

أثر أدوات الذكاء الاصطناعي على كفاءة إدارة الحركة المرورية بمنطقة مكة المكرمة في المملكة العربية السعودية

The impact of artificial intelligence tools on the efficiency of traffic management in the Makkah Al-Karmah region of the Kingdom of Saudi Arabia

الباحث / السامر القحطاني - جامعة ميد أوشن - كلية المعلوماتية

الملخص

هدفت الدراسة إلى قياس أثر أدوات الذكاء الاصطناعي على كفاءة إدارة الحركة المرورية بمنطقة مكة المكرمة في المملكة العربية السعودية. وطبقت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي باستخدام قائمة الاستقصاء كأداة أساسية لجمع البيانات وللإجابة عن تساؤلات الدراسة واختبار فروضه، حيث تم توزيع (219) قائمة استقصاء على العاملين بتلك الشركة، وأمكن استرداد 200 قائمة استقصاء صحيحة بمعدل استجابة 90%، وقد أظهرت نتائج الدراسة وجود تأثير إيجابي ذو دلالة إحصائية للأبعاد الأربعة لأدوات الذكاء الاصطناعي أنظمة التنبؤ المروري، البيانات الضخمة، تقنيات الرؤية الحاسوبية، أنظمة إشارات المرور الذكية) وكذلك المتغير التابع المتمثل في كفاءة إدارة الحركة المرورية. وقد استنتجت الدراسة الحالية أن أنظمة التنبؤ المروري كانت أكثر أبعاد أدوات الذكاء الاصطناعي حيث جاءت في المرتبة الأولى من حيث تأثيره على كفاءة إدارة الحركة المرورية بمنطقة مكة المكرمة في المملكة العربية السعودية والذي يرجع إلى مساعدة التحليلات التنبؤية المشغلين على التنبؤ بأنماط الحركة المرورية، وتحسين نشر المركبات، والاستجابة لانقطاعات الخدمة بفعالية أكبر، حيث تتفوق الأنظمة القائمة على الذكاء الاصطناعي على تحليلات البيانات التقليدية بفضل قدرتها الفائقة على تحديد الأنماط في كميات هائلة من البيانات التاريخية، وتحويلها إلى تنبؤات أكثر موثوقية بشأن الأحداث المستقبلية في مسائل مماثلة، وبناء على نتائج الدراسة كانت أهم التوصيات كما يلي: حث المسؤولين المباشرين على توجيه الدعم المادي والتقني لمروسيهم ومساندتهم في التعامل مع أدوات الذكاء الاصطناعي في حل المشكلات التي تواجههم وتزويدهم بالموارد التكنولوجية والتدريبية التي يحتاجونها لتجاوز الخلل في كفاءة الحركة المرورية. وضرورة تعزيز السلامة المرورية عبر توفير وسائل تحكم فعالة تسهم في تقليل الحوادث المرورية عبر توحيد المعايير والممارسات واعتماد مرجعية موحدة لتصميم وتنفيذ وسائل التحكم المروري.

الكلمات المفتاحية: أدوات الذكاء الاصطناعي- أنظمة التنبؤ المروري - البيانات الضخمة - تقنيات الرؤية الحاسوبية - أنظمة إشارات المرور الذكية- كفاءة إدارة الحركة المرورية.

Abstract

This study aimed to measure the impact of artificial intelligence tools on the efficiency of traffic management in the Kingdom of Saudi Arabia in line with Vision 2030. The study applied the descriptive analytical approach using a questionnaire as the main tool for data collection and to answer the research questions and test its hypotheses. (214) questionnaires were distributed to the employees of that company, and 200 questionnaires were returned with a response rate of 92%. The results of the study showed a statistically significant positive impact of the four dimensions of artificial intelligence tools (traffic prediction systems, big data, computer vision technologies, and intelligent traffic signal systems) as well as the dependent variable, which is the efficiency of traffic management. The current study concluded that traffic prediction systems were the most impactful of artificial intelligence (AI) tools in terms of their effect on traffic management efficiency in Saudi Arabia. This is attributed to predictive analytics helping operators anticipate traffic patterns, optimize vehicle deployment, and respond more effectively to service disruptions. AI-based systems outperform traditional data analytics due to their superior ability to identify patterns in vast amounts of historical data and transform them into more reliable predictions about future events in similar situations. Based on the study's findings, the most important recommendations are as follows: Urge direct supervisors to provide their subordinates with the necessary material and technical support to help them utilize AI tools to solve problems they encounter, and to equip them with the technological and training resources they need to overcome deficiencies in traffic

management efficiency. Furthermore, it is essential to enhance traffic safety by providing effective control measures that contribute to reducing traffic accidents through standardized criteria and practices, and by adopting a unified framework for the design and implementation of traffic control systems.

Keywords: Artificial intelligence tools - Traffic prediction systems - Big data - Computer vision technologies - Smart traffic signal systems - Traffic management efficiency.

المقدمة:

يشهد العالم اليوم ثورة تكنولوجية متسارعة غيرت ملامح العديد من القطاعات الحيوية، وعلى رأسها قطاع النقل والمواصلات، الذي يعد أحد الركائز الأساسية في التنمية الحضرية والاقتصادية والاجتماعية. ومع تزايد عدد السكان وارتفاع معدلات التوسع العمراني، وازدياد أعداد المركبات أصبحت إدارة الحركة المرورية تمثل تحدياً كبيراً أمام الحكومات وصانعي القرار، خاصة في المدن الكبرى الحاجة التقنيات الحديثة، وعلى رأسها أدوات الذكاء الاصطناعي (AI)، التي تقدم إمكانيات واسعة لتحسين كفاءة النقل الحضري وتحقيق ما يعرف بـ "النقل الذكي". (الشرفات، 2024).

كما تسعى إلى رصد التحديات التي قد تواجه تطبيق هذه الأدوات، سواء من حيث البنية التحتية أو الموارد البشرية أو التشريعات. من خلال هذا الطرح، تقدم الدراسة إطاراً نظرياً وتطبيقياً يمكن أن يساهم في دعم صانعي السياسات في اتخاذ قرارات مستنيرة نحو تبني النقل الذكي ومن أبرز تلك التحديات هي القدرة على توفر تقنيات الذكاء الاصطناعي لمخططي المرور إمكانية الوصول إلى الأدوات التي يمكن استخدامها لتحليل أنماط المرور واكتشافها والتنبؤ بها، والمساعدة في إنشاء شبكة مرورية حيث يعمل كل شيء كالساعة

وتبرز الحاجة الى استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي في الوقت الراهن في تحليل البيانات الضخمة الناتجة عن حركة المرور، والتنبؤ بأنماط الزحام، وتوجيه المركبات تلقائياً، وإدارة إشارات المرور بشكل مرن ومن هنا تكتسب الدراسة أهميتها من حيث قدرتها على سد فجوة معرفية حول فعالية أدوات الذكاء الاصطناعي واثراً على كفاءة إدارة الحركة المرورية في المدن .

مشكلة الدراسة:

على الرغم من تبني المملكة لعدد من مبادرات النقل الذكي، إلا أن هناك محدودية في الدراسات التي تقيس الأثر الفعلي لأدوات الذكاء الاصطناعي على كفاءة إدارة الحركة المرورية، مما يبرز الحاجة لدراسة علمية تحليلية في هذا المجال، إلا أن العديد من المدن – خاصة في دول الخليج العربي ومنها المملكة العربية السعودية – لا تزال تواجه تحديات متزايدة في هذا المجال. وتتمثل أبرز هذه التحديات في استمرار الازدحام المروري، وارتفاع معدلات الحوادث، وزيادة أوقات التنقل، إلى جانب الضغط المتزايد على البنية التحتية للنقل العام. وفي ظل هذه المعطيات، بدأت بعض الجهات المختصة بمنطقة مكة المكرمة في المملكة العربية السعودية واتخاذ خطوات أولية لتجريب أدوات الذكاء الاصطناعي، مثل كاميرات المراقبة الذكية، وتحليل البيانات اللحظية، وأنظمة التوجيه التلقائي (الواصل وآخرون، 2023).

ومع ذلك، لا تزال هناك فجوة معرفية حول مدى فعالية هذه الأدوات التقنية في البيئة المحلية، وحول قدرة المؤسسات المعنية على توظيفها بشكل ممنهج ومستدام. كما أن الدراسات العلمية المتوفرة في السياق العربي أو الخليجي حول الأثر الفعلي لاستخدام الذكاء الاصطناعي على كفاءة إدارة الحركة المرورية لا تزال محدودة، مما يضعف من قدرة صانعي القرار على اتخاذ خطوات مبنية على دليل علمي واضح.

إن فهم هذه الأبعاد وتحليلها بشكل علمي سيساعد في تقديم تصور واضح للفجوة البحثية حول مدى جدوى الاستثمار في تقنيات الذكاء الاصطناعي في قطاع النقل، وفي توجيه الجهود نحو تبني سياسات مرورية ذكية تحسن من جودة الحياة وتساهم في تحقيق أهداف التنمية المستدامة، من هنا تتبع مشكلة الدراسة، إذ تسعى هذه الدراسة إلى الإجابة عن التساؤل الرئيس: ما مدى تأثير أدوات الذكاء الاصطناعي على تحسين كفاءة إدارة الحركة المرورية وتطوير أنظمة النقل الذكي؟ وتنقسم هذه الإشكالية إلى عدة أبعاد فرعية، منها: قدرة الأنظمة الذكية على التنبؤ بالازدحام، ومدى مساهمتها في تقليل زمن الرحلات، وأثرها في تعزيز السلامة العامة وتقليل الحوادث، إضافة إلى التحديات التي تعيق تطبيقها الفعلي على أرض الواقع.

تساؤلات الدراسة:

التساؤل الرئيسي: ما أثر أدوات الذكاء الاصطناعي على كفاءة إدارة الحركة المرورية بمنطقة مكة المكرمة في المملكة العربية السعودية؟

أسئلة الدراسة الفرعية:

- ما أثر أنظمة التنبؤ المروري على كفاءة إدارة الحركة المرورية؟
- ما أثر ذو البيانات المرورية الضخمة على كفاءة إدارة الحركة المرورية؟
- ما أثر استخدام تقنيات الرؤية الحاسوبية على كفاءة إدارة الحركة المرورية؟

- ما أثر إشارات المرور الذكية على كفاءة إدارة الحركة المرورية؟

أهمية الدراسة:

الأهمية العلمية:

تعد هذه الدراسة إضافة نوعية إلى الأدبيات العلمية الحديثة التي تتناول العلاقة بين الذكاء الاصطناعي وأنظمة النقل الذكي، خصوصاً في البيانات الحضرية في الدول الخليجية. إذ تركز معظم الأبحاث المتاحة في هذا المجال على تجارب دول متقدمة مثل سنغافورة، ألمانيا، والولايات المتحدة، مع قلة الدراسات التي تتناول السياقات المحلية أو الإقليمية. ومن خلال تحليل تأثير أدوات الذكاء الاصطناعي على إدارة الحركة المرورية، تسعى الدراسة إلى سد فجوة بحثية واضحة، وتقديم إطار علمي يدعم فهم الأثر الواقعي لتطبيق هذه التقنيات على تحسين الأداء المروري كما تسهم الدراسة في تطوير قاعدة معرفية تساعد الباحثين في مجالات الإدارة العامة، والهندسة المدنية، والذكاء الاصطناعي، على استكشاف المزيد من الأسئلة البحثية حول تفاعل التكنولوجيا مع النظم الاجتماعية والخدمية، مما يعزز من التراكم المعرفي في حقل "النقل الذكي".

الأهمية العملية:

من الناحية التطبيقية، تكتسب الدراسة أهميتها من كونها تقدم تحليلاً واقعياً لفعالية أدوات الذكاء الاصطناعي في معالجة مشكلات مرورية مزمنة تواجهها المدن الحديثة، مثل الاختناقات، التأخير، والحوادث المتكررة مما دفع الجهات المختصة مثل الإدارة العامة للمرور بوزارة الداخلية ووزارة النقل والخدمات اللوجستية وهيئة النقل العام وهيئة الطرق والهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي. وبالتالي، فإن نتائج هذه الدراسة يمكن أن تكون ذات قيمة كبيرة لصانعي السياسات بمنطقة مكة المكرمة في المملكة العربية السعودية والجهات الحكومية المعنية. وعليه، فإن هذه الدراسة لا تسهم فقط في تقديم حلول علمية تطبيقية، بل تدعم أيضاً جهود التحول الرقمي التي تنتهجها المملكة، بما يتماشى مع "رؤية المملكة 2030".

هدف الدراسة:

الهدف الرئيسي: بيان أثر أدوات الذكاء الاصطناعي على كفاءة إدارة الحركة المرورية بمنطقة مكة المكرمة في المملكة العربية السعودية

الأهداف الفرعية:

- تحليل أثر استخدام أنظمة التنبؤ المروري في تحسين كفاءة إدارة الحركة المرورية.
- دراسة أثر تحليل البيانات الضخمة المرورية في تحسين كفاءة إدارة الحركة المرورية.
- تحليل أثر تطبيقات الرؤية الحاسوبية (مثل الكاميرات الذكية) في تحسين كفاءة إدارة الحركة المرورية.
- دراسة أثر إشارات المرور الذكية التكميلية في تحسين كفاءة إدارة الحركة المرورية.

الفرضيات:

الفرضية الرئيسية: توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين أدوات الذكاء الاصطناعي وكفاءة إدارة الحركة المرورية بمنطقة مكة المكرمة في المملكة العربية السعودية

- (H₁) - توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين أنظمة التنبؤ المروري وكفاءة إدارة الحركة المرورية.
- (H₂) - توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين البيانات الضخمة وكفاءة إدارة الحركة المرورية.
- (H₃) - توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تقنيات الرؤية الحاسوبية في تحسين تدفق المرور وتقليل الزحام.
- (H₄) - توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين أنظمة إشارات المرور الذكية وتحسين كفاءة النقل وتقليل أوقات الانتظار.

الإطار النظري للذكاء الاصطناعي:

إن المحرك الرئيسي لدراسة هذا الموضوع هو أن نظم الذكاء الاصطناعي ذات فائدة عظيمة في كافة مجالات الحياة، حيث أصبحت الحياة رقمية بما تحمله الكلمة من معنى، فمع أنه لا أحد يستطيع أن يتنبأ بماهية المستقبل القريب أو البعيد، إلا أنه من الواضح أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي لها تأثير ضخم وواضح في حياتنا اليومية وفي صناعة الحضارة (الضيف، 2023).

مفهوم الذكاء الاصطناعي:

توجد العديد من المفاهيم الخاصة وجميعها تؤكد على أن الذكاء الاصطناعي له المقدرة على التعلم وتنفيذ المهام المتعددة والتفكير مثل البشر من خلال عملية محاكاة ومعالجة للمعلومات لاستخراج الحقائق وتقديم أفضل الإجابات والحلول الممكنة بشكل واضح ومناسب، ويمكن تعريف الذكاء الاصطناعي بعدد من التعريفات التي تشترك كلها في أشياء رئيسية وقد تختلف حسب الغرض أو الغاية من استخدامه هنالك أكثر من وجهة نظر في تعريف للذكاء الاصطناعي منها من اعتمد على محددات مهمه في تصنيف الذكاء وتعريفه كالعقلانية والتفكير والافعال واتخاذ القرار وغيرها (الواصل وآخرون، 2023).

