# تقييم وتحسين أداء حركة المرور عند تقاطع شارعي طرابلس والإمام سحنون في أجدابيا، ليبيا: حلول هندسية مقترحة باستخدام الدوارين الآمنين

**د. حسن علي بوحلفاية دواس**
**كلية الهندسة – جامعة أجدابيا**

Hassandouas@gmail.com

استلمت الورقة بتاريخ 2026/03/04، وقبلت بتاريخ 2026/04/20 ونشرت بتاريخ 2026/04/22

**الكلمات المفتاحية:** أجدابيا، شارع طرابلس، هندسة المرور، مستوى الخدمة (LOS)، الدورانات الآمنة، الاختناق المروري.

**الملخص**

تعاني العديد من المدن النامية من تفاقم الاختناقات المرورية نتيجة النمو العمراني المتسارع وغياب التخطيط المتكامل لشبكات النقل الحضري. تهدف هذه الدراسة إلى تقييم الأداء المروري لتقاطع شارع طرابلس وشارع الإمام سحنون بمدينة أجدابيا، والذي يُعد محوراً حيوياً ونقطة ربط استراتيجية داخل النسيج العمراني للمدينة. تتمثل مشكلة الدراسة في تعرض التقاطع لاختناقات مرورية حادة وتراجع ملحوظ في كفاءته التشغيلية، خاصة بعد إغلاق تقاطعات مجاورة قبله وبعده مثل تقاطع المصارف وتقاطع شارع إنتلات، مما أدى إلى ظاهرة "نقل الاختناق المروري" وزيادة الأحمال المرورية بما يفوق الطاقة الاستيعابية للتقاطع.

اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي من خلال التقييم الميداني لحركة المرور ورصد سلوك السائقين خلال ساعات الذروة، مع تطبيق معايير دليل السعة المرورية (HCM) لتقييم مستوى الخدمة (LOS). أظهرت النتائج أن التقاطع يعمل حالياً عند مستويات خدمة متدنية (E وF) خلال فترات الذروة في الفترة الصباحية والمسائية، مع ارتفاع كبير في متوسط زمن التأخير وأطوال طوابير الانتظار، إضافة إلى زيادة نقاط التعارض المروري التي ترفع احتمالية وقوع الحوادث والاحتكاك بين السيارات.

وتوصي الدراسة بحل هندسي جذري يتمثل في إلغاء التقاطع التقليدي واستبداله بنظام "الدورانين الآمنين Dual) (Roundabouts" قبل وبعد المفترق. وأوضح التحليل المقارن (قبل–بعد) أن هذا المقترح من شأنه تحسين انسيابية الحركة ورفع مستوى الخدمة إلى (C أو D)، مع تقليل نقاط التعارض بشكل ملحوظ، مما يعزز السلامة المرورية ويخفض شدة الحوادث، ويوفر حلاً مستداماً يتماشى مع التوسع العمراني المستقبلي لمدينة أجدابيا.

توصي الدراسة بتبني حلول بديلة كالممرات الحرة والتوسعة المكانية في حال تعذر الحلول الكبرى؛ وتتجلى جدواها في تعزيز السلامة المرورية بتقليل نقاط التداخل (Conflict Points)، ورفع كفاءة التشغيل بتقليص زمن الرحلة، فضلاً عن مرونتها العالية وتكلفتها المنخفضة، مما يحقق توازناً استراتيجياً بين الضرورة المرورية والهوية الحضرية للمنطقة.

