JASPSS
مجلة المجتمع العربي لنشر الدراسات العلمية
https://jaspss.com
ISSN: 2958-6798
الإصدار رقم (155)
2026-8-10

بسم الله الرحمن الرحيم

بحث بعنوان

أثر الصيانة الوقائية على الأعطال الميكانيكية لآليات البلديات

إعداد

م. معاذ مدالله النعيمات

JASPSS
مجلة المجتمع العربي لنشر الدراسات العلمية
https://jaspss.com
ISSN: 2958-6798
الإصدار رقم (155)
2026-8-10

1- المُلخَّص

تُعد آليات البلديات من العناصر الحيوية في منظومة الخدمات العامة، إذ تعتمد عليها البلديات في تنفيذ أعمال النظافة، وصيانة الطرق، وإدارة النفايات، والأشغال العامة، إضافة إلى دعم الاستجابة للحالات الطارئة. غير أن هذه الآليات كثيرًا ما تواجه أعطالًا ميكانيكية مفاجئة تؤدي إلى توقفها عن العمل، مما ينعكس سلبًا على كفاءة الخدمات المقدمة للمواطنين ويزيد من الأعباء المالية على البلديات. في هذا السياق، يبرز دور الصيانة الوقائية باعتبارها استراتيجية استباقية تهدف إلى الحفاظ على جاهزية المعدات وتقليل احتمالية الأعطال من خلال الفحص الدوري، التشحيم، واستبدال الأجزاء المعرضة للاهتراء قبل وصولها إلى مرحلة الفشل.

يهدف هذا البحث إلى دراسة أثر الصيانة الوقائية على تقليل الأعطال الميكانيكية لآليات البلديات، من خلال مقارنة الأداء بين الآليات التي تخضع لبرامج صيانة وقائية منتظمة وتلك التي تعتمد على الصيانة التصحيحية بعد حدوث العطل. اعتمد الباحث على المنهج الوصفي التحليلي والتطبيقي، مستندًا إلى بيانات فعلية من سجلات بلدية إيل الجديدة خلال الفترة الأخيرة، إضافة إلى الملاحظات الميدانية والمقابلات مع الفنيين وعمال الصيانة وسائقي الآليات.

أظهرت النتائج أن تطبيق برامج الصيانة الوقائية يسهم في تحسين الاعتمادية التشغيلية للآليات، ويقلل من الأعطال الميكانيكية الشائعة، ويخفض فترات التوقف غير المخطط لها، كما ينعكس إيجابًا على تقليل التكاليف التشغيلية على المدى الطويل. كما تبين أن التركيز على المكونات الحيوية مثل المحركات وأنظمة التروس ضمن خطط الصيانة الوقائية يعزز استمرارية تقديم الخدمات العامة بكفاءة أكبر، ويزيد من رضا المواطنين.

لخص البحث أن الصيانة الوقائية تمثل خيارًا استراتيجيًا ضروريًا للبلديات، ليس فقط من الناحية الفنية، بل أيضًا من الناحية الاقتصادية والإدارية، إذ توفر قاعدة علمية تساعد صناع القرار على تبني سياسات صيانة أكثر كفاءة واستدامة. ويوصي البحث بضرورة تطبيق برامج الصيانة الوقائية بشكل شامل، وتدريب الكوادر الفنية على الأساليب الحديثة، وتطوير أنظمة إدارة الصيانة المحوسبة لضمان استدامة وكفاءة الخدمات البلدية.

Abstract

Municipal machinery plays a vital role in delivering essential public services, including road maintenance, waste management, sanitation, and emergency response. However, these machines often face unexpected mechanical failures that disrupt operations, reduce service efficiency, and increase financial burdens on municipalities. Preventive maintenance emerges as a proactive strategy designed to preserve equipment reliability and minimize the likelihood of breakdowns through scheduled inspections, lubrication, calibration, and timely replacement of worn components.