- الذكاء الاصطناعي: هو أحد علوم الحاسب الآلي الحديثة التي تبحث عن أساليب متطورة للقيام بأعمال واستنتاجات تشابه ولو في حدود ضيقة تلك الأساليب التي تنسب لذكاء الإنسان (الضيف، 2023).
 - ويمكن تعريف الذكاء الاصطناعي بأنه ذكاء يظهر عند كيان اصطناعي غير طبيعي "من صنع الإنسان" (Evseeva et al, 2021).
 - الذكاء الاصطناعي الضيق: هو الذكاء الاصطناعي الذي يتخصص في مجال واحد فقط.
 - الذكاء الاصطناعي العام: يشير إلى حواسيب بمستوى ذكاء الإنسان في جميع المجالات، أي يمكنه تأدية أي مهمة فكرية يمكن للإنسان القيام بها.
 - الذكاء الاصطناعي: يشير إلى قدرة الحاسوب الرقمي أو الروبوت الذي يتحكم فيه الحاسوب على أداء المهام العامة المرتبطة بالكائنات الذكية، وهو فرع من علم الحاسوب (Jenni et al, 2024).
 - الذكاء الاصطناعي: يعرف على أنه دراسة وتصميم العملاء الأذكاء، والعمل الذكي هو نظام يستوعب بيئته ويتخذ المواقف التي تزيد من فرصه في النجاح في تحقيق مهمته أو مهمة فريقه (Praimnath, et, al, 2019).
- ومما سبق يرى الباحث ان الذكاء الاصطناعي هو مجموعة من الأساليب والطرق الجديدة في برمجة الأنظمة الحاسوبية والتي يمكن أن تستخدم لتطوير أنظمة تحاكي بعض عناصر ذكاء الإنسان وتسمح لها بالقيام بعمليات استنتاجية عن حقائق وقوانين يتم تمثيلها في ذاكرة الحاسب (عبد القادر، 2021).

أهمية استخدام الذكاء الاصطناعي:

أصبح يستخدم في التحكم الصناعي والتطوير الطبي وكافة مجالات الحياة الاقتصادية والاجتماعية ولعل ازدياد الصعوبات وتعقيدها وعدم فائدة الحلول البرمجية المتواضعة قاد العلماء والمهتمين في فهم آلية التفكير البشري وكيفية معالجة المعلومات وتخزينها واسترجاعها عند الحاجة إليها ، وذلك بالاعتماد على أسلوب المحاكاة في السعي نحو حل هذه المشاكل والتحديات التي تواجه البشر وتحتاج الي الكثير من الوقت والجهد والمال، تم التوصل إلى هيكلة برمجية مترابطة مكونة من أوامر برمجية ومصروفات رياضية بالإضافة الي ما يسمى بالشبكات العصبية الاصطناعية وهو جعل الآلة تتصرف بذكاء نيابة عن الإنسان بكل فاعلية ومرونة وفي حالات كثيرة تشبه تصرفات البشر ونمط تفكيرهم بل تخطته في الكثير من الأحيان في الوقت الحالي. (عفيفي، 2014).

وقد أثبتت عديد من البحوث والتجارب التي تم القيام بها نجاحها بنسب تفوق التوقعات، ولكي تقوم هذه الشبكة بعملها تحتاج إلى وجود شخص يقدم لالة أمثلة لمرة واحدة فقط تقوم بعد ذلك بحفظها واسترجاعها عند الحاجة إليها. ومشرف يقوم بتقديم عدد من النماذج المتشابهة والتي على أساسها تميز أي نموذج جديد يقدم إليها. (عبد القادر، 2021).

اهداف الذكاء الاصطناعي:

كان للانتشار والاستخدام الكبير للذكاء الاصطناعي في عالمنا اليوم، وكثرة استخدام التكنولوجيا والآلة، الأمر الذي أصبح يشكل عامل قلق وتهديد للكثير من الناس الذين أصبحوا متخوفين من هذا التطور القوي، لذلك كان لابد من تسليط الضوء على الذكاء الاصطناعي وأهميته الذي يمكن الاستفادة منه إذا ما تم توظيفه بالشكل الصحيح وتعدد أهداف الذكاء الاصطناعي، ومن أهمها (Praimnath et al, 2019).

- جعل الآلات أكثر فائدة وأتمتة المهام وتحسين اتخاذ القرارات وتعزيز الدراسة العملي.
- تمكين الآلات دون معالجة المعلومات بشكل أقرب لطريقة الانسان في حل المسائل بمعنى اخر المعالجة المتوازية حيث يتم تنفيذ عدة أوامر في وقت واحد.
- جعل الآلات أكثر ذكاء في حل المشكلات وخدمة المجتمعات ورفع القدرات البشرية.
- فهم أفضل لماهية الذكاء البشري عن طريق فك اغوار الدماغ حتى يمكن محاكاته.
- معرفة ماهية الذكاء الاصطناعي (هدف تعليمي بحث).

مبادئ الذكاء الاصطناعي:

يقوم الذكاء الاصطناعي على مبادئ اساسين وهما: (حمد، 2022).

- المبدأ الاول: الدراسة من خلال التفكير: وهو ما نعتبره التفكير بحد ذاته حيث يقوم الحاسوب بالدراسة في الخيارات المتاحة امامه وتقييمها طبقا لمعايير موضوع له او قام هو باستنباطها بنفسه ثم يقرر عدد من الحلول الممكنة والبدائل المتاحة ومن ثم يقترح أفضلها.
- المبدأ الثاني: معالجة وتحليل البيانات: وهو كيفية تناوله للمعلومات والبيانات حول المشكلة محل الدراسة في الحاسوب بحيث يتمكن الحاسوب من معالجتها وتقديم الأنسب من الحلول والمقترحات التي تحقق أكبر استفادة من تلك البيانات في صورة معلومات واضحة ومفيدة.

محددات الذكاء الاصطناعي:

محددات الذكاء الاصطناعي فتتمثل في السعي الدائم الي التعلم واكتساب الخبرات المتاحة بكافة الوسائل والطرق. وتحديد الهدف او الامر المراد تحقيقه بدون اي غموض في الافكار والنتائج والابتعاد عن التناقض وتحديد وايجاد الاستجابة الافضل في الحالات الجديدة، والنادرة واستعمال الاستنتاج لحل المشاكل التي تواجهنا بصورة اقرب الي الواقع. والقدرة على التعامل مع حالات مستعصية ومحيرة. وفهم واستنتاج امور جديده باستخدام العقلانية والتفكير المنطقي. وتطبيق المعرفة للتعامل مع البيئة المحيطة وفق المعطيات المتاحة والتفكير والاستنتاج للحلول والبدائل المتاحة حول مشكلة ما. (منصور، 2021).

خصائص الذكاء الاصطناعي:

من اهم المكتسبات في مجال الذكاء الاصطناعي وتطبيقاته ان برامجه تقتحم المسائل التي ليس لها طريقة حل عامة معروفة وربما تكون نادرة ولم يطرح لها حل من قبل ، وهذا يعني ان البرامج لا تستخدم خطوات متسلسلة بصورة منطقية مثل العمليات الحسابية تؤدي الى الحل الصحيح وفق نسق محدد وترتيب معين ولكنها تختار طريقة معينة للحل تبدو جيدة ومبتكرة ولكن مع الاحتفاظ باحتمالية تغيير الطريقة في حالة ان البديل الأول لا يحقق الغرض المطلوب او الحل المناسب للمشكلة مما قد يغير البرنامج من الاستراتيجية المستخدمة أولا في تقديم حلول أخرى ولكن مع مراعاة ايجاد الحلول المناسبة في الوقت المناسب، ولا بد ان تكون تلك الحلول صحيحة ومقبولة وان تكون أيضا واقعية قابلة للتنفيذ علي ارض الواقع. (الخيال وآخرون، 2024).

مقارنة الذكاء الاصطناعي والذكاء البشري:

مقارنة بين الذكاء الاصطناعي والذكاء البشر او الإنساني هناك جملة من الاختلافات بين كل من الذكاء الاصطناعي والذكاء البشري او الانساء من خال الجدول التالي سوف نوضح اهم تلك الاختلافات في عدد من النقاط كما يلي: (حمد، 2022).

جدول (1) الاختلافات بين الذكاء الاصطناعي والذكاء البشري

الذكاء الاصطناعي	الذكاء البشري
يُتصف بالاستمرارية والاستدامة	من اهم صفاته امكانية التعرض للنسيان بصفة مستمرة
سهولة استنساخ ونشر المعرفة عبر العديد من الوسائل والوسائط الالكترونية	الصعوبة نشر المعرفة واستنساخها لانها تظل تجارب وخبرات بشرية تختلف حسب قدرات من يمتلكها
امكانية التوثيق متاحة بسهولة وسرعة فائقة باستخدام الوسائل التكنولوجية	تحديات كثير في التوثيق مما يتطلب واعادة تقديمه في كل مرة عبر تجارب منفصلة
تنفيذ المهام الرئيسية بسرعة أكبر في الذكاء الطبيعي عن في الذكاء البشري	تنفيذ المهام الرئيسية ببطيء كبير مما هي في الذكاء الاصطناعي
اقل كلفة من الذكاء الطبيعي	اعلى كلفة من الذكاء الاصطناعي لكنه يتطلب برامج للتعليم والتدريب طويل الاجل للأفراد
الذكاء الاصطناعي يفقد الى الروح الإنسانية في التفكير او الابداع الخلاق	يتصف الذكاء الطبيعي بكونه خلاق ومشبع بالروح الانسانية وبمنمط مميز يحقق طفرات
الذكاء الاصطناعي لا يستطيع اكتساب المعرفة الا بموجب برامج معتمدة لهذا الغرض	امكانية اكتساب المعرفة الانسانية والقدرة على حل المشاكل بسهولة

التحديات والصعوبات التي تواجه الذكاء الاصطناعي:

الصعوبات المنهجية التي تتمثل بعدم انسجام البيانات المستخدمة في أنظمة الذكاء الاصطناعي مع الواقع مثل الكثير من برامج الترجمة، حيث تكون البيانات المخرجة عنها متناقضة مع معنى البيانات المدخلة فيها. والصعوبات الاجتماعية والتي تتمثل بالحاجة للمعرفة بالتبعات التكنولوجية، إذ أن المختصين بعلوم البرمجيات وتطويرها كثيرا ما يطمحون بتقديم حلول مطورة لمختلف المجالات المؤثرة على حياة الناس إلا أن ما يعرقل سعيهم على الأغلب هو عدم إمتلاكهم الخلفية العلمية المناسبة في العلوم الأخرى، غير علوم الحاسوب؛ وهذا غالبا ما يؤدي إلى الوقوع في مشاكل عديدة كأن تكون نفسية أو أخلاقية أو اجتماعية (عفيفي، 2014) والصعوبة الثالثة هي حالة انقلاب القيم الموجودة في تقنيات الذكاء الاصطناعي، حيث أن نوايا كل من مطورين برامج الذكاء الاصطناعي سوف تقبع وتسكت في الواقع البشري الوجودي بكل الأحوال بطريقة أو بأخرى، وهذا قد يؤدي الى خلق خوارزميات متأثرة بثقافتهم وظروف التنشئة الاجتماعية، بالتالي سوف تكون بعض تطبيقات الذكاء الاصطناعي متأثرة ببعض مشاكل حياتهم الاجتماعية. وهذا يعني ظهور تساؤلات عديدة عن طبيعة الخوارزميات من حيث العدالة والميول والمساواة وعد التحيز او التشدد (العمرى، 2023).

الذكاء الاصطناعي ونظم التحكم والنقل الذكية:

مفهوم نظم التحكم والنقل الذكية:

نظم التحكم والنقل الذكية، والمعروفة أيضا بأنظمة النقل الذكية (ITS)، هي تطبيق متكامل لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات والتحكم لتحسين كفاءة وسلامة وأداء أنظمة النقل. تهدف هذه النظم إلى توفير معلومات للمسافرين، وتحسين إدارة حركة المرور، وتقليل الازدحام، وتعزيز السلامة، وتقديم خدمات نقل أفضل (الخيال وآخرون، 2024).

- تحسين السلامة: تقليل الحوادث والوفيات على الطرق.
- زيادة الكفاءة: تحسين تدفق حركة المرور وتقليل الازدحام.
- توفير الوقت: تقليل وقت التنقل وتحسين وقت الوصول.
- تحسين جودة الهواء: تقليل الانبعاثات الضارة من خلال تحسين كفاءة حركة المرور.
- تحسين تجربة المسافرين: توفير معلومات دقيقة وفي الوقت المناسب للمسافرين.
- دعم التنمية المستدامة: تعزيز الاستدامة البيئية من خلال تحسين كفاءة استخدام الطاقة.

الذكاء الاصطناعي في الأعمال:

يقدم الذكاء الاصطناعي الكثير في مجال الأعمال، حيث أنه يساعد على تحسين خدمات العملاء بالتواصل والاتفاق عبر الإنترنت، كما أنه يمكن أن يخفف عبء العمل والصيانة الوقائية وإدارة البيانات وتحليلها بفعالية. والعمل النافع في كل مجالات الحياة للنهوض البشرية، وأصبح مع الوقت يشكل سلاح ذو حدين في وجه العالم؛ لذلك يوصي الباحث العمل على استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي وادواته بما يعود بالنفع على الانسان، (Jenni, et, al, 2024) وسيعمل على تحقيق مصالح عظيمة في المستقبل كأداة لدعم القوى العاملة البشرية في تحسين مهام سير العمل وجعل العمليات التجارية أكثر كفاءة. وتحقق هذه المكاسب بطرق مختلفة، بما في ذلك أتمتة المهام المتكررة وتوليد المعلومات بناء على خوارزميات التعلم الآلي ومعالجة كميات هائلة من مجموعات البيانات بسرعة والتنبؤ بالنتائج المستقبلية بناء على تحليل البيانات. تعمل أنظمة الذكاء الاصطناعي على تشغيل عدة أنواع من أتمتة الأعمال، ما يساعد على تقليل الأخطاء البشرية وتوفير الوقت للقوى العاملة البشرية للعمل على مستوى أعلى (منصور، 2021).

كفاءة ادارة الحركة المرورية:

مقدمة:

تشكل حركة المرور جزءًا أساسيًا من حياة المجتمعات الحضرية، حيث يعتمد تنظيمها وسلاستها على فهم دقيق لأنماطها وتحليلاتها. تعد الدراسات المرورية أداة حيوية لفهم وتحليل هذه الحركة المعقدة، حيث تسهم بشكل لا يمكن إغفاله في تحسين السلامة العامة وتسهيل التنقل للمواطنين. يعود الأثر الإيجابي للتحليل الدقيق إلى قدرته على توفير رؤى استراتيجية وحلول علمية تسهم في تشكيل وتحسين البنية التحتية للطرق وتوجيه السياسات المرورية (ديفيس، 2023).

إن تفاعل المركبات وتحديات الحركة المتزايدة تتطلب تقنيات تحليلية متقدمة لفهم العوامل المؤثرة وتوجيه التدابير اللازمة. تسهم الدراسات المرورية في تحديد نقاط التكدس وتحليل الأنماط السلوكية للسائقين، مما يمهّد الطريق لتطوير حلول فعالة لزيادة كفاءة الحركة المرورية (اسعد، 2021).

