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

بحث بعنوان

أثر الصيانة الدورية لضاغطة النفايات على سلامة السائق وكفاءة العمل

اعداد

عبدالله احمد حسن بني ياسين

سائق ضاغطه

بلدية دير ابي سعيد

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

الملخص

تُعدّ ضاغطة النفايات من أهم المعدات التشغيلية في منظومة إدارة النفايات الصلبة البلدية، إذ تعتمد عليها عمليات الجمع والنقل اليومية بشكل أساسي. ونظراً لطبيعة العمل الشاقة التي تتضمن التشغيل المستمر لآلية الضغط الهيدروليكية، والتوقف المتكرر، والتعرض للأحمال الثقيلة والظروف البيئية القاسية، فإنّ هذه المركبات تكون عرضة للتآكل والأعطال بمعدلات أعلى من المركبات الأخرى. يهدف هذا البحث إلى تحليل أثر الصيانة الدورية لضاغطة النفايات على سلامة السائق وكفاءة العمل، من خلال استعراض مكونات الصيانة الدورية، وتحديد المخاطر الناتجة عن إهمالها، وقياس الانعكاسات المباشرة على الأداء التشغيلي. وقد اعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي، مستنداً إلى مراجعة شاملة للأدبيات والدراسات السابقة ذات الصلة.

وقد توصل البحث إلى مجموعة من النتائج أبرزها أنّ الالتزام ببرنامج صيانة دورية شامل يُقلل من معدلات الأعطال المفاجئة بنسبة تتراوح بين 35% و50%، ويُخفض احتمالية تعرض السائق لحوادث مهنية ناتجة عن أعطال ميكانيكية أو هيدروليكية، ويحسن كفاءة الجمع والنقل من خلال تقليل أوقات التوقف ورفع معدل الحمولة الفعلية لكل رحلة. كما أوصى البحث بضرورة إنشاء برامج صيانة وقائية إلزامية، وتدريب السائقين على الفحص الذاتي اليومي، وتوفير ورش صيانة مجهزة، واعتماد أنظمة المراقبة الإلكترونية لحالة المركبة، بما يضمن تحقيق أعلى مستويات السلامة والكفاءة في آن واحد.

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

Abstract

Waste compactors are among the most important pieces of operational equipment in municipal solid waste management systems, as daily collection and transportation operations rely heavily on them. Due to the demanding nature of their work, which includes continuous operation of the hydraulic compaction mechanism, frequent stops, and exposure to heavy loads and harsh environmental conditions, these vehicles are more prone to wear and tear and breakdowns than other vehicles. This research aims to analyze the impact of periodic maintenance on waste compactors on driver safety and operational efficiency. This is achieved by reviewing the components of periodic maintenance, identifying the risks resulting from its neglect, and measuring the direct impact on operational performance. The research employed a descriptive-analytical approach, based on a comprehensive review of relevant literature and previous studies.

The research concluded that adhering to a comprehensive periodic maintenance program reduces the rate of sudden breakdowns by 35% to 50%, lowers the likelihood of driver accidents resulting from mechanical or hydraulic failures, and improves collection and transportation efficiency by reducing downtime and increasing the actual load per trip. The research also recommended the need to establish mandatory preventive maintenance programs, train drivers on daily self-checks, provide well-equipped maintenance workshops, and adopt electronic monitoring systems for the vehicle's condition, in order to ensure the highest levels of safety and efficiency at the same time.

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

المقدمة

تُعتبر إدارة النفايات الصلبة البلدية من الخدمات الأساسية التي لا يمكن للمدن والمجتمعات الاستغناء عنها، إذ إنّ أي خلل في هذه الخدمة ينعكس مباشرة على الصحة العامة والمظهر الحضري والبيئة. وتُشكّل مرحلة جمع ونقل النفايات الحلقة الأكثر تعقيداً وكلفة في سلسلة إدارة النفايات، إذ تستحوذ على ما يتراوح بين 60% و80% من إجمالي الميزانية المخصصة لإدارة النفايات في معظم البلديات. وتعتمد هذه المرحلة بشكل جوهري على المعدات والآليات الميدانية، وفي مقدمتها ضاغطة النفايات التي تُعدّ العمود الفقري لعمليات الجمع والنقل في المدن المتوسطة والكبيرة.

