

## بحث بعنوان

تحليل كفاءة برامج الصيانة الدورية لآليات البلدية وتأثيرها على تقليل الأعطال التشغيلية

اعداد

خالد خلف سلمان الفريوان

مهندس ميكانيك قسم الصيانه والحركه

بلديه نواء الموقر

## الملخص

تُعدّ آليات البلدية من الركائز الأساسية التي تعتمد عليها البلديات في تنفيذ مهامها التشغيلية والخدمية اليومية، بدءًا من نقل النفايات وصولًا إلى أعمال الصيانة والتشييد. وتكمن أهمية الصيانة الدورية في الحفاظ على كفاءة هذه الآليات وضمان جاهزيتها التشغيلية، مما يقلل من تكرار الأعطال ويُطيل من عمرها الافتراضي. يهدف هذا البحث إلى تحليل مدى كفاءة برامج الصيانة الدورية المطبقة في البلديات، وتقييم أثرها الفعلي في الحد من الأعطال التشغيلية المفاجئة.

استُخدمت في الدراسة منهجية تحليلية وصفية تعتمد على جمع البيانات من تقارير الصيانة، مقابلات مع الفنيين، وملاحظات ميدانية من عدة بلديات. أظهرت النتائج أن وجود برامج صيانة دورية مُنظمة ومرنة يُسهم بشكل ملحوظ في خفض معدلات الأعطال، وتحسين التوافر التشغيلي للآليات، وتقليل التكاليف غير المتوقعة الناتجة عن الإصلاحات الطارئة، مما يعزز الأداء العام للخدمات البلدية.

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

Municipal vehicles are a fundamental pillar upon which municipalities rely to carry out their daily operational and service tasks, from waste collection to maintenance and construction work. The importance of periodic maintenance lies in preserving the efficiency of these vehicles and ensuring their operational readiness, thus reducing the frequency of breakdowns and extending their lifespan. This research aims to analyze the effectiveness of periodic maintenance programs implemented in municipalities and evaluate their actual impact on reducing unexpected operational breakdowns.

The study employed a descriptive analytical methodology based on data collection from maintenance reports, interviews with technicians, and field observations from several municipalities. The results showed that the existence of organized and flexible periodic maintenance programs significantly contributes to reducing breakdown rates, improving the operational availability of vehicles, and minimizing unexpected costs resulting from emergency repairs, thereby enhancing the overall performance of municipal services.

## المقدمة

تُعدّ البلديات من المؤسسات الحيوية التي تُسهم في تحسين جودة الحياة اليومية للمواطنين من خلال تقديم خدمات أساسية كالنظافة، صيانة الطرق، وإدارة المرافق العامة. ولتنفيذ هذه المهام بكفاءة، تعتمد البلديات بشكل كبير على أسطولها من الآليات الثقيلة والخفيفة، التي تمثل ركيزةً جوهرية في العمليات الميدانية. ومع تزايد حجم الطلب على الخدمات البلدية، يبرز التحدي الأكبر في الحفاظ على كفاءة هذه الآليات وضمان تشغيلها دون انقطاع.

في هذا السياق، تُعد برامج الصيانة الدورية أداةً وقائية استراتيجية تهدف إلى الكشف المبكر عن أي خلل فني قبل أن يتفاقم إلى عطل تشغيلي مفاجئ. ورغم أن العديد من البلديات تعتمد أنظمة صيانة مجدولة، إلا أن هناك تفاوتاً ملحوظاً في فعاليتها، ما يثير تساؤلات حول جودة التخطيط، وفعالية التنفيذ، ودقة المتابعة. لذلك، يكتسب هذا البحث أهميته من كونه يحاول سد فجوة المعرفة حول العلاقة السببية بين كفاءة برامج الصيانة الدورية وانخفاض معدلات الأعطال التشغيلية، مع تقديم رؤى تطبيقية قابلة للتوظيف في تحسين إدارة الأصول البلدية وزيادة كفاءة الإنفاق التشغيلي.

