التحليل الجغرافي لأثر أنظمة النقل الذكية في تخفيف الازدحام المروري للشوارع الشريانية الرئيسة في مدينة الديوانية

م.د. محمد فشلان هلول

قسم الجغرافيا/كلية الآداب/جامعة القادسية

تاريخ استلام البحث : ٢٠٢٦/٥/٦

تاريخ قبول البحث : ٢٠٢٦/٦/٢١

الملخص

يهدف البحث إلى تحليل واقع الحركة المرورية في الشوارع الشريانية الرئيسة بمدينة الديوانية وتقييم أثر تطبيق أنظمة النقل الذكية في تحسين انسيابية الحركة ورفع مستويات الخدمة المرورية. اعتمدت الدراسة على المسح المروري الميداني لستة شوارع شريانية رئيسة خلال ساعات الذروة الصباحية والظهرية، وتحليل الأحجام المرورية (VPH) ومستويات الخدمة (LOS) باستخدام برنامج(HCS 2010) ، فضلاً عن دراسة استعمالات الأرض ومولدات الحركة المرتبطة بهذه الشوارع. أظهرت النتائج أن جميع الشوارع المدروسة تجاوزت الحد المرجعي للحجم المروري البالغ (١١٠٠) مركبة/ساعة، وتراوحت مستويات الخدمة بين (C) و(D)، مما يعكس وجود ضغوط مرورية واضحة خلال ساعات الذروة. كما بينت الدراسة وجود علاقة مباشرة بين تركز الأنشطة الحضرية ومولدات الحركة وبين ارتفاع الأحجام المرورية وتراجع مستويات الخدمة. ولغرض تقييم أثر أنظمة النقل الذكية، تم تطبيق سيناريو افتراضي يعتمد على تحسين الكفاءة التشغيلية للشبكة المرورية بما يعادل خفض الأحجام المرورية بنسبة (٣٥٪)، حيث أظهرت النتائج تحسناً ملحوظاً في مستويات الخدمة وانتقال عدد من المقاطع المرورية من المستوى (D) إلى (C) ومن (C) إلى .(B) وخلصت الدراسة إلى أن تطبيق أنظمة النقل الذكية يمثل خياراً فعالاً لتحسين كفاءة الشبكة المرورية في مدينة الديوانية دون الحاجة إلى توسعات إنشائية كبيرة.

الكلمات المفتاحية :أنظمة النقل الذكية، الشوارع الشريانية، مستوى الخدمة، الأحجام المرورية، مدينة الديوانية.

Geographical analysis of the impact of intelligent transportation systems in alleviating traffic congestion on the main arterial streets in the city of Diwaniyah

Dr. Muhammad Fashlan Hiloul

Department of Geography/College of Arts/University of Al-Qadisiyah

Date received: 6/5/2026
Acceptance date: 21/6/2026

Abstract

This study examines traffic conditions on the principal arterial roads of Al-Diwaniyah City and evaluates the potential role of Intelligent Transportation Systems (ITS) in improving traffic flow and operational performance. The research is based on a field traffic survey conducted on six major arterial roads during morning and afternoon peak periods. Traffic volumes (VPH) and Levels of Service (LOS) were assessed using Highway Capacity Software (HCS 2010), alongside an analysis of surrounding land uses and major trip-generating activities. The findings reveal that traffic volumes on all studied roads exceeded the reference threshold of 1,100 vehicles per hour, while the prevailing Levels of Service ranged between C and D, indicating noticeable traffic pressure during peak hours. The results also demonstrate a clear relationship between the concentration of urban activities and the deterioration of traffic performance. To evaluate the effectiveness of ITS applications, a simulation scenario was developed based on a 35% improvement in network operational efficiency. The scenario produced a significant enhancement in traffic performance, with several road segments improving from LOS D to C and from LOS C to B. The study concludes that ITS applications offer a practical and cost-effective approach to enhancing the efficiency of Al-Diwaniyah's urban road network without requiring major infrastructure expansion.

Keywords: Intelligent Transportation Systems (ITS), Arterial Roads, Level of Service (LOS), Traffic Volume, Al-Diwaniyah City.

المقدمة

تشهد المدن في الوقت الحاضر تحديات متزايدة في قطاع النقل نتيجة النمو السكاني والتوسع العمراني والتزايد المستمر في أعداد المركبات، الأمر الذي أدى إلى ارتفاع الطلب على البنية التحتية للنقل وظهور مشكلات مرورية متعددة، من أبرزها الازدحام المروري إضافة الى انخفاض كفاءة الشبكات الحضرية وتزايد زمن الرحلات واستهلاك الوقود وارتفاع معدلات التلوث البيئي، وقد أصبحت هذه المشكلات تمثل أبرز التحديات لما لها من آثار اقتصادية واجتماعية وبيئية مباشرة تنعكس على كفاءة الحركة الحضرية ومستوى جودة الحياة.

شهدت مدينة الديوانية خلال العقود الأخيرة نمواً سكانياً وعمرانياً ملحوظاً ترافق مع توسع الأنشطة الاقتصادية والخدمية والتعليمية والإدارية، الأمر الذي أدى إلى زيادة الأحجام المرورية على الشوارع الشريانية الرئيسة، ولاسيما تلك التي تربط مداخل المدينة بمركزها الحضري. وقد انعكس ذلك في ارتفاع مستويات الازدحام خلال ساعات الذروة وتراجع كفاءة الأداء التشغيلي لبعض المحاور الرئيسة داخل المدينة.

وفي ظل محدودية الإمكانات المالية والفنية اللازمة للتوسع المستمر في البنية التحتية التقليدية للنقل، برزت أنظمة النقل الذكية (Intelligent Transportation Systems – ITS) بوصفها أحد الحلول الحديثة التي تعتمد على تقنيات المعلومات والاتصالات وأجهزة الاستشعار والتحكم الإلكتروني لتحسين إدارة الحركة المرورية ورفع كفاءة استثمار البنية التحتية القائمة وتقليل الاختناقات المرورية دون الحاجة إلى تنفيذ مشاريع واسعة النطاق.

وانطلاقاً من ذلك، تسعى هذه الدراسة إلى تحليل واقع الحركة المرورية في الشوارع الشريانية الرئيسة بمدينة الديوانية من خلال قياس الأحجام المرورية ومستويات الخدمة، ثم تقييم أثر تطبيق سيناريو افتراضي لأنظمة النقل الذكية على تحسين كفاءة الشبكة المرورية ورفع مستويات الخدمة وتقليل الاختناقات خلال ساعات الذروة.

مشكلة البحث

يمكن التعبير عن مشكلة البحث بالتساؤل الرئيس الآتي :**ما مدى إمكانية أنظمة النقل الذكية أن تسهم في تحسين انسيابية الحركة المرورية ورفع مستويات الخدمة في الشوارع الشريانية الرئيسة بمدينة الديوانية؟**

ويتفرع عنه عدد من التساؤلات هي:

١. ما الخصائص المكانية والوظيفية للشوارع الشريانية الرئيسة في مدينة الديوانية؟

٢. ما مستويات الأحجام المرورية ومستويات الخدمة الحالية في هذه الشوارع؟

٣. ما العلاقة بين استعمالات الأرض ومولدات الحركة ومستويات الازدحام المروري؟

٤. ما حجم التحسن المتوقع في مستويات الخدمة عند تطبيق أنظمة النقل الذكية؟

أهمية البحث

تنبع أهمية البحث من عدة اعتبارات علمية وتطبيقية تتمثل في:

١. إبراز دور أنظمة النقل الذكية بوصفها أحد الحلول الحديثة لمعالجة الاختناقات المرورية.

٢. توفير قاعدة معلومات مرورية يمكن الاستفادة منها في تخطيط النقل الحضري بمدينة الديوانية.

٣. دعم متخذي القرار في الجهات التخطيطية والمرورية من خلال تحديد أولويات تطبيق أنظمة النقل الذكية.

٤. تقديم نموذج تطبيقي يمكن الإفادة منه في مدن عراقية أخرى تعاني ظروفاً مرورية مشابهة.

هدف البحث

يهدف البحث إلى تحليل واقع الحركة المرورية في الشوارع الشريانية الرئيسة بمدينة الديوانية وفق قياس الأحجام المرورية خلال ساعات الذروة ووفق تحليل العلاقة بين استعمالات الأرض ومولدات الحركة والأداء المروري وقياس مستويات الخدمة فيها، ثم تقييم أثر تطبيق أنظمة النقل الذكية في تحسين انسيابية الحركة المرورية ورفع كفاءة الأداء التشغيلي للشبكة الحضرية ثم تحديد أولويات تطبيق أنظمة النقل الذكية مكانياً داخل مدينة الديوانية.

منهجية البحث

اعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي في دراسة واقع الحركة المرورية في مدينة الديوانية، من خلال الجمع بين البيانات الميدانية والتحليل المكاني والمروري. وتم إجراء مسح مروري ميداني لستة شوارع شريانية رئيسة خلال ساعات الذروة الصباحية والظهرية، ثم تحليل الأحجام المرورية ومستويات الخدمة باستخدام برنامج (HCS 2010)وفق منهجية دليل السعة الأمريكي.(HCM)

كما اعتمد البحث على تحليل استعمالات الأرض ومولدات الحركة المرتبطة بالشوارع المدروسة من خلال الدراسة الميدانية وباستخدام الخرائط الرقمية والصور الفضائية وبيانات نظم المعلومات الجغرافية، ثم وضع سيناريو

افتراضي لتطبيق أنظمة النقل الذكية يعتمد على تحسين الكفاءة التشغيلية للشبكة المرورية بما يعادل خفض الأحجام المرورية بنسبة (٣٥٪) لغرض قياس الأثر المتوقع لهذه الأنظمة على مستويات الخدمة.

الحدود المكانية للبحث

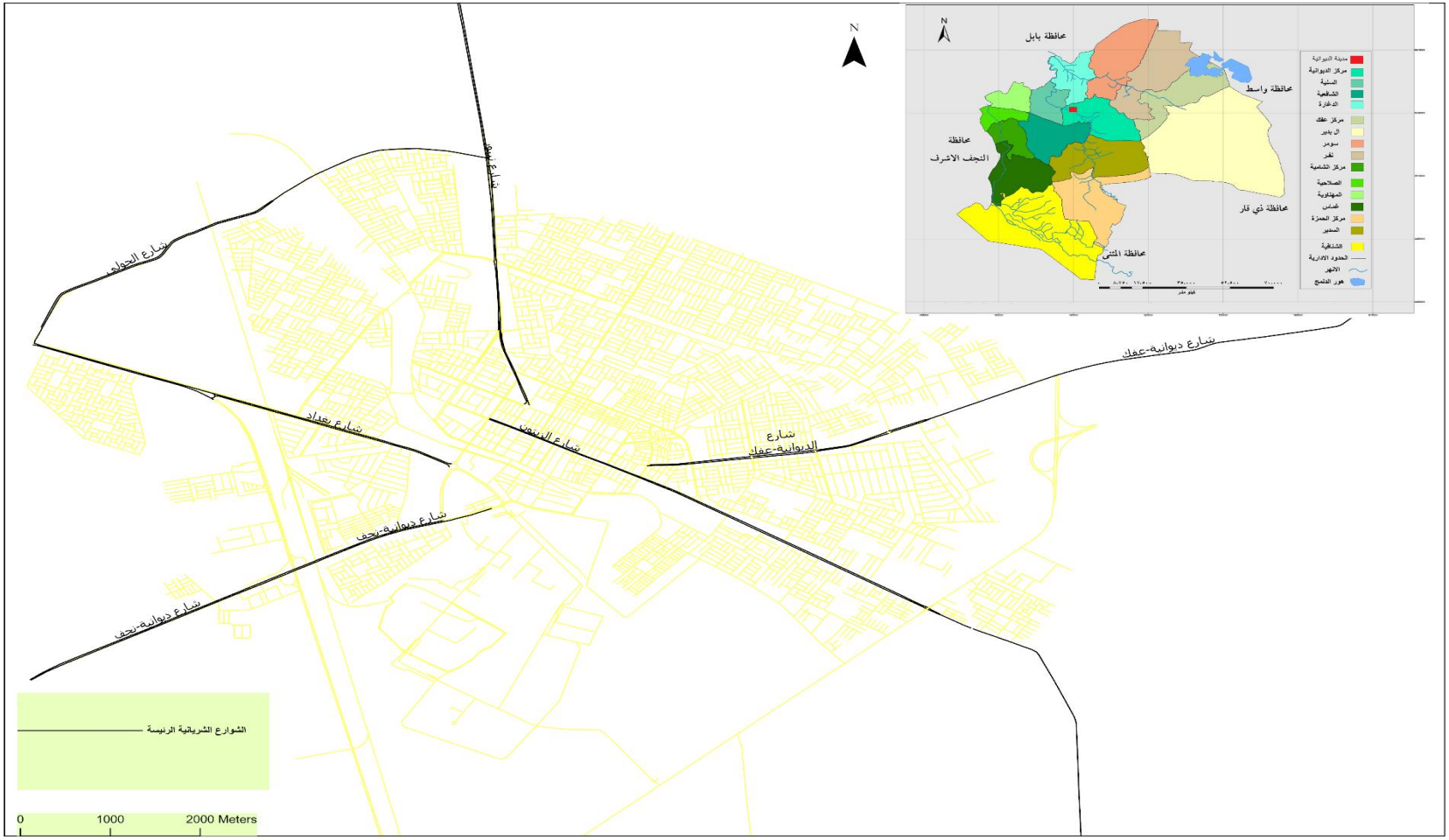
تتمثل الحدود المكانية للبحث بالشوارع الشريانية الرئيسة التي تمثل المحاور الأساسية للحركة الحضرية والإقليمية داخل مدينة الديوانية مركز محافظة القادسية خريطة رقم (١)، وهذه الشوارع هي:

١. شارع بغداد.
٢. شارع الديوانية–النجف.
٣. شارع نيبور.
٤. شارع الديوانية–عفك.
٥. الشارع الحولي.
٦. شارع الزيتون (الحمزة السياحي).

