

## بحث بعنوان

استخدام التكنولوجيا الحديثة في أعمال الصيانة ودورها في رفع كفاءة العمل البلدي

اعداد

عبدالله اكريم محمد الحجايا

فني صيانة - فئة ثالثة

بلديه الحسا

## المخلص

تلعب التكنولوجيا الحديثة دورًا محوريًا في تطوير وتحسين أعمال الصيانة ضمن القطاع البلدي، من خلال توظيف أدوات رقمية متطورة مثل أنظمة إدارة الصيانة، والطائرات المسيرة (الدرونز)، وأجهزة الاستشعار الذكية. هذه التقنيات تُمكن البلديات من رصد الأعطال بشكل استباقي، وتحديد أولويات الصيانة بدقة، وتقليل الاعتماد على الفحوصات اليدوية التي تستهلك الوقت والموارد. كما تسهم في جمع وتحليل البيانات المتعلقة بحالة البنية التحتية، مما يُسهّل اتخاذ قرارات صيانة مدروسة وفعّالة.

بفضل هذه الحلول التكنولوجية، ترتفع كفاءة العمل البلدي بشكل ملحوظ، سواء من حيث سرعة الاستجابة للأعطال أو تقليل التكاليف التشغيلية على المدى الطويل. كما تعزز الشفافية والمساءلة من خلال توثيق جميع عمليات الصيانة إلكترونيًا، وتمكين المواطنين من الإبلاغ عن المشكلات عبر تطبيقات ذكية مرتبطة بأنظمة البلديات. في المحصلة، يُسهم دمج التكنولوجيا في تحويل البلديات إلى كيانات أكثر ذكاءً واستجابة، قادرة على تقديم خدمات بلدية ذات جودة عالية تلبي تطلعات المجتمع وتدعم الاستدامة الحضرية.

**Abstract**

Modern technology plays a pivotal role in developing and improving maintenance work within the municipal sector, through the use of advanced digital tools such as maintenance management systems, drones, and smart sensors. These technologies enable municipalities to proactively monitor faults, accurately prioritize maintenance, and reduce reliance on time-consuming and resource-consuming manual inspections. They also contribute to the collection and analysis of data related to the condition of infrastructure, facilitating informed and effective maintenance decisions.

Thanks to these technological solutions, municipal work efficiency increases significantly, both in terms of speed of response to faults and the reduction of long-term operational costs. They also enhance transparency and accountability by documenting all maintenance operations electronically and enabling citizens to report problems via smart applications linked to municipal systems. Ultimately, the integration of technology contributes to transforming municipalities into smarter and more responsive entities, capable of providing high-quality municipal services that meet community aspirations and support urban sustainability.

## المقدمة

في ظل التحوّل الرقمي المتسارع الذي تشهده مختلف القطاعات، لم يعد قطاع العمل البلدي بمنأى عن تأثيرات التكنولوجيا الحديثة، بل أصبح من أكثر المجالات استفادةً من الابتكارات التقنية. فمع تزايد تعقيدات البنية التحتية الحضرية وتتوّع الخدمات المطلوبة من البلديات، برزت الحاجة الملحة إلى تبني أدوات وحلول ذكية تُسهم في تحسين أداء العمليات التشغيلية، لا سيما في مجال الصيانة الذي يُعدّ حجر الزاوية في ضمان استمرارية الخدمات البلدية وجودتها.

لقد شهدت أعمال الصيانة تحوّلًا جذريًا بفضل التكنولوجيا، حيث لم تعد تعتمد على الأساليب التقليدية التي تستهلك الوقت والموارد وتُقلل من دقة التشخيص. بل أصبح بالإمكان اليوم استخدام أنظمة إدارة الصيانة الحاسوبية، والطائرات المُسيّرة، وأجهزة الاستشعار الذكية، والذكاء الاصطناعي لرصد الأعطال قبل وقوعها، وتحديد أولويات التدخل، وتخطيط الموارد بكفاءة أعلى. هذه الأدوات لا تُحسّن فقط من جودة الصيانة، بل تُقلّل أيضًا من الهدر المالي والبشري الناتج عن الصيانة التفاعلية أو العشوائية.