مفهوم كفاءة الحركة المرورية:

كفاءة إدارة الحركة المرورية تعتمد على مزيج من البنية التحتية المادية الجيدة والتكنولوجيا المتقدمة، بالإضافة إلى القوانين والتنظيمات المرورية الصارمة والالتزام بها. تتضمن الإدارة الفعالة تحليل البيانات المرورية باستخدام الذكاء الاصطناعي والأنظمة الذكية، وتحسين الطرق، واستخدام أجهزة التحكم المرورية مثل الإشارات والعلامات، وتنفيذ خطط إدارة المخاطر المرورية لضمان السلامة وتقليل الازدحام وتسهيل التنقل (جلال، 2015).

ويمكن تعريف كفاءة إدارة الحركة المرورية "هي القدرة على تحقيق أقصى قدر من انسيابية تدفق حركة المرور بأقل جهد ووقت وموارد ممكنة، مع التركيز على تقليل الازدحام والاستجابة الفعالة للحوادث. يعتمد تحقيق هذه الكفاءة على تقنيات وأنظمة مراقبة وتحليل البيانات في الوقت الفعلي، لضمان الوصول إلى النتائج المرجوة بأعلى مستوى من الإنتاجية" (ديفيس، 2023).

أهمية دراسة الحركة المرورية:

تسهم بشكل كبير في فهم الأنماط والاتجاهات لحركة المرور، وتعد أداة حيوية لتحليل تلك الديناميات المعقدة التي تحدث على الطرق. إليك كيف تلعب دورًا حيويًا في تطوير وتحسين نظام النقل وتسهيل تنقل المجتمع باختصار، تكمن أهمية دراسة الحركة المرورية في توفير أساس قوي لاتخاذ القرارات الفعالة والتدابير اللازمة لتحسين حركة المرور وضمان توازن فعال بين التطوير الحضري وسلامة المجتمع عبر تحليل الأنماط والاتجاهات من خلال تحليل السلوكيات والأنماط التي يتبعها السائقون، يمكن تحديد ما إذا كان هناك ارتفاع في مستويات التكدس أو نمط معين للحركة وتحديد النقاط الساخنة تحديد الأماكن التي تشهد تكدسًا متكررًا أو حوادث متكررة، مما يمكن من اتخاذ تدابير استباقية وتحسين تخطيط الطرق استنادًا إلى البيانات المستمدة من الدراسات المرورية، يمكن تحسين تصميم الطرق بحيث يتماشى مع احتياجات حركة المرور (جلال، 2015).

تحديث البنية التحتية وتعزيز البنية التحتية لتلبية احتياجات المرور المتغيرة وزيادة فعالية التصميم من خلال فهم تحركات المركبات وتدفق الحركة، يمكن تكوين التصميم لتحسين تدفق المرور وتقليل زمن الانتظار وتعزيز السلامة لتحديد التدابير اللازمة لتقليل حوادث الطرق وتوجيه السياسات المرورية لتوفير بيانات دقيقة يمكن أن تمكن السلطات المحلية والوطنية من اتخاذ

قرارات مستنيرة فيما يتعلق بتنظيم حركة المرور وتحسين البنية التحتية وتحقيق توازن بين النمو والمحافظة على البيئة مما يساعد في تطوير استراتيجيات متوازنة بين التطور والحفاظ على البيئة. (اسعد، 2021).

عناصر كفاءة إدارة الحركة المرورية:

أولاً: تحليل البيانات واستخدام التكنولوجيا: (قناوي، 2022).

- استخدام أنظمة ذكية لجمع البيانات من الكاميرات وأجهزة الاستشعار في المواقع الاستراتيجية .
- تحليل هذه البيانات باستخدام نماذج الذكاء الاصطناعي لتحسين تدفق حركة المرور .
- تطوير أنظمة تحكم في حركة المرور تعتمد على الذكاء الاصطناعي للتنبؤ بالازدحام وتوفير الحلول المناسبة .

ثانياً: تحسين البنية التحتية للطرق (Parveen, el, al, 2022) :

- سفلتة الأكتاف الجانبية وتحسين ميلها .
- توسيع الجسور لتكون بنفس عرض الطريق مع الأكتاف .
- إنشاء مواقف جانبية .
- توفير حواجز واقية وعلامات إرشادية وتحذيرية ولوحات توجيهية .

ثالثاً: أجهزة التحكم المرورية:

- استخدام إشارات المرور والعلامات والخطوط الفاصلة لتنظيم حركة السير وتوجيه السائقين والمشاة .
- وضع علامات عاكسة (عيون القطط) وطلاء جوانب ووسط الطرق لزيادة الرؤية .

رابعاً: الخطط والإجراءات التنظيمية (Ibrahim, el, al, 2022) :

- وضع خطط مفصلة لإدارة المرور تحدد المخاطر وتقدم حلولاً للتحكم بها أو الحد منها .
- توفير تدريب لجميع العمال والمقاولين على هذه الخطط .
- الإشراف على أنشطة نقل الركاب والبضائع .
- تحصيل المخالفات المرورية والتأكد من تطبيقها .

خامساً: الالتزام بالقوانين واللوائح:

- تتطلب الإدارة الفعالة التزام جميع مستخدمي الطريق بقواعد المرور .
- الالتزام بالسرعات المحددة، وعدم تجاوز السرعة المحددة، وتجنب القيادة المتهورية .
- الالتزام بإشارات المرور، مثل التوقف عند الضوء الأحمر .

محاور كفاءة إدارة الحركة المرورية:

1. أنظمة التنبؤ المروري:

يلعب التنبؤ بحركة المرور دوراً حاسماً في تخفيف الازدحام المروري الذي يمثل مشكلة حرجية عالمياً، مما يؤدي إلى عواقب سلبية مثل ضياع ساعات إضافية من وقت السفر وزيادة استهلاك الوقود. يوفر دمج التقنيات الناشئة في أنظمة النقل فرصاً لتحسين التنبؤ بحركة المرور بشكل كبير ويؤدي إلى مشكلات بحثية جديدة. (الشرفاء، 2024)

طريقة التنبؤ بالازدحام المروري:

تطبيقات الملاحة الذكية لا تقتصر فقط على إرشاد السائقين إلى الطرق الأسرع، بل تساعد أيضاً في تجنب الزحام بطرق مبتكرة:

- التوجيه الذكي: من خلال تحليل حركة المرور في الوقت الفعلي، يمكن لتطبيقات الملاحة تقديم أفضل المسارات استناداً إلى الحالة الراهنة. هذا لا يشمل فقط الطرق السريعة، بل أيضاً الطرق الداخلية والشوارع الجانبية (Parveen, el, al, 2022)

- التحذيرات المسبقة: يتم إرسال تنبيهات للسائقين عن الازدحام المتوقع على المسار الذي يسلكونه قبل وصولهم إليه. يمكن أن تكون هذه التحذيرات حول الطرق التي تشهد زيادة في الحركة أو الحوادث المتوقعة
- الاقتراحات البديلة: في حال كانت الطرق الرئيسية مكتظة، توفر هذه التطبيقات مسارات بديلة لتجنب الازدحام. تساعد هذه الوظيفة في تقليل الوقت المفقود على الطرق المكتظة وتحسين تجربة القيادة (الشرفات، 2024)

فوائد التنبؤ بالازدحام المروري: (ديفيس، 2023)

- تقليل الازدحام وتحسين تدفق حركة المرور.
- توفير الوقت والمجهود.
- تقليل التلوث البيئي.
- تعزيز الأمان والسلامة على الطرق.
- دعم التخطيط الحضري وإدارة المرور.
- تحسين تجربة القيادة اليومي.

2- تحليل البيانات الضخمة للحركة المرورية:

تحليل البيانات الضخمة:

هو عملية تحليل مجموعات للبيانات الهائلة والمتنوعة (مهيكلة وغير مهيكلة) لاستخراج رؤى قيمة، واكتشاف الأنماط والاتجاهات المخفية لاتخاذ قرارات مستنيرة. تستخدم هذه العملية تقنيات متقدمة مثل الإحصاء، التعلم الآلي، والنماذج التنبؤية، وتتطلب أدوات وقوة حوسبية قادرة على التعامل مع حجم وسرعة وتعقيد البيانات التي تتجاوز قدرات التحليل التقليدية. (الشرفات، 2024)

ومع تزايد حجم البيانات المتاحة، يمكن لتقنيات البيانات الكبيرة أن تلعب دوراً أساسياً في تحسين تنبؤات حركة المرور. من خلال معالجة كميات ضخمة من البيانات القادمة من مختلف المصادر مثل الهواتف الذكية، السيارات، وأجهزة الاستشعار الذكية، ستتمكن الأنظمة من تقديم رؤى أكثر دقة وشمولية حول حركة المرور في مدن كبيرة أو حتى على نطاق عالمي (اسعد، 2021).

استخدام نماذج التوقعات: إنشاء نماذج توقعات باستخدام البيانات الكبيرة لفهم المستقبل المروري واتخاذ القرارات الاستراتيجية. باستخدام هذه التقنيات الحديثة، يصبح من الممكن فهم حركة المرور بشكل أعمق وتحسين التنبؤ واتخاذ القرارات الفعالة التي تؤثر إيجابياً على تصميم وتخطيط البنية التحتية للطرق. حيث ان الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات المتقدم: في المستقبل (Parveen, el, al, 2022)

سيستخدم الذكاء الاصطناعي بشكل أكبر لتحليل البيانات المرورية، ليس فقط لتحسين التنبؤات، بل أيضاً لإجراء تحليل عميق حول أنماط حركة المرور. من خلال معالجة البيانات بشكل أكثر تطوراً، ستتمكن الأنظمة من التنبؤ ليس فقط بالازدحام، ولكن أيضاً بعوامل خارجية تؤثر على حركة المرور مثل الطقس أو الأحداث الكبرى. كما سيتمكن الذكاء الاصطناعي من تحديث التنبؤات في الوقت الفعلي مع أخذ كل هذه المتغيرات بعين الاعتبار (جلال، 2015)

3- تقنيات الرؤية الحاسوبية (مثل الكاميرات الذكية):

تعتبر الرؤية الحاسوبية بمثابة العين في الذكاء الاصطناعي، حيث تمكن الأجهزة والتطبيقات من رؤية وفهم العالم المرئي كما يفعل الإنسان. تعتمد الرؤية الحاسوبية على تقنيات مبتكرة في معالجة الصور والتعلم العميق لاستخراج المعلومات والأنماط، مما يجعلها قوة دافعة للابتكار في العديد من الصناعات (Jenni, el, al, 2024)

نستطيع توظيف تقنيات الرؤية الحاسوبية والتعلم العميق لتحليل الصور والفيديوهات في مجالات متعددة مثل الأمن والتصنيع والرعاية الصحية والمراقبة والجودة، وذلك لتحسين الكفاءة وحفظ الوقت والمال والجهد وتستخدم تقنية المركبات ذاتية القيادة الرؤية الحاسوبية للتعرف على الصور اللحظية وإنشاء خرائط ثلاثية الأبعاد من كاميرات متعددة مثبتة في المركبات ذاتية القيادة. ويمكنها تحليل الصور وتحديد مستخدمي الطريق الآخرين، وإشارات الطرق، والمشاة، والعوائق (اسعد، 2021):

حالات الاستخدام تقنيات الرؤية الحاسوبية:

أولاً: الأمن والسلامة

تستخدم الحكومات والشركات الرؤية الحاسوبية لتحسين أمن الأصول والمواقع والمرافق. على سبيل المثال، تراقب الكاميرات وأجهزة الاستشعار الأماكن العامة، والمواقع الصناعية، والبيئات شديدة الحراسة. وترسل تنبيهات تلقائية في حال حدوث أي طارئ مثل دخول شخص غير مصرح له إلى منطقة محظورة. (Parveen, el, al, 2022)

ثانيا: الكفاءة التشغيلية

تمكن الرؤية الحاسوبية من تحليل الصور واستخراج البيانات الوصفية مما يتيح فرصًا جديدة للإيرادات ويعزز الكفاءة التشغيلية. على سبيل المثال التعرف تلقائيًا على لوح المركبات والتعرف تلقائيًا على عيوب الجودة قبل مغادرة المنتجات المصنع والكشف عن مشاكل صيانة الآلات والسلامة وتحليل صور وسائل التواصل الاجتماعي لاكتشاف اتجاهات وأنماط سلوك العملاء والتحقق من هوية الموظفين باستخدام خاصية التعرف التلقائي على الوجه.

ثالثًا: المركبات ذاتية القيادة (ديفيس، 2023)

تستخدم تقنية المركبات ذاتية القيادة الرؤية الحاسوبية للتعرف على الصور في الوقت الفعلي وإنشاء خرائط ثلاثية الأبعاد من كاميرات متعددة مثبتة في المركبات ذاتية القيادة. يمكنها تحليل الصور وتحديد مستخدمي الطريق الآخرين، وإشارات الطرق، والمشاة أو العوائق. في المركبات شبه ذاتية القيادة، تستخدم الرؤية الحاسوبية التعلم الآلي (ML) لمراقبة سلوك السائق. والتي تقلل من احتمال وقوع حادث مروري. (ديفيس، 2023)

المزايا المكتسبة من تطوير حالات الرؤية الحاسوبية (اسعد، 2021):

- تحسين الدقة والسرعة.
- الأتمتة الفعالة.
- المراقبة والتحليل في الوقت الفعلي.
- التكيف مع بيانات متنوعة.

4. إشارات المرور الذكية التكيفية:

بخلاف أنظمة الإشارات التقليدية التي تعتمد على دورات زمنية مبرمجة مسبقًا، تستخدم إشارات المرور التكيفية بيانات آنية لتحسين تدفق حركة المرور ديناميكيًا. تعتمد هذه الأنظمة على تقنيات متعددة، بما في ذلك خوارزميات الذكاء الاصطناعي، وأجهزة الاستشعار، وشبكات الاتصالات، لزيادة كفاءة إشارات المرور. حيث تعتمد إشارات المرور التكيفية على أجهزة استشعار متنوعة لمراقبة حركة المركبات، ورصد الازدحام، وقياس نشاط المشاة عند التقاطعات. تشمل أنواع أجهزة الاستشعار الشائعة ما يلي: أجهزة استشعار الحلقة الاستقرائية: مدمجة في الطريق للكشف عن المركبات التي تمر فوقها عن طريق ما يلي: (ديفيس، 2023)

أولاً: أجهزة استشعار المرور وجمع البيانات ورصد الازدحام، وقياس نشاط المشاة عند التقاطعات. تشمل أنواع أجهزة الاستشعار الشائعة ما يلي. (Parveen, el, al, 2022)

- أجهزة استشعار الحلقة الاستقرائية للكشف عن المركبات التي تمر فوقها.
- أجهزة استشعار الرادار لقياس كثافة حركة المرور وسرعتها.
- كاميرات الفيديو لتحليل حركة المرور المستندة إلى الذكاء الاصطناعي.
- أجهزة استشعار الأشعة تحت الحمراء والموجات فوق الصوتية.

