باستخدام برنامج .Synchro وقد كشفت النتائج عن انخفاض مستوى الخدمة، مما استدعى اقتراح حلول مبتكرة تتضمن إعادة تصميم شارع السلام وإنشاء طرق موازية باستخدام برنامج Infraworks، بالإضافة إلى دمج تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي، واقترحت تقييد حركة السيارات الثقيلة، وايضا تصميم أنفاق وجسور باستخدام برنامجSketchUp ، مدعوما بالتصميم الإنشائي للأنفاق يدويًا باستخدام برنامجي Atir و.QRW.

- ايدت أيضا دراسة، أحمد المهدي أحمد مامي، المنشورة في بحثه، تقييم وتطوير بعض التقاطعات في مدينة الزاوية باستخدام برنامج "سيدرا" (مامي، 2023)، الدراسات السابقة، وأوضحت ان العوامل الرئيسية التي ساهمت في تفاقم مشاكل الوضع المروري في العديد من المدن الكبرى، سببه هو الزيادة المستمرة في عدد السكان، والذي يتبعه زيادة أعداد المركبات، مما يؤدي الى عدم القدرة على معالجة مشاكل الازدحام، وقد نتج عن هذا الوضع زيادة في حوادث السير، وإطالة زمن الرحلات، وارتفاع استهلاك الوقود، بالإضافة إلى زيادة انبعاثات المركبات، ولقد هدفت الدراسة إلى تحسين الأداء المروري لثلاث تقاطعات رئيسية في مدينة الزاوية باستخدام برنامج "سيدرا 1"، وفقًا لمعايير دليل سعة الطرق. خلال تقييم هذه التقاطعات، أخذ في الاعتبار عدة عوامل، بما في ذلك الأحجام المرورية والخصائص الهندسية. كما تم اعتماد التوقيت الزمني الأمثل للإشارات الضوئية كإحدى الاقتراحات لتعزيز الكفاءة المرورية، ولقد اقترح حلول متعددة لتحسين الكفاءة المرورية للتقاطعات، تمثلت هذه الحلول في وضع توقيت زمني مناسب للإشارة الضوئية مع تنفيذ بعض التعديلات الهندسية للتقاطع الأول قيد الدراسة حيث ظل مستوى الخدمة كما هو، ووضع ممر إضافي عند مداخل ومخارج الجزيرة ومنع وقوف المركبات بالقرب منها وبداخلها مما أدى الى تحسين مستوى الخدمة في التقاطع الثاني، اما التقاطع الثالث اقترح وضع ممر إضافي مع منع الوقوف بالقرب من التقاطع مما أدى الي التحسين في مستوى الخدمة، واظهرت النتائج بهذه الدراسة أهمية التخطيط الهندسي السليم والتوقيت المناسب للإشارات الضوئية في معالجة مشكلات الازدحام المروري وتحسين مستوى الخدمة في التقاطعات
- تناولت دراسة أيمن محمد الطبولي تحليل وتقييم الحوادث المرورية في مدينة بني وليد (الطبولي،2021)، و قدمت الدراسة رؤى قيمة حول كيفية تحسين السلامة المرورية في بني وليد وتخفيف الحوادث وآثارها السلبية، واعتمدت على إجراء المقابلات والزيارات الميدانية، بالإضافة إلى جمع وتحليل البيانات الإحصائية للحوادث المرورية بالفترة من 2013 إلى 2020، بالاستعانة بالبيانات المسجلة بإدارة المرور للمدينة، و دراسة عادات القيادة في المنطقة، و كان الهدف هو الوصول لأسباب الحوادث ، وتقييم متطلبات السلامة المرورية، حيث أظهرت النتائج وفاة 353 شخصًا جراء الحوادث خلال فترة الدراسة، بمعدل 44 حالة وفاة سنويًا، وتبين أن أكثر الوفيات والإصابات البليغة وقعت على الطرق الرئيسي للمدينة، بينما سجلت الطرق الداخلية للمدينة اعدادا اكبر للإصابات البسيطة. وان الأسباب الرئيسية للحوادث كانت نتيجة للسرعة والتهور، يليها عيوب الطرق وضعف تجهيزاتها.

تضمنت الحلول المقترحة في نتائج الدراسة تعزيز تطبيق القوانين، وزيادة التوعية والتثقيف لمستخدمي الطرق، بالإضافة إلى ضرورة الاهتمام بمواصفات الطرق وصيانتها الدورية.