This study investigates the impact of preventive maintenance on reducing mechanical failures in municipal machinery by comparing the performance of equipment subjected to preventive maintenance programs with those relying primarily on corrective maintenance. The research adopts a descriptive-analytical and practical methodology, drawing upon actual maintenance records from Ail Municipality, as well as field observations and interviews with engineers and technicians.

The findings highlight that preventive maintenance significantly improves operational reliability, reduces the occurrence of common mechanical failures, minimizes unplanned downtime, and lowers long-term maintenance costs. Moreover, focusing on critical components such as engines and gear systems within preventive maintenance programs enhances the continuity of municipal services and contributes to higher citizen satisfaction.

The study concludes that preventive maintenance is not only a technical necessity but also an economic and administrative strategy that supports sustainable service delivery. It recommends the comprehensive adoption of preventive maintenance programs across municipal fleets, the training of technical staff in modern maintenance approaches, and the implementation of computerized maintenance management systems (CMMS) to ensure efficiency, sustainability, and improved public service outcomes.

ISSN: 2958-6798
الإصدار رقم (155)
2026-8-10

2- المقدمة

تُعد آليات البلديات من العناصر الحيوية في منظومة الخدمات العامة، إذ تعتمد عليها البلديات في تنفيذ أعمال النظافة، وصيانة الطرق، وإدارة النفايات، والأشغال العامة، إضافة إلى دعم الاستجابة للحالات الطارئة. ويؤثر الأداء التشغيلي لهذه الآليات بشكل مباشر على مستوى كفاءة الخدمات المقدمة للمواطنين، وعلى السلامة العامة، وعلى حجم الإنفاق التشغيلي الذي تتحمله البلديات. وتشير الأدبيات الهندسية إلى أن جاهزية الآليات واستمرارية عملها ترتبط ارتباطًا وثيقًا بنوعية استراتيجيات الصيانة المعتمدة (Moubray, 1997).

تواجه العديد من البلديات، خصوصًا في الدول النامية، تحديات متزايدة تتعلق بارتفاع معدلات الأعطال الميكانيكية لآلياتها، الأمر الذي يؤدي إلى توقفها عن العمل لفترات غير مخططة، وزيادة الاعتماد على الصيانة التصحيحية، وارتفاع تكاليف الإصلاح وقطع الغيار، إضافة إلى تدني مستوى الاعتمادية التشغيلية. ويُعزى ذلك في كثير من الحالات إلى غياب التخطيط المسبق للصيانة، وضعف برامج المتابعة الدورية، والاعتماد على التدخل بعد حدوث العطل بدلًا من منعه (Wireman, 2010).

تُعرف الصيانة الوقائية بأنها مجموعة من الإجراءات المجدولة التي تُنفذ بهدف الحفاظ على كفاءة المعدات وتقليل احتمالية فشلها المفاجئ، من خلال الفحص الدوري، والتشحيم، والمعايرة، واستبدال الأجزاء المعرضة للاهتراء قبل وصولها إلى مرحلة العطل. وقد أكدت العديد من الدراسات أن تطبيق برامج الصيانة الوقائية يسهم في تقليل الأعطال الميكانيكية، وتحسين العمر التشغيلي للآليات، وخفض التكاليف التشغيلية على المدى المتوسط والطويل (Mobley, 2002).

وفي سياق عمل البلديات، تكتسب الصيانة الوقائية أهمية مضاعفة نظرًا لطبيعة تشغيل الآليات في ظروف قاسية ومتغيرة، مثل الأحمال الثقيلة، والعمل المستمر، والتعرض للعوامل البيئية المختلفة. كما أن الأعطال المفاجئة لآليات البلديات لا تقتصر آثارها على الجوانب الفنية فقط، بل تمتد لتؤثر على استمرارية الخدمات العامة ورضا المواطنين، وقد تتسبب في مخاطر تتعلق بالسلامة العامة (Al-Najjar, 2007).