الحدود الزمانية للبحث

تتمثل الحدود الزمانية للبحث بالفترة التي تم خلالها تنفيذ الدراسة الميدانية وجمع البيانات المرورية، والتي امتدت من ٢٠٢٥/١٠/٥ ولغاية ٢٠٢٥/١١/٢٥، فضلاً عن اعتماد بيانات الأحجام المرورية ومستويات الخدمة الخاصة بهذه المدة كأساس للتحليل والتقييم.

خريطة (١) الشوارع الشريانية الرئيسة في مدينة الديوانية



المصدر: الباحث بالاعتماد على مديرية التخطيط العمراني، خريطة التصميم الأساس لمدينة الديوانية ٢٠٠٩-٢٠٣٥

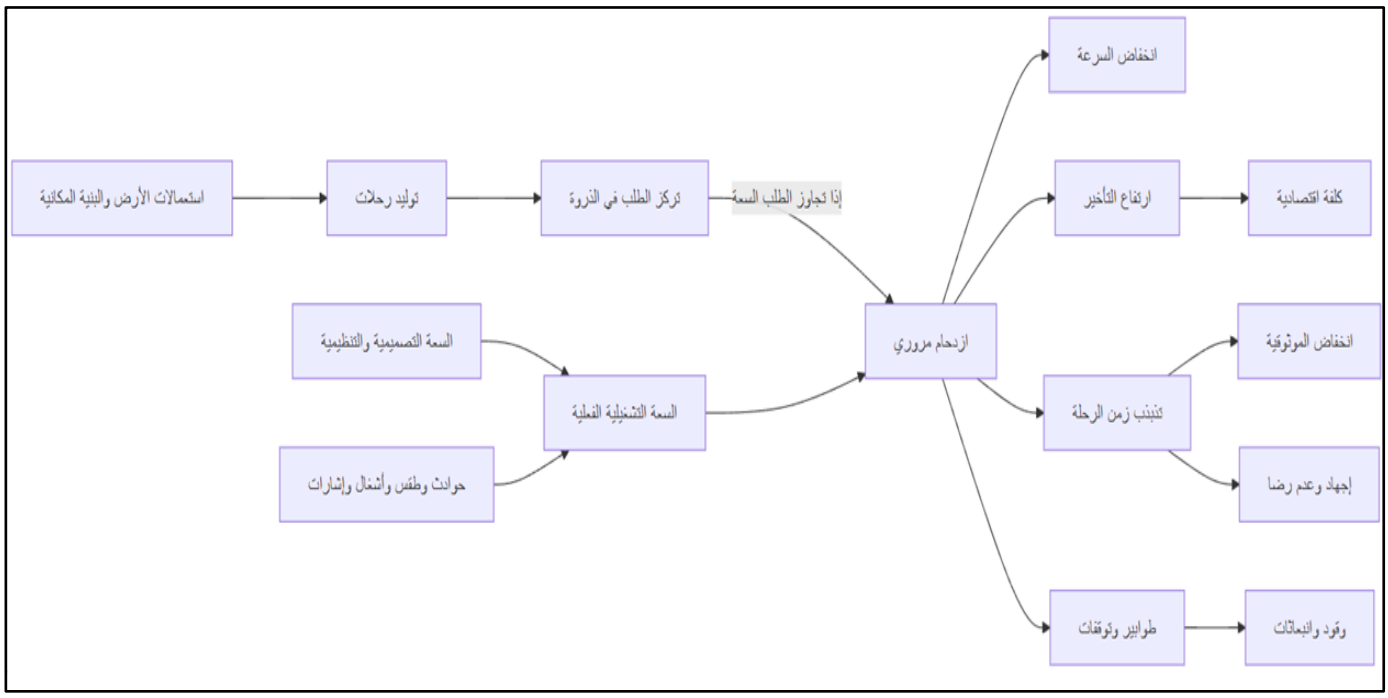
المبحث الأول: الازدحام المروري والمفاهيم المرتبطة به

- مفهوم الازدحام المروري .
- مفهوم مستوى الخدمة LOS
- مفهوم أنظمة النقل الذكية ITS

مفهوم الازدحام المروري

يمثل **الازدحام المروري** وصفا لاختلال زماني ومكاني بين كثافة حركة المركبات وبين قدرة الشبكة على استيعابها مع مقدار المحافظة على سرعة مقبولة وموثوقية معقولة للوصول. ومن ثمّ فالتعريف الذي يختصر الازدحام بانه وقوف تام أو الاختناق الكامل تعريف غير مكتمل؛ لأن البطء الشديد، وتزايد التأخير، وفقدان القدرة على التنبؤ بزمن الرحلة، كلها أشكال وظيفية للازدحام حتى قبل الوصول إلى حالة الانهيار الكامل للحركة. ولهذا فالتعريف الأكثر دقة هو حين الجمع بين البعد الهندسي والبعد النسبي، أي بين اقتراب الطلب من السعة من جهة، وتوقعات المستخدمين تجاه أداء الشبكة من جهة أخرى[١]

إن الازدحام لا ينشأ من عامل واحد، بل من تفاعل مجموعتين من العوامل: الأولى هي الطلب، أي عدد الرحلات وتوقيتها واتجاهاتها وأنماطها اليومية والأسبوعية، والثانية هي السعة، لا بوصفها قيمة تصميمية ثابتة فقط، بل كسعة تشغيلية متحركة تتأثر بعدد الحارات، والإشارات، والسلوك القيادي، والحوادث، والأعمال، والطقس. شكل رقم (١) لهذا يتم التميز بين الازدحام المتكرر المرتبط بذروات التنقل اليومية، ويظهر أساسًا حين يتجاوز المرور السعة التصميمية في ذروتي الصباح والمساء. اما الازدحام غير المتكرر فهو مرتبط بالحوادث أو الأعمال أو الطقس أو الحدث الخاص. وبذلك يمكن القول أن مصادر الازدحام يمكن جمعها في ثلاث فئات كبرى: أحداث مؤثرة في السير، وتذبذبات الطلب، وخصائص الطريق المادية والتنظيمية.[٢]



شكل (١) عناصر نشأة الازدحام المروري

المصدر: الباحث بالاعتماد على European Conference of Ministers of Transport, Managing urban traffic congestion. OECD Publishing, (2007), P27 doi:10.1787/9789282101506-en.; FHWA, (2005, "What Is Congestion?", paras. 1–2.

Federal Highway Administration. Traffic congestion and reliability: Trends and advanced strategies for congestion mitigation. U.S. Department of Transportation, "Background: The Seven Sources of Congestion", paras. (2005). P2-1

أما من حيث الآثار، فالازدحام المروري يرتب ثلاث من النتائج، أولها اقتصادية تتمثل في زيادة زمن الرحلة والتأخير، واضطرار الأفراد والمنشآت إلى إضافة احتياطات زمنية تفادياً لعدم اليقين، بما يخفض الكفاءة الإنتاجية اليومية ويقيد الوصول إلى مواقع العمل والأنشطة والخدمات، لأن المدن العالية الإنتاجية تعتمد على إمكانية الوصول الكفؤ إلى الوظائف والأسواق والعمالة. وثانيها نتائج اجتماعية/سلوكية تتعلق بالإجهاد والتوتر وضعف الرضا عن الرحلة، اذ أن عدم قابلية التنبؤ بزمن الرحلة يرفع التوتر أكثر من البطء المتوقع. وثالثها نتائج بيئية تتمثل في الزيادة الإضافية لاستهلاك الوقود والانبعاثات الملوثة والغازات الدفيئة تحت شروط السير المتقطع والتسارع والتباطؤ المتكررين [3].

ويتجاوز أثر الازدحام مستوى الحركة إلى **مفهوم الوصولAccessibility** ، وهو مفهوم مهم في جغرافية النقل. فالمشكلة ليست أن المركبات تتحرك أبطأ فحسب، بل أن فرص وصول الناس الى الوظائف والخدمات والأسواق تصبح أكثر استهلاك للوقت وأقل يقين؛ ولهذا فأن تقييم أثر الازدحام ينبغي أن يتم في ضوء ما يحدّه من الوصول، لا في ضوء خسارة السرعة وحدها. فالسؤال الأهم هنا هو: ما الذي لا يتم إنجازه بفعل الازدحام؟ وليس فقط: ما مقدار خسارة الوقت مقارنة بسرعة السير الاعتيادية؟

ومن هذا المنطلق، ترتبط مشكلة الازدحام ارتباطًا وثيقًا بـ استعمالات الأرض والبنية الوظيفية للمدينة. فالرحلات لا تبدأ من الطريق، بل من التوزيع المكاني للسكن والعمل والتعليم والتجارة والخدمات. أن هذه الاستعمالات والأنشطة هي التي تولد الرحلات وأن مواقعها تؤثر في الوجهة والتوقيت، ولذلك فإن التخطيط الحضري القادر على التأثير في أماكن الأنشطة وكثافاتها وأشكال نموها يمكنه تخفيض المرور على الشوارع والطرق والمساهمة في إدارة الازدحام .

ولذلك فإن فهم الازدحام في الشوارع الشريانية الحضرية يجب أن يربط بين الدور الوظيفي للشارع وبين المجال العمراني الذي يخدمه. فالشارع الشرياني ليس قناة حركة محايدة، بل هو محور يربط استعمالات الارض ذات الكثافات مختلفة، وتتحرك فيه الرحلات المتجهة إلى مراكز العمل والخدمات والأسواق والمرافق التعليمية والصحية، وهو يتأثر بعدد التقاطعات، وساحات الوقوف الجانبية، والتداخل مع ممرات المشاة والنقل العام وغيرها [4].

اما بخصوص مؤشرات قياس الازدحام المروري فلا يتم الاعتماد على مؤشر واحد فقط، بل يتم استخدام مجموعة من المؤشرات التي تقيس جوانب مختلفة من أداء الشبكة المرورية. فبعض المؤشرات تركز على السرعة المرورية من خلال مقارنة السرعة الفعلية للمركبات بالسرعة المرجعية أو المتوقعة للطريق، بينما تركز مؤشرات أخرى على التأخير الزمني الذي يتعرض له السائقون أثناء الرحلة. كما تُستخدم مؤشرات نسبة الحجم المروري إلى السعة (V/C Ratio) لقياس مدى اقتراب الطريق من حدوده التشغيلية القصوى.

وفي السنوات الأخيرة ازداد الاهتمام بمؤشرات أكثر تطوراً تُعنى بـ موثوقية زمن الرحلة (Travel Time Reliability)، أي مدى قدرة المسافر على التنبؤ بالوقت الذي تستغرقه رحلته. ومن أهم هذه المؤشرات:

مؤشر زمن التخطيط(Planning Time Index – PTI) ، الذي يحدد مقدار الوقت الإضافي الذي يجب أن يخصصه المسافر لضمان وصوله في الموعد المحدد.

مؤشر الاحتياط الزمني(Buffer Index – BI) ، الذي يقيس نسبة الوقت الاحتياطي الذي ينبغي إضافته إلى متوسط زمن الرحلة لمواجهة التقلبات والظروف غير المتوقعة في الحركة المرورية.

أن الاعتماد على السرعة الحرة (Free–Flow Speed) بوصفها مرجعاً وحيداً لتقييم الازدحام قد يؤدي إلى نتائج مضللة في البيئات الحضرية المكتظة، لأن الوصول إلى السرعة الحرة خلال ساعات الذروة يُعد أمراً غير واقعي في معظم المدن الكبيرة. لذلك أصبح التركيز ليس فقط على سرعة الحركة المرورية، وإنما أيضاً على درجة استقرارها وإمكانية التنبؤ بزمن الرحلة، باعتبار أن المستخدمين يهتمون بالوصول في الوقت المتوقع أكثر من اهتمامهم بتحقيق أعلى سرعة ممكنة [5].