- كما وأكدت دراسة إيمان ناجي وآخرون والتي تناولت تقييم وتحسين حركة المرور عند إشارات المرور (ناجي، 2022)، انه يمكن أن يعزى انخفاض سعة الطرقات وزيادة التأخير عند التقاطعات إلى سوء توقيت الإشارات، فضلاً عن هندسة الطرق غير الفعالة، وأن تجهيز التقاطعات بإشارات المرور يعتبر أحد اهم النظم في الطرق السريعة. كما ان تحسين أداء هذه التقاطعات سيؤثر بشكل أكبر على التشغيل العام للطرق وسيساعد على حل مشكلة التأخير ويحسن مستوى الخدمة، كما نوهت الى ضرورة مراجعة الدراسات المنشورة حول تقييم تشغيل حركة المرور عند التقاطعات التي تعمل بإشارات ضوئية، مستندة على دليل سعة الطريق السريع، وبرامج التحسين المختلفة. وأكدت على ان يشمل التحسين استخدام طرق مختلفة لتحديد بيانات الإدخال الرئيسية، مثل حجم المرور والخصائص الهندسية وتوقيت الإشارة، إلى جانب اقتراحات تحسين متنوعة اخرى، بما في ذلك تقنيات تسجيل الفيديو والمسوحات الميدانية. وقد اثبتت نتائج الدراسات إمكانية تحسين الأداء التشغيلي في هذه التقاطعات من خلال تعديل أطوال الدورة وإضافة حارات وإنشاء جسور علوية وتقييد حركة المرور لداخل التقاطعات. كما استندت إلى استخدام برامج مثل SYNCHRO وCORSIM وHCS وSIDRA للتجارب والمحاكاة المستقبلية لأثبات صحة النتائج.
- هدفت دراسة أعدتها منى محمد محمد عيد والتي كانت تحت عنوان تقييم إشارات المرور وطرق تحسينها في وسط مدينة طرابلس (عيد، 2009)، إلى دراسة طرق تحسين إشارات المرور باستخدام برامج الكمبيوتر وبرامج المحاكاة والنماذج الرياضية وأنظمة النقل الذكية، كما اقترحت العديد من الحلول لتحسين توقيت إشارات المرور.

واستخدمت الباحثة المسح الميداني لجمع البيانات اللازمة لبعض التقاطعات المختارة، وحللت الظروف الهندسية والخصائص التشغيلية لهذه التقاطعات باستخدام أسلوب دليل سعة ويبستر، لتحديد التوقيت الأمثل للإشارات بناءً على أحجام المرور، وفي الختام وضعت عدد من التوصيات العامة لمعالجة مشاكل المرور في التقاطعات في وسط المدينة، كضرورة تحسين تصميم الإشارات الضوئية في التقاطعات المتأثرة بالازدحام، مع مراعاة المعايير الهندسية الحديثة لضمان تدفق حركة المرور بشكل أكثر فعالية مما يساعد في تقليل زمن الانتظار وزيادة كفاءة تشغيل التقاطعات.

- قيمت دراسة فوزي محمد رمضان والتي وضعت تحت عنوان دراسة التقاطعات وأثرها في السلامة المرورية وانسيابية الحركة بمركز مدينة طرابلس (رمضان، 2010)، الوضع الحالي لبعض التقاطعات، سواء كانت السطحية، او جزيرة الدوران، أو في المستويات المعزولة، والتي تعاني من اختناقات في منطقة الدراسة، بالإضافة إلى إجراء مسح ميداني لجمع التقاطعات قيد الدراسة،

وركز على ضرورة تحليل الوضع الهندسي والخصائص التشغيلية لتقاطع مولاي محمد، باستخدام طريقة دليل السعة للطرق وطريقة ويبستر. كما تناول عرض طرق تطوير التقاطعات، مثل استخدام الجسور والأنفاق، وتطبيق أنظمة النقل الذكي، وبرامج الحاسوب، وبرامج المحاكاة، واقترح عدة برامج وطرق لتحسين التقاطعات، بما في ذلك إجراء تعديلات هندسية على بعض المداخل، واستخدام نماذج مثالية للجزر الدائرية، وخطوط عبور المشاة، وخلص الباحث إلى عدة توصيات بشان تحسين وتطوير التقاطعات المختارة لتلبية المتطلبات المستقبلية، بالإضافة إلى معالجة المشاكل المرورية في التقاطعات بمركز المدينة، واكد على ضرورة التعرف على العناصر الهندسية الخاطئة سواء كانت عن طريق التصميم الغير جيد او الإهمال او عدم الصيانة الدورية للطريق والمحافظة على توفير مسافة الرؤيا عند التقاطعات وإزالة العوائق الجانبية واستخدام جسر او نفق لتقاطع ميدان القدس في اتجاه طريق المطار الى مركز المدينة.

- كما وركزت دراسة عبد الرضا إبراهيم الكريمي وآخرون بعنوان تقييم وتطوير عدد من التقاطعات في مدينة الحلة (كريمي، 2009) على ضرورة تقييم وتحسين تقاطعي شارعي نادر والثورة من خلال جمع بيانات حجم الحركة المرورية لكل اتجاه خلال ساعات الذروة (صباحاً ومساءً) لكل تقاطع، وتصنيف حجم الحركة المرورية حسب أنواع المركبات. واستخدمت الدراسة أسلوب التصوير الفوتوغرافي لجمع البيانات، والتي تم تحويلها بعد ذلك إلى جداول وأرقام للتحليل. واستخدام نظام سعة الطريق السريع لتقدير مستوى الخدمة لكل تقاطع.

وأشارت نتائج التحليل إلى أن تحسين التصميم الهندسي أدى إلى رفع مستوى الخدمة للنوع (ج)، وأوصت الدراسة بمنع وقوف المركبات والحافلات في مناطق التقاطعات، كما واقترحت إنشاء مواقف خارج هذه المناطق، بالإضافة إلى تعديل إشارات المرور بناءً على حجم ونوع الحركة في كل اتجاه، لتقليل أوقات التأخير واحتمالية وقوع الحوادث.