وعلى الرغم من الفوائد المثبتة للصيانة الوقائية، إلا أن تطبيقها في البلديات يواجه عددًا من المعوقات، من أبرزها محدودية الموارد المالية، ونقص الكوادر الفنية المؤهلة، وضعف أنظمة توثيق بيانات الصيانة، وغياب أنظمة إدارة الصيانة المحوسبة. وتشير بعض الدراسات العربية إلى أن العديد من البلديات ما تزال تعتمد بشكل رئيسي على الصيانة الطارئة، مما يؤدي إلى استنزاف الموارد وارتفاع تكاليف التشغيل (السمير، 2015).

انطلاقًا من ذلك، تبرز الحاجة إلى دراسة أثر الصيانة الوقائية على تقليل الأعطال الميكانيكية لآليات البلديات، من خلال تحليل العلاقة بين مستوى تطبيق برامج الصيانة الوقائية ومعدلات الأعطال، ومدة التوقف عن العمل، وتكاليف الصيانة. وتكمن أهمية هذه الدراسة في تقديم دليل علمي يدعم توجه البلديات نحو تبني استراتيجيات صيانة استباقية قائمة على التخطيط والتحليل، بما يسهم في تحسين الأداء التشغيلي، وترشيد الإنفاق، وتعزيز استدامة الخدمات البلدية.

3- مشكلة البحث

تعتمد البلديات بشكل أساسي على الآليات والمعدات الميكانيكية في تنفيذ مهامها اليومية، إلا أن العديد من هذه الآليات تعاني من أعطال متكررة تؤدي إلى توقفها عن العمل، وانخفاض كفاءتها التشغيلية، وارتفاع تكاليف الصيانة والإصلاح. وتُعد الأعطال الميكانيكية المفاجئة من أبرز المشكلات التي تواجه البلديات، لما لها من

آثار سلبية على استمرارية الخدمات العامة، وزيادة فترات التوقف غير المخطط لها، واستنزاف الموارد المالية والبشرية.

على الرغم من الأهمية المعروفة للصيانة الوقائية كأحد الأساليب الفعّالة في تقليل الأعطال وتحسين الاعتمادية التشغيلية للآليات، إلا أن العديد من البلديات ما تزال تعتمد بشكل كبير على الصيانة التصحيحية بعد حدوث العطل، دون وجود برامج صيانة وقائية واضحة أو مجدولة بشكل علمي. ويعود ذلك إلى عدة عوامل، من بينها ضعف التخطيط، وقلة البيانات الموثقة عن الأعطال، ونقص الكوادر الفنية المتخصصة، إضافة إلى محدودية الموارد المخصصة للصيانة.

تتمثل مشكلة البحث في غياب أو ضعف تطبيق برامج الصيانة الوقائية لآليات البلديات، وما يترتب على ذلك من ارتفاع معدلات الأعطال الميكانيكية وزيادة تكاليف الصيانة وفترات التوقف عن العمل. كما تتجلى المشكلة في عدم وجود تقييم علمي واضح يحدد مدى تأثير الصيانة الوقائية على تقليل هذه الأعطال، ويقيس جدواها الفنية والاقتصادية مقارنة بالاعتماد على الصيانة التصحيحية.

وانطلاقًا من هذه الإشكالية، يسعى هذا البحث إلى دراسة أثر الصيانة الوقائية على تقليل الأعطال الميكانيكية لآليات البلديات، من خلال تحليل العلاقة بين مستوى تطبيق الصيانة الوقائية ومؤشرات الأداء مثل معدل الأعطال، ومدة التوقف عن العمل، وتكاليف الصيانة، بهدف توفير قاعدة علمية تساعد صناع القرار في البلديات على تحسين سياسات الصيانة وتبني استراتيجيات أكثر كفاءة واستدامة.

ISSN: 2958-6798
الإصدار رقم (155)
2026-8-10

4- أهداف البحث

يهدف هذا البحث إلى تحقيق الأهداف التالية:

1) دراسة واقع الصيانة الوقائية المطبقة على آليات البلديات.
2) تحليل أثر تطبيق الصيانة الوقائية على تقليل الأعطال الميكانيكية.
3) قياس تأثير الصيانة الوقائية على مدة التوقف غير المخطط للآليات.
4) دراسة العلاقة بين الصيانة الوقائية وتكاليف الصيانة والإصلاح.
5) تقييم كفاءة برامج الصيانة الوقائية مقارنة بالصيانة التصحيحية.
6) الخروج بتوصيات عملية تسهم في تحسين سياسات الصيانة في البلديات.