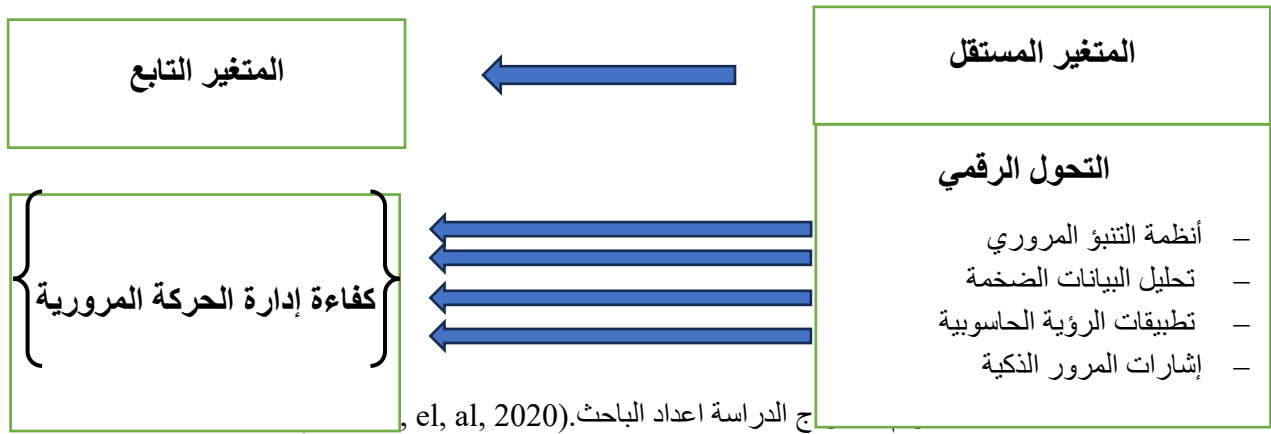
من خلال تحليل البيانات التي تم جمعها، يقوم النظام بضبط توقيتات الإشارة في الوقت الحقيقي للسماح بتدفق حركة المرور بشكل أكثر سلاسة.

ثانيا: خوارزميات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي:

تعالج الخوارزميات المدعومة بالذكاء الاصطناعي بيانات حركة المرور وتتنبأ بأنماط الازدحام. تحلل هذه الأنظمة بيانات حركة المرور التاريخية واللحظية لتحسين تغييرات الإشارات ديناميكيًا. تساعد نماذج التعلم الآلي على التنبؤ باتجاهات حركة المرور في ساعات الذروة وإجراء تعديلات استباقية لتحسين كفاءة التدفق. (Pramnath, el, al, 2022)

ثالثًا: الاتصالات والاتصال (تكامل إنترنت الأشياء):

ترتبط أنظمة المرور التكيفية الحديثة عبر إنترنت الأشياء وشبكات الجيل الخامس، مما يسمح لها بالتواصل مع إشارات المرور الأخرى ومركبات الطوارئ ومراكز التحكم في المدينة الذكية. وتتضمن بعض طرق الاتصال الرئيسية: الاتصالات بين المركبات والبنية التحتية (V2I). وأنظمة التحكم في حركة المرور المستندة إلى السحابة، بفضل هذه التقنيات، يمكن مزامنة إشارات المرور في جميع أنحاء المدن لتقليل الازدحام وتحسين التنقل الحضري. في ظل سعي المدن حول العالم إلى إدارة مرورية فعالة ومستدامة وذكية، تبرز إشارات المرور التكيفية كحل جذري. تستفيد هذه الأنظمة من الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء والتقنيات القائمة على المستشعرات لتحسين تدفق حركة المرور وتقليل الازدحام وتعزيز السلامة. (Opioid, el, al, 2023)



مستقبل أكثر ذكاءً للحركة المرورية ضمن رؤية المملكة 2030:

تمثل تطبيقات النقل الذكي تحولاً جذرياً في طريقة تفكيرنا وتعاملنا مع الحركة المرورية والتنقل بشكل عام، يمكننا استخلاص عدة نتائج مهمة منها تغير تطبيقات النقل الذكي ليس فقط طريقة تنقلنا، بل تؤثر على تخطيط المدن وأنماط العيش والعمل والترفيه حيث لا يقتصر تأثير هذه التطبيقات على تحسين الحركة المرورية فحسب، بل يمتد ليشمل الجوانب البيئية والاقتصادية والاجتماعية. والعمل على توافر تطبيقات النقل الذكي فرصاً استثمارية متنوعة للشركات والأفراد، سواء في تطوير التقنيات أو البنية التحتية الداعمة وتستخدم في تحقيق أقصى استفادة من تطبيقات النقل الذكي، يجب دمجها بشكل متكامل مع البنية التحتية والتخطيط الحضري والأطر التنظيمية حيث تساهم تطبيقات النقل الذكي في تحقيق رؤية المملكة 2030 للاستدامة البيئية وتحسين جودة الحياة في المدن السعودية.

الدراسات السابقة:

شهد مجال الذكاء الاصطناعي وتطبيقاته في النقل اهتماماً متزايداً في الأدبيات الأكاديمية خلال العقد الأخير، خصوصاً في ظل التحديات المرتبطة بزيادة الكثافة السكانية في المدن، وارتفاع معدلات الازدحام، والحاجة إلى تحسين الكفاءة التشغيلية للأنظمة المرورية. وقد تنوعت الدراسات السابقة ما بين النماذج التقنية، والتحليلات الاقتصادية، والبحوث التطبيقية، لتغطي الجوانب المختلفة لهذا المجال المتداخل بين الإدارة والتكنولوجيا.

الباحث	محمد خليف وارد الشرفات
السنة	2024
الدولة	المملكة العربية السعودية
العنوان	الشرفات، م. خ. و. (2024) تأثير تقنيات الذكاء الاصطناعي على تحسين تدفق حركة المرور.
الهدف	تهدف هذه الدراسة إلى استكشاف أثر تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين تدفق حركة المرور داخل المدن الحديثة، خصوصاً في ظل التحديات الحضرية المتزايدة مثل الازدحام، ارتفاع عدد المركبات، وتأثيرات التلوث الناتج عن اختناقات الطرق.
المنهج	المنهج التحليلي
الأداء	الاستبيان
النتائج	أشارت النتائج إلى أن استخدام الذكاء الاصطناعي، لاسيما في تحليل البيانات والتنبؤ بالمشكلات المرورية، يوفر قدرة عالية على ضبط الإشارات وتوجيه الحركة بشكل آني وفعال
التوصيات	وأوصت الدراسة بتكثيف استثمارات القطاع العام في تقنيات الذكاء الاصطناعي، واعتماد سياسات تشجع على التحول الرقمي في إدارة النقل، مع ضرورة توعية السائقين بمنافع هذه التقنيات، وتعزيز ثقافة الاستخدام الذكي للطريق
الفجوة	ركزت الفجوة الدراسية على محددات أنظمة التنبؤ والبيانات الضخمة وبرامج الرؤية الحاسوبية وإشارات المرور الذكية في تحسين كفاءة إدارة الحركة المرورية
الباحث	الضيف علي
السنة	2023
الدولة	الأردن
العنوان	الذكاء الاصطناعي: تطوره، تطبيقاته، وتحدياته
الهدف	تسعى إلى تقديم عرض تحليلي لتطور هذا المجال، وتطبيقاته المتعددة، إضافة إلى التحديات المصاحبة له
المنهج	المنهج التاريخي

الأداء	الملاحظة التحليلية الناقدة للمصادر التاريخية، والمقابلات الشخصية لشهود العيان، واستخدام الأجهزة والوسائل التكنولوجية
النتائج	يؤكد الباحث أن الذكاء الاصطناعي يمكن أن يكون ركيزة لتحقيق التنمية المستدامة وزيادة كفاءة المؤسسات،
التوصيات	ضرورة تبني تشريعات وطنية واضحة، وتعاون بين القطاعين العام والخاص لضمان توظيف الذكاء الاصطناعي بشكل آمن، مسؤول، وإنساني
الفجوة	ركزت الدراسة على الدور الفعال للذكاء الاصطناعي في تطوير أدوات التشخيص الطبي المبكر، وتحسين جودة التعليم من خلال أنظمة تعليمية ذكية
الباحث	محمد سعيد القحطاني
السنة	2021
الدولة	المملكة العربية السعودية
العنوان	استخدام الذكاء الاصطناعي في تعزيز السلامة المرورية بالدول العربية
الهدف	تركز الدراسة على التعرف على النغمة النهائية للذكاء الاصطناعي في الحد من التكنولوجيا الشاملة وخاصة العالمية في مجالات الحركة الحركية على الطرق
المنهج	الوصفي والوصفي المسحي
الأداء	باستخدام الاستبانة كأداة الكمبيوتر
النتائج	يشير إلى الوضع الحالي لتحرير العلوم الاصطناعية في مجال إدارة الدراسة العلمي بالدول العربية المستجيبة لا يزال في بداياته.
التوصيات	تطوير المعرفة البشرية لتطبيقات نظم الذكاء الاصطناعي المطلوبة في الحركة العصبية من خلال نظام الخصوصية، وضرورة مواكبة التطور الحديث المعجزة في تفاصيل لتعزيز السلامة المرورية
الفجوة	الذكاء الاصطناعي يمكن أن يحدث على التحرك مع الأطر الأخيرة التي تضع حواجز تحد من ابتكار إبداعات مبتكرة في المجالات الحركية، الميزة المميزة التي في تطوير المعرفة البشرية لتطبيقات نظم الذكاء
الباحث	إبراهيم، ريم ماجد
السنة	2021
الدولة	الأردن
العنوان	The role of ICT/IoT elements in sustainable economic development of its managed infrastructure in Jordan) Unpublished master's thesis
الهدف	تم تصميم هذه الدراسة لاستكشاف أقصر الطرق التي يمكن لسائقي الشاحنات اتباعها من أجل تقليل المسافة المقطوعة، والوقت المستغرق في الشوارع، والتخفيف من الازدحام وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون
المنهج	المنهج التحليلي
الأداء	الاستبيان والمقابلات
النتائج	وأظهرت نتائج هذه الدراسة في منطقة السلام أن استخدام تطبيقات TSP في الخدمات اللوجستية للأدوية ومنتجات الألبان في منطقة عمان أدى إلى تقليل المسافة المقطوعة من قبل سائقي الشاحنات بنسبة 60.8%
التوصيات	ضرورة مقارنة هذا المتوسط بالمسافة التي تم قطعها بعد استخدام برنامج TSP لحساب نسبة توفير في المسافة
الفجوة	إيجاد الطريق الأمثل يعد مهمة صعبة وغير دقيقة إذا تم الاعتماد فقط على خبرات السائقين. ومع ذلك، يمكن تحقيق أقصر الطرق بشكل أكثر دقة من خلال قياس المسافات بين المنتجين وتجار التجزئة
الباحث	, & Singh, J. ., Kumar, I. P., Chadha, R. S.Parveen, S
السنة	2022

الدولة	الهند
العنوان	Artificial intelligence in transportation industry: An analytical study on the use of AI technologies in safety management, public transport, logistics, and traffic control
الهدف	تحليل استخدامات الذكاء الاصطناعي في أنظمة النقل الذكية (ITS) والتي تشمل تكامل الأنظمة الرقمية مع البنية التحتية للطرق والمركبات لتقديم حلول تنبؤية وإدارية
المنهج	الوصفي التحليلي
الأداء	الاستباقي والمقابلة
النتائج	توصلت الدراسة إلى أن الذكاء الاصطناعي يقدم حلولاً فعالة للمشكلات المزمنة التي يواجهها النقل، مثل الحوادث، التلوث، والتكدسات، كما يعزز من كفاءة الموارد ويقلل التكاليف التشغيلية
التوصيات	ضرورة توسيع نطاق تبني الذكاء الاصطناعي في نظم النقل الحضرية، والاستثمار في البنية التحتية الرقمية، وتطوير سياسات ذكية تدعم التكامل بين الذكاء الاصطناعي ومكونات النقل لتحقيق أهداف التنمية المستدامة
الفجوة	الدور المتنامي لتقنيات الذكاء الاصطناعي في تطوير وتحسين قطاع النقل عالمياً، حيث ينظر إلى الذكاء الاصطناعي باعتباره أداة حيوية قادرة على تحويل هذا القطاع ليصبح أكثر كفاءة واستدامة وأماناً

التعليق على الدراسات السابقة:

أوجه التشابه والاختلاف بين الدراسة الحالية والدراسات السابقة، حيث قام الباحث باستعراض عدد من الدراسات السابقة والاطلاع على أهم نتائجها في مجال الدراسة الحالية حيث تم التركيز على بعض نقاط التشابه والاختلاف كما يلي:

- هناك ندرة في الدراسات السابقة التي تناولت الموضوع بشكل مباشر في البيئة الأجنبية بوجه عام والبيئة العربية والمحلية بوجه خاص بمنطقة مكة المكرمة في المملكة العربية السعودية.
- الدراسات السابقة ساهمت بشكل كبير في الإدراك الجيد لمتغيرات الدراسة وصياغة أهداف وفرضيات الدراسة الحالية وتحديد الفجوة البحثية المناسبة لموضوع الدراسة الحالية.
- تناولت العديد من الدراسات السابقة أبعاد تمثل مجال أوسع لدراسات مستقبلية مثل استخدام الذكاء الاصطناعي في دراسة (الشرفاء، 2024) ودراسة (الضيف، 2023).
- تحاول الدراسة الحالية سد الفجوة البحثية الواضحة في هذا المجال مع التوسع في دراسة هذه المشكلة وتحديد مسبباتها حيث تم أدوات الذكاء الاصطناعي من خلال أربع أبعاد وقياس تأثيرها على المتغير التابع " كفاءة إدارة الحركة المرورية.
- تتمثل مبررات اختيار هذا الموضوع في تسليط الضوء على مفهوم أدوات الذكاء الاصطناعي المستخدمة في رفع كفاءة الحركة المرورية بمنطقة مكة المكرمة في المملكة العربية السعودية بصفته موضوع جديد وحديث.
- يوجد اختلاف جوهري وكبير بين الدراسة الحالية والدراسات السابقة في تحديد مجتمع وعينة الدراسة الحالية عن الدراسات السابقة حيث طبقت الدراسة الحالية على منطقة مكة المكرمة في المملكة العربية السعودية.
- الدراسة الحالية اختلفت مع الدراسات السابقة من حيث أبعاد متغيرات الدراسة وكذلك النطاق الزمني والجغرافي للرسالة الحالية.

المنهجية:

سوف يتم الاعتماد بشكل واضح على المنهج الوصفي التحليلي باعتبار أنه المنهج المناسب لدراسة الظاهرة كما أنه الأنسب لدراسة العلاقة بين متغيرات قابلة للقياس الكمي والتحليل الإحصائي كما توجد في الواقع ويهتم بوصفها وصفاً دقيقاً ومباشراً ويعبر عنها وصفاً وكمياً بالتعبير الكيفي أو الوصفي يهدف إلى وصف الظاهرة ويوضح خصائصها، أما التعبير الكمي أو الرقمي فيعطيها وصفاً رقمياً يوضح مقدار هذه الظاهرة أو حجمها أو درجة ارتباطها مع الظواهر الأخرى من تحليل ووصف أثر أدوات الذكاء الاصطناعي على كفاءة إدارة الحركة المرورية بمنطقة مكة المكرمة في المملكة العربية السعودية.

تعتبر الدراسة الحالية دراسة وصفية تحليلية كمية، وكذلك لتحديد أثر أدوات الذكاء الاصطناعي على كفاءة إدارة الحركة المرورية بمنطقة مكة المكرمة في المملكة العربية السعودية، حيث تعتمد هذه الدراسة على البيانات الكمية بوصفها الأداة الأساسية للتحليل، حيث سيتم جمع معلومات رقمية منظمة من المشاركين حول المتغيرات المستقلة (أدوات الذكاء الاصطناعي) والمتغير التابع

(كفاءة إدارة الحركة المرورية). تعد البيانات الكمية مناسبة لهذه الدراسة نظرًا لقدرتها على تقديم مؤشرات دقيقة يمكن تحليلها إحصائيًا واستخلاص علاقات وارتباطات واضحة بين الأبعاد المختلفة. كما سيتم الاستعانة ببيانات ثانوية داعمة، تشمل تقارير رسمية صادرة عن إدارات المرور والنقل، ودراسات أكاديمية منشورة حديثًا، إلى جانب إحصائيات حكومية محلية أو خليجية ذات علاقة بمشاريع النقل الذكي، مما يساهم في توفير خلفية مرجعية مقارنة تساعد على تعزيز التفسير التحليلي للبيانات الأولية.