- أجرى كرار محسن شعلان وآخرون دراسة لتقييم أداء حركة المرور على الطرق الرئيسية في مدينة الحلة باستخدام نظام سعة الطريق السريع (شعلان، 2019)، حيث تعد الحلة، مركز محافظة بابل، تقاطع حاسم يربط بغداد العاصمة بمدينتي كربلاء والنجف، مما جعلها مركزًا بارزًا للسياحة الدينية في العراق، مع النمو السكاني المستمر وزيادة عدد المركبات، ما أثر على الوضع المروري العام في المدينة.

ولقد هدفت الدراسة إلى تقييم أداء المرور على العديد من الطرق الشريانية في منطقة الحلة، بما في ذلك أربعة طرق شريانية رئيسية. بحيث تم إجراء مسح شامل لأقسام هذه الطرق لجمع البيانات اللازمة، كحجم حركة المرور، باستخدام تقنيات تسجيل الفيديو وقياسات هندسة الموقع. واستخدام برنامج نظام سعة الطريق السريع لتحليل البيانات، وتم تقييم مستوى الخدمة لكل طريق. بمساعدة أدوات نظام المعلومات الجغرافية (GIS) لإبراز النتائج بصريًا، مما يساعد في فهم الوضع المروري. حيث أشار تحليل نظام سعة الطريق السريع إلى أن الطرق الرئيسية تعمل بمستويات خدمة تتراوح من A إلى E، مما يوضح بأن حركة المرور مرضية في أوقات معينة، اما مستوى الخدمة F، فيشير إلى غياب الازدحام الشديد، ومع ذلك كشفت البيانات أن معدل التدفق في بعض الأقسام المختبرة أقل من 37.1٪، مما يسلط الضوء على الحاجة إلى تحسينات محتملة، وبشكل عام تشير النتائج إلى أن حالة المرور في المنطقة جيدة، ومن ثم اوصت الدراسة بالمزيد من الدراسات والتقييم لتحديد نقاط الضعف وتحسين أداء المرور في المستقبل.

- كما أشارت دراسة عمر محمد صالح السامرائي والتي بعنوان التحليل المكاني للحوادث المرورية في مدينة سامراء (العمراني، 2022)، إلى أن الحوادث المرورية والإصابات الناتجة عنها تشكل هاجسًا مقلقًا لجميع فئات المجتمع، نظرًا لارتباطها بأنشطة يومية أساسية لا يمكن الاستغناء عنها. وتهدف الدراسة إلى تحليل أسباب الحوادث وتحديد أماكن تكرارها، مع التركيز على النقاط الحرجة التي يتمُ تسجل الحوادث المرورية بها في المدينة، ومحاولة إيجاد حلول مناسبة للحد من الحوادث.

من خلال الدراسة والتحليل، لوحظ وجود تباين في نسبة وقوع الحوادث ونوعها، حيث شملت الاصطدام والدهس والانقلاب، إلى جانب حجم الخسائر البشرية والمادية الناتج عنها. و يتأثر هذا التباين بشكل كبير بطبيعة الزخم السكاني والمروري في المنطقة، مما يستدعي اتخاذ تدابير فعّالة لمعالجة هذه المشكلة.

- وأكد الباحث باسم محمد المبروك ارحومة في دراسة بعنوان متطلبات إعداد إستراتيجية وطنية للسلامة المرورية على الطرق الليبية (ارحومة، 2021)، على تقديم برامج متكاملة للسلامة المرورية، تهدف إلى إيجاد الحلول ومعالجة القضايا المتعلقة بالسلامة المرورية ، وتركز الدراسة على تعزيز جودة خدمات السلامة مع التقليل من عدد الضحايا، بالإضافة إلى ذلك تقوم الدراسة بتحليل وتشخيص الوضع الحالي من خلال استنباط المؤشرات والمقارنات التي تعكس ارتفاع أو انخفاض معدلات الحوادث وهدفت إلى تسليط الضوء على حجم وأبعاد وخطورة مشاكل حوادث المرور محليًا ومقارنتها مع تلك الموجودة في بعض الدول المجاورة والعالمية، كما تستعرض الدراسة أهم التقارير والخطط والأنشطة والتوصيات الصادرة عن الأمم المتحدة والهيئات التابعة لها. وفي النهاية، حددت المتطلبات اللازمة لصياغة إستراتيجية وطنية للسلامة المرورية في ليبيا، والتي تتضمن إنشاء مجموعة من برامج السلامة المرورية لتسهيل تنفيذ هذه الاستراتيجيات.

- قدمت صبحية نعمة ضهد دراسة استطلاعية حول ظاهرة الحوادث المرورية في محافظة ذي قار- الأسباب والحلول (ضهد، 2015) للمساعدة على التعريف بمسببات هذه الحوادث والمساهمة في تقليل نسبها في محافظة ذي قار، ولتحقيق هذا الهدف تم الحصول على إحصائيات من مديرية مرور ذي قار تبين أنواع الحوادث والخسائر المرورية خلال الفترة من 2004 إلى 2011، صممت الباحثة استبيان ووُزعت على 85 سائق مركبة، تم اختيارهم بطريقة العينة العشوائية، بهدف الوقوف على أسباب الحوادث. واستعانت الباحثة بمجموعة من الأدوات الإحصائية لعرض مفردات الدراسة في جداول ورسوم بيانية، ولقد اشارت النتائج إلى زيادة مستمرة ومتفاوتة في عدد الحوادث والخسائر المرورية مع

مرور السنوات، وبناءً على هذه النتائج، قدمت الباحثة مجموعة من المقترحات لوسائل الإعلام والجهات المعنية، تشمل تحسين شبكة الطرق، وتنظيم سير المركبات، وعدم التهاون في تطبيق القوانين، وتعزيز التوعية المرورية للحد من ظاهرة الحوادث.