مفهوم مستوى الخدمة LOS

في إطار تقييم أداء الشبكات المرورية، يُعد **مستوى الخدمة (Level of Service – LOS)** من أكثر الأدوات استخداماً لتحويل النتائج التشغيلية الكمية إلى توصيف نوعي يعبّر عن مستوى جودة الحركة المرورية وسهولة التنقل على الطريق. أن مستوى الخدمة لا يمثل مؤشراً مستقلاً بذاته، بل هو متكون من مجموعة من المتغيرات التشغيلية التي تصف أداء المرفق المروري، مثل السرعة، والتأخير، وكثافة الحركة، وزمن الرحلة، ونسبة الحجم المروري إلى السعة، وغيرها من المؤشرات المرتبطة بطبيعة المرفق. ولذلك فإن تقييم الأداء المروري المعاصر لم يعد يعتمد على LOS وحده، بل يستند إلى حزمة متكاملة من المؤشرات الكمية التي تعطي فهماً أكثر دقة لواقع الحركة المرورية.

وفي هذا السياق، يظل دليل سعة الطرق السريعة (Highway Capacity Manual – HCM) المرجع الفني الأكثر اعتماداً في تحليل السعة المرورية ومستويات الخدمة، إلا أن التطبيق الأكثر دقة يتطلب عدم الاكتفاء بالتصنيف النوعي لمستويات الخدمة، بل أيضاً الاستناد إلى المؤشرات التشغيلية القابلة للقياس والمقارنة، ولا سيما التأخير، والسرعة، وزمن الرحلة، وموثوقية زمن الرحلة، ونسبة الحجم إلى السعة، لأنها تمثل الأساس الكمي الذي تُبنى عليه أحكام مستوى الخدمة وتقييم كفاءة المرافق المرورية[٦]

لذا فالإدارة الفعالة تتطلب حزمة سياسات متكاملة تشمل: تحسين إدارة الحوادث، وتنسيق الأشغال، وإدارة المداخل والمواقف، وتسعير الدخول المروري للشوارع في بعض البيئات، وتقوية النقل العام، ومواءمة التخطيط مع النقل، وتبني سياسات تقلل الطلب أو تعيد توزيعه زمنيًا ومكانيًا .

مفهوم أنظمة النقل الذكيةITS

وفي هذا الإطار تبرز **الأنظمة الذكية للنقل ITS** بوصفها أدوات تنفيذية وتشغيلية تُحوّل إدارة الازدحام من استجابة متأخرة إلى إدارة استباقية قائمة على البيانات. ان نظام النقل الذكي هو نظام يزيد ويحسن في سلامة النقل والحركة ويخفف الأثر البيئي ويعزز من الانتاجية بالتكامل بين وسائل الاتصالات المتقدمة التي تعتمد على المعلوماتية والتقنيات الالكترونية في بنى تحتية المركبات والنقل [٧]

تؤثر أنظمة النقل الذكي على اداء نظام النقل بستة اهداف رئيسية هي السلامة المرورية، والتنقل، والكفاءة والإنتاجية والطاقة والبيئة ورضا المستخدمين وتقاس سلامة المرورية عن طريق التغيرات في معدل الحوادث وسرعة المركبات والتصادم مروري والمخالفات المرورية، ويتم قياس التحسن في النقل عن طريق وقت الرحلة تقليل التأخير وكلفة الرحلة ووقت الوصول، وإيجاد والكفاءة من طريق ادارة افضل المرافق النقل لاستيعاب الطلب الاضافي وتتمثل عادة عن طريق زيادة لسعة او المستوى الخدمة ضمن الشبكة الحالية، وانظمة النقل [٨]

ان من اهم فوائد تصنيف أنظمة النقل الذكية على الشبكة الطرق:

– تساعد أنظمة إدارة الطرق الحرة على تقليل الحوادث بنسبة تصل حوالي (٤٠٪) وزيادة السعة المرورية وخفض من وقت الرحلة الكلية بنسبة تصل (٦٠٪)

– تساعد أنظمة إدارة الطرق الشريانية على تقليل تأخير الرحلات بين (٥–٤٠ %) مع تطبيق أنظمة التحكم المتقدمة ونشر بيانات المسافر.

– تقلل انظمة الدارة الشحن كلفة شركات السيارات نسبة (٣٥%) مع تطبيق شبكات وانظمة معلومات المركبات التجارية.

– تعمل انظمة ادارة النقل على تقليل وقت الرحلة بنسبة تصل (٥٠٪) وزيادة الدقة بنسبة (٣٥٪) بتطبيق نظام تحديد مواقع السيارات واولوية الاشارة المرورية.

– احتمال أن تقلل انظمة ادارة الحوادث لوقوع الحوادث بنسبة تصل (٤٠٪) وتوفر الدعم لنشاط قسم النقل.

– تحسين سلامة النقل البري وذلك بتطبيق مجموعة متكاملة من الإجراءات الهادفة لرفع مستوى السلامة وتقليل عدد الوفيات والإصابات وحجم الخسائر الاقتصادية والاجتماعية التي تسببها الحوادث[٩]

اما مكونات نظام النقل الذكي: –

١– مركز ادارة المرور

٢– –الحصول على البيانات، ومن أهم أدوات الحصول على البيانات

أ – اجهزه الاستشعار ب– معرفات السيارات الالي ج – **GPS** د. نظام التعداد الاوتوماتيكي هـ – البطاقات الذكية و – نظام تحديد المكان عن طريق الترددات الراديوية ز– نظم التخطيط الزمني ج – نظم المعلومات (الجغرافية)

٣– أدوات الاتصال ٤– تحليل البيانات ٥– معلومات المسافر[١٠]

وبخصوص مجالات تطبيق انظمة النقل الذكية – :

١ –الطلب على النقل ٢– مركبات الطوارئ ٣– المرور ٤ – موافق السيارات ٥– تقليل مستوى التلوث ٦– الفحص الآلي للسلامة ٧– خدمات التحصيل الالكتروني للرسوم [11]

مستويات نظام النقل الذكية

يوضع نظام النقل الذكي في المستويات الاتية.

١– مستوى المركبة ٢ – مستوى البنى التحتية ٣ – المستوى التعاوني التشاركي [١٢]

لنظام النقل الذكي انظمة ثانوية وكالتالي:

١ –أنظمة متقدمة لإدارة المرور ٢– أنظمة معلومات المسافرين المتقدم ٣– انظمة السيطرة على المركبات المتقدم ٤– تشغيل المركبات التجارية ٥ – انظمة النقل العام المتقدم ٦– انظمة النقل الريفي المتقدم [١٣]

المبحث الثاني: التوزيع الجغرافي للشوارع الشريانية الرئيسة في مدينة الديوانية ودورها الوظيفي

شارع بغداد: استعمالات الأرض ومولدات الحركة الرئيسة

يُعد شارع بغداد أحد أهم الشوارع الشريانية الرئيسة في مدينة الديوانية، ويتكون من ممرين بثلاث مسارات بعرض (٩) م لكل ممر مع وجود جزرة وسطية يتراوح عرضها (٤)م، وهو يمتد من فلكة الساعة في مركز المدينة باتجاه فلكة الجامعة ومنها إلى ناحية السنية، ماراً بعدد من الأحياء السكنية والمناطق الخدمية والتعليمية. والشارع يمر عبر مجموعة متنوعة من استعمالات الأرض التي تسهم بصورة مباشرة في توليد الحركة المرورية اليومية.

وتتوزع استعمالات الأرض على طول الشارع بين الاستعمالات التعليمية والصحية والإدارية والقضائية والتجارية والدينية والرياضية والسكنية جدول رقم (١). ويلاحظ أن القطاع التعليمي يمثل الاستعمال الأكثر بروزاً، لوجود جامعة القادسية بعدة كليات ومرافقها التعليمية والرياضية والثقافية، فضلاً عن المدارس والمؤسسات التعليمية الأخرى. كما تظهر على امتداد الشارع مؤسسات صحية مثل المستشفى الأهلي والصيدليات، ومؤسسات إدارية وخدمية مثل مديرية مجاري الديوانية، ومديرية الماء إلى جانب المحكمة والمنشآت الحكومية الأخرى.

كما يضم الشارع مجموعة من الأنشطة التجارية والخدمية المتمثلة بالمطاعم والفنادق ومحال التسوق والخدمات اليومية، فضلاً عن عدد من الجوامع والحسينيات والمرافق الرياضية. ويحيط بهذه الأنشطة عدد من الأحياء السكنية المهمة مثل حي الجزائر وحي المعلمين وحي الجامعة ودور الأساتذة، مما يؤدي إلى تداخل الرحلات السكنية مع الرحلات التعليمية والإدارية والتجارية على المحور نفسه.

ويؤدي هذا التنوع الوظيفي إلى جعل شارع بغداد واحداً من أكثر المحاور جذباً للحركة المرورية في مدينة الديوانية، إذ تتجمع عليه رحلات الطلبة والموظفين والمراجعين والمتسوقين والمستخدمين اليوميين للطريق، إضافة إلى الحركة الإقليمية المتجهة نحو ناحية السنية والمحافظات المجاورة. فقد وصل الحجم المروري(vph) اليومي في ساعة الذروة الصباحية (١٩٢٢) مركبه/ساعة باتجاه الداخل وهو الي (١٨٧٣) مركبة/ ساعة باتجاه الخارج – أثناء الدورة الثانية بعد الظهر فقد كانت (١٦٧٨) مركبة باتجاه المركز و (١٧٠٨) مركبة اتجاه الخارج، جدول رقم (٢).

جدول (١) تصنيف استعمالات الأرض ومولدات الحركة الرئيسة على امتداد شارع بغداد

نوع الاستعمال	نماذج من مولدات الحركة الرئيسة	نوع الحركة المتولدة	مستوى التأثير
تعليمية	جامعة القادسية، كلية الهندسة، كلية الإدارة والاقتصاد، كلية الآثار،	طلبة، تدريسيون،	عالية جداً
صحية	المستشفى الأهلي، الإسعاف الفوري، الصيدليات	مراجعين، كوادر صحية	عالية
إدارية وخدمية	مديرية مجاري الديوانية، مديرية ماء الديوانية، مديرية بيئة الديوانية	موظفون ومراجعون	متوسطة–عالية
قضائية	محكمة الديوانية الجديدة	مراجعين ومحامين	عالية
تجارية	المطاعم، الفنادق، المجمعات التجارية، محلات التسوق	متسوقون وزبائن	متوسطة
دينية	الجوامع والحسينيات والمواكب	مصلون وزوار	منخفضة
رياضية	ملعب الديوانية، ملاعب الجامعة والمنشآت الرياضية	طلبة ومستخدمون	متوسطة
سكنية	حي الجزائر، حي المعلمين، حي الجامعة، دور الأساتذة	رحلات يومية للسكان	عالية
نقل وبنية	محطة الوقود، العقد المرورية الرئيسة (فلكة الساعة، فلكة الجدارية،	حركة عبور وخدمة	عالية

المصدر: الدراسة الميدانية

جدول (٢) الحجم المروري للشوارع الشريانية الرئيسية في مدنية الديوانية لسنة ٢٠٢٥

ت	الشارع		الوقت	VPH ساعة /مركبة
١	شارع بغداد	الدخول	٧:٣٠ – ٨:٣٠	١٩٢٢
			١:٣٠- ٢:٣٠	١٦٨٧
		الخروج	٧:٣٠ – ٨:٣٠	١٨٧٣
			١:٣٠- ٢:٣٠	١٦٥٤
٢	شارع الديوانية النجف	الدخول	٧:٣٠ – ٨:٣٠	١٨٦٤
			١:٣٠- ٢:٣٠	١٥٧٦
		الخروج	٧:٣٠ – ٨:٣٠	١٧٣٥
			١:٣٠- ٢:٣٠	١٦٥١
٣	شارع نيبور	الدخول	٧:٣٠ – ٨:٣٠	١٤١٣
			١:٣٠- ٢:٣٠	١٣٥٦

		الخروج	٧:٣٠ – ٨:٣٠	١٥٩٤
			١:٣٠- ٢:٣٠	١٤٧٥
٤	شارع الديوانية عفك	الدخول	٧:٣٠ – ٨:٣٠	١٨٥٤
			١:٣٠- ٢:٣٠	١٣٧٦
		الخروج	٧:٣٠ – ٨:٣٠	١٥٤٤
			١:٣٠- ٢:٣٠	١٤٥٢
٥	شارع الحولي	من فلكة الجامعة الى حي الفرات	٧:٣٠ – ٨:٣٠	١٨٩٤
			١:٣٠- ٢:٣٠	١٧٨٥
		من حي الفرات الى فكلة الجامعة	٧:٣٠ – ٨:٣٠	١٩٤٥
			١:٣٠- ٢:٣٠	١٨٧٣
٦	شارع الزيتون (الحمزة السياحي)	الدخول	٧:٣٠ – ٨:٣٠	١٥٣٢
			١:٣٠- ٢:٣٠	١٢٧٤
		الخروج	٧:٣٠ – ٨:٣٠	١٣٤١
			١:٣٠- ٢:٣٠	١٢٩٣

المصدر: الدراسة الميدانية

شارع الديوانية – النجف: استعمالات الأرض ومولدات الحركة الرئيسة

يُعد شارع مدخل الديوانية–النجف أحد أهم الشوارع الشريانية ذات البعد الإقليمي في مدينة الديوانية، ويتكون من ممرين بثلاث مسارات لكل اتجاه وبعرض (٩) امتار ويبلغ طوله (٥٠٤٩) م مع وجود جزره وسطية بعرض (٣) أمتار. وهو يبدأ من منطقة التقاء شارع المحافظة مع مدخل طريق الديوانية–النجف ويتجه نحو الغرب باتجاه محافظة النجف الأشرف. ويتميز الشارع بوظيفته المزدوجة، إذ يجمع بين خدمة الحركة الحضرية داخل مدينة الديوانية والحركة الإقليمية المتجهة نحو المحافظات المجاورة.