مجتمع وعينة الدراسة:

يشمل مجتمع الدراسة مجموعة من الجهات والأفراد المرتبطين بشكل مباشر أو غير مباشر بقطاع النقل والإدارة العامة للمرور والهيئة العامة للطرق والهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي والهيئة العامة للنقل بمنطقة مكة المكرمة في المملكة العربية السعودية لم يتم تحديد عدد محدد لمجتمع الدراسة نظرا لتعدد الجهات لخاصة بمجتمع الدراسة وعدم وجود احصائيات حول عدد مجتمع الدراسة بمنطقة مكة المكرمة في المملكة العربية السعودية.

عينة الدراسة سوف يتم اختيارها بطريقة العينة الطبقية العشوائية حيث يستهدف ان يكون حجم العينة 200 مفردة وسوف يتم توزيع الاستبيان الكترونيا على عينة الدراسة واستلام الردود عليها حيث يتم توزيع 218 استبيان للحصول على عدد استبيانات مكتملة وصحيحة للعدد المطلوب لعينة الدراسة ويتكون عينة الدراسة من الفئات التالية:

- موظفو إدارات المرور والنقل على المستوى الحكومي والتنفيذي.
- مهندسو المدن الذكية ومطورو أنظمة النقل الذكي.
- فنيون ومبرمجون يعملون في مجال الذكاء الاصطناعي في المؤسسات المتخصصة.
- مجموعة من مستخدمي الطرق، مثل السائقين والمواطنين، لتقييم الجانب التطبيقي من وجهة نظر المستخدم.

أداة جمع البيانات:

تعد أداة الاستبانة من أهم أدوات الدراسة العلمي وأكثرها استخداما في العلوم الاجتماعية، وهي استثمار بحث يتم من خلالها الحصول على المعلومات والحقائق في مختلف الظروف والدراسة في مختلف الاتجاهات والمواقف. وتشتمل على مجموعة من الأسئلة التي يطلب من أفراد العينة الإجابة عليها، ويمكن أن يتم إرسال هذه الأسئلة بالبريد الإلكتروني، ويطلق عليها في هذه الحالة الاستبانة البريدية وسوف يتم قياس صدق الأداة: من خلال تحكيم الخبراء أو المحكمين الأكاديميين. وقياس ثبات الأداة: عبر معامل كرونباخ ألفا وستستخدم في هذه الدراسة أداة استبيان مغلق، تتكون من مجموعة من الأسئلة المصممة وفق مقياس ليكرت الخماسي، موزعة على محاور تمثل أبعاد المتغير المستقل، وهي:

1. أنظمة التنبؤ المروري.
2. تحليل البيانات الضخمة.
3. تقنيات الرؤية الحاسوبية (مثل الكاميرات الذكية).
4. إشارات المرور الذكية التكيفية.

وقد انقسم الاستبيان الدراسة إلى قسمين رئيسيين:

القسم الأول: الخاص بالبيانات الشخصية للمبحوثين: (الجنس- السن- الأقدمية - المؤهل العلمي - والوظيفة).

القسم الثاني: العوامل المؤثرة في أثر أدوات الذكاء الاصطناعي على كفاءة إدارة الحركة المرورية بمنطقة مكة المكرمة في المملكة العربية السعودية وتكون المتغير المستقل من أربع محاور رئيسية كل محور يتكون من خمس فقرات. في كل محور والمتغير التابع ويتكون من خمس فقرات

. جدول رقم (1) مكونات استثمار الاستبيان

درجة الموافقة	القسم	عدد الفقرات
الجزء الاول	البيانات الشخصية	العمر – النوع – سنوات الخبرة – الوظيفة- المسمى الوظيفي
المتغير المستقل: الذكاء الاصطناعي		
البعد الاول	أنظمة التنبؤ المروري.	5 فقرات
البعد الثاني	تحليل البيانات الضخمة.	5 فقرات
البعد الثالث	تقنيات الرؤية الحاسوبية	5 فقرات
البعد الرابع	إشارات المرور الذكية التكيفية.	5 فقرات
المتغير التابع	كفاءة إدارة الحركة المرورية	5 فقرات

وسوف يتم استخدام مقياس ليكرث الخماسي التي تتراوح اختياراته من موافق بشدة وموافق ومحاييد وغير موافق وغير موافق بشدة كما يلي:

جدول 2: أوزان الإجابات حسب مقياس ليكرث الخماسي

درجة الموافقة	الوزن النسبي	المتوسط الموزون
موافق بشدة	5	5.00 – 4.20
موافق	4	4.20 >- 3.40
محاييد	3	3.40 >- 2.60
غير موافق	2	2.60 >- 1.80
غير موافق بشدة	1	1.80 >- 1

الجدول السابق يوضح قيم المتوسطات المرجحة وفقا لمقياس ليكرث للتدرج الخماسي وقد تم حساب المتوسطات الحسابية المرجحة لكل عبارة من عبارات محاور وأبعاد أداة الدراسة ومقارنتها مع المدى الموجود في الجدول وتعطى الإجابة المقابلة للمدى الذي يقع بداخله متوسط العبارة.

وتستهدف هذه المحاور قياس مدى إدراك المستجيبين لتأثير كل بعد من هذه الأدوات على **كفاءة إدارة الحركة المرورية**، بوصفها المتغير التابع. كما يتضمن الاستبيان أسئلة عامة حول الخلفية الديموغرافية للمشاركين (الوظيفة، الخبرة، موقع العمل..).

بالإضافة إلى ذلك، ستجرى **مقابلات شبه مهيكلة** مع عدد محدود من المختصين والخبراء (من 5 إلى 7 مشاركين)، يعملون في مؤسسات حكومية أو شركات خاصة تهتم بأنظمة النقل الذكي. تهدف هذه المقابلات إلى توفير رؤى تحليلية أكثر عمقا حول الواقع التطبيقي، والتحديات التي تواجه تبني الذكاء الاصطناعي في هذا المجال.

طرق جمع البيانات والمعلومات كالتالي:

أولاً: المصادر الأولية: من أجل جمع البيانات والمعلومات اللازمة للكشف عن أثر أدوات الذكاء الاصطناعي عمل كفاءة إدارة الحركة المرورية بمنقطة مكة المكرمة في المملكة العربية السعودية تم الاعتماد في الجانب الميداني على الاستبيان الأداة الرئيسة للدراسة. وتمثل الاستبانة هي أداة بحثية تستخدم لجمع البيانات واستطلاع آراء الأفراد في موضوع معين. يتم تصميم الاستبانة عادة في شكل سلسلة من الأسئلة المفتوحة أو المغلقة التي يتم توزيعها على الأفراد المشاركين. يتم استخدام الاستبانات في مجالات مختلفة مثل الدراسة العلمية واستطلاعات الرأي والدراسات الاجتماعية

ثانياً: المصادر الثانوية: استخدم مجموعة من الرسائل العلمية بالإضافة إلى الأبحاث والدراسات، والرسائل العلمية المنشورة في المجالات والمواقع الالكترونية عبر متصفحات الانترنت اعداد في الإطار النظري للدراسة.

الأساليب الإحصائية المستخدمة:

ستحلل البيانات باستخدام برنامج SPSS أو Smart PLS، وفق مجموعة من الأساليب الإحصائية الملائمة لطبيعة الدراسة، وهي:

- **تحليل التكرارات والنسب المئوية:** لتوصيف خصائص العينة وتوزيعها حسب المتغيرات الديموغرافية، مثل نوع الجهة أو سنوات الخبرة.
- **المتوسطات الحسابية والانحراف المعياري:** لقياس توجهات العينة نحو المتغيرات المستقلة ومدى تأثيرها من وجهة نظرهم.
- **تحليل الارتباط (Pearson Correlation):** لفحص العلاقة بين كل بعد من أبعاد الذكاء الاصطناعي وكفاءة إدارة المرور.
- **تحليل الانحدار الخطي البسيط والمتعدد:** لاختبار فرضيات الدراسة بدقة، وتحديد مدى تأثير المتغيرات المستقلة مجتمعة أو منفردة على المتغير التابع.
- **اختبار T-Test وANOVA:** لتحليل الفروق بين آراء المجموعات المختلفة داخل العينة (مثل

المقارنة بين الفنيين والمهندسين)، ومعرفة ما إذا كانت هناك فروقات ذات دلالة إحصائية تعكس وجهات نظر مختلفة باختلاف الدور أو الخبرة.

إجراءات التأكد من صدق وثبات قائمة الاستقصاء

يستعرض هذا الجانب من الدراسة الإجراءات التي اتبعت للتحقق من صدق وثبات المقاييس المستخدمة في قائمة الاستقصاء.

صدق قائمة الاستقصاء أو صدق المقاييس:

يشير صدق المقياس إلى أن المقياس يقيس ما وع من أجله وما هدف إلى قياسه؛ أي العبارات التي اشتملها سواء المتغير المستقل بأبعاده الأربعة وكذلك المتغير التابع هي فعلياً تقيس تلك المتغيرات ولا تقيس شيئاً آخر (Bird, 2009)، لذا تم إجراء هذا الاختبار الإحصائي للتحقق من صدق المقاييس التي اشتملتها قائمة الاستقصاء عن طريق الصدق الظاهري (صدق المحكمين) وصدق الاتساق الداخلي للمقياس.

الصدق الظاهري (صدق المحكمين) :

"بهدف هذا الإجراء الإحصائي إلى التحقق من مستوى صدق المقاييس التي تبنتها استمارة الاستقصاء، وذلك من خلال توزيعها على عدد من أعضاء هيئة التدريس بالجامعة للوقوف على آرائهم فيما اشتملته الاستمارة من عبارات، وذلك بهدف تقييمها من حيث توافق مضمونها مع ما هدفت إلى قياسه، وتوافق أقسام الاستمارة، ومدى تناسب كل عبارة مع البعد الذي تنتمي إليه، فضلاً عن صحة الصياغة ووضوحها لغوياً وعلمياً، حيث أسفر تحكيم أداة الدراسة عن إجراء بعض التعديلات على الصياغة اللغوية فقط، ومن ثم بات عدد العبارات الواردة بها (25) عبارة.

صدق الاتساق الداخلي للمقياس:

"يهدف هذا الإجراء إلى التحقق من صدق العبارات الواردة في قائمة الاستقصاء في قياس الهدف الذي صممت من أجله Bird, (2009)، وذلك عن طريق حساب معامل ارتباط كل عبارة بالدرجة الكلية بالمقياس الذي تنتمي إليه باستخدام برنامج (SPSS)، وتم التحقق من صدق المقاييس الواردة بقائمة الاستقصاء باستخدام معامل ألفا لكافة أبعاد المتغير المستقل المتمثل في أدوات الذكاء الاصطناعي وكذلك المتغير التابع المتمثل في كفاءة إدارة الحركة المرورية على النحو المبين أدناه:

جدول رقم (3) نتائج التحقق من صدق المقاييس المستخدمة في استمارة الاستقصاء

المتغيرات/ الأبعاد	عدد العبارات	معامل ألفا
أدوات الذكاء الاصطناعي		
■ أنظمة التنبؤ المروري	5	0.846
■ البيانات الضخمة	5	0.854
■ تطبيقات الرؤية الحاسوبية	5	0.891
■ إشارات المرور الذكية	5	0.822
■ كفاءة إدارة الحركة المرورية	5	0.912

"يتضح من جدول الاتساق الداخلي للأبعاد الأربعة المكونة للمتغير المستقل والمتمثل بأدوات الذكاء الاصطناعي وكذلك المتغير التابع المتمثل بكفاءة إدارة الحركة المرورية، تتمتع بدرجة مقبولة من الاتساق الداخلي، حيث تراوحت قيم ألفا بين (0.846) و(0.912)." .

ثبات قائمة الاستقصاء

" يشير ثبات قائمة الاستقصاء إلى مدى استقرار قياس عبارات قائمة الاستقصاء، أي اقتراب مستوى استجابات العينة الذي تعكسه عبارات هذه القائمة في كل مرة يستجيب لها نفس أفراد العينة خلال فترة زمنية متقاربة أو متلاحقة

وقد قام الباحث بحساب ثبات المقاييس المستخدمة بقائمة الاستقصاء من خلال حساب معامل (ألفا كرونباخ) عن طريق استخدام برنامج (SPSS) اصدار (24)، حيث بلغت الدرجة الكلية لمقياس أدوات الذكاء الاصطناعي (0.920) والدرجة الكلية لمقياس كفاءة إدارة الحركة المرورية (0.869)، مما يشير إلى تمتع قائمة الاستقصاء بدرجة مرتفعة من الثبات. كما تم حساب معامل ألفا للثبات لكل بعد من أبعاد قائمة الاستقصاء وهو ما يوضحه الجدول الآتي:

جدول رقم (4) معاملات ثبات ألفا كرونباخ لمتغيرات قائمة الاستقصاء

المتغيرات الأبعاد	أدوات الذكاء الاصطناعي				الدرجة الكلية	كفاءة إدارة الحركة المرورية
	أنظمة المروري	البيانات الضخمة	تطبيقات الرؤية الحاسوبية	إشارات المرور الذكية		
معامل ثبات كرونباخ	0.846	0.854	0.891	0.831	0.875	0.869

"يتضح من الجدول (4)، أن جميع معاملات الثبات للمتغير المستقل المتمثل في أدوات الذكاء الاصطناعي وأبعاده المتمثلة في أنظمة التنبؤ المروري، والبيانات الضخمة، تطبيقات الرؤية الحاسوبية، إشارات المرور الذكية. قد حصلت على نسب ثبات عالية بلغت (0.846)، (0.854)، (0.891)، (0.831)، على التوالي، مما يدل على تمتع المقياس بمستوى مرتفع من الثبات بما يؤهله

لوضعه في صورته النهائية المعتمدة، والمباشرة في توزيعه على أفراد عينة الدراسة، باعتبار أن النسبة المعيارية المقبولة هي أكبر أو تساوي 0.70 الأمر الذي يشير إلى عدم تأثر النتائج بعامل الوقت إذا طبقت على نفس الأفراد في فترة لاحقة."

تحليل المتغيرات الديموغرافية لعينة الدراسة

اشتمل القسم الأول من قائمة الاستقصاء على البيانات الشخصية لعينة الدراسة، لذلك سيتناول هذا الجانب من الفصل استعراض لتحليل نسب وأعداد (تكرارات) عينة الدراسة والتي تم اختيارها باتباع أسلوب العينة الطبقية العشوائية، وذلك من أجل وصف نسب وأعداد العينة المبحوثة المستهدفة في الدراسة الحالية ورسم ملامحها وفقاً للمتغيرات الديموغرافية (الجنس، والعمر، والمؤهل العلمي، والمستوى الوظيفي، وسنوات الخبرة).

