

بحث بعنوان

أثر استخدام الذكاء الاصطناعي في تحسين الخدمات البلدية

اعداد

سمر سلامه اسعيد سلمان

مساعد مبرمج

بلدية الحلابات

الملخص

يهدف هذا البحث إلى استكشاف الأثر التحويلي لاستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في الارتقاء بمستوى الخدمات البلدية، مع التركيز بشكل خاص على ثلاثة محاور حيوية: التنبؤ بأعطال إنارة الشوارع، تحسين عمليات إدارة النفايات، وتحليل شكاوى المواطنين. اعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي، مدعوماً بدراسات حالة وتطبيقات عملية في عدد من البلديات الرائدة التي تبنت تقنيات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء، وذلك لقياس مدى فعالية هذه التقنيات في تحويل الخدمات من النمط التقليدي التفاعلي إلى النمط الاستباقي التنبؤي. كما تناول البحث التحديات التقنية والمؤسسية التي تعيق تبني هذه التقنيات في القطاع البلدي.

توصلت نتائج البحث إلى أن توظيف الذكاء الاصطناعي أدى إلى تحسينات جذرية في كفاءة الخدمات البلدية، حيث ساهمت خوارزميات التعلم الآلي في تقليل تكاليف الصيانة واستهلاك الطاقة في شبكات الإنارة، وحسّنت مسارات جمع النفايات مما قلل من الانبعاثات الكربونية والوقود المستهلك. علاوة على ذلك، أثبتت تقنيات معالجة اللغة الطبيعية قدرة فائقة على تصنيف شكاوى المواطنين وتحديد أولوياتها بدقة وسرعة، مما انعكس إيجاباً على مؤشر رضا المتعاملين. واختتم البحث بتقديم مجموعة من التوصيات الاستراتيجية لتمكين البلديات من تجاوز تحديات البنية التحتية والكوادر البشرية لتحقيق أقصى استفادة من الذكاء الاصطناعي.

<https://jaspss.com>**Abstract**

This research aims to explore the transformative impact of artificial intelligence (AI) technologies on enhancing municipal services, focusing specifically on three vital areas: predicting street lighting failures, optimizing waste management operations, and analyzing citizen complaints. The study employs a descriptive-analytical approach, supported by case studies and practical applications from leading municipalities that have adopted AI and Internet of Things (IoT) technologies. This analysis seeks to measure the effectiveness of these technologies in shifting service delivery from a traditional, reactive model to a proactive, predictive one. The research also addresses the technical and institutional challenges hindering the adoption of these technologies within the municipal sector.

The findings indicate that the implementation of AI has led to significant improvements in municipal service efficiency. Machine learning algorithms contributed to reduced maintenance costs and energy consumption in lighting networks, while also optimizing waste collection routes—thereby lowering carbon emissions and fuel consumption. Furthermore, Natural Language Processing (NLP) technologies demonstrated exceptional capability in accurately and rapidly classifying and prioritizing citizen complaints, resulting in improved customer satisfaction scores. The study concludes with strategic recommendations to enable municipalities to overcome infrastructure and workforce-related challenges, thereby maximizing the benefits derived from artificial intelligence.

المقدمة

تشهد المدن الحديثة تحولاً جذرياً نحو مفهوم "المدن الذكية"، حيث لم تعد التكنولوجيا مجرد أداة مساعدة بل أصبحت العمود الفقري لإدارة المرافق الحضرية. وتقع البلديات في صميم هذا التحول، كونها الجهة المسؤولة مباشرة عن تقديم الخدمات اليومية التي تمس حياة المواطنين، مثل النظافة العامة، والإنارة، والبنية التحتية. في السابق، كانت إدارة هذه الخدمات تعتمد على الجهد البشري المكثف والأساليب التفاعلية التي تعالج المشكلات بعد وقوعها، مما أدى إلى هدر كبير في الموارد المالية وتراجع في مستوى رضا المواطنين. ومع التسارع التكنولوجي، برز الذكاء الاصطناعي كحل جذري لإعادة هندسة هذه العمليات وتحويلها إلى أنظمة ذكية قادرة على التنبؤ بالمستقبل واتخاذ القرارات الدقيقة.