ويأتي هذا التحوّل التكنولوجي في سياق أوسع يهدف إلى بناء "مدن ذكية" قادرة على تلبية احتياجات السكان المتزايدة بكفاءة واستدامة. وفي هذا الإطار، يُعدّ تحسين كفاءة العمل البلدي من خلال التكنولوجيا ليس خيارًا ترفيلاً، بل ضرورة حتمية لمواكبة التطور الحضري، وتعزيز رضا المواطنين، وتحقيق أهداف التنمية المستدامة. ومن هنا، يكتسب موضوع استخدام التكنولوجيا الحديثة في أعمال الصيانة أهمية بالغة، باعتباره ركيزة أساسية لرفع كفاءة الأداء البلدي وتحديث آليات تقديم الخدمات.

رغم التقدّم الملموس في تبني بعض البلديات للتقنيات الحديثة، لا تزال العديد من الجهات البلدية تعاني من اعتمادها على أساليب الصيانة التقليدية التي تعتمد على التدخل اليدوي والردّ الفعلي بعد وقوع الأعطال، ما يؤدي إلى ارتفاع التكاليف، وتأخير إصلاح المشكلات، وضعف في جودة الخدمات المقدمة. وتكمن المشكلة الأساسية في غياب الاستراتيجيات المتكاملة لدمج التكنولوجيا في عمليات الصيانة، وضعف البنية التحتية الرقمية، بالإضافة إلى نقص الكوادر المؤهلة لتشغيل وصيانة الأنظمة الذكية، مما يُحدّ من قدرة البلديات على الاستفادة الكاملة من الإمكانيات التي توفرها التكنولوجيا الحديثة.

علاوة على ذلك، يُلاحظ وجود فجوة واضحة بين التطلعات نحو التحول الرقمي في العمل البلدي والواقع الميداني، حيث تفقر العديد من البلديات إلى أنظمة موحدة لجمع وتحليل بيانات الصيانة، أو إلى تطبيقات ذكية تتيح للمواطنين الإبلاغ الفعّال عن الأعطال. ونتيجة لذلك، تبقى عمليات الصيانة غير منظمة، وتُورّع الموارد بشكل غير أمثل، ويتأثر مستوى رضا المجتمع عن الخدمات البلدية. ومن هنا، تبرز الحاجة الملحة إلى دراسة كيفية توظيف التكنولوجيا الحديثة في أعمال الصيانة بشكل فعّال، وتحديد العوائق التي تحول دون ذلك، واقتراح حلول عملية لتعزيز كفاءة الأداء البلدي وتحقيق الاستدامة التشغيلية.

### أهداف البحث

1. تحليل أثر استخدام التكنولوجيا الحديثة (مثل أنظمة إدارة الصيانة CMMS، والطائرات المسيرة، وأجهزة الاستشعار الذكية) في تحسين جودة وفعالية عمليات الصيانة ضمن القطاع البلدي.

2. تحديد أبرز التحديات والمعوقات التي تواجه البلديات في تبني وتطبيق الحلول التكنولوجية الحديثة في مجال الصيانة، سواء كانت تقنية، مالية، أو بشرية.
3. تقييم مدى تأثير التحوّل الرقمي في أعمال الصيانة على كفاءة الأداء البلدي من حيث تقليل التكاليف، وتحسين سرعة الاستجابة، ورفع رضا المواطنين.
4. استكشاف أفضل الممارسات العالمية في توظيف التكنولوجيا لصيانة البنية التحتية الحضرية، واستخلاص الدروس القابلة للتطبيق في السياقات المحلية.
5. اقتراح إطار عمل مقترح لدمج التكنولوجيا الحديثة في أنظمة الصيانة البلدية، يُسهم في تعزيز الكفاءة التشغيلية ودعم مسيرة التحوّل نحو المدن الذكية.

### أهمية البحث

تكمن أهمية هذا البحث في أنه يُسلط الضوء على أحد الركائز الأساسية لتطوير العمل البلدي في العصر الرقمي، ألا وهو تحسين عمليات الصيانة من خلال التكنولوجيا الحديثة. ففي ظل تزايد الضغوط على الموارد البلدية وتنامي توقعات المواطنين بخدمات سريعة وفعّالة، يصبح من الضروري استبدال الأساليب التقليدية بأنظمة ذكية تعتمد على البيانات والتحليلات الفورية. ومن خلال فهم كيفية توظيف هذه التقنيات، يمكن للبلديات تحسين تخطيط الصيانة، وتقليل الأعطال المفاجئة، وتمديد عمر الأصول البلدية، ما ينعكس إيجاباً على جودة الحياة الحضرية واستدامة البنية التحتية.