متغير الجنس

جدول (5) وصف عينة الدراسة وفق الجنس

الجنس	العدد	النسبة المئوية
ذكر	170	85%
أنثى	30	15%
المجموع	200	%100

"يوضح الجدول (5) أن أعداد العاملين الذكور كانت أكثر بكثير من أعداد العاملات الإناث، حيث بلغ عدد العاملين الذكور (170)؛ أي بنسبة (85%) من مجموع أفراد العينة، أما عدد الإناث فقد بلغ عددهن (30)؛ أي بنسبة (15%) من مجموع أفراد العينة، والذي قد يعزى إلى طبيعة عمل عينة الدراسة الذي يعكس هيكل الوظائف وفقاً للجنس."

متغير العمر

"جدول (6) وصف عينة الدراسة وفق العمر

العمر	العدد	النسبة المئوية
30 سنة فأقل	60	%30
31- 40 سنة	100	%50
41- 50 سنة	30	%15
51 سنة فأكثر	10	%5
المجموع	200	%100

يوضح الجدول (6) أن النسبة الأكبر من أفراد العينة في الشركة كانت الفئة العمرية التي تتراوح أعمارها بين (31 - 40 سنة)، حيث بلغت (100) فرداً بنسبة بلغت (50%)، يليها الفئة العمرية التي تتراوح أعمارها بين (30 سنة فأقل)، حيث بلغت (60) فرداً بنسبة بلغت (30%) من مجموع أفراد العينة، وتلاهها في ذلك الفئة العمرية من (41- 50 سنة)، إذ بلغت نسبتها (15%) وبعدد (30) فرداً من مجموع أفراد العينة، وأخيراً الفئة العمرية (51 سنة فأكثر)، بنسبة بلغت (5%) وبعدد (10) افراد من مجموع أفراد العينة، الأمر الذي قد يفسر بأن موظفين والقياديين بقطاع النقل والادارة العامة للمرور والهيئة العامة للطرق والهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي والهيئة العامة للنقل بمنقطة مكة المكرمة في المملكة العربية السعودية تعتمد أكثر على العاملين من ذوي الفئات المتوسطة العمر، حيث بلغت نسبة الفئتين العمريتين من (30 سنة فأقل) و(31- 40 سنة) 76.65% من مجموع أفراد العينة.

متغير المؤهل العلمي

"جدول (7) وصف عينة الدراسة وفق المؤهل العلمي

المؤهل العلمي	العدد	النسبة المئوية
ثانوي / دبلوم	90	%45
بكالوريوس	40	%20
ماجستير	40	%20
دكتوراه	30	%15
المجموع	200	%100

يوضح الجدول (7) أن أعداد الأفراد الذين يحملون مؤهل ثانوي ودبلوم هم الأكثر عدداً مقارنةً بباقي المؤهلات العلمية، إذ بلغ عددهم (90) فرداً، حيث مثلوا ما يقارب نصف عينة الدراسة بنسبة بلغت (45%) من إجمالي العينة، ويليه نسبة الحاصلين على مؤهل البكالوريوس، إذ بلغ عددهم (40) فرداً، وهم يمثلون نسبة (20%) من مجموع أفراد العينة، ثم الحاصلين على مؤهل الماجستير، إذ بلغ عددهم (40) فرداً، وهم يمثلون نسبة (20%) من مجموع أفراد العينة، وأخيراً جاءت النسبة الأقل للحاصلين على شهادة عليا، إذ بلغ عددهم (30) فرداً، وهم يمثلون نسبة (15%) من مجموع أفراد العينة، فهم الأقل مقارنةً بباقي المؤهلات العلمية، الأمر الذي قد يفسر بأن تلك الهيئات تركز على تعيين الكوادر من حملة مؤهل ثانوي أو دبلوم وفقاً لطبيعة الوظائف ومجال الخدمات المرورية."

جدول (8) وصف عينة الدراسة وفق سنوات الخبرة

الخبرة	العدد	النسبة المئوية
5 سنوات فأقل	80	40%
6-10 سنوات	60	30%
11-15 سنة	30	15%
16 سنة فأكثر	30	15%
المجموع	200	100%

يوضح الجدول (8) ان أعداد الأفراد الذين لديهم سنوات خبرة تتراوح بين (6-10 سنوات) هم الأكثر عدداً حيث إذ بلغ عددهم (60) فرداً وبنسبة بلغت 30%، تلاها الفئة التي تتراوح سنوات خبراتهم (5 سنوات فأقل)، بعدد (80)، بنسبة بلغت 40%، تلاهما الفئة التي تتراوح سنوات خبرتهم بين (11-15 سنة)، وقد بلغت نسبتهم (15%) بعدد (30) فرداً، وأخيراً فئة الأفراد الذين تتراوح سنوات خبرتهم بين (16 سنة فأكثر)، حيث بلغت نسبتهم (15%) بعدد (3630) فرداً، والذي قد يفسر بأنه نظراً لطبيعة العمل الميداني، فالنسبة الأكبر من عينة الدراسة تتراوح سنوات خبراتهم (أقل من 5 إلى 10 سنوات) حيث مثلت 70% من مجموع أفراد العينة.

متغير المستوى الوظيفي

جدول (9) وصف عينة الدراسة وفق المستوى الوظيفي

الوظيفة	العدد	النسبة المئوية
موظف	100	50%
إخصائي	60	30%
رئيس قسم	30	15%
مدير إدارة	10	5%
المجموع	200	100%

"يوضح الجدول (9) أن الموظفين يمثلون النسبة الأكبر من عينة الدراسة بنسبة بلغت (50%) بعدد (100) فرداً، ويليه في ذلك الإخصائيين بنسبة بلغت (30%) بعدد (60) إخصائي، ثم رؤساء الأقسام بنسبة (15%) بعدد (30) رئيس قسم، وأخيراً مدراء الإدارات بنسبة بلغت (5%) بعدد (10) مدير إدارة. وهذا يفسر بأن العاملين يمثلون القوام الأكبر من العاملين لكونهم الفئة المنوطة بالتشغيل اليومي، مقارنةً بالحاجة الأقل بكثير لرؤساء الأقسام ومدراء الإدارات."

الإحصاء الوصفي لعبارات قائمة الاستقصاء

تم إجراء التحليل الوصفي لعبارات قائمة الاستقصاء عن طريق استخدام بعض الأساليب الإحصائية في الإحصاءات الوصفية. حيث تم احتساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية وترتيب فقرات المتغيرات الرئيسية والفرعية لقائمة الاستقصاء حسب الأهمية للوقوف على العبارات الأكثر تأثيراً لكل متغير، فضلاً عن استخراج المتوسط العام لكل متغير من متغيرات قائمة الاستقصاء.

الإحصاء الوصفي لعبارات أدوات الذكاء الاصطناعي

تم إجراء التحليل الوصفي لعبارات متغير أدوات الذكاء الاصطناعي لكل بعد من أبعاد مقياس متغير أدوات الذكاء الاصطناعي بأبعادها الأربعة المتمثلة بـ (أنظمة التنبؤ المروري، البيانات الضخمة، تقنيات الرؤية الحاسوبية؟، أنظمة إشارات المرور الذكية) والتي تشكل هذا المتغير.

الإحصاء الوصفي لعبارات محور أنظمة التنبؤ المروري

جدول (10) الإحصاء الوصفي لعبارات محور أنظمة التنبؤ المروري (n=197)

م	العبرة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الترتيب	مستوى الموافقة
1	تساعد التطبيقات الإدارية لتقنيات الذكاء الاصطناعي المؤسسة على تحميل كميات كبيرة من المعلومات لإنشاء خصائص في مواقف معينة	3.684	8510.	3	مرتفع
2	أدى التوسع في انترنت الأشياء الي ظهور حلول إبداعية جديدة	3.655	130.5	4	مرتفع
3	تساعد تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحليل بيانات حركة	7733.	0.499	5	مرتفع

المرور وتنبيه الازدحام				
4	يستخدم نظام GPS في التنبيه بالازدحام المروري والتنبيه بالاختناقات المرورية	3.888	4450.	2 مرتفع
5	أنظمة التنبيه المروري تسهم في تعزيز الأمان والسلامة على الطرق	0293.	0.559	1 مرتفع
المتوسط العام		3.821	5250.	- مرتفع

"يتبين من نتائج الجدول (10) أن المتوسط العام لعبارات أنظمة التنبيه المروري قد بلغ (3.821) وبانحراف معياري قدره (0.525)، وهي قيمة مرتفعة بناءً على مقياس التحليل المعتمد في الدراسة. مما يشير على وجود علاقة ذات دلالة إحصائية بين أنظمة التنبيه المروري وكفاءة إدارة الحركة المرورية حسب وجهة نظر أفراد عينة الدراسة"

"وقد حصلت العبارة رقم (5) على أعلى متوسط حسابي بلغ (3.902)، والتي تنص على "أنظمة التنبيه المروري تسهم في تعزيز الأمان والسلامة على الطرق"

"في حين حصلت العبارة رقم (3) على أقل متوسط حسابي والذي بلغ (3.377)، والتي تنص على: "تساعد تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحليل بيانات حركة المرور وتنبيه الازدحام"، والذي قد يفسر بأنه - توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين أنظمة التنبيه المروري وكفاءة إدارة الحركة المرورية.

الإحصاء الوصفي لعبارات محور البيانات الضخمة

جدول (11) الإحصاء الوصفي لعبارات محور البيانات الضخمة (n=197)

م	العبارة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الترتيب	مستوى الموافقة
1	تساعد تحليل البيانات الضخمة في تحديد الاحتياجات الفعلية للمجتمعات المستهدفة	3.681	0.486	1	مرتفع
2	تسهم تحليلات البيانات الضخمة في الربط بين المعلومات الاجتماعية والاقتصادية والبيانات المرورية بشكل تكاملي يدعم اتخاذ القرار	3.663	0.477	3	مرتفع
3	يعتبر تحليل البيانات الضخمة وسيلة لفهم المستقبل المروري واتخاذ القرارات الاستراتيجية	3.672	0.495	2	مرتفع
4	استخدام البيانات الضخمة في تحليلات النقل لتحليل الحوادث وتفاصيلها	3.60	0.567	4	مرتفع
5	استخدام البيانات الضخمة في تحليلات النقل لتقليل وترشيد التكاليف	3.546	0.522	5	مرتفع
المتوسط العام		3.605	0.41	-	مرتفع

"يتبين من نتائج الجدول (11) أن المتوسط العام لعبارات البيانات الضخمة قد بلغ (3.60) وبانحراف معياري قدره (0.41)، هي قيمة مرتفعة بناءً على مقياس التحليل المعتمد في الدراسة. مما يشير إلى أن - توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين البيانات الضخمة وكفاءة إدارة الحركة المرورية حسب وجهة نظر أفراد عينة الدراسة"

وقد حصلت العبارة رقم (1) على أعلى متوسط حسابي بلغ (3.68)، والتي تنص على: "تساعد تحليل البيانات الضخمة في تحديد الاحتياجات الفعلية للمجتمعات المستهدفة". بينما حصلت العبارة رقم (5) على أقل متوسط حسابي بلغ (3.546)، والتي تنص على: "استخدام البيانات الضخمة في تحليلات النقل لتقليل وترشيد التكاليف"، والذي قد يفسر بأنه توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين البيانات الضخمة وكفاءة إدارة الحركة المرورية.

الإحصاء الوصفي لعبارات محور تقنيات الرؤية الحاسوبية

جدول (12) الإحصاء الوصفي لعبارات محور المواءمة بين قيم الفرد والمنظمة (n=197)

م	العبارة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الترتيب	مستوى الموافقة
1	تتيح لنا الرؤية الحاسوبية تحليل كيفية تغير تدفق المركبات والمشاة عبر مناطق مختلفة	03.28	.51	1	مرتفع
2	تتيح لنا الرؤية الحاسوبية تحسين تصميمات الطرق أو إضافة مسارات جديد	493.2	0.6	4	مرتفع
3	تساعد تطبيقات الرؤية الحاسوبية في تعزيز السلامة على	3.248	.61	5	مرتفع

الطرق، والحد من الازدحام				
4	تساعد تطبيقات الرؤية الحاسوبية على تحليل المشكلات المرورية بسرعة ودقة أكبر وبصورة شمولية	853.2	.59	3
5	تساعد تطبيقات الرؤية الحاسوبية في زيادة كفاءة توقيت إشارات المرور، وتقلل من خطر الحوادث	3.264	.51	2
المتوسط العام		3.247	.42	-

"يتبين من نتائج الجدول (12) أن المتوسط العام لعبارات المواءمة بين قيم الفرد والمنظمة قد بلغ (3.247) وبانحراف معياري قدره (0.42)، وهي قيمة مرتفعة بناءً على مقياس التحليل المعتمد في الدراسة، مما يشير إلى وجود مس - توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تقنيات الرؤية الحاسوبية في تحسين تدفق المرور وتقليل الزحام حسب وجهة نظر أفراد عينة الدراسة وقد حصلت العبارة رقم (1) على أعلى متوسط حسابي بلغ (3.28)، والتي تنص على: "تتيح لنا الرؤية الحاسوبية تحليل كيفية تغير تدفق المركبات والمشاة عبر مناطق مختلفة"

بينما حصلت العبارة رقم (3) على أقل متوسط حسابي بلغ (3.18)، والتي تنص على "تساعد تطبيقات الرؤية الحاسوبية في تعزيز السلامة على الطرق، والحد من الازدحام"، الأمر الذي قد يفسر بأنه توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تقنيات الرؤية الحاسوبية في تحسين تدفق المرور وتقليل الزحام

الإحصاء الوصفي لعبارات محور أنظمة إشارات المرور الذكية

جدول (13) الإحصاء الوصفي لعبارات محور المواءمة بين قيم الفرد والمنظمة (n=197)

م	العبارة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الترتيب	مستوى الموافقة
1	تقنيات الذكاء الاصطناعي تلعب دوراً محورياً في تطوير إشارات المرور الذكية	03.28	.51	1	مرتفع
2	تعتبر إشارات المرور الذكية من الأدوات الفعالة في تخفيف الازدحام في المدن الكبرى	443.2	0.6	4	مرتفع
3	تسهل إشارات المرور الذكية في زيادة السلامة على الطرق	3.249	.61	5	مرتفع
4	لزيادة الارتباط بالموضوع: "يتطلب تطوير إشارات المرور الذكية استثمارات في البنية التحتية والتقنيات الرقمية بما يعزز كفاءة النقل الحضري"	853.2	.59	3	مرتفع
5	استخدام تقنيات إنترنت الأشياء في إشارات المرور الذكية يتيح ربطها بوسائل النقل المختلفة	3.264	.51	2	مرتفع
المتوسط العام		3.247	.42	-	مرتفع

يتبين من نتائج الجدول (13) أن المتوسط العام لعبارات المواءمة بين قيم الفرد والمنظمة قد بلغ (3.247) وبانحراف معياري قدره (0.42)، وهي قيمة متوسطة بناءً على مقياس التحليل المعتمد في الدراسة، مما يشير إلى وجود علاقة ذات دلالة إحصائية بين أنظمة إشارات المرور الذكية وتحسين كفاءة النقل وتقليل أوقات الانتظار بها حسب وجهة نظر أفراد عينة الدراسة وقد حصلت العبارة رقم (1) على أعلى متوسط حسابي بلغ (3.28)، والتي تنص على: "تقنيات الذكاء الاصطناعي تلعب دوراً محورياً في تطوير إشارات المرور الذكية"