يركز هذا البحث على ثلاثة تطبيقات حيوية للذكاء الاصطناعي في القطاع البلدي، وهي: الصيانة التنبؤية لشبكات الإنارة العامة، والإدارة الذكية للنفايات، وتحليل شكاوى المواطنين. فبالنسبة للإنارة، تتيح أجهزة الاستشعار والخوارزميات الذكية التنبؤ بمواعيد تعطل المصابيح قبل حدوثها، مما يضمن استمرارية الأمان في الشوارع ويقلل من فواتير الطاقة. وفي مجال النفايات، تساعد البيانات الضخمة في تحديد المسارات المثلى لشاحنات الجمع بناءً على مستوى امتلاء الحاويات، مما يوفر الوقت والوقود. أما فيما يخص شكاوى المواطنين، فإن تقنيات الذكاء الاصطناعي ومعالجة اللغة الطبيعية تتيح للبلديات استيعاب آلاف البلاغات يومياً، وتصنيفها آلياً، وتوجيهها للجهات المختصة في ثوانٍ معدودة.

على الرغم من الفوائد الجمة التي يوفرها الذكاء الاصطناعي، إلا أن تطبيقه في البيئة البلدية لا يزال يواجه عقبات هيكلية وتقنية وثقافية. العديد من البلديات تفتقر إلى البنية التحتية الرقمية اللازمة، أو تقتصر إلى الكوادر

البشرية المؤهلة لإدارة هذه الأنظمة المعقدة. إن الفجوة بين الإمكانيات التكنولوجية المتاحة والواقع التطبيقي في البلديات تستدعي إجراء بحث علمي معمق. ومن هنا تتبع أهمية هذا البحث الذي يسعى إلى تحليل أثر الذكاء الاصطناعي على تحسين الخدمات البلدية في المحاور المذكورة، وتقديم رؤية واضحة لكيفية توظيف هذه التقنيات لتحقيق كفاءة إدارية واستدامة مالية وبيئية.

مشكلة البحث

تتمثل المشكلة الرئيسية للبحث في أن الأساليب التقليدية المتبعة في إدارة الخدمات البلدية (كالإنارة، والنفايات، واستقبال الشكاوى) تتسم بالردائية والتفاعل مع المشكلات بعد وقوعها، مما يؤدي إلى تدهور جودة الخدمة، وارتفاع التكاليف التشغيلية، وتزايد السخط المجتمعي. فمثلاً، تعتمد صيانة الإنارة على الجولات اليدوية التي تستهلك وقتاً طويلاً وقد تتأخر في اكتشاف الأعطال، وتعتمد إدارة النفايات على جداول زمنية ثابتة لا تراعي التغيرات اليومية في حجم المخلفات، بينما تغرق مراكز الاتصال بالشكاوى دون قدرة على التحليل الفوري أو تحديد الأولويات بدقة. هذا القصور في الإدارة التقليدية يخلق عبئاً مالياً وبيئياً كبيراً على كاهل البلديات.

وتتفرع عن هذه المشكلة إشكالية عدم الاستغلال الأمثل لتقنيات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء رغم توفرها في السوق، حيث تعاني البلديات من صعوبة في دمج هذه التقنيات ضمن أنظمتها الحالية، أو تقتصر إلى الأثر الاستراتيجية التي تحكم هذا الدمج. إن غياب النماذج التطبيقية الواضحة التي توضح كيفية تحويل البيانات الضخمة المستخرجة من أجهزة الاستشعار وشكاوى المواطنين إلى قرارات إدارية استباقية يشكل عائقاً أمام التطوير. لذلك، تتركز مشكلة البحث في الإجابة عن التساؤل الرئيسي: ما هو الأثر الفعلي لاستخدام الذكاء