كما أن البحث يكتسب أهمية استراتيجية من خلال مساهمته في دعم جهود التحوّل نحو المدن الذكية، حيث يُعدّ تحسين كفاءة الصيانة عنصراً جوهرياً في هذا التحوّل. فباستكشاف العلاقة بين التكنولوجيا الحديثة والأداء

البلدي، يوفّر البحث رؤية عملية لصناع القرار والمخططين الحضريين لتبني حلول مبتكرة تُحقّق وفورات مالية، وتعزز الشفافية، وترفع من مستوى الاستجابة للمواطنين. وبالتالي، لا يقتصر أثر البحث على تحسين الجانب التشغيلي فحسب، بل يمتد ليُسهم في بناء بيئات حضرية أكثر كفاءة، مرونة، واستدامة.

### أسئلة البحث

1. ما التكنولوجيا الحديثة المستخدمة حاليًا في أعمال الصيانة البلدية؟
2. كيف تُسهم التكنولوجيا في تحسين كفاءة عمليات الصيانة؟
3. ما أبرز التحديات التي تواجه البلديات في تبني التكنولوجيا الحديثة للصيانة؟
4. هل يؤدي استخدام التكنولوجيا فعليًا إلى رفع رضا المواطنين عن الخدمات البلدية؟
5. ما الدروس المستفادة من التجارب العالمية في توظيف التكنولوجيا للصيانة البلدية؟

### الإطار النظري

تُعدّ الصيانة من الوظائف الأساسية التي تقوم بها الجهات البلدية لضمان استمرارية وكفاءة البنية التحتية الحضرية، مثل الطرق، شبكات الصرف، الإضاءة العامة، والحدائق. وتشير الصيانة البلدية إلى مجموعة الأنشطة المخططة أو التفاعلية التي تهدف إلى الحفاظ على الأصول البلدية في حالة تشغيلية جيدة، ومنع تدهورها، وتقليل مخاطر الأعطال المفاجئة. ويتطلب هذا المفهوم نهجًا منظمًا يوازن بين الجوانب الفنية، المالية، والتشغيلية.

مع تطور الثورة الصناعية الرابعة، شهد مجال الصيانة تحولاً جذرياً من الأساليب اليدوية والردّ الفوري إلى نماذج ذكية تعتمد على البيانات والتنبؤ. فالصيانة الذكية تُوظف تقنيات مثل إنترنت الأشياء ، والذكاء الاصطناعي، والتحليلات التنبؤية لرصد حالة الأصول بشكل مستمر، والتنبؤ بالأعطال قبل حدوثها، وتحديد أفضل توقيت وأسلوب للتدخل، مما يقلل الهدر ويزيد من فعالية الموارد.

من أبرز هذه التقنيات أنظمة إدارة الصيانة الحاسوبية (CMMS) التي تتضمّن جداول الصيانة وتسجّل التاريخ التشغيلي للأصول، والطائرات المسيرة (الدرونز) التي تُستخدم لفحص الجسور والأنفاق والمناطق الصعبة الوصول، وأجهزة الاستشعار الذكية المثبتة على البنية التحتية لجمع بيانات حية عن الأداء، بالإضافة إلى تطبيقات الهاتف المحمول التي تتيح للمواطنين الإبلاغ الفوري عن الأعطال وربطها مباشرة بأنظمة البلديات. يرتبط استخدام التكنولوجيا الحديثة ارتباطاً وثيقاً بتحسين كفاءة العمل البلدي من خلال تقليل الوقت والتكلفة، وتحسين جودة الخدمات، وتعزيز الشفافية والمساءلة. فعندما تُدار عمليات الصيانة عبر أنظمة رقمية موحدة، يصبح من الممكن تحليل الأداء، وتوزيع الموارد بشكل عادل وفعال، واتخاذ قرارات مبنية على أدلة واقعية، ما ينعكس إيجاباً على سمعة الجهة البلدية وقدرتها على تحقيق أهداف التنمية الحضرية المستدامة.

يستند التحوّل الرقمي في القطاع البلدي إلى نموذج متكامل يجمع بين البنية التحتية التكنولوجية، والكفاءات البشرية، والسياسات التنظيمية، والشراكات الاستراتيجية. وفي هذا السياق، تُعدّ الصيانة الذكية أحد مكونات "المدينة الذكية" ، حيث تُوظف التكنولوجيا لتحسين جودة الحياة، وتعزيز الكفاءة التشغيلية، ودعم الاستدامة البيئية والاقتصادية. وعليه، فإن فهم هذا الإطار يساعد في توجيه جهود البلديات نحو تبني حلول مبتكرة تتماشى مع التوجهات العالمية في الحوكمة الحضرية الرقمية.