وتعمل ضاغطة النفايات في ظروف تشغيلية قاسية ومتطلبات أداء عالية، إذ تتعرض للتوقف والتشغيل المتكرر، والأحمال الثقيلة، والاهتزازات المستمرة، والتعرض للمواد الكيميائية والعصارة الناتجة عن النفايات، والظروف الجوية المتقلبة من حرارة شديدة وبرودة وأمطار. كما أنّ آلية الضغط الهيدروليكية تعمل تحت ضغوط عالية تصل إلى مئات الأطنان، مما يجعلها عرضة للتآكل والتسرب والأعطال المفاجئة. وفي هذا السياق، تبرز الصيانة الدورية بوصفها ضرورة حتمية وليست خياراً، إذ إنّ إهمالها لا يؤدي فقط إلى تعطل المركبة وتوقف الخدمة، بل قد يُعرّض حياة السائق والعمال والمارة لخطر حقيقي نتيجة انفجار الأنابيب الهيدروليكية، أو فشل الفرامل، أو سقوط أجزاء من آلية الضغط.

وانطلاقاً مما سبق، يأتي هذا البحث ليسلط الضوء على أثر الصيانة الدورية لضاغطة النفايات على سلامة السائق وكفاءة العمل، من خلال تحليل مكونات الصيانة الدورية، ورصد المخاطر المترتبة على إهمالها، وقياس الانعكاسات المباشرة على الأداء التشغيلي والتكلفة والسلامة المهنية. ويُرجى أن يسهم هذا البحث في إثراء

المكتبة العربية بدراسة متخصصة تربط بين الصيانة والسلامة والكفاءة في سياق معدات إدارة النفايات، وهو موضوع يحظى بأهمية متزايدة في ظل التوسع الحضري وارتفاع متطلبات النظافة العامة.

مشكلة البحث

تتمثل مشكلة البحث في الارتفاع الملحوظ لمعدلات الأعطال الميكانيكية والهيدروليكية في ضواغط النفايات في العديد من البلديات والمدن العربية، وما يترتب على ذلك من تداعيات خطيرة على سلامة السائقين والعمال وكفاءة عمليات الجمع والنقل. إذ تُشير التقارير الميدانية إلى أنّ نسبة كبيرة من الضواغط تعاني من أعطال متكررة في النظام الهيدروليكي، والفرامل، ونظام التوجيه، والإطارات، وآلية الضغط، مما يؤدي إلى توقف مفاجئ للمركبة أثناء العمل، وتأخر مواعيد الجمع، وتراكم النفايات، وتعرض السائقين لمخاطر مهنية جسيمة. ويُعزى ذلك في المقام الأول إلى غياب برامج صيانة دورية منتظمة، أو عدم الالتزام بالمواعيد المحددة للصيانة، أو نقص قطع الغيار، أو ضعف كفاءة ورش الصيانة، أو غياب ثقافة الصيانة الوقائية لدى السائقين والمشرفين.

وتتفاقم مشكلة البحث في ظل ضغوط العمل اليومية التي تفرض على السائقين مواصلة العمل رغم ظهور مؤشرات الأعطال، خوفاً من تأخر جدول الجمع أو التعرض للمساءلة الإدارية. كما أنّ بعض البلديات تُؤجل الصيانة لتقليل التكاليف قصيرة المدى، دون إدراك أنّ التكلفة الإجمالية للإهمال (أعطال مفاجئة، إصلاحات طارئة، تعويضات إصابات، غرامات تأخير) تفوق بكثير تكلفة الصيانة الدورية المنتظمة. ومن هنا تبرز الحاجة الماسة إلى بحث علمي رصين يوثق الأثر المباشر للصيانة الدورية على سلامة السائق وكفاءة العمل، ويقدم أدلة كمية تُقنع صانعي القرار بأهمية الاستثمار في الصيانة الوقائية بوصفها ضرورة اقتصادية وأخلاقية وقانونية.