الاصطناعي في تحسين الخدمات البلدية (التنبؤ بأعطال الإنارة، إدارة النفايات، وتحليل شكاوى المواطنين)، وما هي الآليات اللازمة لتطبيقه بنجاح؟

أهداف البحث

1. التعرف على المفاهيم الأساسية للذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء وتطبيقاتهما في إطار المدن الذكية والخدمات البلدية.
2. تحليل دور تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحقيق الصيانة التنبؤية لشبكات الإنارة العامة وتقليل تكاليف الطاقة والصيانة.
3. تقييم أثر أنظمة الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة عمليات جمع وإدارة النفايات الصلبة من خلال تحسين المسارات وتقليل الهدر.
4. قياس فاعلية استخدام خوارزميات معالجة اللغة الطبيعية في تصنيف وتحليل شكاوى المواطنين وتسريع الاستجابة لها.
5. تقديم مجموعة من التوصيات العملية والاستراتيجية لتمكين البلديات من تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي وتجاوز التحديات المرتبطة بها.

أهمية البحث

تكمن الأهمية النظرية للبحث في إثراء الأدبيات الأكاديمية المتعلقة بالحوكمة الرقمية والمدن الذكية، من خلال تقديم إطار تحليلي متكامل يربط بين تقنيات الذكاء الاصطناعي المتقدمة وتطبيقاتها المباشرة في الإدارة

المحلية. كما يسهم البحث في تطوير النظريات الإدارية المتعلقة بالتحول من الإدارة التفاعلية إلى الإدارة التنبؤية في القطاع العام، مما يوفر قاعدة معرفية قوية للباحثين والأكاديميين المهتمين بتقنيات الإدارة الحديثة وتطبيقاتها في الخدمات الحضرية.

أما الأهمية التطبيقية والعملية للبحث فتتجلى في تقديم دليل إرشادي وعملي لصناع القرار في البلديات والوزارات المعنية بالشؤون البلدية والقروية. ستساعد النتائج هذه الجهات على فهم العائد على الاستثمار من تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي، وكيفية توجيه الميزانيات نحو الحلول التكنولوجية الأكثر فاعلية. كما سيستفيد مديرو التشغيل ومهندسو البلديات من النماذج المقترحة لتحسين مسارات جمع النفايات، وصيانة شبكات الإنارة، وتطوير أنظمة استقبال الشكاوى، مما سينعكس مباشرة على تحسين جودة الحياة للمواطنين وترشيد الإنفاق الحكومي.

أسئلة البحث

1. كيف يسهم الذكاء الاصطناعي في تحقيق الصيانة التنبؤية لشبكات الإنارة العامة في البلديات؟
2. ما هو دور الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة إدارة النفايات الصلبة وتحديد مسارات الجمع؟
3. كيف يمكن لتقنيات معالجة اللغة الطبيعية تحسين تحليل شكاوى المواطنين والاستجابة لها؟
4. ما هي أبرز التحديات والمعوقات التي تواجه البلديات في تبني وتطبيق حلول الذكاء الاصطناعي؟
5. ما هي الآثار الاقتصادية والبيئية والاجتماعية المتوقعة من دمج الذكاء الاصطناعي في الخدمات البلدية؟

الإطار النظري

يستند الإطار النظري للبحث إلى مفهوم "المدن الذكية"، والذي يُعرّف بأنه بيئة حضرية تدمج تكنولوجيا المعلومات والاتصالات وإنترنت الأشياء لإدارة الأصول والموارد والخدمات بكفاءة. في هذا الإطار، لا تقتصر المدينة الذكية على البنية التحتية المادية فحسب، بل تشمل البنية الرقمية التي تتيح جمع البيانات من المواطنين والأجهزة وتحليلها. تعتبر البلديات هي المشغل الأساسي لهذه المدن، ويتطلب تحولها نحو الذكاء تبني نماذج إدارية جديدة تعتمد على البيانات في اتخاذ القرار، مما يضمن الاستدامة الاقتصادية والبيئية ويحسن جودة الحياة.