يمتد الشارع عبر نطاقات عمرانية مختلفة تبدأ بالنطاق الحضري الكثيف داخل المدينة، ثم تمر بمناطق انتقالية تتداخل فيها الاستعمالات السكنية والتجارية والخدمية، قبل أن تتراجع الكثافة العمرانية تدريجياً باتجاه الأطراف. ويلاحظ انتشار الأحياء السكنية على جانبي الطريق مع ظهور أنشطة تجارية وخدمية شريطية على واجهته، وهي سمة شائعة للمداخل الرئيسة للمدن.

كما يتميز الشارع بوجود عدد من عناصر البنية التحتية للنقل ذات الأهمية الإقليمية، وفي مقدمتها محطة قطار الديوانية الواقعة على خط بغداد–البصرة، فضلاً عن ارتباطه بطريق الديوانية–السماوة، الأمر الذي يعزز دوره بوصفه محوراً للنقل الإقليمي ونقطة التقاء بين أنماط النقل المختلفة. كما تظهر على امتداد الشارع

عقد مرورية رئيسة وتقاطعات متعددة تسهم في توزيع الحركة بين الأحياء السكنية والمحاور الرئيسة الأخرى داخل المدينة.

ويؤدي هذا التنوع في استعمالات الأرض إلى توليد أنماط مختلفة من الحركة المرورية جدول رقم (٣) تشمل الرحلات السكنية اليومية، والحركة التجارية والخدمية، وحركة المسافرين في حركة العبور الإقليمية المتجهة نحو محافظة النجف والمحافظات الجنوبية الأخرى. وقد انعكس ذلك على حجم المرور المسجل خلال الدراسة، إذ بلغ الحجم المروري خلال الذروة الصباحية (١٨٦٤) مركبة/ساعة باتجاه الداخل و(١٧٥٣) مركبة/ساعة باتجاه الخارج جدول رقم (٢)، مما يؤكد أهمية الشارع بوصفه أحد المحاور الرئيسة للحركة الإقليمية والحضرية في مدينة الديوانية.

جدول (٣) تصنيف استعمالات الأرض ومولدات الحركة الرئيسة على امتداد شارع الديوانية – النجف

نوع الاستعمال	نماذج من مولدات الحركة الرئيسة	نوع الحركة المتولدة	مستوى التأثير المروري
سكنية	الأحياء السكنية الواقعة على جانبي الطريق	رحلات السكان اليومية	عالية
تجارية وخدمية	الأنشطة التجارية والخدمية الشريطية على واجهة الطريق	متسوقون وزبائن وخدمات	متوسطة–عالية
نقل وبنية تحتية	محطة قطار الديوانية، طريق الديوانية–السماوة، التقاطعات الرئيسة	مسافرون وحركة عبور	عالية جداً
أراضٍ مفتوحة وتوسع عمراني	الأراضي غير المطورة على أطراف المحور	حركة تطوير عمراني مستقبلية	متوسطة
استعمالات مختلطة	المناطق الانتقالية بين المركز الحضري والأطراف	حركة محلية متنوعة	متوسطة
خدمات عامة	مرافق وخدمات حضرية متفرقة على امتداد المحور	مراجعين ومستخدمين	متوسطة

المصدر: الدراسة الميدانية

شارع نيبور: استعمالات الأرض ومولدات الحركة الرئيسة

يُعد شارع نيبور أحد الشوارع الشريانية الرئيسة في مدينة الديوانية، إذ يبدأ من منطقة فلكة النافورة ويمتد باتجاه الشمال مروراً بشارع النهر وفلكة الحجرية وفلكة النسور وصولاً إلى الطريق الحولي ضمن حدود التصميم الأساس للمدينة. ويتميز الشارع بكونه محوراً حضرياً مهماً يربط مركز المدينة بالأحياء الشمالية والمنافذ المؤدية إلى ناحية الدغارة والطريق السريع، مما يمنحه أهمية وظيفية كبيرة ضمن شبكة النقل الحضرية والإقليمية. يتألف من ممرين الثلاث مسارات لكل اتجاه وبعرض (٩) أمتار لكل ممر وبلغ طولة (٣٠٧٦) مع وجود د جزرة وسطيه بعرض (٤) م.

يخترق الشارع نسيجاً عمرانياً كثيفاً يتسم بارتفاع الكثافة السكانية وتنوع استعمالات الأرض على امتداده، جدول رقم (٤) وتنتشر على جانبيه الأحياء السكنية، في حين تتمركز الأنشطة التجارية والخدمية على واجهته الرئيسة مستفيدة من حجم الحركة المرتفع وسهولة الوصول، كما يضم الشارع مجموعة من المؤسسات الدينية والصحية والتعليمية التي تمثل مولدات رئيسة للحركة المرورية اليومية.

ومن أبرز الاستعمالات المؤثرة على الشارع مرقد الإمام أبي الفضل (ع)، والمستشفى، وكلية الطب، فضلاً عن الأنشطة التجارية والخدمية المتنوعة المنتشرة على امتداده. وتؤدي هذه المؤسسات دوراً مهماً في جذب الرحلات اليومية المرتبطة بالزيارة والعلاج والتعليم والعمل والتسوق، الأمر الذي يجعل الحركة المرورية على الشارع مستمرة خلال معظم ساعات اليوم، ولا تقتصر على ساعات الذروة التقليدية فقط.

كما يؤدي الشارع وظيفة إقليمية مهمة من خلال ربط مدينة الديوانية بالمناطق الشمالية ولاسيما ناحية الدغارة والطريق السريع، الأمر الذي يؤدي إلى تداخل الحركة المحلية بالحركة العابرة والإقليمية على المحور نفسه. وقد انعكس ذلك على حجم المرور المرتفع المسجل خلال الدراسة، إذ يُعد من أكثر الشوارع استيعاباً للحركة المرورية داخل المدينة نتيجة تنوع استعمالات الأرض وتعدد مولدات الحركة الواقعة على امتداده.

جدول (٤) تصنيف استعمالات الأرض ومولدات الحركة الرئيسة على امتداد شارع نيبور

نوع الاستعمال	نماذج من مولدات الحركة الرئيسة	نوع الحركة المتولدة	مستوى التأثير المروري
سكنية	الأحياء السكنية الواقعة على جانبي الشارع	رحلات السكان اليومية	عالية
تجارية وخدمية	المحال التجارية والخدمات المنتشرة على المحور	متسوقون وزبائن ومراجعون	عالية
تعليمية	كلية الطب والمؤسسات التعليمية المجاورة	طلبة وتدريسيون وموظفون	عالية
صحية	المستشفى والمؤسسات الصحية	مراجعين وكوادر صحية	عالية جداً
دينية	مرقد الإمام أبي الفضل (ع) والجوامع والحسينيات	زوار ومصلون	عالية
نقل وبنية تحتية	الفلكات الرئيسة والتقاطعات والطريق الحولي	حركة عبور وتوزيع حركة	عالية
مساحات مفتوحة وخضراء	المساحات المفتوحة المحدودة ضمن المحور	استخدامات محلية	منخفضة

المصدر: الدراسة الميدانية

شارع الديوانية–عفك: استعمالات الأرض ومولدات الحركة الرئيسة

يُعد شارع مدخل الديوانية–عفك أحد الشوارع الشريانية الرئيسة في مدينة الديوانية، إذ يمتد من منطقة فلكة عبد الكريم قاسم باتجاه الشرق والشمال الشرقي وصولاً إلى المدخل المؤدي نحو قضاء عفك. ويؤدي الشارع دوراً مهماً في ربط الأحياء السكنية الشرقية بمركز المدينة، فضلاً عن وظيفته الإقليمية في ربط مدينة الديوانية بالمناطق الواقعة باتجاه عفك. يتكون الشارع من ممرين بمسارين لكل اتجاه وبعرض (٦) امتار لكل ممر ووجود جزره وسطية بلغ طوله (٤١٥٠) متر ضمن حدود منطقه الدراسة. يمر الشارع عبر نطاق عمراني ذي كثافة سكنية مرتفعة نسبياً، إذ تنتشر على جانبيه الأحياء السكنية بصورة واضحة، مع ظهور نمط من الأنشطة التجارية والخدمية الشريطية الممتدة على طول المحور الرئيس جدول رقم (٥). كما يتخلل الشارع عدد من العقد المرورية المهمة المتمثلة بالفلكات والتقاطعات الرئيسة التي تؤدي دوراً محورياً في توزيع الحركة بين الأحياء السكنية والشوارع الثانوية.

ويلاحظ أن الاستعمال السكني يمثل العنصر المهيمن على جانبي الشارع، في حين تتركز الأنشطة التجارية والخدمية عند الفلكات والتقاطعات الرئيسة وعلى واجهات الطريق، الأمر الذي يؤدي إلى توليد حجم كبير من الرحلات اليومية المرتبطة بالسكن والتسوق والخدمات المحلية. كما يسهم ارتباط الشارع بالمناطق الواقعة شرق المدينة وبقضاء عفك في إضافة حركة عبور إقليمية إلى الحركة المحلية، مما يزيد من أحجام المرور المسجلة على المحور.

وتنعكس هذه الخصائص الوظيفية على الأداء المروري للشارع، إذ بلغ الحجم المروري خلال الذروة الصباحية (١٨٥٦) مركبة/ساعة باتجاه الداخل و(١٥٤٤) مركبة/ساعة باتجاه الخارج جدول رقم (٢)، وهو ما يشير إلى أهمية الشارع بوصفه محوراً جامعاً للحركة السكنية والتجارية والإقليمية ضمن الجزء الشرقي من مدينة الديوانية.

جدول (٥) تصنيف استعمالات الأرض ومولدات الحركة الرئيسة على امتداد شارع الديوانية–عفك

فئة الاستعمال	نماذج من مولدات الحركة الرئيسة	نوع الحركة المتولدة	مستوى التأثير المروري
سكنية	الأحياء السكنية المحيطة بالشارع	رحلات السكان اليومية	عالية جداً
تجارية وخدمية	المحال والأسواق والخدمات الممتدة على الواجهة التجارية	متسوقون وزبائن	عالية
نقل وبنية تحتية	فلكة عبد الكريم قاسم، فلكة النهضة، فلكة سوق أبو شميخ، فلكة النجاح	حركة توزيع وعبور	عالية
خدمات محلية	خدمات الأحياء والمؤسسات الخدمية المتفرقة	مراجعين ومستخدمين	متوسطة
أراضٍ مفتوحة وتوسع عمراني	مناطق مفتوحة في الأطراف الخارجية للمحور	حركة تطوير عمراني مستقبلية	متوسطة
استعمالات مختلطة	مناطق تجمع بين السكن والخدمات التجارية	حركة محلية متنوعة	عالية

المصدر: الدراسة الميدانية

شارع الزيتون (الحمزة السياحي): استعمالات الأرض ومولدات الحركة الرئيسة

يُعد شارع الزيتون، او ما يسمى (بطريق الحمزة السياحي) أحد المحاور الشريانية المهمة في الجزء الجنوبي من مدينة الديوانية. ويبدأ الشارع من فلكة الشهيد ثائر كريم ويتجه جنوباً باتجاه طريق الحمزة، مؤدياً دوراً مهماً في ربط الأحياء الجنوبية بمركز المدينة من جهة، وربط مدينة الديوانية بالمناطق الواقعة باتجاه قضاء الحمزة الشرقي من جهة أخرى.

يمتد الشارع عبر نطاقات عمرانية يغلب عليها الاستعمال السكني، حيث تنتشر الأحياء السكنية على جانبيه بصورة واضحة، في حين تتركز الأنشطة التجارية والخدمية بصورة خطية على واجهة الطريق الرئيس. كما يلاحظ وجود عدد من التقاطعات التي تربط الشارع بالشبكات المحلية للأحياء السكنية، مما يجعله محوراً مهماً لتجميع الحركة اليومية القادمة من المناطق الجنوبية للمدينة.