بينما حصلت العبارة رقم (2) على أقل متوسط حسابي بلغ (3.24)، والتي تنص على "تعتبر إشارات المرور الذكية من الأدوات الفعالة في تخفيف الازدحام في المدن الكبرى"، الأمر الذي قد يفسر بأنه توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين أنظمة إشارات المرور الذكية وتحسين كفاءة النقل وتقليل أوقات الانتظار

الإحصاء الوصفي لعبارات كفاءة إدارة الحركة المرورية

جدول (14) الإحصاء الوصفي لعبارات متغير كفاءة إدارة الحركة المرورية (n=197)

الرقم	العبارة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الترتيب	مستوى الموافقة
1	كفاءة إدارة الحركة المرورية تحسن تجربة النقل الشاملة لجميع مستخدمي الطرق	2.655	0.88	2	مرتفع
2	كفاءة إدارة الحركة المرورية تحسن انسيابية حركة المرور من خلال تصميم وتنفيذ البنية التحتية المادية	9552.	0.96	5	متوسط
3	تسهل كفاءة إدارة الحركة المرورية في تحسين تطبيق القوانين المرورية وتعزيز إجراءات السلامة على الطرق	952.6	0.92	1	مرتفع
4	كفاءة إدارة الحركة المرورية يساعد على تحديد مخاطر	2.647	0.87	4	مرتفع

				السلامة المحتملة والتخفيف منه	
مرتفع	3	0.91	2.655	كفاءة إدارة الحركة المرورية تساهم في تحقيق السلامة للسائقين والمشاة على حد سواء	5
مرتفع	-	0.11	2.571	المتوسط العام	

تم إجراء التحليل الوصفي لكافة عبارات مقياس متغير كفاءة إدارة الحركة المرورية على النحو المبين أدناه. " يتبين من نتائج الجدول (14) أن المتوسط العام لعبارات كفاءة إدارة الحركة المرورية قد بلغ (2.57) وبانحراف معياري قدره (0.11)، وهي قيمة منخفضة بناءً على مقياس التحليل المعتمد في الدراسة. مما يشير إلى أثر أدوات الذكاء الاصطناعي على كفاءة إدارة الحركة المرورية حسب وجهة نظر أفراد عينة الدراسة وقد حصلت العبارة رقم (3) على أعلى متوسط حسابي بلغ (952.6)، والتي تنص على " تسهم كفاءة إدارة الحركة المرورية في تحسين تطبيق القوانين المرورية وتعزيز إجراءات السلامة على الطرق

بينما حصلت العبارة رقم (6) على أقل متوسط حسابي بلغ (2.595)، والتي تنص على " كفاءة إدارة الحركة المرورية تحسن انسيابية حركة المرور من خلال تصميم وتنفيذ البنية التحتية المادية "، الأمر الذي قد يعكس وجود علاقة ذات دلالة إحصائية لأثر أدوات الذكاء الاصطناعي على كفاءة إدارة الحركة المرورية

التحقق من فروض الدراسة

يتناول هذا الجزء من الدراسة نتائج التحقق من فروض الدراسة والتي تشمل على الفرض الرئيسي وتفرعاته. في هذا الجانب من الفصل، نتناول الدراسة العلاقة الارتباطية بين أدوات الذكاء الاصطناعي وكفاءة إدارة الحركة المرورية، حيث تم اختبار مستوى العلاقة الارتباطية بين المتغير المستقل وأبعاده مع المتغير التابع المتمثل في كفاءة إدارة الحركة المرورية، باستخدام معادلة ارتباط بيرسون، كما هو موضح في الجدول (15):

جدول (15) مصفوفة الارتباطات بيرسون Pearson Correlation Coefficient بين أبعاد أدوات الذكاء الاصطناعي وكفاءة إدارة الحركة المرورية (n=197)

المتغيرات		أدوات الذكاء الاصطناعي				
		أنظمة التنبؤ المروري	البيانات الضخمة	تقنيات الحاسوبية	أنظمة إشارات المرور الذكية	الدرجة الكلية
كفاءة إدارة الحركة المرورية	معامل الارتباط	.739**	.706**	.684**	.606**	.770**
	قيمة الدلالة	.000	.000	.000	.000	.000
	الدلالة الإحصائية	دال	دال	دال	دال	دال
	الترتيب	1	2	3	4	
**معامل ارتباط دال إحصائياً عند مستوى (0.01)						

"يتضح من مصفوفة الارتباطات بيرسون وجود علاقة ارتباطية إيجابية وذات دلالة إحصائية بين أبعاد أدوات الذكاء الاصطناعي وكفاءة إدارة الحركة المرورية موظفين والقياديين بقطاع النقل والإدارة العامة للمرور والهيئة العامة للطرق والهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي والهيئة العامة للنقل بمنطقة مكة المكرمة في المملكة العربية السعودية. حيث كانت قيمة معامل الارتباط الكلية (.770) وهو معامل ارتباط مرتفع وذو دلالة إحصائية عند مستوى دلالة إحصائية (0.01)، الأمر الذي يعكس أن أدوات الذكاء الاصطناعي ترتبط بمستوى كبير بكفاءة إدارة الحركة المرورية موظفين والقياديين بقطاع النقل والإدارة العامة للمرور والهيئة العامة للطرق والهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي والهيئة العامة للنقل بمنطقة مكة المكرمة في المملكة العربية السعودية. بمعنى آخر، كلما زادت أبعاد أدوات الذكاء الاصطناعي، ارتفع مستوى كفاءة إدارة الحركة المرورية والعكس صحيح. وقد اتفقت نتيجة الدراسة الحالية مع الدراسات التي قام بها دراسة محمد خليف (2024) ودراسة الشرفات (2024). ودراسة الضيف على (2023). ودراسة (Parveen, el, al, 2022) والتي خلصت نتائجها إلى وجود علاقة ارتباطية إيجابية ذات دلالة إحصائية بين أدوات الذكاء الاصطناعي وكفاءة إدارة الحركة المرورية."

"كما يتضح من مصفوفة الارتباطات أن بعد أنظمة التنبؤ المروري كان أكثر أبعاد أدوات الذكاء الاصطناعي ارتباطاً إيجابياً بكفاءة إدارة الحركة المرورية وفق آراء العاملين، حيث بلغت قيمة معامل الارتباط لبيرسون (0.74)، وهو معامل ارتباط مرتفع وعند مستوى دلالة إحصائية (0.01)، والذي قد يعزى إلى أن أنظمة التنبؤ المروري يعكس أنه توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين أنظمة التنبؤ المروري وكفاءة إدارة الحركة المرورية

"يلي ذلك البيانات الضخمة حيث كانت العلاقة الارتباطية الإيجابية بينها وبين كفاءة إدارة الحركة المرورية أيضاً علاقة مرتفعة حيث بلغت (0.706)، وعند مستوى دلالة إحصائية (0.01)، والذي قد يرجع إلى أن البيانات الضخمة تشجع كفاءة إدارة الحركة المرورية لتقليل الازدحام المروري

"وبعد ذلك كانت العلاقة الارتباطية بين تقنيات الرؤية الحاسوبية وكفاءة ادارة الحركة المرورية علاقة إيجابية متوسطة، حيث بلغ معامل ارتباط بيرسون (0.684)، وعند مستوى دلالة إحصائية (0.01)، والذي قد يفسر بأن عينة الدراسة توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تقنيات الرؤية الحاسوبية في تحسين تدفق المرور وتقليل الزحام باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي

"واخيرا يتضح من مصفوفة الارتباطات أن بعد أنظمة إشارات المرور الذكية كان اقل أبعاد أدوات الذكاء الاصطناعي ارتباطاً إيجابياً بكفاءة ادارة الحركة المرورية وفق آراء العاملين، حيث بلغت قيمة معامل الارتباط لبيرسون (0.606)، وهو معامل ارتباط مرتفع وعند مستوى دلالة إحصائية (0.01)، والذي قد يعزى إلى أن أنظمة التنبؤ المروري يعكس أنه توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين أنظمة إشارات المرور الذكية وتحسين كفاءة النقل وتقليل أوقات الانتظار.

نتائج التحقق من الفرض الرئيسي

ينص الفرض الرئيسي على:

الفرض الأول:

H: "يوجد أثر إيجابي ذو دلالة إحصائية للذكاء الاصطناعي على كفاءة ادارة الحركة المرورية بمنطقة مكة المكرمة في المملكة العربية السعودية."

"ويتفرع من الفرض الرئيس الأول الفروض الفرعية الآتية:"

H1-توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين أنظمة التنبؤ المروري وكفاءة إدارة الحركة المرورية.

H2-توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين البيانات الضخمة وكفاءة إدارة الحركة المرورية.

H3-توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تقنيات الرؤية الحاسوبية في تحسين تدفق المرور وتقليل الزحام.

H4-توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين أنظمة إشارات المرور الذكية وتحسين كفاءة النقل وتقليل أوقات الانتظار.

جدول (16) نتائج تحليل التباين للانحدار الخطي المتعدد Multiple Linear Regression لاختبار حجم أثر أدوات الذكاء الاصطناعي على كفاءة ادارة الحركة المرورية

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	معامل الارتباط R	معامل التحديد R ²	معامل التحديد المعدل Adj R ²	قيمة الاختبار F-test	مستوى دلالة Sig. F
Regression الانحدار	17.855	1	65.794					0.000**
Residual الباقي	8.522	195	.247	.716**	36.5	.511	266.189	
Total الكلي	26.377	196						

"تشير المعطيات الإحصائية في جدول (16) لتحليل الانحدار الخطي المتعدد إلى وجود تأثير ذي دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.01) للذكاء الاصطناعي على كفاءة ادارة الحركة المرورية موظفين والقياديين بقطاع النقل والادارة العامة للمرور والهيئة العامة للطرق والهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي والهيئة العامة للنقل بمنطقة مكة المكرمة في المملكة العربية السعودية، وذلك بدليل ارتفاع قيمة (F) المحسوبة والبالغة (266.19)، عند مستوى دلالة إحصائية (0.000)، وهي أقل من مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.01$)، ويعزز ذلك قيمة معامل التحديد المعدل ($Adj. R^2$) التي بلغت (0.511)، وبالتالي يمكن القول بأن أدوات الذكاء الاصطناعي تفسر ما نسبته (56.1%) من التباين أو التغيرات الحاصلة في كفاءة ادارة الحركة المرورية موظفين والقياديين بقطاع النقل والادارة العامة للمرور والهيئة العامة للطرق والهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي والهيئة العامة للنقل بمنطقة مكة المكرمة في المملكة العربية السعودية. وبناءً على ذلك؛ يتم قبول الفرض الرئيسي (H_1)، والذي ينص على: "توجد علاقة ذات دلالة إحصائية إيجابية أثر تقنيات أنظمة التنبؤ المروري على كفاءة ادارة الحركة المرورية لتقليل الانبعثات " ومن هنا، تتفق نتائج الدراسة الحالي مع نتائج الدراسات التي اجراها إبراهيم، ريم ماجد (2021) وسرحان محمد سعيد القحطاني (2021) ودراسة (محمد خليف وارد الشرفات (2024) في وجود تأثير إيجابي ذو دلالة إحصائية لأدوات الذكاء الاصطناعي على كفاءة ادارة الحركة المرورية." ومن أجل الكشف عن تأثير كل بعد من أبعاد أدوات الذكاء الاصطناعي على كفاءة ادارة الحركة المرورية موظفين والقياديين بقطاع النقل والادارة العامة للمرور والهيئة العامة للطرق والهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي والهيئة العامة للنقل بمنطقة مكة المكرمة في المملكة العربية السعودية، تم أيضاً إجراء اختبار تحليل التباين للانحدار الخطي المتعدد لاختبار حجم تأثير أبعاد أدوات الذكاء الاصطناعي على كفاءة ادارة الحركة المرورية لعينة الدراسة، والذي يوضحه الجدول (17).

جدول (17) نتائج تحليل التباين للانحدار الخطي المتعدد Multiple Linear Regression لاختبار حجم أثر أدوات الذكاء الاصطناعي على كفاءة ادارة الحركة المرورية

الأبعاد	بيتا β	T- value	Sig.	الدالة
أنظمة التنبؤ المروري	.229	3.697	**.001	دالة
البيانات الضخمة	.221	3.462	**.000	دالة
تقنيات الرؤية الحاسوبية	.206	2.688	**.008	دالة
أنظمة إشارات المرور الذكية	0.201	2.555	**.005	دالة

- "كشفت النتائج الإحصائية الواردة في الجدول (17) أن أكثر أبعاد أدوات الذكاء الاصطناعي تأثيراً على كفاءة إدارة الحركة المرورية هو بعد أنظمة التنبؤ المروري، وذلك استناداً إلى قيمة معامل بيتا β التي بلغت (0.23)، وهي قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.00)، ويعزز ذلك قيمة معامل (T) التي بلغت (3.70). وبناءً عليه، يتم قبول الفرض الفرعي الأول (H.1)، والذي انبثق من الفرض الرئيسي، الذي ينص على: "توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين أنظمة التنبؤ المروري وكفاءة إدارة الحركة المرورية".
- وجاء البيانات الضخمة بالمرتبة الثانية بعد أنظمة التنبؤ المروري، حيث بلغت قيمة معامل بيتا β (0.22)، وهي قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.01)، ويعزز ذلك قيمة معامل (T) التي بلغت (3.46). وبناءً عليه، يتم قبول الفرض الفرعي الثاني (H.2)، والذي انبثق من الفرض الرئيسي، الذي ينص على: "توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين البيانات الضخمة وكفاءة إدارة الحركة المرورية".
- بينما حين جاء تأثير تقنيات الرؤية الحاسوبية على تحسين تدفق المرور وتقليل الزحام بالمرتبة الثالثة، حيث بلغت قيمة معامل بيتا β (0.206)، وهي قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.01)، ويعزز ذلك قيمة معامل (T) التي بلغت (2.69). وبناءً عليه، يتم قبول الفرض الفرعي الثالث (H.3)، والذي انبثق من الفرض الرئيس الأول، الذي ينص على: "توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تقنيات الرؤية الحاسوبية في تحسين تدفق المرور وتقليل الزحام".
- وأخيراً جاء تأثير أنظمة إشارات المرور الذكية على تحسين كفاءة النقل وتقليل أوقات الانتظار بالمرتبة الرابعة، حيث بلغت قيمة معامل بيتا β (0.201)، وهي قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.01)، ويعزز ذلك قيمة معامل (T) التي بلغت (2.55). وبناءً عليه، يتم قبول الفرض الفرعي الثالث (H.4)، والذي انبثق من الفرض الرئيس الأول، الذي ينص على: "توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين أنظمة إشارات المرور الذكية وتحسين كفاءة النقل وتقليل أوقات الانتظار".