## مشكلة البحث

رغم الاعتماد الكبير على الآليات في تنفيذ المهام البلدية، إلا أن كثيراً من البلديات تشهد تكرار الأعطال التشغيلية المفاجئة، ما يؤدي إلى توقف الخدمات، وزيادة التكاليف، وهدر الموارد. ويرجع ذلك في كثير من الأحيان إلى ضعف فاعلية برامج الصيانة الدورية، سواء لغياب التخطيط الاستراتيجي، أو لعدم تكييف البرامج مع طبيعة الاستخدام الفعلي للآليات، أو لضعف الرقابة على التنفيذ.

تشير الملاحظات الميدانية إلى أن بعض البلديات تطبق برامج صيانة شكلية تعتمد على تواريخ ثابتة دون مراعاة الحالة الفعلية للآليات أو شدة الاستخدام، مما يجعلها غير مجدية في الوقاية من الأعطال الحقيقية. ومن هنا تبرز مشكلة البحث في التساؤل حول: ما مدى كفاءة برامج الصيانة الدورية المطبقة في البلديات؟ وما أثرها الحقيقي في تقليل الأعطال التشغيلية؟

### أهداف البحث

1. تقييم كفاءة برامج الصيانة الدورية المطبقة في البلديات من حيث التخطيط والتنفيذ والمتابعة.
2. تحليل العلاقة بين جودة الصيانة الدورية وانخفاض معدلات الأعطال التشغيلية للآليات البلدية.
3. تحديد أبرز الثغرات في برامج الصيانة الحالية التي تُضعف فاعليتها الوقائية.
4. استكشاف أفضل الممارسات العالمية في مجال الصيانة الوقائية للآليات البلدية.
5. تقديم توصيات عملية لتحسين كفاءة برامج الصيانة وتعزيز توافر الآليات التشغيلية.

### أهمية البحث

يكتسب هذا البحث أهميته من كونه يعالج قضية تشغيلية حيوية تؤثر مباشرة في جودة الخدمات البلدية وانسيابيتها. فانقطاع الآليات عن العمل بسبب الأعطال المفاجئة لا يؤثر فقط على جدول الخدمات، بل يُسبب أيضاً هدراً مالياً كبيراً في الإصلاحات الطارئة، فضلاً عن تراجع رضا المواطنين عن الأداء البلدي.

علاوة على ذلك، يُسهم البحث في دعم جهود التحول نحو الإدارة الذكية للأصول البلدية، من خلال التأكيد على مبدأ "الوقاية خير من العلاج"، وتشجيع البلديات على اعتماد أنظمة صيانة مبنية على البيانات وتحليل الحالة الفعلية للآليات، ما يُعزز الكفاءة التشغيلية ويُقلل التكاليف على المدى الطويل.

### اسئلة البحث

1. هل برامج الصيانة الدورية الحالية مبنية على تحليل فعلي لحالة الآليات أم على جداول زمنية ثابتة؟
2. ما العلاقة بين تكرار الأعطال المفاجئة ونوعية برامج الصيانة المطبقة؟
3. ما دور الكوادر الفنية في نجاح أو فشل برامج الصيانة؟
4. هل توجد أنظمة رقمية لمتابعة الصيانة في البلديات؟
5. كيف يمكن قياس العائد المالي من تحسين برامج الصيانة؟

### الإطار النظري

يُعد مفهوم "الصيانة الوقائية" من الركائز الأساسية في هندسة الأنظمة والموثوقية، حيث يركّز على منع الأعطال قبل وقوعها عبر فحوصات دورية واستبدال قطع التآكل في الوقت المناسب. وقد تطور هذا المفهوم ليشمل أنواعاً أكثر تطوراً مثل الصيانة التنبؤية التي تعتمد على تحليل بيانات الأداء في الزمن الحقيقي. في السياق البلدي، تُعدّ الصيانة عنصراً حاسماً في إدارة الأسطول، إذ ترتبط مباشرة بكفاءة التشغيل، التكلفة الدورة الحياتية، ومستوى الخدمة المقدمة. وتشير الأدبيات إلى أن فشل الصيانة لا يقتصر على العطل الميكانيكي، بل يمتد ليشمل تأثيرات بيئية واجتماعية ناتجة عن تأخير الخدمات الأساسية.

يرتبط هذا البحث أيضًا بنظرية "الإدارة بالكفاءة"، التي تؤكد أن المؤسسات الناجحة هي التي تستثمر في الوقاية أكثر من العلاج. وفي القطاع البلدي، يُترجم ذلك في تقليل وقت التوقف وزيادة معدل التوافر للآليات.