ويتميز الشارع بوجود استعمالات خدمية وتجارية محلية مرتبطة باحتياجات السكان اليومية جدول رقم (٦)، فضلاً عن دوره في خدمة الحركة المتجهة نحو طريق الحمزة السياحي. ويؤدي هذا التنوع الوظيفي إلى توليد حركة مرورية ناتجة عن الرحلات السكنية والخدمية وحركة العبور الإقليمية، ولاسيما خلال فترات الذروة الصباحية والمسائية.

وقد انعكس ذلك على حجم المرور المسجل خلال الدراسة، إذ بلغ الحجم المروري خلال الذروة الصباحية (١٥٣٢) مركبة/ساعة باتجاه مركز المدينة و(١٣٤١) مركبة/ساعة باتجاه الخارج جدول رقم (٢) مما يشير إلى أهمية الشارع في خدمة الحركة اليومية للسكان وربط الجزء الجنوبي من المدينة بالمركز الحضري.

جدول (٦) تصنيف استعمالات الأرض ومولدات الحركة الرئيسة على امتداد شارع الزيتون (الحمزة السياحي)

نوع الاستعمال	نماذج من مولدات الحركة الرئيسة	نوع الحركة المتولدة	مستوى التأثير المروري
سكنية	الأحياء السكنية الممتدة على جانبي الشارع	رحلات السكان اليومية	عالية جداً
تجارية وخدمية	المحال التجارية والخدمات المحلية	متسوقون وزبائن	عالية
نقل وبنية تحتية	الفلكات والتقاطعات الرئيسة والمحور المتجه نحو الحمزة	حركة عبور وربط	عالية
خدمات محلية	مؤسسات وخدمات الأحياء	مراجعين ومستخدمين	متوسطة
استعمالات مختلطة	مناطق تجمع بين السكن والتجارة	حركة محلية متنوعة	متوسطة–عالية
أراضٍ مفتوحة وتوسع عمراني	مناطق أطراف المدينة الجنوبية	حركة تطوير عمراني مستقبلية	متوسطة

المصدر: الدراسة الميدانية

الشارع الحولي: استعمالات الأرض ومولدات الحركة الرئيسة

يُعد الشارع الحولي أحد أهم المحاور الشريانية في مدينة الديوانية، إذ يبدأ من فلكة الجامعة على طريق الديوانية–السنية ويمتد باتجاه طريق الديوانية–الدغارة، مشكلاً حلقة ربط بين عدد من الشوارع الرئيسة والمحاور الإقليمية المؤدية إلى مداخل المدينة ومخارجها. ويتميز الشارع بوظيفته المرورية الخاصة المتمثلة في استيعاب الحركة العابرة وتوزيعها بين المحاور الشريانية المختلفة دون الحاجة إلى المرور عبر مركز المدينة.

ويمر الشارع عبر مناطق ذات كثافة عمرانية منخفضة نسبياً مقارنة بشوارع بغداد ونيبور ومدخل عفك، إذ تنتشر على امتداده مساحات مفتوحة وأراضٍ غير مطورة إلى جانب تجمعات عمرانية متفرقة جدول رقم (٧)، ويلاحظ أن الاستعمال السكني المباشر على جانبي الشارع أقل كثافة من الشوارع الأخرى، في حين تبرز أهمية الشارع من خلال اتصاله بعدد من المحاور الرئيسة التي تربط أجزاء المدينة المختلفة.

ويؤدي هذ الشارع دوراً محورياً في تحويل الحركة المرورية وتوزيعها بين مداخل المدينة المختلفة، ولاسيما الحركة المتجهة بين طريق السنية وطريق الدغارة والمحاور المرتبطة بالطريق الحولي نفسه. كما يسهم في تقليل الضغط المروري على مركز المدينة من خلال توفير مسار بديل للحركة العابرة والإقليمية.

وقد انعكست هذه الوظيفة على حجم المرور المسجل خلال الدراسة، إذ بلغ الحجم المروري خلال الذروة الصباحية (١٨٩٤) مركبة/ساعة باتجاه الذهاب و(١٩٤٥) مركبة/ساعة باتجاه الإياب جدول رقم (٢) وهي من أعلى الأحجام المرورية المسجلة بين الشوارع المدروسة، الأمر الذي يعكس أهمية الشارع بوصفه محوراً لتجميع وتوزيع الحركة المرورية على مستوى المدينة.

جدول (٧) تصنيف استعمالات الأرض ومولدات الحركة الرئيسة على امتداد الشارع الحولي

نوع الاستعمال	نماذج من مولدات الحركة الرئيسة	نوع الحركة المتولدة	مستوى التأثير المروري
نقل وبنية تحتية	الطريق الحولي، التقاطعات الرئيسة، محاور الربط الإقليمية	حركة عبور وتوزيع	عالية جداً
سكنية	تجمعات سكنية متفرقة على طول المحور	رحلات يومية محلية	متوسطة
أراضٍ مفتوحة	مساحات غير مطورة وأراضٍ فضاء	حركة محدودة حالياً	منخفضة
استعمالات مختلطة	خدمات وأنشطة متفرقة على امتداد الطريق	حركة محلية متنوعة	متوسطة
توسع عمراني مستقبلي	مناطق قابلة للنمو العمراني	حركة تنموية مستقبلية	متوسطة

المصدر: الدراسة الميدانية

المبحث الثالث: تحليل انسيابية الحركة المرورية ومستويات الخدمة وتطبيق أنظمة النقل الذكية في الشوارع الشريانية الرئيسة بمدينة الديوانية

أولا: الرصد الميداني لحركة المرور في الشوارع الشريانية وإمكانية تطبيق أنظمة النقل الذكية

اعتمدت الدراسة على منهجية الرصد المروري الميداني المباشر لقياس حجم الحركة المرورية في الشوارع الشريانية الرئيسة في مدينة الديوانية، بوصفها المحاور الأكثر استقطاباً للحركة اليومية والأكثر تأثيراً في كفاءة شبكة النقل الحضرية، وقد شمل الرصد ستة شوارع شريانية رئيسة مر ذكرها سابقا وهي تمثل أهم مداخل المدينة ومساراتها الرئيسة للحركة الحضرية والإقليمية، وهي تستوعب الجزء الأكبر من التدفقات المرورية المرتبطة بالأنشطة التعليمية والإدارية والتجارية والصحية والدينية والسكنية في المدينة .

واستندت الدراسة إلى أسلوب العد المروري الميداني(Traffic Count Survey) ، الذي يعد من أكثر الأساليب استخداماً في دراسات النقل الحضري لتحديد خصائص التدفق المروري وتقييم أداء الطرق والشوارع. وقد نُفذ الرصد خلال المدة الممتدة من ٢٠٢٥/١٠/٥ ولغاية ٢٠٢٥/١١/٢٥، وهي مدة كافية لتغطية أنماط الحركة الاعتيادية خلال أيام العمل الرسمية بعيداً عن الظروف الاستثنائية أو الموسمية التي قد تؤثر في حجم المرور .

ولغرض قياس أقصى مستويات الضغط المروري، تم اختيار فترتي الذروة الصباحية والمسائية اللتين تمثلان أعلى معدلات الطلب على النقل في مدينة الديوانية. وقد أجري الرصد خلال الفترة الصباحية من الساعة (٧:٣٠–٨:٣٠) صباحاً، وهي الفترة المتزامنة مع بدء الدوام الرسمي للمؤسسات الحكومية والجامعات والمدارس، في حين تم اختيار الفترة (١:٣٠–٢:٣٠) ظهراً لتمثل ذروة انتهاء الدوام وعودة الموظفين والطلبة إلى مناطق السكن. ويستند هذا الاختيار إلى أن ساعات الذروة تمثل الحالة الحرجة للشبكة المرورية، وبالتالي فهي الأكثر ملاءمة لتقييم مستوى الخدمة وكفاءة البنية التحتية للنقل .

واعتمدت الدراسة مؤشر حجم المرور الساعي (Vehicles Per Hour – VPH) بوصفه المؤشر الأساس لقياس التدفق المروري، إذ يعبر عن عدد المركبات المارة بنقطة معينة خلال ساعة واحدة. ويُعد هذا المؤشر من المؤشرات الرئيسة المستخدمة في هندسة النقل وتحليل السعة المرورية، لأنه يمثل العلاقة المباشرة بين حجم الطلب على الطريق والطاقة الاستيعابية المتاحة له. ومن خلال هذا المؤشر يمكن تحديد درجة الضغط المروري ومقارنة أداء الشوارع المختلفة ضمن شبكة النقل الحضرية.

كما تم احتساب المتوسط السنوي لحجم المرور اليومي – (Annual Average Daily Traffic AADT)بالاعتماد على الحجم المروري الساعي التصميمي (DHV) ومعامل الذروة(K–Factor) ، الذي يمثل نسبة حركة ساعة الذروة إلى الحجم اليومي الكلي. واعتمدت الدراسة معامل الذروة (K = 0.14) لتمثيل العلاقة بين حجم حركة ساعة الذروة والحجم المروري اليومي، نظراً لطبيعة الشوارع الحضرية المدروسة التي تتسم بتركز الحركة المرورية خلال فترات الدوام الرسمي، وذلك وفق العلاقة الآتية:

$$AADT = DHV / K$$

بعد ذلك جرى استخراج مستوى الخدمة (LOS) باستخدام برنامج Highway Capacity Software (HCS 2010)، المعتمد على منهجية دليل السعة الأمريكي(Highway Capacity Manual) ، والذي يحدد درجة كفاءة التشغيل المروري ضمن ستة مستويات تتدرج من (A) إلى(F) ولغرض تحديد إمكانية تطبيق أنظمة النقل الذكية، تمت المقارنة بين نتائج الحجم المروري ومستويات الخدمة والمعايير المرجعية المعتمدة، والتي تتمثل في:

١- أن يتجاوز حجم المرور الساعي (VPH) قيمة (١١٠٠) مركبة/ساعة.

٢- أن يقع الطريق ضمن مستويات الخدمة (C) أو(D) ، وهي المستويات التي تبدأ عندها مؤشرات التدهور التشغيلي والازدحام المروري بالظهور. وعند تحقق هذين الشرطين يصبح الطريق مرشحاً لتطبيق أنظمة النقل الذكية بهدف تحسين انسيابية الحركة المرورية ورفع مستوى الخدمة دون الحاجة إلى توسعات إنشائية كبيرة في البنية التحتية.

ثانياً: التحليل المكاني للحجم المروري ومستويات الخدمة في الشوارع الشريانية الرئيسة

يكشف تحليل بيانات جدول (٨) عن وجود ضغط مروري مرتفع على جميع الشوارع الشريانية الرئيسة في مدينة الديوانية، إذ تجاوز الحجم المروري الساعي (VPH) في جميع مواقع الرصد الحد المرجعي البالغ (١١٠٠) مركبة/ساعة المعتمد في تقييم إمكانية تطبيق أنظمة النقل الذكية. كما أظهرت النتائج غياب مستويات الخدمة العليا (A)و (B) عن جميع الشوارع المدروسة، خريطة رقم (٢) واقتصار الأداء التشغيلي على مستويي الخدمة (C) و(D)، وهو ما يشير إلى أن شبكة الشوارع الشريانية تعمل تحت ظروف تشغيلية متوسطة إلى متدنية خلال ساعات الذروة.