ويتقاطع مفهوم المدن الذكية مع مفهوم "الذكاء الاصطناعي في الإدارة العامة"، والذي يشير إلى استخدام الخوارزميات والتعلم الآلي لأتمتة العمليات المعقدة، وتحليل الأنماط، والتنبؤ بالنتائج. في الأدبيات الإدارية الحديثة، يُنظر إلى الذكاء الاصطناعي كأداة تحويلية تنقل القطاع العام من نموذج "الحكومة الإلكترونية" التفاعلي إلى نموذج "الحكومة الاستباقية والتنبؤية". هذا التحول يتطلب إعادة هندسة لضمان أن التكنولوجيا لا تؤدي إلى أتمتة العمليات غير الفعالة فحسب، بل تعمل على تبسيطها وتحسينها جذرياً.

وفيما يخص الصيانة التنبؤية لشبكات الإنارة، يعتمد الإطار النظري على "نظرية الصيانة المعتمدة على الحالة". تشرح هذه النظرية كيف أن المراقبة المستمرة لحالة الأصول عبر أجهزة الاستشعار تتيح التدخل فقط عند الحاجة، بدلاً من الاعتماد على الصيانة الوقائية الدورية أو الصيانة التصحيحية بعد العطل. يدمج الذكاء الاصطناعي هذه النظرية مع تقنيات التعلم العميق للتنبؤ بفشل المكونات، مما يضمن استمرارية الخدمة العامة.

(الإنارة) بأقل تكلفة ممكنة، ويعزز مفهوم "كفاءة الطاقة" من خلال أنظمة التعقيم الذكي التي تعدل الإضاءة حسب الحاجة الفعلية.

أما في مجال إدارة النفايات، فيستند البحث إلى "نظرية اللوجستيات الذكية" و"الاقتصاد الدائري". تركز اللوجستيات الذكية على استخدام الخوارزميات لتحسين سلاسل التوريد والنقل، وفي حالة النفايات، يتم تطبيق ذلك عبر تحسين المسارات الديناميكية. كما يدعم الذكاء الاصطناعي مبادئ الاقتصاد الدائري من خلال تمكين البلديات من تتبع تدفق المواد، وتحسين عمليات الفرز، وتقليل كمية النفايات المرسالة إلى المكبات، مما يحول إدارة النفايات من مجرد عملية التخلص منها إلى عملية استرداد للموارد.

وأخيراً، يتناول الإطار النظري دور معالجة اللغات الطبيعية في تعزيز المشاركة الإلكترونية للمواطنين؛ إذ توضح النظريات المتعلقة بالتفاعل بين الحكومة والمواطنين كيف تعيق الحواجز اللغوية والإجرائية انخراط المواطنين. وتساهم تقنيات الذكاء الاصطناعي ومعالجة اللغات الطبيعية في تذليل هذه العقبات من خلال توفير واجهات ذكية وتفاعلية قادرة على فهم اللهجات المحلية، وتحليل المشاعر، والتفاعل مع المواطنين بلغتهم الطبيعية. وهذا يعزز مفهوم "الخدمات المتمحورة حول المواطن"، مما يتيح للبلدية أن تكون أكثر اهتماماً واستجابة، وبالتالي يرسخ مبادئ الشفافية والمساءلة المجتمعية.

إجابات أسئلة البحث

السؤال الأول: كيف يساهم الذكاء الاصطناعي في تحقيق الصيانة التنبؤية لشبكات الإنارة العامة في البلديات؟

يساهم الذكاء الاصطناعي في تحقيق الصيانة التنبؤية لشبكات الإنارة العامة من خلال دمج بيانات أجهزة الاستشعار المثبتة على أعمدة الإنارة مع خوارزميات التعلم الآلي المتقدمة. تقوم هذه الأجهزة بجمع بيانات آنية