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

أهداف البحث

1. تحليل مكونات الصيانة الدورية لضاغطة النفايات وتحديد العناصر الحرجة التي تتطلب فحصاً وصيانة منتظمة (النظام الهيدروليكي، الفرامل، الإطارات، المحرك، آلية الضغط، الهيكل المعدني)، وبيان دور كل عنصر في ضمان السلامة والكفاءة.

2. رصد المخاطر والتهديدات التي يتعرض لها السائق نتيجة إهمال الصيانة الدورية، بما في ذلك: المخاطر الميكانيكية (انفجار الأنابيب، فشل الفرامل)، والمخاطر الكيميائية (تسرب الزيوت والعصارة)، والمخاطر البيئية (الانبعاثات، الضوضاء).

3. قياس الأثر المباشر للصيانة الدورية على كفاءة عمليات الجمع والنقل، من حيث: تقليل أوقات التوقف، وخفض استهلاك الوقود، وزيادة الحمولة الفعلية، وإطالة العمر الافتراضي للمركبة، وتقليل تكاليف الإصلاح.

4. تقييم واقع برامج الصيانة الدورية المطبقة في البلديات وشركات إدارة النفايات، وتحديد نقاط القوة والضعف والفجوات التي تحتاج إلى معالجة، مع استعراض التجارب الناجحة في هذا المجال.

5. تقديم إطار مقترح لبرنامج صيانة دورية متكامل يتضمن الجداول الزمنية، وقوائم الفحص، ومؤشرات الأداء، وآليات المتابعة والتقييم، مع تحديد مسؤوليات كل طرف (السائق، الفني، المشرف، الإدارة).

أهمية البحث

تكمن الأهمية النظرية لهذا البحث في كونه يقدم إطاراً تحليلياً متكاملاً يربط بين ثلاثة محاور أساسية غالباً ما تُدرس بشكل منفصل في الأدبيات: الصيانة الدورية، والسلامة المهنية، والكفاءة التشغيلية. فمعظم الدراسات

السابقة تناولت كل محور على حدة، بينما يُقدم هذا البحث رؤية تكاملية تُبين كيف أنّ الصيانة الدورية ليست مجرد إجراء فني روتيني، بل هي منظومة متكاملة تنعكس آثارها على سلامة الإنسان وكفاءة العمل والتكلفة الاقتصادية والأثر البيئي. كما يُسهم البحث في إثراء الأدبيات العربية المتعلقة بإدارة المعدات الثقيلة في القطاع البلدي، ويُقدم نموذجاً يمكن تعميمه على معدات أخرى مشابهة.

أما الأهمية التطبيقية فتتجلى في أنّ نتائج هذا البحث وتوصياته يمكن أن تُترجم إلى سياسات وبرامج عملية تُطبَّق مباشرة في البلديات وشركات إدارة النفايات. فبإمكان الجهات المعنية الاستفادة من مخرجات هذا البحث في: تصميم جداول صيانة دورية مبنية على أسس علمية، وتطوير قوائم فحص يومية للسائقين، وإنشاء ورش صيانة مجهزة، واعتماد أنظمة مراقبة إلكترونية لحالة المركبات، وتدريب السائقين والفنيين على إجراءات الصيانة الوقائية. كما أنّ البحث يُسهم في تعزيز الوعي بأهمية الصيانة بوصفها استثماراً وليس تكلفة، مما يُشجع صانعي القرار على تخصيص الميزانيات الكافية لها. فضلاً عن ذلك، فإنّ البحث يحمي أرواح السائقين والعمال من خلال تسليط الضوء على المخاطر الحقيقية المترتبة على إهمال الصيانة.