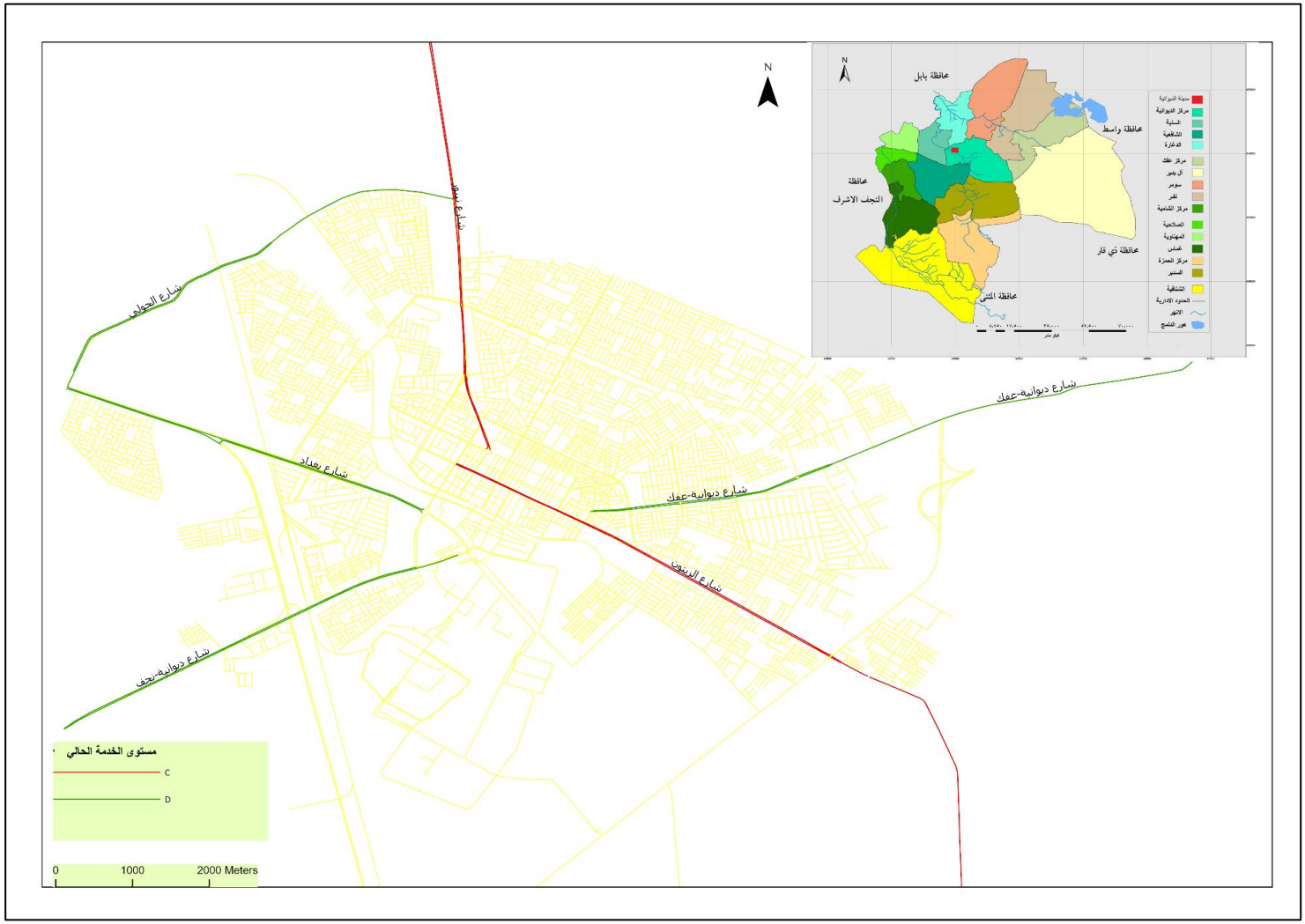
وتبين النتائج أن أعلى الأحجام المرورية سُجلت في الشارع الحولي، إذ بلغ الحجم المروري (١٩٤٥) مركبة/ساعة في اتجاه فلكة الجامعة خلال الذروة الصباحية، يليه شارع بغداد بحجم مروري بلغ (١٩٢٢) مركبة/ساعة باتجاه الدخول إلى المدينة. ويعكس ذلك الدور الوظيفي

جدول (٨) الحجم المروري ومستويات الخدمة في الشوارع الشريانية الرئيسة

ت	الشارع		الوقت	VPH ساعة /مركبة	LOS	AADT	المؤشرات المعتمدة
1	شارع بغداد	الدخول للديوانية	8:30 – 7:30	1922	D	16017	Los D ← VPH تخطى معيار 1100 مركبة / ساعة
			2:30- 1:30	1687	D	14058	
		الخروج من الديوانية	8:30 – 7:30	1873	D	15608	Los D ← VPH تخطى معيار 1100 مركبة / ساعة
			2:30- 1:30	1654	D	13783	
2	شارع الديوانية النجف	الدخول للديوانية	8:30 – 7:30	1864	D	13314	Los D ← VPH تخطى معيار 1100 مركبة / ساعة
			2:30- 1:30	1576	D	11257	
		الخروج من الديوانية	8:30 – 7:30	1735	D	12392	Los D ← VPH تخطى معيار 1100 مركبة / ساعة
			2:30- 1:30	1651	D	11792	
3	شارع نيبور	الدخول للديوانية	8:30 – 7:30	1413	C	10092	Los C ← VPH تخطى معيار 1100 مركبة / ساعة
			2:30- 1:30	1356	C	9685	
		الخروج من الديوانية	8:30 – 7:30	1594	C	11385	Los C ← VPH تخطى معيار 1100 مركبة / ساعة
			2:30- 1:30	1475	C	10535	
4	شارع الديوانية عفك	الدخول للديوانية	8:30 – 7:30	1854	D	13242	Los D ← VPH تخطى معيار 1100 مركبة / ساعة
			2:30- 1:30	1376	C	9828	
		الخروج من الديوانية	8:30 – 7:30	1544	D	11028	Los D ← VPH تخطى معيار 1100 مركبة / ساعة
			2:30- 1:30	1452	C	10371	
5	شارع الحولي	من فلكة الجامعة الى حي الفرات	8:30 – 7:30	1894	D	13528	Los D ← VPH تخطى معيار 1100 مركبة / ساعة
			2:30- 1:30	1785	D	12750	
		من حي الفرات الى فكلة الجامعة	8:30 – 7:30	1945	D	13892	Los D ← VPH تخطى معيار 1100 مركبة / ساعة
			2:30- 1:30	1873	D	13378	
6	شارع الزيتون (الحمزة السياحي)	الدخول للديوانية	8:30 – 7:30	1532	D	10994	Los D ← VPH تخطى معيار 1100 مركبة / ساعة
			2:30- 1:30	1274	C	9100	
		الخروج من الديوانية	8:30 – 7:30	1341	C	9578	Los C ← VPH تخطى معيار 1100 مركبة / ساعة
			2:30- 1:30	1293	C	9235	

المصدر: الدراسة الميدانية وبرنامج HCS2010

خريطة (٢) مستوى الخدمة الحالي للشوارع الشريانية في مدينة الديوانية



المصدر: الباحث بالاعتماد على مديرية التخطيط العمراني، خريطة التصميم الأساس لمدينة الديوانية ٢٠٠٩-٢٠٣٥ والجدول رقم (٨)

لهذين المحورين؛ فالشارع الحولي يمثل محوراً توزيعياً رئيساً يربط بين مداخل المدينة ومحاورها الشريانية المختلفة، في حين يُعد شارع بغداد محوراً حضرياً–إقليمياً متعدد الوظائف يضم أكبر تجمع للمولدات المرورية في المدينة، ولاسيما جامعة القادسية والمؤسسات التعليمية والإدارية والقضائية والخدمية المنتشرة على امتداده.

أما مدخل الديوانية–النجف فقد سجل أحجاماً مرورية مرتفعة بلغت (١٨٦٤) مركبة/ساعة باتجاه الدخول و(١٧٣٥) مركبة/ساعة باتجاه الخروج خلال الذروة الصباحية. ويرتبط ذلك بوظيفته الإقليمية بوصفه المدخل الغربي الرئيس للمدينة، فضلاً عن ارتباطه بطريق الديوانية–السماوة وخط السكك الحديدية ومحطة قطار الديوانية، مما يؤدي إلى تداخل الحركة المحلية بالحركة الإقليمية وحركة المسافرين والنقل العابر.

وسجل مدخل الديوانية–عفك أحجاماً مرورية مرتفعة أيضاً بلغت (١٨٥٤) مركبة/ساعة باتجاه الدخول و(١٥٤٤) مركبة/ساعة باتجاه الخروج. ويمكن تفسير ذلك بمرور الشارع عبر عدد من الأحياء السكنية ذات الكثافة المرتفعة، إضافة إلى تركز الأنشطة التجارية والخدمية عند الفلكات الرئيسة مثل فلكة النهضة وفلكة سوق أبو شميغ وفلكة النجاح، مما يجعله محوراً جامعاً للحركة السكنية والتجارية في الجزء الشرقي من المدينة.

أما شارع نيبور فقد أظهر أحجاماً مرورية أقل نسبياً مقارنة بالشوارع السابقة، إذ تراوحت بين (١٤١٣–١٥٩٤) مركبة/ساعة خلال الذروة الصباحية، إلا أنه حافظ على مستوى خدمة (C) في جميع اتجاهات الرصد. ويُعزى ذلك إلى توزيع الحركة على عدة عقد ومحاور متصلة به، رغم احتوائه على مولدات حركة مهمة مثل المستشفى وكلية الطب ومرقد أبو الفضل. وتشير هذه النتائج إلى أن الشارع ما زال يمتلك قدرة تشغيلية أفضل نسبياً مقارنة بالشوارع التي وقعت ضمن مستوى الخدمة.(D)

وفيما يتعلق بشارع الزيتون (طريق الحمزة السياحي)، فقد سجل أقل الأحجام المرورية بين الشوارع المدروسة، إذ بلغ (١٥٣٢) مركبة/ساعة باتجاه الدخول و(١٣٤١) مركبة/ساعة باتجاه الخروج خلال الذروة الصباحية. وعلى الرغم من انخفاض أحجام المرور نسبياً مقارنة ببقية المحاور، إلا أن الشارع بقي متجاوزاً للحد المرجعي البالغ (١١٠٠) مركبة/ساعة، مما يشير إلى استمرار تعرضه لضغوط مرورية ناتجة عن دوره في ربط الأحياء الجنوبية بمركز المدينة والحركة المتجهة نحو طريق الحمزة.

ومن حيث مستويات الخدمة، تبين أن الشوارع الواقعة ضمن الفئة (D) شكلت النسبة الأكبر من إجمالي مسارات الدراسة، إذ بلغت (٦٢.٥٪)، في حين شكلت المسارات الواقعة ضمن الفئة (C) نسبة (٣٧.٥٪). ويعكس ذلك وجود حالة من التراجع في كفاءة التشغيل المروري، حيث تبدأ سرعات المركبات بالانخفاض مع زيادة التدفق المروري، وتتناقص فرص المناورة، وتزداد كثافة المركبات بصورة متسارعة، مما يؤدي إلى ارتفاع احتمالات التأخير والاختناق المروري، ولاسيما عند العقد والتقاطعات الرئيسة.

وتشير هذه النتائج مجتمعة إلى أن المشكلة المرورية في مدينة الديوانية لا ترتبط بشارع منفرد، بل تمثل ظاهرة شبكية تشمل جميع المحاور الشريانية الرئيسة. كما تؤكد أن الازدحام المروري يرتبط مباشرة بتركيز مولدات الحركة الحضرية على هذه المحاور، وبالزيادة المستمرة في الطلب على النقل مقابل محدودية التوسع في البنية التحتية المرورية، الأمر الذي يجعل تطبيق أنظمة النقل الذكية خياراً واقعياً لتحسين انسيابية الحركة ورفع كفاءة التشغيل دون الحاجة إلى توسعات إنشائية واسعة النطاق.

ثالثاً: تطبيق أنظمة النقل الذكية على الشوارع الشريانية الرئيسة

بعد إثبات أن جميع الشوارع الشريانية الرئيسة في مدينة الديوانية تجاوزت الحد المرجعي للحجم المروري البالغ (١١٠٠) مركبة/ساعة، ووقوع معظمها ضمن مستويات الخدمة (C) و(D)، أصبحت هذه المحاور مؤهلة لتطبيق أنظمة النقل الذكية بوصفها إحدى الأدوات الحديثة لمعالجة الاختناقات المرورية وتحسين كفاءة التشغيل دون الحاجة إلى توسعات إنشائية كبيرة في البنية التحتية.

وتعتمد الدراسة على سيناريو افتراضي لتطبيق مجموعة من أنظمة النقل الذكية الأكثر ملاءمة للواقع الحضري في مدينة الديوانية، وتشمل:

- أنظمة التحكم الذكي بالإشارات المرورية.(Adaptive Traffic Signal Control)
- أنظمة إدارة الحركة المرورية.(Advanced Traffic Management Systems)
- كاميرات المراقبة والرصد المروري الآني.
- أنظمة الكشف المبكر عن الحوادث والعوائق المرورية.

- أنظمة توفير المعلومات المرورية للمستخدمين.
- أنظمة إدارة التقاطعات المرورية ذات الأحجام المرتفعة.

وتشير الدراسات أن تطبيق هذه الأنظمة يمكن أن يؤدي إلى خفض التأخير المروري وتحسين انسيابية الحركة وتقليل زمن الرحلة ورفع الطاقة الاستيعابية الفعلية للشوارع القائمة دون الحاجة إلى زيادة عدد المسارات[١٤]. **وقد استندت هذه الدراسة إلى النسبة المرجعية البالغة (٣٥٪) بوصفها نسبة تحسن متوسطة يمكن تحقيقها نتيجة تطبيق حزمة متكاملة من أنظمة النقل الذكية، وهي نسبة استُخدمت بوصفها مؤشراً لقياس الأثر المحتمل لهذه الأنظمة على الأحجام المرورية ومستويات الخدمة في الشوارع الشريانية المدروسة.**

ولغرض تقدير أثر النقل الذكي، تم تخفيض الأحجام المرورية المسجلة ميدانياً بنسبة (٣٥٪)، ثم أعيد احتساب مستويات الخدمة باستخدام برنامج HCS 2010 للمقارنة بين الوضع القائم والوضع المتوقع بعد تطبيق أنظمة النقل الذكية.