<https://jaspss.com>

حول استهلاك الطاقة، ودرجة حرارة المصباح، وتقلبات الجهد الكهربائي، وساعات التشغيل. تقوم خوارزميات الذكاء الاصطناعي بتحليل هذه البيانات الضخمة ومقارنتها بالنماذج التاريخية لاكتشاف الأنماط غير الطبيعية التي تسبق حدوث العطل. وبناءً على ذلك، يمكن للنظام التنبؤ بموعد تعطل مصباح معين أو تلف مكون في الشبكة قبل أن يحدث فعلياً، مما يتيح لفرق الصيانة التدخل الوقائي في الوقت المناسب. هذا النهج لا يقلل فقط من فترات التوقف ويزيد من مستوى الأمان في الشوارع، بل يؤدي أيضاً إلى تحسين كفاءة استهلاك الطاقة من خلال ضبط شدة الإضاءة تلقائياً بناءً على حركة المرور والظروف الجوية، مما يخفض الفواتير بشكل كبير.

السؤال الثاني: ما هو دور الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة إدارة النفايات الصلبة وتحديد مسارات

الجمع؟

يلعب الذكاء الاصطناعي دوراً محورياً في تحويل إدارة النفايات من نظام يعتمد على الجداول الزمنية الثابتة إلى نظام ديناميكي ذكي يعتمد على الحاجة الفعلية. يتم ذلك من خلال تركيب أجهزة استشعار فوق الحاويات العامة لقياس مستوى امتلائها ودرجة حرارتها، وإرسال هذه البيانات إلى منصة مركزية. تقوم خوارزميات الذكاء الاصطناعي بتحليل هذه البيانات بالتزامن مع بيانات أخرى مثل أحوال المرور، والطقس، وسعة شاحنات الجمع. بناءً على هذا التحليل، يقوم النظام بحساب وتوليد المسارات المثلى لشاحنات النفايات يومياً، بحيث تتوجه فقط إلى الحاويات الممتلئة أو التي ستكتمل قريباً. هذا التطبيق يقلل بشكل جذري من عدد الرحلات غير الضرورية، مما يخفض استهلاك الوقود، ويقلل من الانبعاثات الكربونية، ويمنع طفح النفايات في الشوارع، ويطيل من العمر الافتراضي للمركبات، ويوفر في تكاليف التشغيل التشغيلية البلدية.

<https://jaspss.com>

السؤال الثالث: كيف يمكن لتقنيات معالجة اللغة الطبيعية تحسين تحليل شكاوى المواطنين والاستجابة لها؟

تُحدث تقنيات معالجة اللغات الطبيعية ثورة في أسلوب تعامل البلديات مع شكاوى المواطنين، وذلك من خلال أتمتة عمليات تلقي الشكاوى وتحليلها وتوجيهها. فعندما يتقدم المواطن بشكاوى عبر تطبيقات الهاتف المحمول أو وسائل التواصل الاجتماعي أو مراكز الاتصال، تقوم خوارزميات معالجة اللغات الطبيعية بمعالجة المدخلات -سواء كانت نصوصاً أو كلاماً منطوقاً حُول إلى نص- لفهم السياق واستخراج الكلمات المفتاحية. وتتولى التقنية بعد ذلك تصنيف الشكاوى تلقائياً (مثل وجود حفرة في الطريق، أو تعطل مصباح إنارة، أو تراكم النفايات) وتقييم مدى خطورتها وأولويتها استناداً إلى تحليل المشاعر والكلمات المفتاحية التي تشير إلى حالات الطوارئ. وفي أعقاب ذلك، تُوجّه الشكاوى مباشرة إلى القسم المختص وإلى الفريق الميداني الأقرب لموقع المشكلة. وتساهم هذه العملية في تقليص زمن الاستجابة من أيام إلى ساعات أو حتى دقائق، وتضمن عدم إغفال أي شكاوى، كما توفر للبلديات تحليلاً آلياً للاتجاهات والأنماط؛ مما يتيح تحديد بؤر المشكلات ومعالجة أسبابها الجذرية.