## 1. 1. مقدمة:

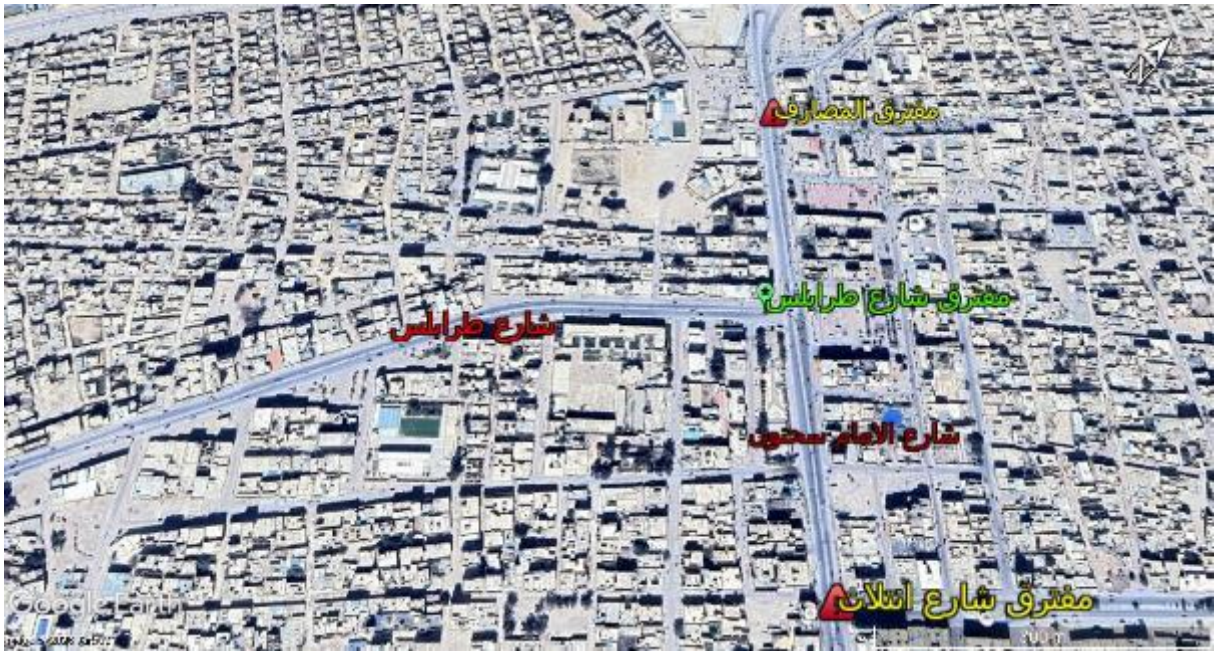
تُعد التقاطعات المرورية (At-grade Intersections) من أكثر عناصر شبكة النقل الحضري حساسية وتعقيداً، إذ تمثل نقاط التقاء الحركات المرورية المختلفة، وتُسجل عندها أعلى معدلات الاختناقات المرورية ونقاط النزاع ( Conflict Points) والتي تؤثر سلباً على مستوى الخدمة (Level of Service - LOS) والتأخير الزمني مقارنة ببقية مقاطع الطرق (FHWA, 2010) . وتشير الأدبيات المرورية إلى أن كفاءة أداء الشبكة الحضرية ترتبط بشكل مباشر بأداء تقاطعاتها، حيث إن أي اختلال في مستوى الخدمة عند التقاطعات ينعكس فوراً على انسيابية الحركة في المحاور المرتبطة بها (TRB, 2016).

وتزداد أهمية تقييم التقاطعات في المدن النامية، التي غالباً ما تشهد نمواً عمرانياً سريعاً وتوسعاً وظيفياً غير متوازن، في ظل محدودية التخطيط المروري طويل المدى وضعف التكامل بين سياسات استعمالات الأراضي وشبكات النقل (UN-Habitat, 2013). ويؤدي هذا النمو غير المنظم إلى ارتفاع أحجام الحركة المرورية بصورة تفوق الطاقة الاستيعابية للتقاطعات القائمة، مما يسبب اختناقات مرورية متكررة، وزيادة في زمن الرحلة، واستهلاك الوقود، وانبعاثات الملوثات، فضلاً عن ارتفاع معدلات الحوادث (World Bank, 2017). وفي دولة مثل ليبيا والتي تعتبر من الدول النامية والتي تشهد نمواً سكانياً وعمرانياً متسارعاً، يبرز عجز البنية التحتية عن استيعاب الزيادة المطردة في ملكية المركبات، مما يضاعف من تحديات الإدارة المرورية المستدامة (Elmansouri et al, 2020).

تُعد مدينة أجدابيا من المدن الليبية ذات الأهمية الاستراتيجية على المستوى الوطني، نظراً لموقعها الجغرافي الذي يجعلها نقطة ربط رئيسية بين الشرق والغرب والجنوب (شكل 1). هذا الموقع المحوري أكسب المدينة دوراً محورياً في حركة النقل البري، سواء للحركة المحلية داخل النسيج الحضري أو للحركة العابرة بين الأقاليم. ونتيجة لذلك، تشهد شبكة الطرق داخل المدينة أحجام حركة مرتفعة نسبياً مقارنة بقدرتها التصميمية (Through Traffic).

شكل 1: موقع مدينة أجدابيا وشبكة الطرق في ليبيا (Elmansouri et al, 2020).

وفي قلب هذا النسيج الحضري، يبرز تقاطع شارع طرابلس وشارع الإمام سحنون كواحد من أكثر النقاط حرجاً في مركز المدينة. تنبع أهمية هذا التقاطع من مجاورته للأنشطة الإدارية والتجارية المكثفة، مما يجعله وجهة رئيسية للرحلات اليومية (شكل 2). إلا أن الواقع التشغيلي للتقاطع يشير إلى تدهور ملحوظ في كفاءته، حيث يعاني من تأخيرات زمنية (Time Delay) تتجاوز الحدود المسموح بها عالمياً خلال فترات الذروة، يؤدي إلى نشوء طوابير انتظار ممتدة تعيق الوصول للمراكز الخدمية والتجارية. كما أن إغلاق بعض التقاطعات المجاورة، ولا سيما تقاطع المصارف والتقاطع الثاني عند شارع إنتلات، أدى إلى إعادة توجيه جزء كبير من التدفقات المرورية نحو هذا التقاطع، تسبب في زيادة الأحمال المرورية بشكل يفوق طاقته التشغيلية.