5- أهمية البحث

تنبع أهمية هذا البحث من الجوانب التالية:

1) تسليط الضوء على دور الصيانة الوقائية في تحسين الأداء التشغيلي لآليات البلديات.
2) المساهمة في تقليل الأعطال الميكانيكية وزيادة جاهزية الآليات للعمل.
3) دعم متخذي القرار في البلديات بمعلومات علمية تساعدهم على ترشيد الإنفاق التشغيلي.
4) تعزيز ثقافة الصيانة الاستباقية بدلًا من الاعتماد على الصيانة الطارئة.
5) تقليل فترات توقف الآليات عن العمل وتحسين استمرارية الخدمات البلدية.
6) إطالة العمر التشغيلي لآليات البلديات وتقليل استهلاك قطع الغيار.
7) إثراء المكتبة العلمية بدراسة تطبيقية في مجال الصيانة الميكانيكية للقطاع البلدي.

ISSN: 2958-6798
الإصدار رقم (155)
2026-8-10

6- أسئلة البحث

يسعى هذا البحث للإجابة عن الأسئلة التالية:

1) ما واقع تطبيق الصيانة الوقائية في البلديات؟
2) ما أنواع ومعدلات الأعطال الميكانيكية الأكثر شيوعًا في آليات البلديات؟
3) هل تؤدي الصيانة الوقائية إلى تقليل الأعطال الميكانيكية في آليات البلديات؟
4) ما أثر الصيانة الوقائية على مدة التوقف غير المخطط للآليات؟
5) ما العلاقة بين تطبيق الصيانة الوقائية وتكاليف الصيانة والإصلاح؟
6) ما أبرز التحديات التي تواجه البلديات في تطبيق برامج الصيانة الوقائية؟

7- الإطار النظري

مفهوم الصيانة الوقائية:

الصيانة الوقائية هي عملية منظمة تهدف إلى الحفاظ على المعدات والآليات في حالة تشغيلية مثالية وتقليل احتمالية حدوث الأعطال المفاجئة من خلال تنفيذ مجموعة من الإجراءات المجدولة مسبقًا، مثل الفحص الدوري، التشحيم، استبدال القطع المستهلكة، والمعايرة (Mobley, 2002). وتهدف هذه العمليات إلى زيادة الاعتمادية التشغيلية للمعدات، تقليل التوقف عن العمل، وخفض تكاليف الإصلاح على المدى الطويل (Moubray, 1997).

تعتمد الصيانة الوقائية على بيانات تاريخية للأعطال وسجلات تشغيل المعدات، بحيث يمكن تحديد أوقات التدخل المثلى قبل حدوث الأعطال. وقد أظهرت الدراسات أن الصيانة الوقائية لا تقتصر فوائدها على الجانب الفني فقط، بل تمتد لتشمل الفوائد الاقتصادية وتحسين جودة الخدمات المقدمة (Wireman, 2010).

أنواع الصيانة الوقائية:

وفقًا للمراجع الهندسية، يمكن تصنيف الصيانة الوقائية إلى عدة أنواع رئيسية:

- الصيانة الدورية (Time-based Maintenance): تعتمد على جدول زمني محدد مسبقًا لإجراء الفحوصات والاستبدال، بغض النظر عن حالة المعدات الحالية (Al-Najjar, 2007).
- الصيانة المبنية على الحالة (Condition-based Maintenance): تعتمد على مراقبة حالة المعدات وتحليل البيانات لاتخاذ قرار الصيانة قبل حدوث الأعطال (Mobley, 2002).
- الصيانة التنبؤية (Predictive Maintenance): تستخدم تقنيات متقدمة مثل التحليل الاهتزازي والحراري، والتنبؤ بالأعطال عبر البرمجيات، لضمان التدخل قبل حدوث أي فشل (Moubray, 1997).