ملخص اختبار الفرضيات

الفرضيات	P Value (> / <)	Accept / Reject	Significant / No Significance
(H.1) - توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين أنظمة التنبؤ المروري وكفاءة إدارة الحركة المرورية.	>	مقبولة	ذات دلالة إحصائية
(H.2) - توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين البيانات الضخمة وكفاءة إدارة الحركة المرورية.	>	مقبولة	ذات دلالة إحصائية
(H.3) - توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تقنيات الرؤية الحاسوبية في تحسين تدفق المرور وتقليل الزحام.	>	مقبولة	ذات دلالة إحصائية
(H.4) - توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين أنظمة إشارات المرور الذكية وتحسين كفاءة النقل وتقليل أوقات الانتظار.	>	مقبولة	ذات دلالة إحصائية

جميع الأبعاد الأربعة للمتغير المستقل "أدوات الذكاء الاصطناعي" (أنظمة التنبؤ المروري - البيانات الضخمة - تقنيات الرؤية الحاسوبية - أنظمة المرور الذكية) لها علاقة إيجابية ودالة إحصائية بأداء كفاءة إدارة الحركة المرورية. هذا يعني أن زيادة الجهود المبذولة في كل بعد من أبعاد المتغير المستقل من المرجح أن تؤدي إلى كفاءة إدارة الحركة المرورية بمنقطة مكة المكرمة في المملكة العربية السعودية في المتوسط، يبدو أن أنظمة التنبؤ المروري لها التأثير الإيجابي الأقوى على كفاءة إدارة الحركة المرورية بمنقطة مكة المكرمة في المملكة العربية السعودية، يليها البيانات الضخمة، ثم تقنيات الرؤية الحاسوبية، وأخيراً أنظمة المرور الذكية. لذلك، يمكننا أن نستنتج أن "أدوات الذكاء الاصطناعي" له تأثير ذو دلالة إحصائية على المتغير التابع "كفاءة إدارة الحركة المرورية بمنقطة مكة المكرمة في المملكة العربية السعودية".

الاستنتاجات

يستعرض هذا الجانب من الدراسة الاستنتاجات التي أمكن طرحها في ضوء تحليل النتائج التي تم تحليلها ومناقشتها على النحو التالي:

- جاء أنظمة التنبؤ المروري في المرتبة الأولى من حيث تأثيره على كفاءة إدارة الحركة المرورية بمنطقة مكة المكرمة في المملكة العربية السعودية وهو ما اتفق مع ما جاء في دراسة الشرفات (2024) بعنوان " تأثير تقنيات الذكاء الاصطناعي على تحسين تدفق حركة المرور " والذي يرجع إلى مساعدة التحليلات التنبؤية المُشغّلين على التنبؤ بأنماط الركاب، وتحسين نشر المركبات، والاستجابة لانقطاعات الخدمة بفعالية أكبر. تتفوق الأنظمة القائمة على الذكاء الاصطناعي على تحليلات البيانات التقليدية بفضل قدرتها الفائقة على تحديد الأنماط في كميات هائلة من البيانات التاريخية، وتحويلها إلى تنبؤات أكثر موثوقية بشأن الأحداث المستقبلية في مسائل مماثلة، يحدث الذكاء الاصطناعي تحولاً جذرياً في مفهوم التنقل المشترك من خلال تمكينه من التنبؤ بدقة أكبر بالطلب، وتحسين توزيع المركبات، وتقليل التحويلات غير الضرورية. ومن خلال تحليل البيانات اللحظية والتاريخية، تستطيع خوارزميات الذكاء الاصطناعي التنبؤ بطلب الركاب، مما يُمكن مقدمي خدمات التنقل المشترك من تحديد مواقع المركبات بكفاءة أكبر، وتقليل أوقات الانتظار، وتحسين كفاءة الخدمة
- يأتي تحليل البيانات الضخمة في المرتبة الثانية حيث تأثيرها على كفاءة إدارة الحركة المرورية بمنطقة مكة المكرمة في المملكة العربية السعودية وهو ما اتفق مع ما جاء في دراسة الضيف (2024) بعنوان " الذكاء الاصطناعي: تطوره، تطبيقاته، وتحدياته " والذي قد يعزى إلى أن زيادة الطلب على حلول التنقل، فضلاً عن زيادة الازدحام وانبعاثات غازات الدفيئة، وانخفاض جودة الهواء. وفي غضون ذلك، يتم توليد كميات هائلة من البيانات التي ترصد حالة الحركة المرورية لشبكات الطرق مع تزايد رقمنة نظم النقل بالمركبات، لا سيما انتشار الأجهزة العاملة بنظام تحديد المواقع العالمي، مثلاً في الهواتف الذكية وأجهزة الملاحة في المركبات، وأجهزة الاستشعار المدمجة في الطريق. ويتطلب أساس البيانات هذا والمشكلات المذكورة أعلاه قيام تقنيات جديدة لتحليل البيانات تتيح توفر خدمات عالية الدقة للنقل بالمركبات تساهم في معالجة المشكلات المطروحة.
- جاءت تطبيقات الرؤية الحاسوبية في المرتبة الثالثة حيث تأثيرها على كفاءة إدارة الحركة المرورية بمنطقة مكة المكرمة في المملكة العربية السعودية، وهو ما اتفق مع دراسة القحطاني (2021) بعنوان " استخدام الذكاء الاصطناعي في تعزيز السلامة المرورية بالدول العربية " والذي قد يرجع إلى أن هدف الرؤية الحاسوبية هو محاكاة تعقيد الرؤية البشرية. من خلال منح الحواسيب طريقة لتفسير العالم وفهمه من خلال الصور. تعتمد تطبيقات الرؤية الحاسوبية على الذكاء الاصطناعي البصري الفرق الوحيد هو أن البيانات بين الرؤية الحاسوبية والبيانات الأخرى المستخدمة في الذكاء الاصطناعي هي أن الرؤية الحاسوبية تُعالج البيانات البصرية بدلاً من البيانات السياقية مما يدعم رفع كفاءة الحركة المرورية وتحليل البيانات من خلال الرؤية البصرية بصورة أكثر دقة مما يساهم في تقديم الحلول المناسبة للمشكلات المرورية
- جاء إشارات المرور الذكية في المرتبة الرابعة من حيث تأثيره على كفاءة إدارة الحركة المرورية بمنطقة مكة المكرمة في المملكة العربية السعودية وهو ما اتفق مع دراسة (Parveen, el, al, 2022) بعنوان " الذكاء الاصطناعي في صناعة النقل: دراسة تحليلية حول استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة السلامة والنقل العام والخدمات اللوجستية ومراقبة المرور " والذي يرجع إلى مساعدة حيث تتيح هذه التقنيات لجمع وتحليل كميات هائلة من البيانات في الوقت الحقيقي، وتقوم بتحديد أنماط حركة المرور والتنبؤ بالاختناقات. تعتبر إشارات المرور الذكية من الأدوات الفعالة في تخفيف الازدحام في المدن الكبرى. من خلال تحليل البيانات الحيوية، يمكن لهذه الإشارات تعديل أوقات الإشارة بناءً على حجم الحركة الحالي، مما يسمح بتدفق مروري أكثر انسيابية. بفضل هذه التقنية، يتم تقليل أوقات الانتظار، وهو ما يساهم في تحسين جودة الهواء من خلال تقليل انبعاثات العوادم الناتجة عن السيارات التي تنتظر لفترات طويلة عند الإشارات.
- فيما يخص كفاءة إدارة الحركة المرورية، فقد تبين أن إدارة حركة المرور القائمة على الذكاء الاصطناعي ثورةً في كيفية تعامل المدن مع الازدحام. وهو ما اتفق مع دراسة (Parveen, el, al, 2022) بعنوان " الذكاء الاصطناعي في صناعة النقل: دراسة تحليلية حول استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة السلامة والنقل العام والخدمات اللوجستية ومراقبة المرور " حيث تعمل الأنظمة التقليدية وفق قواعد ثابتة أو فترات زمنية مُحددة مسبقاً. في المقابل، تُحلل الأنظمة المُعتمدة على الذكاء الاصطناعي بيانات حركة المرور الآنية، مُستندةً إلى معرفة أنماط حركة المرور التاريخية والتنبؤ بحالات حركة المرور المستقبلية، لاتخاذ قرارات ديناميكية تستجيب فوراً للظروف الحالية. حيث يجمع نظام إدارة حركة المرور بالذكاء الاصطناعي معلومات من الكاميرات وأجهزة استشعار الرادار المثبتة في التقاطعات. وتعالج خوارزميات مختلفة هذه البيانات لرصد اتجاهات حركة المرور وتوقع مسارها قبل وقوع الحوادث، مما يُغيّر التوقيت ديناميكياً لتوفير إشارات خضراء أكثر في المناطق التي تشهد حركة مرور كثيفة

التوصيات

من خلال دمج الذكاء الاصطناعي في تخطيط وعمليات النقل، يُمكن للسلطات تحسين انسيابية حركة المرور، وتحسين جداول النقل العام، ودعم الاستراتيجيات القائمة على البيانات لضمان تنقل أكثر استدامة ومرونة وتأسيساً على ما تم صياغته استنتاجات، فإن الدراسة الحالية تقدم بعض التوصيات التي من شأنها تحسين مستوى كفاءة إدارة الحركة المرورية بمنطقة مكة المكرمة في المملكة العربية السعودية من خلال أدوات الذكاء الاصطناعي، وذلك على النحو التالي:

- حث المسؤولين لمؤسسيهم وتشجيعهم على طرح أفكار يمكنهم من خلالها اما تغيير طريقة أدائهم للمهام الوظيفية أو إضافة مهام أخرى تعتمد على أدوات الذكاء الاصطناعي الأمر الذي سيزيد من فاعلية وكفاءة إدارة الحركة المرورية
- إجراء استبيان للوقوف على انخفاض مستوى كفاءة الحركة المرورية على ألا يشير الاستبيان إلى الأسباب الحقيقية المسؤولة عن ذلك ومن ثم قيام صانعي القرار باتخاذ التدابير اللازمة لمعالجة ذلك.
- حث المسؤولين المباشرين على توجيه الدعم المادي والتقني لمؤسسيهم ومساندتهم في التعامل مع أدوات الذكاء الاصطناعي في حل المشكلات التي تواجههم وتزويدهم بالموارد التكنولوجية والتدريبية التي يحتاجونها لتجاوز الخل في كفاءة الحركة المرورية.
- ضرورة تعزيز السلامة المرورية عبر توفير وسائل تحكم فعالة تسهم في تقليل الحوادث المرورية عبر توحيد المعايير والممارسات واعتماد مرجعية موحدة لتصميم وتنفيذ وسائل التحكم المروري.
- ضرورة معالجة التشوه البصري من خلال التحكم في أسباب التشوه البصري وتحديد الأسلوب الأمثل للتعامل معها من خلال رفع كفاءة الحركة المرورية عبر تحسين تنظيم المرور في الشوارع والمواقع الحيوية.
- ضرورة تمكين الجهات التنفيذية والفنية من خلال تزويد مهندسي المرور والمخططين والجهات ذات العلاقة بإرشادات واضحة وعبر دعم استدامة البنية التحتية المرورية من خلال الاستخدام الأمثل لوسائل التحكم بما يُطيل من عمر الأصول.
- اشراك جميع العاملين في دورات تدريبية تهدف إلى رفع مهارات التعامل مع أدوات الذكاء الاصطناعي بحيث يصبحوا أكثر قدرة على اتخاذ القرارات بشكل صائب.

المراجع العربية

- الخيال، عبد القادر ابراهيم، ايمان علي العماوي، الرفاعي ابراهيم مبارك. (2024). أثر استخدام تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي على تحسين مستوى الافصاح عن ابعاد الاستدامة. كلية التجارة جامعة طنطا، مصر.
- العمري، خالد. (2023). دور الذكاء الاصطناعي في تحسين الأداء الإداري للمؤسسات. المجلة العربية للنشر العلمي، العدد (17).
- الشرفات، م. خ. و. (2024) تأثير تقنيات الذكاء الاصطناعي على تحسين تدفق حركة المرور.
- الضيف، علي. (2023). الذكاء الاصطناعي: تطوره، تطبيقاته، وتحدياته.
- الواصل، مشاعل عبد الله، شهد عبد الله المعلم، رائد سالم الحربي، مهيتاب ماهر الرفاعي (2023). تأثير تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين استراتيجيات التسويق الرقمي. مجلة اتحاد الجامعات العربية، 12(2).
- أنظمة النقل الذكية - دليل الاتصالات المتنقلة البرية (2024) - https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/hdb/R-HDB-49-2021-PDF-A.pdf
- تقرير المنتدى الاقتصادي العالمي: مستقبل النقل الذكي (2035).
- جلال، عبد الله علي. 2015. دراسة حوادث الطرق والسلامة المرورية، dissertation Doctoral جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا.
- حمد، عبد الله (2022). الذكاء الاصطناعي والتحول نحو القيادة الإدارية الرقمية. مجلة التنمية الإدارية، العدد (41).
- خليل، عمر (2023). تحديات تطبيق الذكاء الاصطناعي في المؤسسات. المجلة العربية للعلوم الإدارية، 146 (2).
- ديفيس، أ.، & الشامسي، أ. س. 2023. الشرطة الذكية: مبادرة شرطة أبو ظبي القائمة على الذكاء الاصطناعي والنظام العالمي لتحديد المواقع (جي بي اس) لخفض مخالفات سائقي المركبات الثقيلة.
- سعد الله، محمد سعيد. (2023). استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين جودة الخدمات الحكومية في الكويت. مجلة البحوث الفقهية والقانونية.
- شذى ابراهيم أسعد. 2021 التنبؤ بشدة خطورة الحوادث المرورية في مدينة اللاذقية باستخدام تقنيات الذكاء الصناعي. مجلة جامعة البعث-سلسلة العلوم للهندسة المدنية والمعمارية.
- عبد القادر، أمل، (2021). "تطبيقات الذكاء الاصطناعي لتعزيز تنافسية سوق العمل بمؤسسات المعلومات الأكاديمية"، المجلة المصرية لعلوم المعلومات.
- عفيفي، جهاد أحمد، (2014). "الذكاء الاصطناعي والأنظمة الخبيرة"، الطبعة الأولى، (ص31)، دار أمجد للنشر والتوزيع، الأردن.
- قناوي، 2022 "دور أبعاد المدن الذكية المستدامة في تعزيز مشاركة المواطن الرقمية بالمكتبات المصرية: دراسة تحليلية"، المجلة الدولية لعلوم المكتبات والمعلومات،
- ماجد، احمد، (2018). "الذكاء الاصطناعي بدولة الإمارات العربية المتحدة"، إدارة الدراسات والسياسات الاقتصادية مبادرات الربع الأول، وزارة الاقتصاد، الإمارات.
- منصور، عزام، (2021). "الذكاء الاصطناعي بين الواقع والحقيقة والخيال في العملية التعليمية"، مجلة القراءة والمعرفة، ص 15-48.

- Ibrahim, R. M., & Hassan, M. (2021). The role of ICT/IoT elements in sustainable economic development of its managed infrastructure in Jordan (Unpublished master's thesis) .
- Jenni, et, al, (2024). The role of artificial intelligence in improving the efficiency of PT. Pelita Media Nusantara's supply chain". in Indonesia. International Journal of Doctoral studies. Vol. 15
- Opioid, M. et al., (2023). The role of artificial intelligence for management decision: a structured literature review. Emerald Publishing Limited. Journal of Knowledge Management. Vol. 27 (7).
- Parveen, S., Chadha, R. S., Kumar, P., & Singh, J. (2022). Artificial intelligence in transportation industry: An analytical study on the use of AI technologies in safety management, public transport, logistics, and traffic control.
- Praimnath, S. N., & Arun, A., (2019), A qualitative study of artificial intelligence application framework in human resource management, Journal of Xi'an University of Architecture & Technology,
- Russell, S., & Norvig, P. (2020). Artificial Intelligence: A Modern Approach. (4th Ed.). Pearson Series in Artificial Intelligence. International Journal of Doctoral studies. Vol. 11(5).