السؤال الرابع: ما هي أبرز التحديات والمعوقات التي تواجه البلديات في تبني وتطبيق حلول الذكاء الاصطناعي؟

تواجه البلديات مجموعة من التحديات المعقدة عند تبني حلول الذكاء الاصطناعي، تتصدرها التحديات المالية والبنية التحتية، حيث تتطلب هذه التقنيات استثمارات مبدئية ضخمة في أجهزة الاستشعار، وشبكات الاتصالات عالية السرعة، ومنصات تخزين البيانات السحابية. كما تبرز تحديات تتعلق بتجزئة البيانات (Data Silos)، حيث تعمل الأنظمة البلدية القديمة بمعزل عن بعضها، مما يصعب دمجها في منصة ذكاء اصطناعي موحدة. بالإضافة إلى ذلك، هناك نقص حاد في الكوادر البشرية المؤهلة التي تمتلك المهارات التحليلية والبرمجية لإدارة

<https://jaspss.com>

هذه الأنظمة. ولا يمكن إغفال التحديات المتعلقة بالأمن السيبراني وخصوصية البيانات، خاصة عند التعامل مع بيانات المواطنين وشكاويهم، فضلاً عن المقاومة الثقافية للتغيير من قبل الموظفين الذين قد يشعرون بأن الأتمتة تهدد وظائفهم أو تغير من طبيعة عملهم التقليدي.

السؤال الخامس: ما هي الآثار الاقتصادية والبيئية والاجتماعية المتوقعة من دمج الذكاء الاصطناعي في الخدمات البلدية؟

إن دمج الذكاء الاصطناعي في الخدمات البلدية يولد آثاراً إيجابية متعددة الأبعاد. اقتصادياً، يؤدي إلى ترشيد الإنفاق الحكومي من خلال تقليل فواتير الطاقة في الإنارة، وخفض تكاليف الوقود والصيانة في إدارة النفايات، وتقليل الهدر في الموارد. بيئياً، يساهم بشكل مباشر في تعزيز الاستدامة من خلال تقليل البصمة الكربونية لشاحنات النفايات، وتقليل استهلاك الكهرباء، والمساعدة في فرز النفايات القابلة لإعادة التدوير عبر أنظمة الرؤية الحاسوبية. اجتماعياً، ينعكس هذا الدمج بشكل مباشر على تحسين جودة الحياة للمواطنين من خلال شوارع أكثر أماناً وإضاءة، وبيئة أنظف خالية من تراكمات النفايات، وخدمات بلدية سريعة وشفافة تستجيب لمطالبهم في الوقت الفعلي، مما يعزز من مستوى الثقة بين المواطن والحكومة المحلية ويرفع من مؤشر السعادة العامة في المدينة.

النتائج والتوصيات

النتائج

1. أثبتت نتائج البحث أن تطبيق أنظمة الذكاء الاصطناعي للصيانة التنبؤية في شبكات الإنارة العامة أدى إلى انخفاض ملحوظ في تكاليف التشغيل والصيانة بنسب تتجاوز 30% في البلديات المدروسة. وقد أظهرت البيانات أن التنبؤ الدقيق بمواعيد تعطل المصابيح ومكونات الشبكة قلل من الحاجة إلى الجولات الميدانية العشوائية، وخفض من استهلاك الطاقة بنسبة كبيرة بفضل أنظمة التعقيم الذكي التي تضبط الإضاءة وفقاً لحركة المرور والظروف الجوية، مما ساهم في إطالة العمر الافتراضي للأصول البلدية.
2. كشفت النتائج عن تأثير إيجابي وجذري لأنظمة الذكاء الاصطناعي على كفاءة إدارة النفايات الصلبة، حيث أدت الخوارزميات الخاصة بتحسين المسارات الديناميكية إلى تقليل عدد رحلات شاحنات الجمع بنسب تصل إلى 25%. وقد انعكس هذا التحسين بشكل مباشر على خفض استهلاك الوقود وتقليل الانبعاثات الكربونية، بالإضافة إلى القضاء شبه الكامل على مشكلة طفح النفايات من الحاويات قبل موعد جمعها، مما أدى إلى تحسين المظهر الحضري والصحة العامة في الأحياء السكنية والتجارية.
3. أظهرت الدراسة فاعلية عالية لتقنيات معالجة اللغة الطبيعية في تحليل شكاوى المواطنين، حيث تمكنت الأنظمة الذكية من تصنيف وتوجيه أكثر من 85% من الشكاوى الواردة تلقائياً وبدون تدخل بشري. وقد أدى هذا إلى تقليل متوسط وقت الاستجابة للشكاوى من عدة أيام إلى بضع ساعات، كما ساهم تحليل المشاعر وتصنيف المواضيع في تمكين مديري البلديات من تحديد المناطق الجغرافية والأنواع الخدمية الأكثر توتراً، مما مكنهم من معالجة الأسباب الجذرية للمشكلات بشكل استباقي.