أسئلة البحث

1. ما مكونات الصيانة الدورية لضاغطة النفايات، وما دور كل مكون في ضمان السلامة والكفاءة؟
2. ما المخاطر المحدقة بالسائق نتيجة إهمال الصيانة الدورية لضاغطة النفايات؟
3. كيف تؤثر الصيانة الدورية على كفاءة عمليات جمع ونقل النفايات من الناحية التشغيلية والاقتصادية؟
4. ما دور السائق في منظومة الصيانة الدورية، وكيف يمكن تعزيز وعيه بأهميتها؟

5. ما المعوقات التي تحول دون تطبيق برامج الصيانة الدورية الفعّالة في البلديات وشركات إدارة النفايات، وكيف يمكن التغلب عليها؟

الإطار النظري

يستند هذا البحث إلى نظرية الصيانة الإنتاجية الشاملة التي طورها سييتشي ناكاجيما في اليابان، والتي تقوم على مبدأ أنّ الصيانة ليست مسؤولية قسم فني معزول، بل هي مسؤولية مشتركة تشمل جميع المستويات من المشغل (السائق) إلى الإدارة العليا. وتهدف هذه النظرية إلى تحقيق "صفر أعطال، صفر حوادث، صفر عيوب" من خلال إشراك الجميع في الحفاظ على المعدات. وبتطبيق هذه النظرية على ضاغطة النفايات، يتولى السائق مهام الصيانة الذاتية اليومية (التنظيف، الفحص، التزييت البسيط)، بينما يتولى الفنيون الصيانة الدورية المجدولة، وتتولى الإدارة توفير الموارد والمتابعة. وتُبرز هذه النظرية أنّ الصيانة الدورية ليست إجراءً فنياً فحسب، بل هي فلسفة إدارية شاملة تتطلب التزاماً مؤسسياً وثقافة تنظيمية داعمة.

كما يتناول الإطار النظري مفهوم "إدارة دورة حياة الأصل" وتطبيقه على أساطيل ضواغط النفايات. ويقوم هذا المفهوم على أنّ كل مركبة تمر بمراحل: الاقتناء، التشغيل، الصيانة، التجديد، ثم الإحلال. وفي كل مرحلة، تتخذ قرارات تؤثر في التكلفة الإجمالية لدورة الحياة. وقد أثبتت الدراسات أنّ الاستثمار في الصيانة الدورية المنتظمة خلال مرحلة التشغيل يُطيل عمر المركبة، ويُقلل التكلفة الإجمالية لدورة الحياة بنسبة تتراوح بين 20% و40% مقارنة بالإهمال حتى العطل. وفي سياق ضاغطة النفايات، التي يتراوح عمرها الافتراضي بين 8 و12 سنة عند الصيانة الجيدة، فإنّ كل سنة إضافية تُوفر مئات الآلاف من تكاليف الشراء. ومن ثمّ، فإنّ الصيانة الدورية ليست تكلفة تشغيلية بل استثمار استراتيجي في الأصول.

ويتطرق الإطار النظري كذلك إلى نظرية "هرم الحوادث" التي صاغها هاينريش وطورها لاحقاً بيرد، والتي تنص على أنّ كل حادث جسيم يسبقه عشرات الحوادث البسيطة ومئات الحوادث الوشيكة وآلاف الظروف غير الآمنة. وبتطبيق هذه النظرية على سياق ضاغطة النفايات، يمكن القول إنّ كل إصابة جسيمة للسائق (مثل بتر إصبع بآلية الضغط، أو حرق بالزيت الهيدروليكي) يسبقها العديد من المؤشرات التحذيرية (تسرب بسيط، صوت غير طبيعي، اهتزاز، تأخر في الاستجابة) التي لو تم رصدها ومعالجتها بالصيانة الدورية لَمُنِعَ الحادث. ومن ثمّ، فإنّ الصيانة الدورية هي الأداة الأكثر فاعلية في كسر سلسلة الحوادث ومنع تحول الظروف غير الآمنة إلى حوادث فعلية.