شكل 2: موقع تقاطع شارع طرابلس وشارع الإمام سحنون والتقطعات المغلقة.

وفقاً لمفاهيم هندسة المرور، فإن تحويل التدفقات المرورية من تقاطعات مغلقة إلى تقاطعات مجاورة دون إجراء تحليل شبكي شامل قد يؤدي إلى ظاهرة "نقل الاختناق المروري (Congestion Transfer) ، حيث يتم تخفيف الضغط في موقع معين على حساب زيادة الضغط في موقع آخر (Papacostas and Prevedouros, 2015) ، ويبدو أن هذا النمط قد انعكس بوضوح في موقع الدراسة، حيث ارتفعت أطوال الطوابير المرورية، وزاد زمن التأخير المتوسط للمركبات، وتراجع مستوى الخدمة، خاصة للحركات الثانوية والانعطافات اليسرى (Khisty and Lall, 2019).
بناءً على ما تقدم، تبرز الحاجة الملحة لإجراء تقييم هندسي ومروري لتحليل أسباب هذا القصور التشغيلي وقياس أثر إغلاق التقاطعات المجاورة. تهدف هذه الدراسة إلى تقديم الحلول الهندسية المبتكرة ومنها استبدال التقاطع بنظام الدورانات الآمنة لضمان انسيابية الحركة ورفع كفاءة النقل داخل مركز مدينة أجدابيا بما يتماشى مع معايير السلامة المرورية العالمية.

## 2. مشكلة الدراسة

يعاني التقاطع من اختناقات مرورية متكررة خلال معظم ساعات اليوم، وتزداد حدّتها خلال فترات الذروة الصباحية والمسائية. وقد تفاقمت المشكلة نتيجة إغلاق بعض التقاطعات المجاورة، وعلى رأسها تقاطع المصارف والتقاطع الثاني عند شارع إنتلات، الأمر الذي أدى إلى تحويل جزء كبير من الحركة المرورية إلى هذا التقاطع، متسببًا في:

- ارتفاع أحجام المرور الداخلة إلى التقاطع.
- زيادة زمن التأخير للمركبات.
- انخفاض مستوى الخدمة المرورية.
- زيادة احتمالية الحوادث المرورية، خاصة حوادث التصادم الجانبي.

## 3. أهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم الأداء المروري لتقاطع شارع طرابلس وشارع الإمام سحنون بمدينة أجدابيا من خلال الأهداف الرئيسة الآتية:

**1. تقييم الكفاءة التشغيلية للتقاطع:** تحديد مستويات الخدمة المرورية الحالية (LOS) من خلال تحليل أحجام وكثافات حركة المرور خلال الفترات الزمنية المختلفة، مع التركيز على ساعات الذروة.

**2. تحليل أسباب الازدحام والسلامة المرورية:** دراسة أنماط الازدحام المروري والعوامل المؤثرة فيه، بما في ذلك الخصائص الهندسية للتقاطع، وسلوك السائقين، وتأثير إغلاق التقاطعات المجاورة، إضافة إلى تقييم مستويات السلامة المرورية ونقاط الصراع الخطرة.

**3. اقتراح حلول تخطيطية وهندسية مستدامة:** تطوير حزمة من الحلول الهندسية والإدارية القابلة للتنفيذ، مع تقييم فعاليتها المتوقعة في تحسين انسيابية الحركة، وتقليل زمن التأخير، وتعزيز السلامة المرورية والآثار الاجتماعية والاقتصادية الإيجابية.

**4. المنهجية**

اعتمدت الدراسة على منهجية وصفية–تحليلية لتقييم الأداء المروري للتقاطع، وذلك من خلال الخطوات الآتية:

**1. الدراسة الميدانية**

- ملاحظة حركة المرور خلال فترات الذروة الصباحية والمسائية.
- رصد سلوك السائقين وأنماط العبور داخل التقاطع.