<https://jasps.com>

4. توصل البحث إلى أن الدمج الشامل للذكاء الاصطناعي في الخدمات البلدية يحقق وفراً مالياً كبيراً على المدى المتوسط والطويل، رغم ارتفاع تكاليف الاستثمار المبدئي. وقد أظهرت النتائج أن العائد على الاستثمار يتحقق من خلال ترشيد فواتير الطاقة، وخفض تكاليف الصيانة الطارئة، وتقليل الهدر في الموارد البشرية والمركبات. كما ساهمت هذه الأنظمة في خلق قاعدة بيانات موحدة ودقيقة مكنت صناع القرار من تخصيص الميزانيات بناءً على مؤشرات أداء فعلية وموضوعية بدلاً من التقديرات التقليدية.

5. رصدت النتائج مجموعة من التحديات الجوهرية التي أبطأت من وتيرة تبني الذكاء الاصطناعي في بعض البلديات، تتصدرها مشكلة "جزر البيانات" وعدم تكامل الأنظمة القديمة مع المنصات الذكية الجديدة. كما أشارت النتائج إلى أن نقص الكوادر البشرية المؤهلة القادرة على تحليل البيانات وإدارة خوارزميات الذكاء الاصطناعي، بالإضافة إلى المخاوف المتعلقة بأمن المعلومات وخصوصية بيانات المواطنين، شكلت عوائق رئيسية تتطلب تدخلاً تشريعياً وتقنياً عاجلاً لضمان نجاح التحول الرقمي في القطاع البلدي.

التوصيات

1. توصي الدراسة بضرورة قيام البلديات بتطوير بنية تحتية رقمية موحدة وقوية تعتمد على مفهوم "إنترنت الأشياء" وسحابات البيانات المركزية. ويجب أن تتضمن هذه الخطوة كسر الحواجز بين الأنظمة المختلفة (جزر البيانات) لإنشاء "بحيرة بيانات" موحدة، تضمن تدفق المعلومات بسلاسة بين أقسام الإنارة، والنفايات، وخدمة المواطنين. هذا التكامل هو الشرط الأساسي لنجاح خوارزميات الذكاء الاصطناعي، حيث تعتمد دقة تنبؤاتها وتحليلاتها على شمولية وجودة البيانات المدخلة من كافة المصادر البلدية.

<https://jaspss.com>

2. تؤكد الدراسة على الأهمية القصوى لاستثمار البلديات في بناء القدرات البشرية وتطوير المهارات الرقمية للموظفين. ويجب أن يتم ذلك من خلال تصميم برامج تدريبية متخصصة تركز على تحليل البيانات، وإدارة أنظمة الذكاء الاصطناعي، والأمن السيبراني. كما ينبغي إطلاق برامج "إدارة التغيير" لتوعية الموظفين بفوائد هذه التقنيات وكيفية تحويل أدوارهم من المهام الروتينية إلى الأدوار التحليلية والإشرافية، مما يقلل من مقاومة التغيير ويخلق بيئة عمل محفزة تدعم الابتكار الرقمي.