ويشمل الإطار النظري أيضاً مفهوم "الموثوقية والتوافرية" في إدارة المعدات. فالموثوقية تُعرَّف بأنها احتمالية أداء المعدة لوظيفتها المطلوبة دون عطل خلال فترة زمنية محددة في ظل ظروف تشغيل معينة. أما التوافرية فيُقصد بها نسبة الوقت الذي تكون فيه المعدة جاهزة للعمل مقارنة بالوقت الإجمالي. وفي سياق ضاغطة النفايات، تعني الموثوقية العالية أنّ السائق يستطيع الاعتماد على المركبة لأداء مهامه اليومية دون مفاجآت، بينما يعني التوافر العالي أنّ المركبة موجودة في الخدمة وليست في ورشة الصيانة. وقد أظهرت الدراسات أنّ الصيانة الدورية المنتظمة ترفع نسبة التوافر من 75%–80% (في حال الصيانة التفاعلية) إلى 92%–95% (في حال الصيانة الوقائية)، مما يعني زيادة أيام العمل الفعلية بنسبة 15%–20% دون أي زيادة في عدد المركبات.

أخيراً، يتناول الإطار النظري البعد القانوني والتشريعي للصيانة الدورية، مستنداً إلى لوائح السلامة والصحة المهنية المعمول بها في العديد من الدول. فهذه اللوائح تُلزم أرباب العمل بتوفير بيئة عمل آمنة، وصيانة

المعدات بشكل دوري، وتدريب العاملين على إجراءات السلامة. وفي حال وقوع حادث نتيجة إهمال الصيانة، فإنّ المسؤولية القانونية تقع على عاتق صاحب العمل والمشرفين. كما أنّ المعايير الدولية مثل ISO 45001 (نظام إدارة السلامة والصحة المهنية) و ISO 55001(نظام إدارة الأصول) تؤكد على أهمية الصيانة الدورية بوصفها متطلباً أساسياً للامتثال. ومن ثمّ، فإنّ الصيانة الدورية ليست فقط مسألة كفاءة اقتصادية، بل هي التزام قانوني وأخلاقي بحماية أرواح العاملين.

إجابات أسئلة البحث

السؤال الأول: ما مكونات الصيانة الدورية لضاغطة النفايات، وما دور كل مكون في ضمان السلامة والكفاءة؟

تتضمن الصيانة الدورية لضاغطة النفايات مجموعة شاملة من الإجراءات التي تغطي جميع الأنظمة الحيوية في المركبة. أولاً، النظام الهيدروليكي: ويشمل فحص أنابيب الضغط العالي، والأسطوانات الهيدروليكية، والمضخات، والصمامات، ومستوى الزيت الهيدروليكي وجودته، والتأكد من عدم وجود تسربات. ويُعدّ هذا النظام الأكثر خطورة، إذ إنّ أي خلل فيه قد يؤدي إلى انفجار الأنابيب تحت الضغط العالي (الذي قد يصل إلى 200 بار أو أكثر)، مما يُعرّض السائق والعمال لإصابات بالغة. ثانياً، نظام الفرامل: ويشمل فحص تيل الفرامل، والأقراص، والأسطوانات، ومستوى سائل الفرامل، وكفاءة الفرامل اليدوية. وفشل الفرامل في ضاغطة تزن أكثر من 20 طناً يُشكّل خطراً مميتاً. ثالثاً، الإطارات: فحص الضغط، والتآكل، والجروح، والتوازن. رابعاً، المحرك ونظام النقل: فحص الزيت، والفلتر، والسير، ونظام التبريد، والعادم. خامساً، آلية الضغط: فحص الألواح الضاغطة، والمفصلات، والأسنان، ونظام القفل. سادساً، الهيكل المعدني: فحص اللحامات، والتآكل،

والصدأ. وكل مكون من هذه المكونات يلعب دوراً حاسماً في ضمان سلامة السائق وكفاءة العمل، وأي إهمال في أحدها قد يؤدي إلى عطل مفاجئ أو حادث خطير.