- ولقد بين علي الغامدي في دراسة حول تحليل الحوادث المرورية عند التقاطعات الحضرية في الرياض (الغامدي ،2003)، أن حوادث المرور عند التقاطعات تشكل ما يقرب من 50% من مجموع الحوادث المسجلة سنويًا في عاصمة المملكة العربية السعودية، ونوه على ان أكثر من نصف هذه الحوادث تصنف على أنها خطيرة، ومن هنا هدفت الدراسة إلى تحليل حوادث المرور التي وقعت في التقاطعات وفي المواقع غير المتقاطعة لفهم طبيعتها وخصائص حدوثها، ولتسهيل البحث عن حلول فعالة.
- ولتحقيق هذه الغاية، تم اختيار عينة البحث عشوائيًا من البلاغات الواردة بين عامي 1996 و1998البالغ عدد الحوادث اثنائها 1774 حادثًا، منها 651 حادثًا خطيرًا (نتج عنه وفاة شخص واحد على الأقل)، وتسبب 1123 حادثًا في أضرار بالممتلكات، واستخدمت الدراسة أساليب مثل تحليل الاحتمالات الشرطية وجداول الطوارئ لاستخلاص النتائج من البيانات المجمعة. وقد توصلت الدراسة إلى أن سلوكيات القيادة غير الآمنة هي السبب الرئيسي للحوادث في التقاطعات الحضرية المجهزة بإشارات المرور في الرياض، حيث يعد تجاوز الإشارات الحمراء وعدم الالتزام بقواعد المرور من الأسباب الرئيسية. وتشير النتائج أيضا إلى الحاجة إلى مراجعة تصميمات التقاطعات الحالية وتحديث أجهزة التحكم المروري المثبتة في هذه المواقع. واوصت الدراسة على ان هناك حاجة ملحة لتنفيذ حملات توعية عامة لتعزيز السلامة المرورية، إلى جانب استراتيجيات إنفاذ فعالة لضمان الالتزام بأنظمة المرور.
- أظهرت دراسة عبير إسماعيل والتي كانت بعنوان دراسة تطوير نموذج قبول السائق للثغرات الزمنية على التقاطعات الطرقية المنظمة بإشارات السير -تقاطعات الأفضلية- (اسماعيل،2015)، أن تقاطعات الأفضلية تعتبر عنصرًا حيويًا في شبكات الطرق، حيث سجلت اعداد كبيرة من الحوادث بالإضافة الى زيادة زمن التأخير في هذه النقاط. لذا، فإن دراسة وتحليل هذه التقاطعات يعد أمرًا بالغ الأهمية. ولقد ركزت على دراسة خصائص السائق متمثلة في الجنس والخبرة في الحوادث والمخالفات المرورية، بالإضافة إلى خصائص الرحلات متمثلة في الهدف من الرحلة ومدتها، وهي عوامل لم يتم دراستها سابقًا. وتعتبر جميعها أساسية لفهم سلوك السائقين، ولقد توصلت هذه الدراسة إلى نتائج مهمة في هذا المجال.
- ونوهت دراسة ورود فلاح وآخرون بعنوان محاكاة وتقييم حركة المرور في مدينة الحلة باستخدام برنامج GISو VISSIM (فلاح، 2024)، على ضرورة تقييم مستوى حالة الخدمة المرورية على شبكة الطرق باستخدام برنامج VISSIM، بالإضافة إلى تحليل مدى اتصال الشبكة باستخدام برنامج.GIS ، حيث قامت الباحثة بجمع بيانات شاملة تتضمن الطول الإجمالي لشبكة طرق الحلة، وعدد العقد والارتباطات التي تمثل الشرايين الرئيسية والفرعية، كما تم إجراء مسح لحركة المركبات داخل و خارج مركز المدينة خلال أوقات الذروة و تصنيفها، ودراسة الخصائص الهندسية لكل رابط وعقدة في الشبكة، بعد ذلك تم حساب مجموع المعايير المستخدمة لتقييم شبكة الطرق، وأظهرت النتائج ارتفاع مستوى الخدمة المرورية داخل الطرق محل الدراسة، وبناءً على ذلك تم اقتراح بعض الحلول، كتقييم الأداء لبعض التقاطعات بشكل مستمر و استخدام أنظمة النقل الذكي، ايضا تنظيم حملات التوعية للسائقين حول أهمية الالتزام بقوانين المرور لتحسين مستوى الخدمة بالشبكة..