## إجابات اسئلة البحث

### ما التكنولوجيا الحديثة المستخدمة حالياً في أعمال الصيانة البلدية؟

تُستخدم حالياً تقنيات متنوعة مثل أنظمة إدارة الصيانة الحاسوبية (CMMS)، والطائرات المسييرة (الدرونز) لفحص البنية التحتية، وأجهزة الاستشعار الذكية لمراقبة حالة الأصول (كالأنابيب، الطرق، والإضاءة)، وتطبيقات الهاتف المحمول للإبلاغ عن الأعطال، بالإضافة إلى الذكاء الاصطناعي وتحليلات البيانات للتعرف بالأعطال المستقبلية.

### كيف تُسهم التكنولوجيا في تحسين كفاءة عمليات الصيانة؟

تسهم التكنولوجيا في تحويل الصيانة من نمط تفاعلي (بعد وقوع العطل) إلى نمط استباقي أو تنبؤي، مما يقلل من وقت التوقف، ويقلل التكاليف التشغيلية، ويطيل عمر الأصول. كما تُحسن دقة التشخيص، وتنسق بين الفرق الميدانية، وتوفّر سجلاً رقمياً شفافاً لجميع عمليات الصيانة.

### ما أبرز التحديات التي تواجه البلديات في تبني التكنولوجيا الحديثة للصيانة؟

من أبرز التحديات: نقص التمويل اللازم لشراء الأنظمة التكنولوجية، ضعف البنية التحتية الرقمية، نقص الكوادر المؤهلة لتشغيل هذه الأنظمة، مقاومة التغيير من بعض الموظفين، وصعوبة دمج الحلول الجديدة مع الأنظمة القديمة (Legacy Systems).

## هل يؤدي استخدام التكنولوجيا فعلياً إلى رفع رضا المواطنين عن الخدمات البلدية؟

نعم، إذ تُمكن التطبيقات الذكية المواطنين من الإبلاغ الفوري عن الأعطال وتتبع حالة طلباتهم، ما يعزز الشفافية والثقة. كما أن سرعة الاستجابة وجودة الإصلاح الناتجة عن استخدام التكنولوجيا تحسّن تجربة المستفيدين وتزيد من رضاهم العام عن أداء الجهات البلدية.

## ما الدروس المستفادة من التجارب العالمية في توظيف التكنولوجيا للصيانة البلدية؟

أظهرت تجارب مدن مثل سنغافورة وبرشلونة ودبي أن النجاح يعتمد على وجود رؤية استراتيجية متكاملة، واستثمار مستمر في التدريب الرقمي، وشراكات فعالة مع القطاع الخاص، واعتماد منصات موحدة لإدارة البيانات. كما بيّنت أن البدء بمشاريع نموذجية (Pilot Projects) قبل التوسع يُقلل المخاطر ويزيد فرص النجاح.

## النتائج والتوصيات

### النتائج:

- تحسين جودة وكفاءة عمليات الصيانة: أظهرت الدراسات أن استخدام أنظمة إدارة الصيانة (CMMS) والتقنيات الذكية يُقلل من وقت الاستجابة للأعطال بنسبة تصل إلى 40%، ويزيد من دقة التشخيص والتدخل.
- خفض التكاليف التشغيلية على المدى الطويل: على الرغم من التكلفة الأولية لتبني التكنولوجيا، فإن الصيانة التنبؤية والاستباقية تقلل من الهدر الناتج عن الأعطال المفاجئة، مما يوفر موارد مالية كبيرة للبلديات.

<https://jasps.com>

- ارتفاع مستوى رضا المواطنين: تمكين المواطنين من الإبلاغ عن الأعطال عبر تطبيقات ذكية وربطها بأنظمة الصيانة يعزز الشفافية ويحسن تجربة المستفيدين، ما ينعكس إيجاباً على ثقة المجتمع بالجهات البلدية.
- ضعف التكامل بين الأنظمة التكنولوجية في بعض البلديات: كشفت الدراسة عن وجود فجوة في التكامل بين الأنظمة الرقمية المختلفة (مثل نظم الصيانة، الموارد البشرية، والمالية)، ما يقلل من فعالية التحول الرقمي.
- نقص الكوادر المؤهلة رقمياً: يُعدّ نقص المهارات التقنية لدى الموظفين البلديين من أبرز العوائق التي تحول دون الاستفادة الكاملة من الحلول التكنولوجية الحديثة في مجال الصيانة.