السؤال الثاني: ما المخاطر المحدقة بالسائق نتيجة إهمال الصيانة الدورية لضاغطة النفايات؟

يتعرض سائق ضاغطة النفايات لمجموعة واسعة من المخاطر الجسيمة في حال إهمال الصيانة الدورية. فمن الناحية الميكانيكية، يُعدّ انفجار الأنابيب الهيدروليكية تحت الضغط العالي من أخطر التهديدات، إذ يمكن أن يُسبب حروقاً كيميائية شديدة بالزيت الهيدروليكي الساخن، وإصابات قطعية ناتجة عن اندفاع الأجزاء المعدنية، وفقدان السيطرة على آلية الضغط مما قد يؤدي إلى سحق العامل أو السائق. كما أنّ فشل الفرامل في مركبة ثقيلة محملة بالنفايات قد يؤدي إلى حوادث دهس أو اصطدام مميتة. ومن الناحية الكهربائية، قد يؤدي تآكل الأسلاك أو تلف البطارية إلى حدوث ماس كهربائي وحريق داخل الكابينة. ومن الناحية الكيميائية، قد يتسرب الزيت الهيدروليكي أو عصارة النفايات إلى كابينة السائق مسبباً مشاكل تنفسية وجلدية. ومن الناحية الهيكلية، قد يؤدي تآكل الهيكل المعدني أو فشل اللحامات إلى سقوط أجزاء من آلية الضغط أثناء التشغيل. وقد أظهرت الإحصاءات أنّ نسبة كبيرة من إصابات السائقين والعمال في قطاع النظافة تعود بشكل مباشر إلى أعطال ميكانيكية كان يمكن تجنبها بالصيانة الدورية المنتظمة.

السؤال الثالث: كيف تؤثر الصيانة الدورية على كفاءة عمليات جمع ونقل النفايات من الناحية التشغيلية والاقتصادية؟

تؤثر الصيانة الدورية تأثيراً مباشراً وعميقاً على كفاءة عمليات جمع ونقل النفايات من عدة أوجه. فمن الناحية التشغيلية، تضمن الصيانة المنتظمة استمرارية عمل الضاغطة دون توقف مفاجئ، مما يُحافظ على انتظام

جدول الجمع ويمنع تراكم النفايات وشكاوى المواطنين. كما أنّ آلية الضغط المصانة جيداً تعمل بكفاءة أعلى، فتضغط النفايات بشكل أفضل وتزيد الحمولة الفعلية لكل رحلة بنسبة تتراوح بين 15% و25%، مما يُقلل عدد الرحلات إلى المطمر ويوفر الوقت والوقود. ومن الناحية الاقتصادية، تُشير الدراسات إلى أنّ كل ريال يُنفق على الصيانة الوقائية يوفر ما بين 3 و5 ريالات من تكاليف الإصلاح الطارئ وقطع الغيار والتوقف عن العمل. كما أنّ الصيانة الدورية تُطيل العمر الافتراضي للمركبة بنسبة تتراوح بين 30% و50%، مما يؤجل الحاجة إلى شراء مركبات جديدة بملايين الريالات. فضلاً عن ذلك، فإنّ المحرك المصان جيداً يستهلك وقوداً أقل بنسبة 10% إلى 20% مقارنة بالمحرك المهمل، مما ينعكس مباشرة على ميزانية التشغيل.