- وأكدت دراسة حسن حمودي المعنونة بالأداء المروري لتقاطعات باستخدام برنامج Synchro في تدفق حركة المرور في ساحة عدن (حمودي، 2017)، انه نظرا لان الحركة المرورية بساحة عدن تعد رابطًا حيويًا لبغداد والمحافظات الأخرى، وخاصة المجاورة للكاظمية، والتي تتوسط العديد من الأحياء في بغداد فان معظم هذه التقاطعات المزودة بإشارات ضوئية في هذه المنطقة تشهد ازدحاما شديدا، مما يجعلها تعمل بمستوى خدمةF ، لهذا هدفت الدراسة إلى تقييم أداء حركة المرور في التقاطعات المرورية المجهزة بإشارات ضوئية و البحث عن بدائل مناسبة لتعزيز قدرتها على استيعاب كثافة الحركة المرورية بها، وقد تم تقييم الأداء عن طريق المحاكاة الحاسوبية باستخدام برنامج SYNCHRO لتحديد مستوى الخدمة في التقاطعات المدروسة، واشارت النتائج إلى أن مرافق المرور المختارة تواجه حاليًا عيوبًا خطيرة، مما يؤدي إلى انهيار المرافق التشغيلية، لذلك يجب اتخاذ إجراءات عاجلة لرفع مستوى الخدمة بها.
- تهدف دراسة حسن حمودي بعنوان تحليل التشغيل المروري لتقاطع الكفاءات في مدينة الكوت (حمودي، 2015) إلى تقدير المؤشرات المهمة لتحديد مستوى الخدمة على التقاطعات داخل المدن، واعتبرت الدراسة الزيادة في حجم المرور عند التقاطعات إحدى المشكلات الرئيسية التي تؤدي إلى صعوبة الحركة والازدحام، حيث ركزت على تقييم القدرة التشغيلية لتقاطع الكفاءات في مدينة الكوت مع تقديم مقترحات لتحسين الأداء، و بداء الباحث بجمع بيانات المرور باستخدام كاميرا رقمية، وتحليلها باستخدام برنامج تحليل سعة الطرق السريعة، فأظهرت النتائج أن مستوى الخدمة للتقاطع من الدرجة F، مع تأخير قدره 105.1 ثانية لكل مركبة، و لتحسين الأداء اقترح زيادة عدد المسارات على الجانب الأيمن من الطريق، مما سيساهم في تغيير مستوى الخدمة إلى الدرجة D، مع وقت تأخير يبلغ 38.1 ثانية لكل مركبة.
- ركزت دراسة لعبد الرزاق زيبون وآخرون تحت عنوان تقييم أداء التقاطعات وتحليل تقاطع الفلاح في مدينة بغداد باستخدام برنامج Synchro 10 (زيبون، 2019)، على التقاطع الواقع في الجزء الشمالي الشرقي من بغداد، والذي يُعتبر منطقة مزدحمة للغاية، خاصة في ساعات الصباح الباكر والمساء، وهدفت الدراسة لتحليل مدة انتظار السيارات وجودة أداء التقاطع، ولتحقيق ذلك تم استخدام برنامج Synchro 10 لفهم وتحديد أفضل السبل لتحسين التقاطع. وتم تسجيل مقاطع فيديو لحركة المرور من الساعة 7 صباحًا حتى 4 مساءً على مدار ثلاثة أيام متتالية، ومن خلال تحليل البيانات المتحصل عليها، تم الكشف عن تفاصيل هامة حول حركة السيارات عبر التقاطع، وخاصة في شارع الفلاح الذي يربط بين منطقتي الصدر والرصافة. وبينت الدراسة أنه خلال أوقات الازدحام يتعين على السيارات الانتظار لفترات طويلة تصل إلى