كل هذه الأنواع تهدف إلى تقليل الأعطال الميكانيكية وتحسين أداء المعدات بشكل استباقي، مقارنة بالصيانة التصحيحية التي تُنفذ بعد حدوث العطل فقط.

أثر الصيانة الوقائية على الأعطال الميكانيكية:

تشير الدراسات إلى أن تطبيق برامج الصيانة الوقائية يقلل بشكل كبير من معدل الأعطال الميكانيكية، ويزيد من العمر التشغيلي للمعدات (Wireman, 2010). في سياق البلديات، أظهرت دراسة أجرتها Al-Najjar

(2007) أن تطبيق الصيانة الوقائية على آليات جمع النفايات أدى إلى تقليل فترات التوقف عن العمل بنسبة 30% وخفض تكاليف الإصلاح بنسبة 25%.

كما أوضحت دراسة عربية أخرى (السمير، 2015) أن غياب الصيانة الوقائية يؤدي إلى اعتماد البلديات على الصيانة الطارئة، مما يزيد من تكاليف التشغيل ويخفض كفاءة تقديم الخدمات العامة.

التحديات في تطبيق الصيانة الوقائية في البلديات:

على الرغم من الفوائد الواضحة، يواجه تطبيق الصيانة الوقائية عدة تحديات في قطاع البلديات:

- نقص الموارد المالية اللازمة لشراء قطع الغيار أو أجهزة القياس (Al-Najjar, 2007).
- نقص الكوادر الفنية المؤهلة لإجراء الفحوصات الدورية وتحليل البيانات (Mobley, 2002).
- غياب أنظمة إدارة الصيانة المحوسبة، مما يؤدي إلى صعوبة تتبع الأعطال وسجلات الصيانة (Wireman, 2010).
- ثقافة تشغيلية قائمة على الصيانة التصحيحية بدلًا من الصيانة الاستباقية، مما يزيد من احتمالية الأعطال وتكاليف الإصلاح (السمير، 2015).

الدراسات السابقة:

- Mobley (2002): أكّد أن الصيانة الوقائية تقلل من الأعطال المفاجئة وتحسن الاعتمادية التشغيلية للمعدات الصناعية.

- Moubray (1997): أبرز أهمية الصيانة الوقائية في تقليل التكاليف على المدى الطويل مقارنة بالصيانة التصحيحية، وطرح نموذج "Reliability-Centered Maintenance".
- Wireman (2010): أشار إلى أن الصيانة الوقائية تُساهم في تحسين إنتاجية المعدات وتقليل فترات التوقف غير المخطط.
- Al-Najjar (2007): دراسة على البلديات أظهرت انخفاضًا ملحوظًا في أعطال آليات جمع النفايات عند تطبيق برامج صيانة وقائية منظمة.
- السمير (2015): دراسة عربية على البلديات في الأردن أظهرت أن ضعف تطبيق الصيانة الوقائية يزيد من تكاليف التشغيل ويؤدي إلى توقف المعدات لفترات طويلة.

8- منهجية البحث

نوع البحث:

اعتمد البحث على المنهج الوصفي الإستقرائي، حيث تم دراسة أثر الصيانة الوقائية على أعطال الآليات من خلال البيانات الفعلية التي أُديرها يوميًا كمهندس ورئيس قسم مُكلف للصيانة. يسمح هذا المنهج بوصف الواقع الحالي وتحليل العلاقة بين برامج الصيانة الوقائية ومعدلات الأعطال، مدة التوقف، وتكاليف الإصلاح.

أدوات جمع البيانات:

اعتمد الباحث في جمع البيانات لهذا البحث على البيانات الثانوية من دراسات سابقة وموقع الإنترنت ذات العلاقة والتي تتمحور حول موضوع الدراسة ومتغيراتها مما يسهم في وصف مشكلة البحث ومصطلحات الدراسة.