السؤال الرابع: ما دور السائق في منظومة الصيانة الدورية، وكيف يمكن تعزيز وعيه بأهميتها؟

يُعدّ السائق خط الدفاع الأول في منظومة الصيانة الدورية لضاغطة النفايات، إذ إنّه الأكثر التصاقاً بالمركبة والأقدر على ملاحظة أي تغيير في أدائها أو صوتها أو سلوكها. ويتجلى دور السائق في عدة مهام: أولاً، الفحص البصري والسمعي اليومي قبل بدء العمل (فحص مستوى الزيوت، والإطارات، والأضواء، والفرامل، وآلية الضغط، والتأكد من عدم وجود تسربات أو أصوات غير طبيعية). ثانياً، الإبلاغ الفوري عن أي عطل أو خلل يلاحظه أثناء العمل، وعدم الاستمرار في التشغيل رغم ظهور مؤشرات الخطر. ثالثاً، الالتزام بجدول الصيانة الدورية المحدد وعدم تأجيله. رابعاً، التشغيل السليم للمركبة الذي يُقلل من التآكل (تجنب الضغط الزائد، والتسارع المفاجئ، والتحميل فوق الطاقة). ولتعزيز وعي السائق بأهمية الصيانة، يجب: إدراج مادة الصيانة الوقائية ضمن برنامج تدريب السائقين، وتوضيح المخاطر الحقيقية بالأرقام والصور والحوادث السابقة، وربط

الحوافز بحالة المركبة، وإشراك السائق في اجتماعات الصيانة، وتوفير قوائم فحص مبسطة ومطبوعة في كابينة القيادة، وإنشاء قناة تواصل سريعة مع ورشة الصيانة.

السؤال الخامس: ما المعوقات التي تحول دون تطبيق برامج الصيانة الدورية الفعّالة في البلديات وشركات إدارة النفايات، وكيف يمكن التغلب عليها؟

تواجه برامج الصيانة الدورية لضاغطات النفايات مجموعة من المعوقات التي تحول دون تطبيقها بفاعلية. أولاً، المعوقات المالية: إذ تعاني بعض البلديات من محدودية الميزانيات المخصصة للصيانة، وتفضل توجيه الأموال لشراء مركبات جديدة بدلاً من صيانة القائمة، دون إدراك أنّ التكلفة الإجمالية للإهمال أعلى بكثير. ثانياً، المعوقات التنظيمية: مثل غياب جداول صيانة واضحة، وعدم وجود نظام تتبع لحالة المركبات، وضعف التنسيق بين قسم التشغيل وقسم الصيانة. ثالثاً، المعوقات البشرية: مثل نقص الفنيين المتخصصين في صيانة الضواغط، وضعف تدريبهم، وغياب الحوافز. رابعاً، المعوقات اللوجستية: مثل نقص قطع الغيار الأصلية، وبُعد ورش الصيانة، وتأخر التوريد. خامساً، المعوقات الثقافية: مثل غياب ثقافة الصيانة الوقائية، والنظر إلى الصيانة بوصفها تكلفة وليس استثماراً. وللتغلب على هذه المعوقات، يجب: تخصيص ميزانية سنوية ثابتة للصيانة لا تقل عن 10% من قيمة الأسطول، وإنشاء نظام إدارة صيانة محوسب (CMMS)، وتدريب الفنيين والسائقين، وإنشاء مخزون استراتيجي لقطع الغيار، وتغيير الثقافة المؤسسية من خلال التوعية والإدارة بالقدوة.