**2. تحليل الخصائص الهندسية**

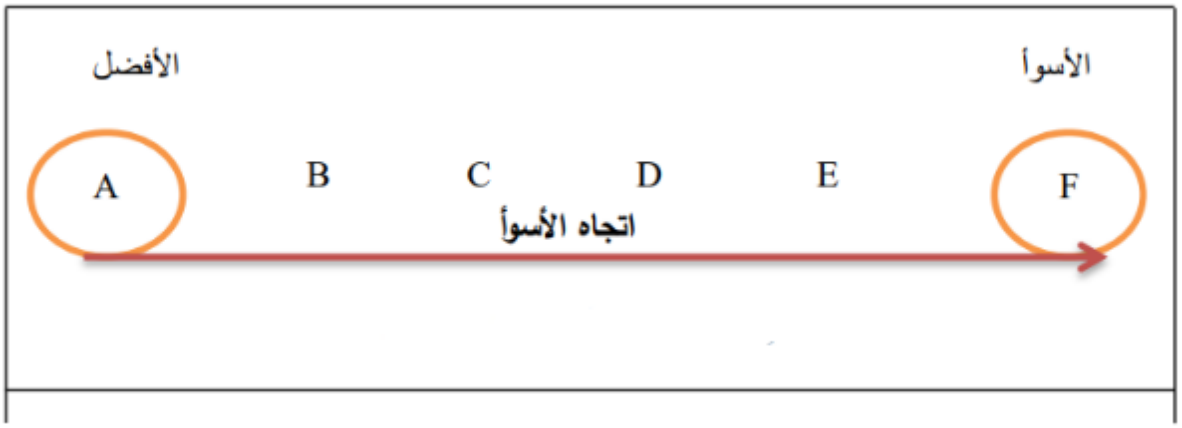
- عدد الحارات المرورية في كل اتجاه.
- عرض الطرق وزوايا التقاطع.
- وجود أو غياب وسائل التنظيم المروري (إشارات، لوحات، مطبات).

**3. تحليل العوامل الخارجية المؤثرة**

- تأثير إغلاق التقاطعات المجاورة (تقاطع المصارف وتقاطع شارع إنتلات).
- طبيعة استعمالات الأراضي المحيطة بالتقاطع.

**4. المرجعية العلمية**

- الاستناد إلى معايير دليل السعة المرورية (HCM) والدراسات العالمية ذات الصلة بتقييم مستويات الخدمة المرورية في التقاطعات الحضرية (HCM 2016).
- مستوى الخدمة Level of Service (LOS) : هو مقياس لحالة المرور على الطريق وهو عبارة عن 5 مستويات، ويعبر عن النسبة بين الحجم المروري الى السعة المرورية (شكل 3)، (Sharma and Raval, 2018).




الشكل 3: مستويات الخدمة للطريق من الأفضل الى الأسوأ (Sharma and Raval, 2018).

**5. التحليل والنتائج**

استناداً إلى نتائج الرفع الميداني، وملاحظات الذروة المرورية، والتحليل التشغيلي للتقاطع، تبيّن أن الأداء الحالي لتقاطع شارع طرابلس مع شارع الإمام سحنون يعكس حالة من الإجهاد المروري الواضح، يمكن تلخيص مظاهره وتحليل أسبابه على النحو الآتي:

- **أولاً،** أظهر التقييم أن التقاطع يعمل عند أو فوق طاقته الاستيعابية خلال ساعات الذروة الصباحية والمسائية، بل ويمتد هذا الضغط أحياناً إلى الفترات خارج الذروة، ما يشير إلى وجود طلب مروري مستمر يفوق القدرة التشغيلية للتقاطع على الرغم من وجود أشارة ضوئية بالتقاطع. وقد انعكس ذلك في تشكّل طوابير انتظار طويلة،

خاصة على المحور الرئيسي (شارع طرابلس)، مع امتدادها أحياناً إلى المقاطع المجاورة، الأمر الذي يؤثر سلباً على أداء الشبكة المرورية ككل.

- **ثانياً**، سجل التحليل ارتفاعاً ملحوظاً في زمن التأخير المتوسط للمركبات، لا سيما للمركبات المتجهة من شارع طرابلس نحو مركز المدينة ومن شارع الامام سحنون لشارع طرابلس، وهو اتجاهات تتميز بكثافة عالية نتيجة قربها من الأنشطة الإدارية والتجارية. ويُعزى هذا التأخير إلى تداخل الحركات المرورية، وكثرة الانعطافات، وعدم وجود الفتحات المتاحة للمرور الآمن، مما يؤدي إلى انخفاض مستوى الخدمة إلى درجات متدنية خلال فترات الذروة.
- **ثالثاً**، بيّن الرصد الميداني وجود تداخل واضح بين الحركات المرورية المختلفة نتيجة غياب تنظيم فعال للأولوية المرورية، سواء من خلال إشارات ضوئية مبرمجة بكفاءة أو تصميم هندسي يحد من نقاط التعارض. هذا الوضع يزيد من احتمالية التصادمات الجانبية (Side-impact Collisions)، والتي تُعد من أكثر أنواع الحوادث خطورة في التقاطعات التقليدية، خاصة في ظل السرعات النسبية المرتفعة على الشارع الرئيسي.
- **رابعاً**، أظهرت النتائج أن إغلاق التقاطعات المجاورة، وعلى وجه الخصوص تقاطع المصارف والتقاطع الثاني عند شارع إنتلات، أدى إلى إعادة توزيع غير متوازن للتدفقات المرورية، حيث تركز جزء كبير من الأحمال في هذا التقاطع دون توفير مسارات بديلة فعّالة أو إجراء معالجة شبكية متكاملة. وقد نتج عن ذلك تضخم في حجم الحركة الداخل إلى التقاطع بما يفوق طاقته التصميمية، مما ساهم في تفاقم مستويات الازدحام وزيادة زمن الرحلة.