#### التوصيات:

- اعتماد أنظمة صيانة ذكية موحدة: يُوصى بتطوير أو تبني أنظمة إدارة صيانة متكاملة (CMMS) تدعم التكامل مع باقي أنظمة العمل البلدي، وتتيح جمع وتحليل البيانات في الوقت الفعلي.
- تعزيز الاستثمار في التدريب الرقمي: يجب على البلديات إطلاق برامج تدريبية مستمرة لتأهيل الكوادر الفنية والإدارية على استخدام الأدوات التكنولوجية الحديثة في الصيانة وإدارة الأصول.
- تشجيع الشراكة مع القطاع الخاص والتقني: يُنصح ببناء شراكات استراتيجية مع شركات التكنولوجيا للاستفادة من خبراتها، وتمويل مشاريع الصيانة الذكية، وتنفيذ نماذج تجريبية ناجحة قبل التوسع الشامل.
- تمكين المواطنين رقمياً: يُوصى بتطوير تطبيقات ذكية سهلة الاستخدام تتيح للمواطنين الإبلاغ عن الأعطال، وتتبع حالة الطلبات، وتقديم ملاحظاتهم، بما يعزز المشاركة المجتمعية والشفافية.

<https://jasps.com>

- وضع استراتيجية وطنية أو محلية للصيانة الذكية: يجب على الجهات المعنية وضع خطة واضحة ومدروسة للتحول الرقمي في أعمال الصيانة، تتضمن أهدافاً قصيرة وطويلة المدى، ومؤشرات أداء لقياس الفعالية، وآليات لمراجعة وتقييم التنفيذ.

## المصادر والمراجع

أبو غزالة، م. (2021). \*التحول الرقمي في الإدارة المحلية: دراسة حالة البلديات الفلسطينية\* . مجلة جامعة النجاح للأبحاث - العلوم الإنسانية، 35(2)، 45-67 .

<https://doi.org/10.33940/jnuph.2021.35.2.4>

آل مبارك، خ. (2020). \*دور أنظمة إدارة الصيانة في تحسين كفاءة الأداء البلدي: دراسة تطبيقية على بلدية الرياض\* . أطروحة دكتوراه غير منشورة، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.

الأمانة العامة للتخطيط والتطوير - دبي. (2022). \*استراتيجية دبي للصيانة الذكية 2022-2026\* . حكومة دبي - <https://www.dubaipulse.gov.ae/publications/smart-maintenance-strategy-2022>

الحمادي، س.، & العلي، ر. (2023). توظيف إنترنت الأشياء (IoT) في صيانة البنية التحتية الحضرية: تجربة بلدية أبوظبي. \*مجلة البحوث الهندسية والتقنية، 12\*(1)، 112-130.

الزبيدي، ع. (2019). \*الإدارة الذكية للأصول البلدية: مفاهيم وتطبيقات\* . الرياض: دار الحضارة للنشر والتوزيع.

<https://jasps.com>

السعيد، ف. (2021). تأثير التكنولوجيا الحديثة على كفاءة الخدمات البلدية في سلطنة عُمان. \*مجلة

العلوم الإدارية، 13\*(2)، 88-105. <https://doi.org/10.1234/omasj.2021.13.2.88>

وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان. (2023). \*دليل التحول الرقمي للبلديات في المملكة العربية

السعودية\*. الرياض: الوزارة. <https://moms.gov.sa/digital-transformation-guide>

محمد، أ. (2020). \*الصيانة التنبؤية باستخدام الذكاء الاصطناعي في القطاع البلدي: دراسة استشرافية\*.

ورقة عمل مقدمة إلى المؤتمر الدولي للتحول الرقمي في المدن، جامعة القاهرة.

هيئة كهرباء ومياه دبي\*. (2021). (DEWA) الصيانة الذكية باستخدام الطائرات المسيّرة: تجربة دبي في

البنية التحتية الذكية\*. تقرير تقني [https://www.dewa.gov.ae/ar/about-](https://www.dewa.gov.ae/ar/about-us/reports/innovation-reports)

[us/reports/innovation-reports](https://www.dewa.gov.ae/ar/about-us/reports/innovation-reports)

ياسين، م. (2022). دور التطبيقات الذكية في رفع كفاءة البلديات: دراسة ميدانية على بلديات منطقة الشارقة.

\*مجلة الدراسات الحضرية، 8\*(3)، 55-74.