رابعاً: تحليل أثر تطبيق أنظمة النقل الذكية في تحسين انسيابية الحركة المرورية ومستويات الخدمة

أظهرت نتائج جدول (٩) أن تطبيق سيناريو أنظمة النقل الذكية المقترح أدى إلى تحسن ملحوظ في كفاءة التشغيل المروري لجميع الشوارع الشريانية الرئيسة في مدينة الديوانية، اذ أن الشوارع التي كانت تعمل ضمن مستوى الخدمة (D) قبل تطبيق أنظمة النقل الذكية شهدت أكبر مقدار من التحسن. فقد ارتفع مستوى الخدمة في شارع بغداد من (D) إلى (C) في جميع اتجاهات الرصد خريطة رقم(٣)، وانخفض الحجم المروري من (١٨٧٣–١٩٢٢) مركبة/ساعة إلى (١٢١٨–١٢٥٠) مركبة/ساعة خلال الذروة الصباحية، وهو ما يشير إلى تحسن القدرة التشغيلية للشارع وانخفاض مستويات التأخير الناتجة عن الحركة المرتبطة بالأنشطة التعليمية والإدارية والقضائية الواقعة على امتداده.

في حين ان شارع الديوانية–النجف شهد تحسناً واضحاً، إذ انتقل مستوى الخدمة من (D) إلى (C) في بعض الاتجاهات ومن (D) إلى (B) في اتجاهات أخرى. ويعكس ذلك الاستجابة الإيجابية للحركة الإقليمية

العابرة لتطبيق أنظمة النقل الذكية، ولاسيما في المواقع التي ترتبط بحركة الدخول والخروج من المدينة. ويُعزى هذا التحسن إلى إمكانية انخفاض كثافة المركبات المتراكمة عند التقاطعات والعقد المرورية الرئيسة، الأمر الذي يسهم في رفع كفاءة التشغيل المروري وتقليل زمن الرحلة.

أما شارع نيبور فقد حقق أفضل مستويات التحسن بين الشوارع المدروسة، إذ انتقل مستوى الخدمة من (C)إلى (B) في جميع اتجاهات الرصد. وتدل هذه النتيجة على أن الشارع يمتلك أساساً خصائص تشغيلية جيدة نسبياً، وأن خفض الأحجام المرورية أدى إلى استثمار الطاقة الاستيعابية المتاحة بصورة أكثر كفاءة، مما وفر ظروفاً مرورية أكثر استقراراً وأعلى انسيابية.

وفي شارع الديوانية–عفك، أظهرت النتائج تحسناً متفاوتاً بحسب الاتجاهات المرورية، إذ ارتفعت مستويات الخدمة من (D) إلى (C) و (B) في بعض الاتجاهات ومن (C) إلى (B) في اتجاهات أخرى. ويرتبط ذلك بالطبيعة الوظيفية للشارع الذي يجمع بين الحركة السكنية والتجارية والإقليمية، مما يجعله أكثر حساسية لتغيرات الأحجام المرورية. وتشير هذه النتائج إلى أن تطبيق أنظمة النقل الذكية يمكن أن يسهم في تخفيف الضغوط المرورية المرتبطة بالأنشطة التجارية ومولدات الحركة المحلية المنتشرة على امتداد المحور.

أما الشارع الحولي فقد شهد تحسناً واضحاً في مستوى الخدمة من (D) إلى (C) في جميع الاتجاهات رغم بقائه ضمن فئة الأحجام المرورية المرتفعة نسبياً. ويُعد ذلك مؤشراً مهماً على فعالية أنظمة النقل الذكية في تحسين أداء المحاور التوزيعية الرئيسة، إذ إن الوظيفة الأساسية للشارع الحولي تتمثل في تجميع وتوزيع الحركة بين مداخل المدينة ومحاورها الشريانية المختلفة، الأمر الذي يجعل أي تحسن في كفاءته التشغيلية ذا أثر مباشر على الشبكة المرورية بأكملها. كما حقق شارع الزيتون تحسناً ملحوظاً، إذ انتقل مستوى الخدمة من (D/C) إلى (B)في جميع اتجاهات الرصد بعد انخفاض الأحجام المرورية إلى ما دون (١٠٠٠) مركبة/ساعة في معظم الحالات. وتشير هذه النتيجة إلى أن الشوارع ذات الأحجام المرورية المتوسطة تستجيب بصورة أكبر لتطبيق أنظمة النقل الذكية مقارنة بالشوارع التي تعاني من أحجام مرتفعة جداً، لأن جزءاً من طاقتها الاستيعابية يبقى متاحاً ويمكن استثماره بصورة أكثر كفاءة بعد تحسين إدارة الحركة المرورية.

جدول (٩) الحجم المروري لشوارع الشريانية الرئيسية بعد تطبيق النقل الذكي في مدينة الديوانية

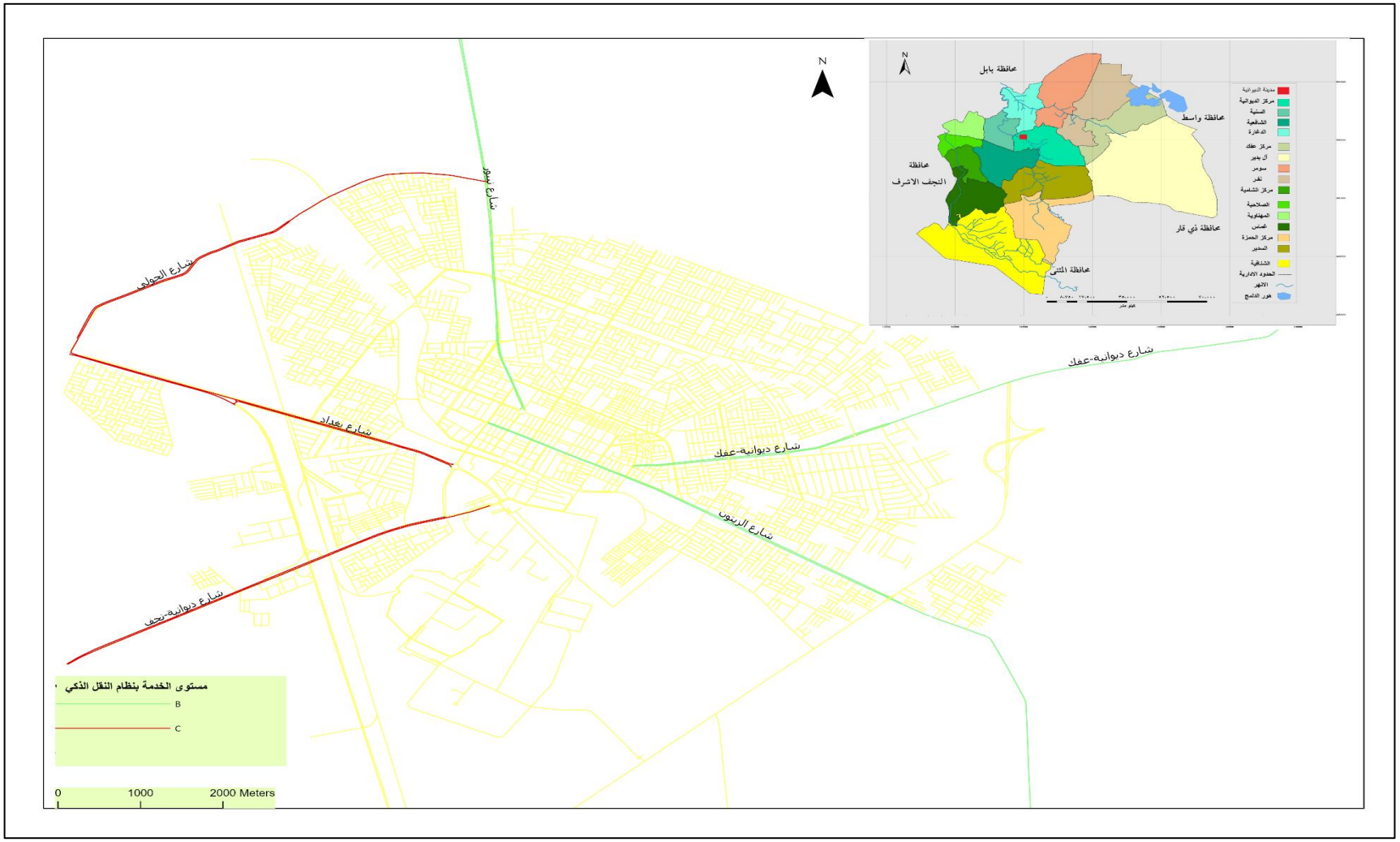
ت	اسم الشارع	الواقع الحالي		عند تطبيق TIS	
		VPH مركبة / ساعة	Los	VPH	LOS
١	شارع بغداد	١٩٢٢	D	١٢٥٠	C
		١٦٧٨	D	١٠٩١	C
		١٨٧٣	D	١٢١٨	C
		١٦٥٤	D	١٠٧٦	C
٢	شارع الديوانية - النجف	١٨٦٤	D	١٢١٠	C
		١٥٧٦	D	١٠٢٤	B
		١٧٣٥	D	١١٢٨	C
		١٦٥١	D	١٠٧٣	B
٣	شارع نيبور	١٤١٣	C	٩١٩	B
		١٣٥٦	C	٨٧٩	B
		١٥٩٤	C	١٠٣٦	B
		١٤٧٥	C	٩٥٩	B
٤	شارع الديوانية - عفك	١٨٥٤	D	١٢٠٦	C
		١٣٧٦	C	٨٩٥	B
		١٥٤٤	D	١٠٠٤	B
		١٤٥٢	C	٩٤٤	B
٥	الحولي	١٨٩٤	D	١٢٣٢	C
		١٧٨٥	D	١١٦١	C
		١٩٤٥	D	١٢٦٥	C
		١٨٧٣	D	١٢١٨	C
٦	شارع الزيتون (الحمزة السياحي)	١٥٣٢	D	٩٩٦	B
		١٢٧٤	C	٨٢٩	B
		١٣٤١	C	٨٧٢	B
		١٢٩٢	C	٨٤٠	B

المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول رقم (٨) وبرنامج HCS 2010

وعند مقارنة نتائج الوضع الراهن بنتائج النقل الذكي يتضح أن نسبة كبيرة من المقاطع المرورية انتقلت من مستويات الخدمة المتوسطة والمتدنية إلى مستويات خدمة أفضل، إذ انخفض عدد المقاطع الواقعة ضمن المستوى (D) بصورة كاملة، في حين ارتفعت نسبة المقاطع الواقعة ضمن المستوى(B) ، وازدادت المقاطع الواقعة ضمن المستوى (C) من حيث كفاءتها التشغيلية. ويعكس ذلك قدرة أنظمة النقل الذكية على تحسين الأداء المروري للشبكة الحضرية من خلال رفع كفاءة استثمار البنية التحتية القائمة دون الحاجة إلى توسعات إنشائية كبيرة أو إضافة مسارات جديدة.

وتشير النتائج بصورة عامة إلى أن تطبيق أنظمة النقل الذكية يمثل خياراً عملياً وفعالاً لمعالجة الاختناقات المرورية في مدينة الديوانية، ولاسيما في الشوارع الشريانية الرئيسة التي تجاوزت الأحجام المرورية فيها الحدود المرجعية المعتمدة لتطبيق هذه الأنظمة. كما تؤكد النتائج أن تحسين إدارة الحركة المرورية يمكن أن يؤدي إلى رفع مستوى الخدمة وتقليل التأخير وتحسين انسيابية المرور، وهو ما ينسجم مع الهدف الرئيس للدراسة المتمثل في تعزيز كفاءة شبكة النقل الحضرية وتحسين جودة التنقل داخل المدينة.

خريطة (٣) مستوى الخدمة بنظام النقل الذكي للشوارع الشريانية في مدينة الديوانية



المصدر: الباحث بالاعتماد على مديرية التخطيط العمراني، خريطة التصميم الأساس لمدينة الديوانية ٢٠٠٩-٢٠٣٥ والجدول رقم (٩)

خامساً: الترتيب المكاني لأولويات تطبيق أنظمة النقل الذكية في الشوارع الشريانية الرئيسة في مدينة الديوانية

أن تأثير الازدحام المروري لا يتوزع بصورة متساوية بين الشوارع الشريانية الرئيسة في مدينة الديوانية، بل يتركز بدرجات متفاوتة تبعاً لحجم المرور وطبيعة استعمالات الأرض وكثافة مولدات الحركة والوظيفة المكانية لكل شارع، وبناءً على نتائج الحجم المروري (VPH) ومستويات الخدمة (LOS) ومقدار التحسن المتوقع بعد تطبيق أنظمة النقل الذكية، أمكن ترتيب الشوارع الشريانية وفق أولويات التدخل المروري كما يأتي:

المرتبة الأولى: الشارع الحولي

يمثل الشارع الحولي أعلى أولويات تطبيق أنظمة النقل الذكية في مدينة الديوانية، وذلك لكونه سجل أعلى الأحجام المرورية بين جميع الشوارع المدروسة، إذ بلغت (١٩٤٥) مركبة/ساعة خلال الذروة الصباحية، فضلاً عن وقوع جميع اتجاهاته ضمن مستوى الخدمة (D) قبل تطبيق أنظمة النقل الذكية، وتزداد أهمية هذا الشارع بسبب وظيفته التوزيعية التي تربط مداخل المدينة ومحاورها الرئيسة، مما يجعل أي تحسن في أدائه التشغيلي ينعكس بصورة مباشرة على كفاءة الشبكة المرورية الحضرية بأكملها.