وعليه، تشير نتائج التحليل إلى أن المشكلة لا ترتبط بعامل منفرد، بل هي نتاج تداخل عدة عوامل تشمل: ارتفاع الطلب المروري، محدودية السعة الهندسية، ضعف التنظيم المروري، وتأثير القرارات التخطيطية المتعلقة بإغلاق التقاطعات المجاورة. ويؤكد ذلك الحاجة إلى تدخل هندسي شامل يعالج البنية التصميمية والتنظيمية للتقاطع ضمن إطار شبكي متكامل، بدلاً من الاكتفاء بإجراءات جزئية محدودة التأثير.

### 1.5 الحلول الهندسية المقترحة

تقترح هذه الدراسة حل هندسي يهدف إلى تحسين الكفاءة التشغيلية ورفع مستوى السلامة المرورية عند تقاطع شارع طرابلس مع شارع الإمام سحنون بمدينة أجدابيا، وذلك استناداً إلى تحليل الواقع المروري الحالي ومستوى الخدمة للتقاطع.

- إغلاق التقاطع واستبداله بدورانين آمنين(Dual Roundabouts)

يقترح هذا الحل إغلاق التقاطع القائم بشكل كامل، واستبداله بإنشاء دورانين (Roundabouts) آمنين، أحدهما قبل موقع التقاطع الحالي والآخر بعده، على امتداد المحور الرئيسي (شكل 4).

يهدف هذا المقترح إلى:

- تقليل نقاط التعارض المروري (Conflict Points) مقارنة بالتقاطع التقليدي.
- خفض احتمالية الحوادث المرورية وشدتها نتيجة تقليل السرعات داخل منطقة الدوران.
- تحسين انسيابية الحركة المرورية وتقليل فترات التوقف والاختناقات.
- تنظيم حركة الالتفاف والدخول والخروج من الشوارع الفرعية بصورة أكثر أماناً.
- توزيع الحركة المرورية على نقطتين بدلاً من تركّزها في نقطة واحدة.

يمثّل هذا المقترح تدخلاً هندسيًا شاملاً لمعالجة الاختناقات المرورية القائمة، حيث يستند إلى تطبيق مبادئ تهدئة السرعة (Traffic Calming) وإعادة تنظيم أولويات الحركة داخل الدوار، بما يتوافق مع الأسس المعتمدة في هندسة النقل الحديثة. ومن المتوقع أن يسهم هذا التدخل في تقليل سرعات الاقتراب، وخفض نقاط التعارض المروري (Conflict Points)، وتحسين انسيابية الحركة، الأمر الذي ينعكس إيجابًا على مؤشرات الأداء التشغيلي للطريق.

وفقًا لمفاهيم تحليل مستوى الخدمة (Level of Service, LOS)، فإن تحسين التحكم في التدفقات المرورية داخل الدوار سيؤدي إلى تقليل زمن التأخير (Delay) وأطوال الطوابير (Queue Length)، مما قد يُحدث انتقالًا نوعيًا في مستوى الخدمة من حالة تشغيلية متدهورة (مثل LOS E أوF) إلى مستويات أكثر كفاءة ( LOS C أو D), خاصة خلال فترات الذروة.

كما أن العرض الحالي للطريق، والبالغ حوالي 26 مترًا شاملاً الرصيف منتصف الطريق، يوفر مرونة تصميمية كافية لتطبيق المعايير الهندسية الخاصة بالدوارات متعددة المسارات (Multi-lane Roundabouts)، بما يضمن تحقيق متطلبات نصف قطر الدوران (Turning Radius) ومسافات الرؤية (Sight Distance)، وبالتالي تعزيز السلامة المرورية والكفاءة التشغيلية على حد سواء.

شكل 4: الحل المقترح لمشكلة أزدحام تقاطع شارع طرابلس وشارع الامام سحنون.