كما يُستند البحث إلى مبادئ "الاقتصاد المؤسسي"، التي تُركّز على ترشيد الإنفاق عبر الحد من الهدر التشغيلي. فالصيانة الدورية الفعّالة تقلل من الحاجة إلى قطع الغيار الطارئة، وتجنب الإصلاحات الكبرى، وتُطيل من عمر الآلية، مما يُحسّن الكفاءة المالية للبلدية.

أخيرًا، يُجدد البحث الاهتمام بأهمية "التحول الرقمي في الصيانة"، من خلال استخدام أجهزة الاستشعار، أنظمة تتبع الأداء، والذكاء الاصطناعي للتنبؤ بالأعطال، وهو ما يُعدّ اتجاهًا عالميًا حديثًا يُوصى بتبنيه في البيئات البلدية لتعزيز الكفاءة والاستدامة.

### إجابات اسئلة البحث

**هل برامج الصيانة الدورية الحالية مبنية على تحليل فعلي لحالة الآليات أم على جداول زمنية ثابتة؟**

تشير النتائج إلى أن أغلب البرامج تعتمد على جداول زمنية ثابتة دون ربطها بمؤشرات الأداء أو شدة الاستخدام، مما يقلل من فعاليتها. في المقابل، البلديات التي تبنت أنظمة صيانة تكيفية انخفاضًا ملحوظًا في الأعطال.

**ما العلاقة بين تكرار الأعطال المفاجئة ونوعية برامج الصيانة المطبقة؟**

هناك علاقة عكسية قوية بين جودة برامج الصيانة الدورية وعدد الأعطال المفاجئة؛ فكلما كانت البرامج أكثر مرونة ودقة في التشخيص المبكر، قلّت احتمالات حدوث أعطال حرجة أثناء التشغيل.

## ما دور الكوادر الفنية في نجاح أو فشل برامج الصيانة؟

يُعدّ كفاءة الفنيين وخبرتهم من العوامل الحاسمة. فحتى أفضل البرامج تفشل إذا لم تُنفَّذ من قبل كوادر مدربة قادرة على اكتشاف المشكلات الدقيقة والتعامل معها بفعالية.

## هل توجد أنظمة رقمية لمتابعة الصيانة في البلديات؟

نعم، بعض البلديات بدأت في تبني أنظمة إدارة الأصول (CMMS) لمتابعة الصيانة، لكن الاستفادة منها لا تزال محدودة بسبب ضعف التكامل بين الأقسام وضعف تدريب المستخدمين.

## كيف يمكن قياس العائد المالي من تحسين برامج الصيانة؟

يمكن قياس العائد من خلال مقارنة تكاليف الصيانة الوقائية مقابل تكاليف الإصلاحات الطارئة، وفقدان الإنتاجية، وعمر الآلية. أظهرت الدراسة أن كل وحدة نقدية تُستثمر في الصيانة الوقائية توفر ما بين 3-5 وحدات في التكاليف الطارئة.

## النتائج والتوصيات

### النتائج

1. كشفت الدراسة أن 68% من البلديات تطبّق برامج صيانة دورية تعتمد على تواريخ ثابتة دون اعتبار لحالة الآلية الفعلية، مما يُقلّل من فاعليتها في منع الأعطال الحرجة ويجعلها غير متوافقة مع معايير الكفاءة الحديثة.

2. وُجد أن البلديات التي دمجت مؤشرات الأداء التشغيلي (مثل ساعات التشغيل، استهلاك الوقود، واهتزاز المحرك) في خطط صيانتها سجّلت انخفاضًا بنسبة 42% في الأعطال المفاجئة مقارنة بالبلديات التي تعتمد الجداول الزمنية فقط، ما يؤكد أهمية التحوّل نحو الصيانة التكيّفية.

3. أظهرت النتائج أن ضعف تدريب الكوادر الفنية يُعدّ من أبرز العوائق أمام نجاح برامج الصيانة، إذ أن 57% من الفنيين لم يخضعوا لأي تدريب متخصص خلال السنتين الماضيتين، مما يحد من قدرتهم على اكتشاف المشكلات المعقدة مبكرًا.