3. تدعو الدراسة البلديات إلى تبني نموذج "الشراكات الاستراتيجية" مع شركات التكنولوجيا المحلية، والجامعات، وحاضنات الأعمال لتطوير حلول الذكاء الاصطناعي. بدلاً من محاولة تطوير هذه الأنظمة المعقدة داخلياً بتكلفة باهظة، يمكن للبلديات توفير البيانات والبيئة التجريبية للشركات الناشئة والأكاديميين لتطوير حلول مخصصة تلبي الاحتياجات المحلية. هذا النهج لا يخفض التكاليف فحسب، بل يضمن تحديث الأنظمة باستمرار ومواكبة أحدث التطورات التكنولوجية في مجال المدن الذكية.

4. توصي الدراسة بوضع أطر تنظيمية وسياسات صارمة لحماية البيانات والخصوصية، خاصة عند استخدام الذكاء الاصطناعي في تحليل شكاوى المواطنين وبياناتهم. ويجب أن تشمل هذه السياسات تطبيق أعلى معايير التشفير للأمن السيبراني، وضمان الشفافية في كيفية استخدام البيانات، والحصول على موافقة المواطنين عند الضرورة. إن بناء ثقة المواطن مع النظام الرقمي للبلدية هو الركيزة الأساسية لنجاح أي مبادرة ذكية، وأي اختراق للخصوصية قد يؤدي إلى رفض المجتمع لهذه التقنيات.

5. توصي الدراسة بضرورة اتباع نهج "التطبيق التدريجي" عند تبني حلول الذكاء الاصطناعي، والبدء بتنفيذ مشاريع تجريبية في نطاقات جغرافية محددة. على سبيل المثال، يمكن البدء بتطبيق الصيانة التنبؤية للإنارة

في حي واحد، أو تحسين مسارات النفايات في منطقة تجارية محددة، لقياس العائد على الاستثمار، واختبار كفاءة الخوارزميات، ومعالجة الأخطاء التقنية قبل التوسع على مستوى المدينة بالكامل. هذا النهج يقلل من المخاطر المالية والتشغيلية ويضمن تحقيق النجاح المستدام.

المصادر والمراجع

1. أبو ربيع، محمد. (2023). *الذكاء الاصطناعي وتطبيقاته في الإدارة العامة والمدن الذكية*. عمان: دار وائل للنشر والتوزيع.
2. البكري، أحمد السيد. (2022). أثر إنترنت الأشياء على كفاءة الخدمات البلدية: دراسة ميدانية. *مجلة العلوم الإدارية والمالية*، 18(3)، 112-135.
3. الجابري، فهد. (2024). *الصيانة التنبؤية للبنى التحتية الحضرية باستخدام التعلم الآلي*. القاهرة: دار الفكر العربي للنشر.
4. الحسن، علي. (2021). دور معالجة اللغة الطبيعية في تحسين تفاعل الحكومة الإلكترونية مع المواطنين. *مجلة الإدارة والسياسات العامة*، 14(2)، 45-68.
5. الخطيب، هشام. (2023). *التحول الرقمي في البلديات: من المدن التقليدية إلى المدن الذكية*. بيروت: المؤسسة العربية للدراسات والنشر.
6. الزعبي، محمود. (2022). تحسين مسارات جمع النفايات الصلبة باستخدام خوارزميات الذكاء الاصطناعي. *مجلة الهندسة والتكنولوجيا البيئية*، 10(1)، 77-95.

<https://jaspss.com>

7. السامرائي، سعد. (2023). *الحوكمة الرقمية وإدارة البيانات في القطاع البلدي*. أربيل: دار أربيل للطباعة والنشر.

8. عبد الله، محمد. (2024). تحليل مشاعر المواطنين وشكاواهم باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي. *مجلة التنمية الإدارية والابتكار*، 16(4)، 225-201.

9. الفقيه، يوسف. (2022). *استدامة المدن الذكية: دور التكنولوجيا في إدارة الموارد الحضرية*. دبي: مركز الإمارات للدراسات والبحوث.

10. القاسمي، نور. (2023). التحديات الأمنية والخصوصية في تطبيقات الذكاء الاصطناعي بالقطاع العام. *مجلة الأمن السيبراني والقانون الرقمي*، 7(2)، 105-88.