### 2.5 مقارنة الوضع القائم والمقترح

**أولاً: الوضع الحالي *(Before Scenario)***

يعتمد التقاطع الحالي بين شارع طرابلس وشارع الإمام سحنون على نظام تقاطع تقليدي مفتوح، مما أدى إلى ظهور عدد من المشكلات التشغيلية والمرورية (جدول رقم 1)، يمكن تلخيصها فيما يلي:

1. **ارتفاع نقاط التعارض المروري (Conflict Points)**
يحتوي التقاطع التقليدي على عدد كبير من نقاط التقاطع والاندماج والانعطاف، ما يزيد من احتمالية وقوع الحوادث.
2. **تدني مستوى الخدمة (Level of Service – LOS)**
خلال ساعات الذروة، يعاني التقاطع من تأخير زمني ملحوظ نتيجة كثافة الحركة وتداخل المسارات، مما يؤدي إلى انخفاض مستوى الخدمة إلى درجات متدنية ( E أو F في بعض الفترات).
3. **زيادة زمن التأخير:(Delay Time)**
تتسبب الحركات الالتفافية المباشرة والانعطافات اليسرى في إبطاء الحركة الرئيسية وخلق طوابير انتظار.
4. **ارتفاع سرعة المركبات بين التقاطعات المجاورة:**
نتيجة استقامة المحور الرئيسي، تزداد سرعات المركبات، مما يرفع من خطورة الحوادث عند التقاطع.
5. **ضعف عناصر السلامة المرورية:**
غياب الفصل الواضح للحركات المرورية وعدم وجود عناصر تهدئة للسرعة يرفع من شدة الحوادث عند وقوعها.

**ثانياً: الوضع المقترح *(After Scenario)***

يقترح إغلاق التقاطع القائم واستبداله بدورانين آمنين قبل وبعد الموقع الحالي، بما يحقق إعادة تنظيم شاملة للحركة المرورية، وتظهر التحسينات المتوقعة كما يلي:

1. **تقليل نقاط التعارض المروري:**
يعمل الدوار على خفض نقاط التعارض بنسبة كبيرة مقارنة بالتقاطع التقليدي، حيث تتحول الحركات المتقاطعة إلى حركات اندماج دائرية أكثر أماناً.
2. **تحسين مستوى الخدمة:(LOS)**
من المتوقع أن يؤدي توزيع الحركة على دورانين إلى تقليل الكثافة عند نقطة واحدة، وتحسين الانسيابية، مما يرفع مستوى الخدمة إلى درجات أفضل ( C أو D في فترات الذروة).
3. **تقليل زمن التأخير:**
يعتمد الدوار على مبدأ الأولوية للحركة داخل الدائرة دون توقف كامل، مما يقلل زمن الانتظار والطوابير المرورية.
4. **خفض السرعات وتحسين السلامة:**
يفرض التصميم الهندسي للدوار تخفيض السرعة بشكل طبيعي (Self-Enforcing Speed Reduction)، مما يقلل شدة الحوادث ويحد من خطورتها.
5. **تحسين التوزيع المروري:**
إنشاء دورانين بدلاً من نقطة تقاطع واحدة يساهم في توزيع الأحمال المرورية وتقليل التكدس الموضعي.

جدول 1: المقارنة الكمية والنوعية بين الحالتين

| العنصر | الوضع الحالي | الوضع المقترح |
|---|---|---|
| نوع التنظيم | تقاطع تقليدي مفتوح مع أشارة ضوئية | دورانان آمنان |
| نقاط التعارض | مرتفعة | منخفضة |
| مستوى الخدمة (LOS) | منخفض (E–F) أحياناً | متوسط إلى جيد ( C–D) متوقع |
| زمن التأخير | مرتفع في الذروة | منخفض إلى متوسط |
| شدة الحوادث | مرتفعة نسبياً | أقل شدة |
| انسيابية الحركة | ضعيفة في الذروة | أفضل وأكثر انتظاماً |

تُظهر مقارنة قبل–بعد أن الحل المقترح لا يقتصر على معالجة الأعراض المرورية الظاهرة، بل يعيد تشكيل النظام الحركي للتقاطع بصورة أكثر أماناً وكفاءة. ويُتوقع أن يحقق هذا التحول تحسناً ملحوظاً في مؤشرات الأداء المروري، خاصة فيما يتعلق بالسلامة، زمن التأخير، ومستوى الخدمة، مما يجعله خياراً هندسياً مستداماً ومناسباً لطبيعة الحركة في مدينة أجدابيا.