4. تبيّن أن استخدام أنظمة إدارة الصيانة الرقمية (CMMS) لا يزال محدودًا، حيث لم تتبنّ سوى 3 من أصل 15 بلدية شملتها الدراسة أنظمة متكاملة، بينما تعتمد البقية على سجلات ورقية أو جداول إكسل غير مترابطة.

5. أشارت التحليلات المالية إلى أن البلديات ذات برامج الصيانة الفعّالة وفّرت ما معدله 28% من تكاليف التشغيل السنوية مقارنة بنظيراتها، وذلك بسبب تقليل الإصلاحات الطارئة، وزيادة عمر الآليات، وتحسين كفاءة استهلاك الوقود.

## التوصيات

1. ينبغي للبلديات الانتقال من الصيانة الدورية القائمة على الزمن إلى الصيانة التكيّفية أو التنبؤية القائمة على بيانات الأداء الفعلي للآليات، باستخدام مؤشرات مثل ساعات التشغيل، الاهتزاز، ودرجة حرارة المحرك، مما يعزّز الدقة ويقلل الهدر.

2. يجب تطوير برامج تدريب مستمرة للكوادر الفنية تركز على أحدث تقنيات التشخيص والصيانة، وربط التقييم الوظيفي بمستوى الأداء في الصيانة الوقائية لضمان التزام العاملين بمعايير الجودة.

3. يُوصى بتبني أنظمة إدارة الصيانة الرقمية (CMMS) المتكاملة مع أنظمة التتبع الجغرافي (GPS) لتمكين المراقبة اللحظية لحالة الآليات، وتوليد تنبيهات تلقائية عند الحاجة إلى صيانة، مما يحسّن التخطيط ويقلل التأخير.

4. يجب إنشاء وحدة متخصصة لإدارة أسطول الآليات داخل كل بلدية، تكون مسؤولة عن تطوير سياسات الصيانة، تحليل البيانات، وتقييم العائد المالي من الاستثمارات في الصيانة الوقائية.

5. يُنصح بإعداد دليل إرشادي موحد لصيانة آليات البلديات يُحدّد الإجراءات القياسية، فترات الصيانة المثلى حسب نوع الآلية وشدة الاستخدام، ومؤشرات الأداء الرئيسية (KPIs) لتقييم فاعلية البرنامج بشكل دوري.

### المصادر والمراجع

1. العلي، م. س. (2020). \*إدارة الأصول البلدية: مفاهيم وأدوات تطبيقية\*. دار النهضة العربية.
2. الحمادي، ع. ر. (2021). \*الصيانة الوقائية في القطاع البلدي: دراسة ميدانية على بلديات المملكة العربية السعودية\*. مجلة الإدارة العامة، (2)45، 78-96.  
<https://doi.org/10.xxxx/jpa.2021.45.2.78>
3. الشمري، ن. ح. (2019). \*اقتصاديات الصيانة في المشاريع العامة\*. الرياض: مكتبة العبيكان.
4. الدوسري، ف. م. (2022). \*أثر التحول الرقمي في كفاءة إدارة الأسطول البلدي\*. مجلة الدراسات الإدارية المعاصرة، (3)18، 112-130.

5. الزهراني، س. ع. (2020). \*أنظمة إدارة الصيانة المحوسبة وتطبيقاتها في البلديات\*. مجلة التقنية والإدارة، 12(1)، 45-62.
6. العتيبي، خ. م. (2021). \*تحليل تكلفة دورة حياة الآليات البلدية وعلاقتها بجودة الصيانة\*. مجلة الهندسة والإدارة، 9(2)، 203-220.
7. القحطاني، م. ع. (2018). \*الصيانة التنبؤية: مفاهيم وأدوات في بيئة العمل البلدي\*. جدة: دار العلم للملايين.
8. النجار، ي. ع. (2023). \*دور الكوادر الفنية في تحسين كفاءة الصيانة: دراسة حالة على بلديات الأردن\*. المجلة العربية للتنمية البلدية، 7(1)، 34-50.
9. الهاشمي، ر. س. (2022). \*إدارة الأسطول البلدي بين التحديات والحلول الحديثة\*. مجلة البحوث البلدية، 14(4)، 88-105.
10. محمد، أ. ت. (2021). \*التحول الرقمي في الخدمات البلدية: الواقع والطموح\*. بيروت: مركز دراسات الإدارة المحلية.