المرتبة الثانية: شارع بغداد

جاء شارع الجامعة في المرتبة الثانية من حيث أولوية التدخل، إذ سجل أحجاماً مرورية مرتفعة بلغت (١٩٢٢) مركبة/ساعة خلال ساعات الذروة، كما ارتبط بأكبر تجمع لمولدات الحركة في المدينة، وفي مقدمتها جامعة القادسية والمجمع العدلي والمؤسسات التعليمية والإدارية والخدمية. ويؤدي تركز هذه الأنشطة على امتداد محور واحد إلى زيادة الطلب على النقل ورفع احتمالات التأخير المروري، الأمر الذي يجعل تطبيق أنظمة النقل الذكية في هذا الشارع من الإجراءات الضرورية لتحسين انسيابية الحركة وتقليل الاختناقات المرورية.

المرتبة الثالثة: شارع الديوانية–النجف

احتل هذا الشارع المرتبة الثالثة نتيجة الجمع بين الأحجام المرورية المرتفعة والوظيفة الإقليمية للشارع بوصفه أحد المداخل الرئيسة للمدينة وأن ارتباطه بالحركة العابرة والنقل الإقليمي يجعله من المحاور التي تستفيد بصورة كبيرة من تطبيق أنظمة إدارة الحركة المرورية الذكية وأنظمة التحكم بالإشارات المرورية، لما لذلك من دور في تقليل التأخير وتحسين تدفق المركبات عند مداخل المدينة.

المرتبة الرابعة: شارع الديوانية–عفك

يحتل هذا الشارع المرتبة الرابعة، إذ يجمع بين الوظيفة السكنية والتجارية والإقليمية، فضلاً عن مروره بعدد من العقد المرورية المهمة. ورغم أن بعض اتجاهاته حققت مستوى خدمة (C) قبل تطبيق النقل الذكي، فإن استمرار الأحجام المرورية المرتفعة وتركز الأنشطة التجارية والسكنية على امتداده يجعلان من الضروري إدراجه ضمن أولويات التطوير المروري الذكي.

المرتبة الخامسة: شارع نيبور

يتصف هذا الشارع بوضع تشغيلي أفضل نسبياً مقارنة بالشوارع السابقة، إذ حقق مستوى خدمة (C) في جميع اتجاهات الرصد قبل تطبيق أنظمة النقل الذكية، ثم ارتفع إلى (B) بعد التطبيق. ويشير ذلك إلى أن الشارع يمتلك قدرة تشغيلية جيدة نسبياً، وأن الحاجة إلى التدخل الذكي فيه أقل إلحاحاً مقارنة بالمحاور السابقة، على الرغم من أهميته الإقليمية في ربط المدينة بالمناطق الشمالية.

المرتبة السادسة: طريق الزيتون (الحمزة السياحي)

جاء هذا الشارع في المرتبة الأخيرة من حيث أولوية التدخل، إذ سجل أقل الأحجام المرورية بين الشوارع المدروسة، كما أن مستويات الخدمة فيه كانت أفضل نسبياً مقارنة ببقية المحاور. ورغم أهمية الطريق في خدمة الأحياء الجنوبية وربطها بمركز المدينة، فإن حجم المشكلة المرورية فيه يبقى أقل من مثيلاتها في الشوارع الشريانية الأخرى، مما يجعل تطبيق أنظمة النقل الذكية فيه ذا أولوية لاحقة ضمن برامج التطوير المستقبلية.

الاستنتاجات

١. أظهرت نتائج الدراسة وجود ضغوط مرورية واضحة على جميع الشوارع الشريانية الرئيسة في مدينة الديوانية، إذ تجاوزت أحجام المرور الساعي (VPH) في جميع مواقع الرصد الحد المرجعي البالغ (١١٠٠) مركبة/ساعة، مما يشير إلى ارتفاع الطلب على النقل الحضري في المدينة.
٢. بينت نتائج برنامج HCS 2010 أن مستويات الخدمة السائدة في الشوارع المدروسة اقتصرت على المستويين (C) و(D)، في حين لم تسجل أي من المقاطع المرورية مستويات الخدمة العليا (A) أو (B) في الوضع الراهن.
٣. سجل الشارع الحولي أعلى حجم مروري بين الشوارع المدروسة بواقع (١٩٤٥) مركبة/ساعة، مما يعكس دوره بوصفه المحور الرئيس لتجميع وتوزيع الحركة بين مداخل المدينة ومحاورها الشريانية.

٤. أظهرت الدراسة وجود علاقة مباشرة بين طبيعة استعمالات الأرض ومولدات الحركة وبين الأحجام المرورية ومستويات الخدمة، إذ ارتفعت الأحجام المرورية في الشوارع التي تتركز فيها المؤسسات التعليمية والصحية والدينية والتجارية والإدارية.

٥. أظهرت نتائج السيناريو المقترح لتطبيق أنظمة النقل الذكية أن خفض الأحجام المرورية بنسبة (٣٥٪) أدى إلى تحسن ملموس في مستويات الخدمة في جميع الشوارع المدروسة.

٦. أسهم تطبيق أنظمة النقل الذكية في انتقال عدد من المقاطع المرورية من مستوى الخدمة (D) إلى(C) ، كما انتقلت بعض المقاطع من المستوى (C) إلى(B) ، مما يدل على إمكانية تحسين الأداء المروري دون الحاجة إلى توسعات إنشائية كبيرة.

٧. أثبتت الدراسة أن كفاءة إدارة الحركة المرورية قد تكون أكثر فاعلية وأقل كلفة من الحلول التقليدية المعتمدة على زيادة عدد المسارات أو إنشاء طرق جديدة في المدى القصير والمتوسط.

٨. بينت النتائج أن أولويات تطبيق أنظمة النقل الذكية في مدينة الديوانية يجب أن تتركز في الشارع الحولي وشارع بغداد وشارع الديوانية–النجف باعتبارها المحاور الأكثر ازدحاماً وتأثيراً في كفاءة الشبكة المرورية الحضرية.

التوصيات

١. أهمية تطبيق أنظمة النقل الذكية بصورة تدريجية في مدينة الديوانية بدءاً من الشارع الحولي وشارع بغداد وشارع الديوانية–النجف بوصفها المحاور ذات الأولوية العليا.

٢. اعتماد أنظمة التحكم الذكي بالإشارات المرورية في التقاطعات الرئيسة ذات الأحجام المرورية المرتفعة بهدف تقليل التأخير وتحسين انسيابية الحركة.

٣. إنشاء مركز محلي لإدارة الحركة المرورية يعتمد على تقنيات المراقبة والرصد الآني لحركة المركبات في الشوارع الشريانية الرئيسة.

٤. نصب كاميرات مراقبة مرورية وأجهزة استشعار ذكية في المداخل الرئيسة للمدينة وعلى المحاور الشريانية ذات الكثافة المرورية العالية.

٥. تطوير قاعدة بيانات رقمية مرورية محدثة بصورة دورية تتضمن أحجام المرور ومستويات الخدمة ومؤشرات الأداء المروري لجميع الشوارع الرئيسة.

٦. إجراء مسوحات مرورية دورية خلال ساعات الذروة لتحديث بيانات الحركة المرورية ومراقبة التغيرات في الطلب على النقل.

٧. تعزيز التكامل بين تخطيط استعمالات الأرض وتخطيط النقل عند إعداد المخططات الأساسية المستقبلية للمدينة لتقليل الضغوط المرورية الناتجة عن تركز الأنشطة الحضرية.

المصادر:

١. ابتسام بولقواسي، تقنية نظم النقل الذكي، استراتيجية لتطوير قطاع النقل مجلة رؤى اقتصادية، العدد (٦) الجزائر، جامعة الحاج خضر، ٢٠١٤.

٢. ساميه الحول، حناشي راوية، مساهمة نظم النقل الذكي في الحد من التلوث، جامعة اسيوط للدراسات البيئية، العدد (٤٠)، مصر، ٢٠١٤.

٣. سعدين عبد الرحمن القاضي، نظم النقل الذكية، جامعة الملك سعود، السعودية.

4-European Conference of Ministers of Transport, Managing urban traffic congestion. OECD Publishing, (2007), doi:10.1787/9789282101506-en.(

5-Federal Highway Administration. Traffic congestion and reliability: Trends and advanced strategies for congestion mitigation. U.S. Department of Transportation, “Background: The Seven Sources of Congestion”, paras. (2005).

6-Jim, Barbaresso (2014), Intelligent Transportation (ITS) strategic plan 2015-2019 us Department of transportation, Washington, DES USA, PI.

7-Klein, Lawrence, traffic Detector Hand book, us Department of transportation, faders High way Administration 3rd edition, vd101.

8-Koonce, Peter (2005) Ben of Intelligent transporter system technologies in urban Areas A literature Review, Portland state university, Department of Civil Environmental Engineering center for Transportation studies.

9-Rodrigue, J.-P. The geography of transport systems (6th ed.), Routledge companion website,2024, doi:10.4324/9781003343196.

;٢٠١٠ Intelligent Transportation systems: synthesis Report in (ITS)including 10-vanajkshi,lelitha and others Issues and challenges in India; central of Excellence in urban Transport, India Institute of Madras, India.

١٢–محافظة الديوانية، مديرية التخطيط العمراني، خريطة التصميم الاساسي لمدينة الديوانية لسنة ٢٠٣٥.

١٣- الدراسة الميدانية من ٥ /١٠ /٢٠٢٥ الى ٢٥ /١١ /٢٠٢٥.

هوامش البحث :

1 . European Conference of Ministers of Transport, Managing urban traffic congestion. OECD Publishing, (2007),P27 doi:10.1787/9789282101506-en.; FHWA, 2005, "What Is Congestion?", paras. 1–2).

2 Federal Highway Administration. Traffic congestion and reliability: Trends and advanced strategies for congestion mitigation. U.S. Department of Transportation, "Background: The Seven Sources of Congestion", paras. (2005). P2-1

3 European Conference of Ministers of Transport, Op. cit. pp. 175–178, 180

4 Rodrigue, J.-P. *The geography of transport systems* (6th ed.), Routledge companion website,2024, pp. 239-262 doi:10.4324/9781003343196

5 European Conference of Ministers of Transport, Op. cit. pp. 47–48, 51–57, 140–141

6 Federal Highway Administration. Traffic congestion and reliability: Trends and advanced strategies for congestion mitigation. U.S. Department of Transportation, Op. cit. paras. 6–7

7Jim, Barbaresso(2014), Intelligent Transportation (ITS) strategic plan 2015-2019 us Department of transport tion, Washington, DES USA, PI, P10

٨ساميه الحول، حناشي راوية، مساهمة نظم النقل الذكي في الحد من التلوث، جامعة اسيوط للدراسات البيئية، العدد (٤٠)، مصر، ٢٠١٤ , ص٤١.

9Koonce, Peter (2005) Ben of Intelligent transporter system technologies in urban Areas A literature Review, Portland state university, Department of Civil Environmental Engineering center for Transportation studies, p.3.

١٠ابتسام بولقواسي، تقنية نظم النقل الذكي، استراتيجية لتطوير قطاع النقل مجلة رؤى اقتصادية، العدد (٦) الجزائر، جامعة الحاج خضر، ٢٠١٤.

11 سعدين عبد الرحمن القاضي، نظم النقل الذكية، جامعة الملك سعود، السعودية، ص ٤-٨

12vanajkshi, lelitha and others(2010);Intelligent Transportation systems: synthesis Report in (ITS)including Issues and challenges in India; central of Excellence in urban Transport, India Institute of Madras, India, p.14, 10

13Klein, Lawrence, traffic Detector Hand book ,us Department of transportation, faders High way Administration 3rd edition, vd101, P.41

١٤ سيدا سركيس اوهاتيسيان، استخدام الانظمة الذكية في تخطيط النقل لمدينة بغداد، رسالة ماجستير، مركز التخطيط الحضري والاقليمي للدراسات العليا، جامعة بغداد،٢٠١٦،ص١٢٨.