### *3.5 الحلول البديلة (الإجراءات التشغيلية المساعدة)*

في حال تعذر تنفيذ الحل الجذري المتكامل، يمكن الاعتماد على مجموعة من الحلول الهندسية والتشغيلية التي تهدف إلى تخفيف حدة الازدحام ورفع مستوى السلامة المرورية، وتشمل:

- **أولاً: إنشاء ممرات الحركة الحرة (Safe Bypass Lanes)**

يستهدف هذا الإجراء عزل الحركات المرورية الكثيفة عن نقاط التداخل الرئيسية لضمان تدفق مستمر:

- **مسار الخروج من شارع طرابلس**: استحداث ممر آمن مخصص للمركبات المتجهة من شارع طرابلس نحو شارع الإمام سحنون. هذا الممر يقلل من نقاط التعارض (Conflict Points) مع الحركات المتقاطعة، مما يرفع من انسيابية الدوران ويقلل زمن التأخير بشكل ملحوظ.
- **مسار التدفق الطولي (جنوب – شمال):** تخصيص ممر حركة مباشرة على شارع الإمام سحنون للقادمين من الجنوب باتجاه الشمال، مما يسمح بمرور هذه التدفقات دون الحاجة للتوقف أو التداخل مع المركبات الملتفة، وهو ما يعزز من السعة الاستيعابية للتقاطع.

- **ثانياً: التوسعة الهندسية وإعادة التشكيل المكاني**

لضمان نجاح الممرات المقترحة، يتطلب الأمر تدخلات إنشائية لزيادة المساحة الأسفلتية المتاحة:

توسعة مداخل ومخارج شارع طرابلس :زيادة عرض الطريق عند نقاط الربط مع التقاطع لاستيعاب عدد أكبر من المركبات في وقت واحد، مما يمنع ارتداد الطوابير (Queue Backups) داخل الشارع.

المعالجات الحضرية الضرورية:

- **إزالة العوائق الإنشائية** : إزالة المبنى القائم عند مدخل شارع طرابلس لتوفير الارتداد الكافي للتوسعة.
- **إعادة استغلال المساحات :** استقطاع جزء محدود من الحديقة الواقعة عند المخرج، مع الالتزام بإعادة تأهيل المتبقي منها وتطوير المظهر البصري، لضمان الموازنة بين المتطلبات المرورية والمعايير البيئية والجمالية للمدينة (شكل 5).

شكل 5: الحلول البديلة وتشمل ممرات الحركة الحرة (الاسهم) والتوسعة (المنطقة المظللة).

## 6. الخلاصة:

أظهر تحليل الوضع القائم عند تقاطع شارع طرابلس مع شارع الإمام سحنون أن الأداء التشغيلي يتسم بضعف واضح خلال ساعات الذروة، نتيجة ارتفاع الكثافة المرورية وتعدد حركات الانعطاف المتعارضة داخل منطقة التقاطع. وقد أدى ذلك إلى زيادة زمن التأخير المتوسط للمركبات، وارتفاع أطوال الطوابير، وانخفاض مستوى الخدمة إلى مستويات متدنية، خاصة للحركات الثانوية والانعطافات اليسرى. يرتبط هذا التدهور التشغيلي بارتفاع عدد نقاط التعارض المروري (Conflict Points) في التقاطع التقليدي، والتي تشمل نقاط التقاطع المتعامد والاندماج والتشابك، مما يزيد من احتمالية وقوع الحوادث، خاصة في ظل السرعات المرتفعة على المحور الرئيسي (شارع طرابلس).

في المقابل، يُظهر السيناريو المقترح، المتمثل في إغلاق التقاطع واستبداله بدورانين آمنين موزعين قبل وبعد الموقع الحالي، تحسناً واضحاً في مؤشرات الأداء التشغيلي والسلامة المرورية. فمن الناحية التشغيلية، يساهم توزيع الحركة على نقطتين منفصلتين في تقليل الحمل المروري عند نقطة واحدة، مما يؤدي إلى انخفاض الكثافة اللحظية وتحسين انسيابية التدفق المروري. كما أن اعتماد نظام الأولوية داخل الدوار يقلل من الحاجة إلى التوقف الكامل، وبالتالي يخفض زمن التأخير المتوسط وأطوال الطوابير. أما من ناحية السلامة المرورية، فإن استبدال الحركات المتقاطعة بحركات اندماج دائرية يقلل عدد ونوع نقاط التعارض، ويحول الحوادث المحتملة من صدمات جانبية خطيرة إلى احتكاكات جانبية أقل شدة. إضافة إلى ذلك، يفرض التصميم الهندسي للدوار خفض السرعة بشكل طبيعي (Self-Regulating Speed Control) ، مما يسهم في تقليل الطاقة التصادمية وخطورة الإصابات.

وتشير المقارنة التحليلية بين الحالتين إلى أن الحل المقترح لا يحقق فقط تحسناً كمياً في مؤشرات الأداء (مثل مستوى الخدمة وزمن التأخير)، بل يمثل تحولاً نوعياً في فلسفة تنظيم الحركة، من نظام يعتمد على التقاطع المباشر عالي التعارض إلى نظام دائري منخفض التعارض وأكثر استدامة من الناحية المرورية. بناءً على ذلك، يمكن اعتبار المقترح الهندسي خياراً فعالاً لتحسين الكفاءة التشغيلية والسلامة المرورية في موقع الدراسة، خاصة في ظل النمو الحضري المتسارع وزيادة أحجام الحركة داخل مدينة أجدابيا.