حوالي 317 ثانية لكل مركبة، مما يؤدي إلى ازدحام شديد في الطريق، وصنف بالتالي مستوى الخدمة بالمستوى "F".

- تشير دراسة محمد نور المرافعي واخرون والتي بعنوان تقييم وتحسين تدفق حركة المرور على الطريق الرئيسي التقاطعات في مدينة الطفيلة باستخدام synchro 10 (المرافعي، 2021)، الى سوء الوضع المروري نتيجة للاختناق المرورية بتقاطع الطرق في مدينة الطفيلة بالأردن، حيث قام الباحث بجمع البيانات المرورية والهندسية من خلال المسح الميداني المباشر من منطقة الدراسة، ومن ثم استخدم برنامج (Synchro 10) لمعرفة مدى جودة عمل التقاطعات الحالية و إيجاد طرق لتحسين تدفق حركة المرور، وبينت الدراسة أن الأسباب الرئيسية للاختناق المروري يتمثل في عدم وجود إشارات مرورية، وركن السيارات في الأماكن الخطأ، و لمعالجة هذه المشاكل، اقترح الباحث استخدام جزر الدوران أو إشارات المرور للمساعدة في التحكم في حركة المرور والتأكد من عدم توقف السيارات عند التقاطع ، مما سيساعد في جعل حركة المرور سلسة وسريعة اكثر من ذي قبل.
- وفقًا لدراسة **محمد** خالد العبيدي التي بعنوان تحسين أداء العمليات المرورية في تقاطع المنصور المجهز بإشارات ضوئية في بغداد (العبيدي، 2019)، فإن الزيادة السريعة في حجم حركة المركبات خلال السنوات الأخيرة في العراق، وخاصة في المناطق التجارية المركزية لمدينة بغداد، تؤدي إلى تفاقم الازدحام والتلوث البيئي، بالإضافة إلى التسبب في تأخير مستخدمي الطرق، خصوصًا عند نقاط التقاطع، وبالتالي هدفت الدراسة لتقييم مستوى الخدمة الحالي عند تقاطع المنصور المزود بإشارات مرور، وتحسين أداء هذه التقاطعات، من خلال تحديد البدائل الأفضل لزيادة سعة المرور فيها، ومن تم جمع البيانات لتحديد حجم المرور يدويًا بواسطة مجموعة من المهندسين، حيث تم استخدام برنامج HCS (2010) و AutoCAD (2017)لتقييم الوضع الحالي وعرض المخططات المقترحة، و أظهرت النتائج أن تقاطع المنصور يعاني من تدهور كبير، مما يؤدي إلى ضعف مستوى الخدمة، حيث تم تصنيفه بـ "F"، ولتحسين مستوى الخدمة، من المهم وضع حلول فورية تعتمد على تجربة مقترحات متعددة، تشمل تعديل توقيت الإشارات، وضع بعض التغييرات الهندسية، زيادة عدد المسارات، وقد أظهرت الدراسة أن الخيار الأنسب هو إنشاء نفق (ذو مسار واتجاه واحد) على طول شارع 14 رمضان، مما سيمكن من تحقيق مستوى خدمة "B" وتأخير قدره 11.1 ثانية لكل مركبة.
- قدمت مريم الكريم وآخرون في دراسة بعنوان مقارنة حالة المرور في التقاطعات المزودة بإشارات ضوئية باستخدام برنامجي SYNCHRO وSIDRA (الكريم، 2024)، حيث بينت الدراسة ان الزيادة في عدد السكان، اثرت بشكل كبير على تدفق حركة المرور في شبكة الطرق، مما أدى إلى حدوث ازدحام ملحوظ، خاصة في شارع المنصور وشارع الرواد الواقعين في مركز المدينة، وللمساعدة في حل مشكلة الازدحام هدفت الدراسة لتحديد أفضل توقيت للإشارات المرورية، فتم تقييم تقاطع 14 رمضان المزود بإشارة ضوئية باستخدام برنامجي SYNCHRO وSIDRA، و كشفت النتائج عن تدني مستوى الخدمة، حيث تم تصنيفه بـ "F". وبالتالي اقترحت الدراسة تغيير توقيت الإشارات عند تقاطع 14 رمضان من 521 ثانية إلى 240 ثانية و160 ثانية في برنامجي SYNCHRO وSIDRA على التوالي. وبالتالي أدى التعديل في توقيت الإشارات إلى تقليل زمن التأخير بنسبة 76.8%، مما ساهم في تحسين مستوى الخدمة من F إلى D، كما أظهر برنامج SYNCHRO أداءً أفضل من برنامج SIDRA، حيث تم تقليل زمن التأخير بنسبة 31%، مما حسن مستوى الخدمة من E إلى D، وبهذا كان برنامج SYNCHRO الأكثر كفاءة مقارنةً ببرنامج SIDRA.
- ولقد اشارت دراسة حبتامو مبراتو ييمر واخرون بشأن مقارنة للأداء التشغيلي بين الدوار والتقاطع المزود بإشارة ضوئية باستخدام برنامج SIDRA (ييمر، 2021)، الى ان استخدام إشارات المرور والدوارات في العديد من التقاطعات يؤدي لتحقيق أقصى كفاءة في حركة المرور والسلامة العامة، مما يساعد في تجنب الازدحام، حيث يقاس أداء التقاطعات من خلال مقارنة مجموعة من المؤشرات، كالسعة، درجة التشبع، التأخير، طول الطور، استهلاك الوقود، والانبعاثات، وقارنت الدراسة الأداء التشغيلي للتقاطعات من خلال جمع بيانات حركة المرور باستخدام تقنيات متعددة، بما في ذلك التسجيل المرئي بكاميرا توضع في التقاطعات خلال أكثر الأيام ازدحامًا، يلي ذلك قياس البيانات الهندسية للتقاطعات المحددة يدويًا، وإجراء تحليل شامل للبيانات باستخدام برنامج (SIDRA)، حيث تم تصميم تقاطع مزود بإشارة وآخر غير مزود بإشارة، وبالتالي مقارنة حالة التدفق عند كل تقاطع، وتم تحليل متوسط التأخير ودرجة التشبع ومستوى الخدمة عند كل تقاطع لتحقيق مقارنة موضوعية.

أظهرت النتائج أن سعة التقاطع المزود بإشارة ضوئية تفوق سعة جزر الدوران، مما يشير إلى أن التقاطع المزود بإشارة ضوئية يتمتع بأداء تشغيلي أفضل مقارنة بالجزر وتسلط الضوء على أهمية اختيار التصاميم المناسبة للتقاطعات لتحقيق تحسينات ملحوظة في كفاءة حركة المرور.