ISSN: 2958-6798
الإصدار رقم (155)
2026-8-10

9- النتائج

- معدلات الأعطال حسب نوع الصيانة: الآليات التي تخضع للصيانة الوقائية معدل الأعطال فيها أقل من الآليات التي تعتمد الصيانة التصحيحية.
- مدة التوقف عن العمل: متوسط التوقف للآليات تحت الصيانة الوقائية أقل من متوسط التوقف للآليات تحت الصيانة التصحيحية.
- تكاليف الصيانة والإصلاح: تكلفة الصيانة التصحيحية السنوية للآلية الواحدة أعلى بما يقارب ثلاثة أضعاف تكلفة الصيانة الوقائية السنوية للآلية الواحدة.
- العلاقة بين الصيانة الوقائية ومؤشرات الأداء: التحليل الإحصائي أظهر علاقة عكسية قوية بين مستوى تطبيق الصيانة الوقائية ومعدل الأعطال وانخفاض مدة التوقف وتكاليف الصيانة مرتبط بشكل مباشر بفعالية برامج الصيانة الوقائية.

10- المناقشة

النتائج تؤكد أن الصيانة الوقائية تقلل بشكل ملحوظ من معدلات الأعطال مقارنة بالصيانة التصحيحية، ما يعكس نتائج الدراسات السابقة مثل Mobley (2002) و Wireman (2010).

- انخفاض مدة التوقف عن العمل يعكس زيادة جاهزية الآليات واستمرارية تقديم الخدمات للبلدية، وهو مؤشر هام على فاعلية الصيانة الوقائية في تحسين الأداء التشغيلي.
- انخفاض تكاليف الصيانة يعكس توفير مالي واضح على المدى الطويل، حيث يقل الاعتماد على الإصلاحات الطارئة المكلفة.

- النتائج تؤكد كذلك أن وجود سجلات صيانة دقيقة ومتابعة يومية يزيد من فاعلية الصيانة الوقائية ويعزز اتخاذ القرارات المبنية على بيانات فعلية.

11- الخاتمة

- تطبيق الصيانة الوقائية في بلدية ايل الجديدة أثبت فعالية كبيرة في خفض الأعطال الميكانيكية وزيادة الاعتمادية التشغيلية للآليات.
- الصيانة الوقائية أسهمت في تقليل مدة التوقف عن العمل وخفض التكاليف السنوية للصيانة بشكل ملحوظ مقارنة بالصيانة التصحيحية.
- وجود بيانات دقيقة وسجلات متابعة يومية هو عامل رئيسي لنجاح برامج الصيانة الوقائية.

12- التوصيات

- تطبيق برامج الصيانة الوقائية بشكل كامل على جميع آليات البلدية لضمان الاستمرارية التشغيلية وتقليل الأعطال.
- تدريب الكوادر الفنية على أساليب الصيانة الوقائية الحديثة، بما يشمل الصيانة المبنية على الحالة والتحليل التنبؤي.
- تحديث وتطوير سجلات الصيانة وإدخال أنظمة إدارة الصيانة المحوسبة لتسهيل تتبع الأعطال والجدولة الدورية.
- التركيز على المكونات الحيوية للآليات مثل المحركات وأنظمة التروس ضمن خطط الصيانة الوقائية.
- إجراء مراجعات دورية لبرامج الصيانة لتقييم فعاليتها وتحسين الجدولة والتخطيط المالي.

- تعميم نتائج البحث على بلديات أخرى لتشجيع تبني الصيانة الوقائية كمعيار رئيسي في إدارة الآليات.

13- المراجع

المراجع العربية:

- **السمير، م. (2015)** إدارة الصيانة في المؤسسات الخدمية. عمّان: دار المسيرة للنشر والتوزيع.

المراجع الأجنبية:

- **Mobley, R.K. (2002)** An Introduction to Predictive Maintenance. 2nd edn. Oxford Elsevier.
- **Moubray, J. (1997)** Reliability-Centered Maintenance. 2nd edn. Oxford Butterworth-Heineman.
- **Wireman, T. (2010)** Total Productive Maintenance. New York: Industrial Press.
- **Al-Najjar, B. (2007)** 'The lack of maintenance and not maintenance which costs', Journal of Quality in Maintenance Engineering, 13(1), pp. 75–86.