وأوصت الدراسة في حالة تعذر الحل الهندسي المقترح يتم اللجوء إلى حلول أخرى مثل إنشاء ممرات الحركة الحرة والتوسعة المكانية وتتمثل الجدوى الفنية والاقتصادية لهذه الحلول في قدرتها على رفع مستوى السلامة المرورية من خلال الحد من نقاط التداخل (Conflict Points) وتقليل احتمالية الحوادث الجانبية، بالتوازي مع تحسين الكفاءة التشغيلية عبر تقليص فترات الانتظار وزمن الرحلة عند التقاطعات الحرجة. كما تبرز أهمية هذه المقترحات في مرونتها العالية، حيث تتيح إمكانية التنفيذ السريع بتكاليف إنشائية منخفضة مقارنة بالمشاريع الكبرى كالجسور أو الأنفاق، مما يضمن تحقيق توازن استراتيجي بين المتطلبات المرورية الملحة والحفاظ على الهوية الحضرية والبيئية للمنطقة.

## المراجع:


- Elmansouri O, Almhroog A, Badi I., (2020). Urban transportation in Libya: An overview. Transportation Research Interdisciplinary Perspectives 8 (2020) 100161. http://dx.doi.org/10.1016/j.trip.2020.100161
- FHWA (2010). Roundabouts: An Informational Guide. Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation.
- Highway Capacity Manual. (2016). HCM 2016: A Guide for Multimodal Mobility Analysis. Transportation Research Board, Washington, DC.
- Khisty, C. J., & Lall, B. K. (2019). Transportation Engineering: An Introduction (4th ed.). Pearson Education.
- Papacostas, C. S., and Prevedouros, P. D. (2015). Transportation Engineering and Planning (3rd ed.). Pearson.
- Sharma A. J and Raval P. N. G, (2018). “Estimation of Level of Service for Heterogeneous Traffic in Urban Area - A case study ofAhmedabad city,” International Journal of Advance Engineering and Research Development, vol. 5, no. 3, pp. 1240–1245, 2018.
- TRB (2016). Highway Capacity Manual (HCM 6th Edition). Transportation Research Board, Washington, DC.
- UN-Habitat (2013). Planning and Design for Sustainable Urban Mobility. United Nations Human Settlements Programme.
- World Bank (2017). Sustainable Mobility for All: Global Mobility Report.

# Traffic Performance Evaluation and Improvement of Tripoli and Imam Sahnoun Streets Intersection in Ajdabiya, Libya: Proposed Engineering Solutions Using Dual Roundabouts.

**Hassan Douas**
College of Engineering / University of Ajdabiya

**Article information**

**Keywords:** Ajdabiya, Tripoli Street, Traffic Engineering, Level of Service (LOS), Dual Roundabouts, Traffic.

.

Received 04 03 **2026**, Accepted 20 04 **2026**, Available online 22 04 **2026**

**Abstract**

Many developing cities experience increasing traffic congestion due to rapid urban growth and the absence of integrated transportation planning. This study evaluates the traffic performance of the intersection of Tripoli Street and Imam Sahnoun Street in Ajdabiya City, which represents a vital urban artery and a strategic connection point within the city's urban fabric. The problem arises from severe congestion and noticeable operational inefficiency, particularly after the closure of nearby intersections such as the Banks Intersection and Entelat Street Intersection. This has resulted in a "traffic congestion transfer" phenomenon, significantly increasing traffic volumes beyond the intersection's capacity.

The study adopts a descriptive-analytical approach based on field traffic surveys and observation of driver behavior during peak hours. The Highway Capacity Manual (HCM) standards were applied to evaluate the Level of Service (LOS). Results indicate that the intersection currently operates at poor service levels (E and F) during peak periods, with high average delay times and long queue lengths, in addition to increased traffic conflict points that elevate accident risks.

The study proposes a radical engineering solution involving the replacement of the conventional intersection with a Dual Roundabout system before and after the intersection. A comparative before–after analysis demonstrates that this proposal would significantly improve traffic flow efficiency, enhance the Level of Service to (C or D), and substantially reduce conflict points. Consequently, this solution would improve road safety, reduce accident severity, and provide a sustainable response aligned with Ajdabiya's future urban expansion.

The study recommends adopting alternative solutions, such as free-flow bypass lanes and spatial expansion, if major interventions are unfeasible. Their technical and economic feasibility lies in enhancing traffic safety by reducing conflict points, improving operational efficiency by minimizing travel time, and offering high flexibility with lower construction costs, thereby achieving a strategic balance between urgent traffic demands and the area's urban identity."