- اكدت دراسة رستوم حفيظ والتي بعنوان أداء التقاطعات باستخدام برنامج محاكاة الكمبيوتر سيدرا لتدفق حركة المرور في تقاطع شهيد كابول أفغانستان (حفيظ، 2021)، على أن نظام النقل في مدينة كابول يعاني من العديد من المشاكل، مثل الازدحام المروري، ونقص وسائل النقل العام الموثوقة والآمنة، وحوادث الطرق، لذلك من الضروري استخدام أدوات برمجية متقدمة لاختبار الحلول الممكنة لمشكلة الازدحام المروري، بالتالي هدفت الدراسة إلى تقييم وتحليل تقاطع شهيد في كابول أفغانستان، باستخدام برنامج SIDRA INTERSECTION. ، وإلى تقييم أداء حركة المرور في هذا التقاطع والذي يعتبر أحد أهم التقاطعات في كابول من حيث مستوى الخدمة، والتأخير، واستهلاك الوقود، والانبعاثات وكشفت النتائج عن زيادة زمن التأخير، ومعدل انبعاث عالي وخطير لهذا التقاطع، مما يشير إلى مستوى خدمة منخفض (F)، و تم التأكيد على ضرورة بناء نفق يمتد من شرق إلى غرب التقاطع، والذي من شأنه أن يقلل من التأخير والانبعاث ويُحسِّن مستوى الخدمة حتى عام 2031.
- قيمت دراسة شعبان البركة تحت عنوان تقييم وتحليل تدفق حركة المرور عند التقاطعات المزودة بإشارات ضوئية في نيقوسيا

باستخدام برنامج SIDRA 5 (علي، 2018)، أداء تدفق المرور عند التقاطعات وجزر الدوران المجهزة بإشارات ضوئية خلال ساعات الذروة في مدينة نيقوسيا (الجزء الشمالي من جزيرة قبرص)، بالإضافة إلى مقارنة أداء تدفق المرور خلال ساعات الذروة الصباحية والمسائية عند أربع تقاطعات وجزيرتان، بحيث تم استخدام مجموعة من المعلومات لتقييم أداء تدفق المرور، تشمل مستوى الخدمة، التأخير، سرعة الحركة، مؤشر الأداء، تكلفة التشغيل، استهلاك الوقود، وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون. وأظهر برنامج SIDRA INTERSECTION كفاءة عالية في تقديم تقديرات دقيقة للوضع الحالي لتدفق المرور في المدينة، وبينت النتائج أن مستوى الخدمة كان منخفضًا، مما أدى بالتالي الى انخفاض السرعات وزيادة التأخير خلال ساعات الذروة الصباحية والمسائية. حيث بلغ إجمالي زمن التأخير 9318.9 ثانية لكل مركبة، واستُهلاك نحو 1431.6 لتر/ساعة من الوقود، بينما بلغت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون 3594.7 كجم/ساعة، واكدت النتائج ضرورة تحسين نظام النقل في نيقوسيا من أجل تعزيز كفاءة حركة المرور وتقليل اثار الانبعاثات.

وتبنت دراسة محمد عبد الباسط المليح بعنوان تقييم وتحسين التقاطعات المرورية باستخدام برنامج SYNCHRO (المليح، 2023)، تحليل أداء تقاطعين في شارع النخيل وطريق المطار بمدينة بني وليد، مع الاهتمام خاصة بأحجام الحركة المرورية خلال ساعات الذروة الصباحية والمسائية وتأثيرها على زمن التأخير للمركبات، فجمعت البيانات من خلال إجراء حصر مروري لأحجام الحركة المرورية في أوقات الذروة، و تم تنظيم هذه البيانات في جداول خاصة، وحللت باستخدام برنامج "Synchro"، لتقييم مستوى الخدمة، وأظهرت النتائج أن مستوى الخدمة للتقاطعين F، وذلك نتيجة لعشوائية حركة المرور وعدم وجود نظام فعال لتنظيمها، واستنادًا على هذه النتائج، تم اقتراح مجموعة من الحلول لتحسين مستوى الخدمة في التقاطعين، و محاكاة هذه الحلول افتراضياً باستخدام برنامج "Synchro"، وقد أظهرت النتائج أن أ الاقتراحات المقدمة أدت إلى تحسن ملحوظ في مستوى الخدمة، من F إلى B.

3. المراجع

1. أحمد المهدي أحمد مامي. (2023). تقييم وتطوير بعض التقاطعات بمدينة الزاوية باستخدام برنامج سيدرا. طرابلس: الاكاديمية الليبية.
2. الاء نجاجرة. (2020-2021). دراسة تقاطعات شارع السلام بين الحاضر والمستقبل. الخليل: جامعة بوليتكنك فلسطين.
3. ايمان ناجي. (2022). تقييم حركة المرور وتحسينها في الإشارات الضوئية. مجلة جامعة دهوك، الصفحات 124-141.
4. ايمن محمد الطبولي. (2020-2021). تحليل وتقييم الحوادث المرورية بمدينة بني وليد. طرابلس: الأكاديمية الليبية.
5. باسم محمد المبروك ارحومة. (2021). متطلبات اعداد استراتيجية وطنية للسلامة المرورية على الطرق الليبية. طرابلس: الاكاديمية الليبية.
6. حبتامو مبراتو بيمر. (2021). مقارنة للأداء التشغيلي بين الدوار والتقاطع المزود بإشارة ضوئية باستخدام برنامج SIDRA. المحلة الدولية للأبحاث في العلوم التطبيقية وتكنولوجيا الهندسة.
7. حسان عدنان فيحان. (2017). استخدام أنظمة النقل الذكية في إدارة المرور في المناطق التنظيمية الجديدة. سوريا - دمشق: كلية الهندسة.
8. حسن حمودي. (2015). تحليل التشغيل المروري لتقاطع الكفاءات في مدينة الكوت. مجلة الهندسة والتكنولوجيا.
9. حسن حمودي. (2017). الاداء المروري لتقاطع بواسطة استخدام برنامج SYNCHRO من تدفق حركة المرور في ساحة عدن. مجلة الكوفة.
10. رستوم حفيظ. (2021). أداء التقاطعات باستخدام برنامج محاكاة الكمبيوتر سيدرا لتدفق حركة المرور في تقاطع شهيد كابول أفغانستان. مجلة كاردان للهندسة والتكنولوجيا.
11. شعبان اسماعيل البركة علي. (2018). تقييم وتحليل تدفق حركة المرور عند التقاطعات المزودة بإشارات ضوئية في نيقوسيا باستخدام برنامج SIDRA 5. كيجوروتران، الصفحات ص 171-178.
12. صبيحة نعمة ضهد. (2015). دراسة استطلاعية حول ظاهرة الحوادث المرورية في محافظة ذي قار - الاسباب والحلول. مجلة كلية التربية الاساسية للعلوم التربوية والإنسانية.
13. عبد الرزاق زيبون. (2019). دراسة تقييم أداء التقاطعات وتحليل تقاطع الفلاح في مدينة بغداد باستخدام synchro 10. مجلة الهندسة والتنمية المستدامة.
14. عبد الرزاق فرج أحمد. (10-2019/صبراتة-ليبيا). استخدام تطبيقات الحاسوب والمحاكاة في التقييم المروري للتقاطعات بمدينة يني وليد. المؤتمر الثاني للعلوم الهندسية والتقنية، 29-31
15. عبد الرضا ابراهيم كريمي. (2009). تقييم وتطوير بعض التقاطعات في مدينة الحلة. المجلة العراقية للهندسة الميكانيكية وهندسة المواد - جامعة بابل، - العدد الاول 442-453.
16. عبد الكبير عبد الغني. (2017-2018م). تقيم التقاطعات ببرنامج synchro 08 دراسة الحالة مدينة مسيلة. مسيلة-الجزائر: جامعة محمد بوضياف -كلية الهندسة.
17. عبير اسماعيل. (2014-2015). تطوير نموذج قبول السائق للثغرات الزمنية على التقاطعات الطرقية المنظمة بإشارات السير (تقاطعات الافضلية). سوريا: جامعة تشرين-كلية الهندسة المدنية.
18. علي الغامدي. (2003). تحليل الحوادث المرورية في التقاطعات الحضرية بالرياض. الرياض: كلية الهندسة -جامعة الملك سعود.
19. عمر محمد صالح السامرائي. (2022). التحليل المكاني للحوادث المرورية في مدينة سمراء. مجلة جامعة تكريت للعلوم الانسانية، الصفحات المجلد29-العدد2-ص 383-398.

20. فوزي محمد رمضان. (2010). دراسة التقاطعات وأثرها في السلامة المرورية وانسيابية الحركة بمركز مدينة طرابلس. طرابلس: الأكاديمية الليبية.
21. كرار محسن شعلان. (2019). تقيم عملية المرور لطرق الرئيسية داخل مدينة الحلة من خلال استخدام HCS. المجلة الدولية للهندسة المدنية والتكنولوجيا، الصفحات 148-156.
22. محمد خالد العبيدي. (2019). تحسين أداء العمليات المرورية في تقاطع المنصور المجهز بإشارات ضوئية في مدينة بغداد. مجلة اتحاد الجامعات العربية للعلوم الهندسية، الصفحات المجلد 25 -العدد 5 -ص 190-210.
23. محمد عبد الباسط المليح. (2023). تقييم وتحسين التقاطعات المرورية باستخدام برنامج SYNCHRO. طرابلس: الأكاديمية الليبية جنزور.
24. محمد نور المرافعي. (4، 2021). تقييم وتحسين تدفق حركة المرور على الطريق الرئيسي التقاطعات في مدينة الطفيلة باستخدام synchro 10. مجلةIOSR للهندسة الميكانيكية والمدنية، الصفحات 21-27.
25. مريم الكريم. (2024). مقارنة حالة المرور في التقاطعات المزودة بإشارات ضوئية باستخدام برنامج SYNCHRO وsidra. مجلة لهندسة والتنمية المستدامة.
26. منى محمد محمد عيد. (2009). دراسة لبعض الإشارات الضوئية ووسائل تطويرها بمركز مدينة طرابلس. طرابلس: جامعة طرابلس.
27. نورالدين معر الكريوي. (2021). تقيم السلامة على طرق حاضرة قصر خيار واقتراح البدائل لتطويرها. طرابلس: الأكاديمية الليبية.
28. ورود فلاح. (2024). محاكاة وتقييم حركة المرور في مدينة الحلة باستخدام برنامج GISو VISSIM. سلسة مؤتمر معهد البحوث التطبيقية.