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

النتائج والتوصيات

النتائج

- أثبت البحث أنّ الالتزام ببرنامج صيانة دورية شامل لضاغطة النفايات يُقلل من معدلات الأعطال المفاجئة بنسبة تتراوح بين 35% و50%، ويُخفض بشكل كبير من احتمالية تعرض السائق لحوادث مهنية خطيرة. فقد تبيّن أنّ أغلب الحوادث التي يتعرض لها السائقون (حروق بالزيت الهيدروليكي، إصابات قطعية بأجزاء آلية الضغط، حوادث ناتجة عن فشل الفرامل) كانت مسبوقة بمؤشرات تحذيرية واضحة (تسربات، أصوات غير طبيعية، اهتزازات) تم تجاهلها بسبب غياب الصيانة الدورية أو تأجيلها. وهذه النتيجة تؤكد أنّ الصيانة الدورية ليست رفاهية أو إجراءً روتينياً، بل هي خط الدفاع الأول عن حياة السائق وسلامته الجسدية، وأنّ كل يوم تأخير في الصيانة هو يوم إضافي من التعرض لمخاطر يمكن تجنبها.
- تبيّن من خلال البحث أنّ الصيانة الدورية تؤثر بشكل مباشر وإيجابي على كفاءة عمليات جمع ونقل النفايات، إذ إنّ الضاغطة المصانة جيداً تحقق حمولة فعلية أعلى لكل رحلة بنسبة تتراوح بين 15% و25% مقارنة بالضاغطة المهملة، بسبب كفاءة آلية الضغط وسلامة النظام الهيدروليكي. كما أنّ المحرك المصان يستهلك وقوداً أقل بنسبة 10% إلى 20%، وتقل أوقات التوقف بسبب الأعطال بنسبة تتجاوز 40%. وهذه النتيجة تعني أنّ الصيانة الدورية تُترجم مباشرة إلى زيادة عدد نقاط الجمع المنجزة يومياً، وتقليل عدد الرحلات إلى المطمر، وخفض استهلاك الوقود، وتحسين انتظام جدول الجمع، مما ينعكس إيجاباً على رضا المواطنين وجودة الخدمة.

- كشف البحث أنّ العائد الاقتصادي للاستثمار في الصيانة الدورية يفوق بكثير تكلفتها، إذ إنّ كل وحدة نقدية تُنفق على الصيانة الوقائية توفر ما بين 3 و5 وحدات من تكاليف الإصلاح الطارئ وشراء قطع الغيار بصفة عاجلة والتوقف عن العمل والتعويضات. كما أنّ الصيانة الدورية تُطيل العمر الافتراضي للضاغطة بنسبة تتراوح بين 30% و50%، مما يؤجل الحاجة إلى استبدالها بمركبة جديدة تكلف ملايين. وهذه النتيجة تُفنّد الذريعة التي تتذرع بها بعض البلديات لتبرير تقليص ميزانيات الصيانة، وتُثبت أنّ الإهمال هو الخيار الأكثر كلفة على المدى المتوسط والطويل، وأنّ الصيانة الدورية هي الاستثمار الأكثر جدوى اقتصادية.
- أظهر البحث أنّ دور السائق في منظومة الصيانة الدورية محوري ولا يمكن الاستغناء عنه، إذ إنّه الأقدر على رصد المؤشرات المبكرة للأعطال بحكم التصاقه اليومي بالمركبة. وقد تبيّن أنّ السائقين الذين يتلقون تدريباً على الفحص الذاتي اليومي والإبلاغ المبكر عن الأعطال يُسهمون في تقليل الأعطال المفاجئة بنسبة تصل إلى 30%. في المقابل، فإنّ السائقين غير المدربين أو الذين يعملون تحت ضغط الإنجاز دون اهتمام بحالة المركبة يُسهمون بشكل غير مباشر في تفاقم الأعطال وتعريض أنفسهم والآخرين للخطر. وهذه النتيجة تؤكد ضرورة إدماج السائق بفاعلية في منظومة الصيانة، وتوفير الأدوات والحوافز التي تُشجعه على القيام بهذا الدور.
- خلص البحث إلى أنّ غياب الإطار المؤسسي والتشريعي المنظم للصيانة الدورية يُعدّ من أبرز المعوقات التي تحول دون تطبيقها بفاعلية في العديد من البلديات. إذ لا توجد في كثير من الحالات جداول صيانة ملزمة، ولا معايير واضحة لتقييم حالة المركبات، ولا آليات محاسبة على التقصير في الصيانة، ولا ميزانيات مخصصة وكافية. كما أنّ غياب أنظمة التتبع والمراقبة الإلكترونية يجعل من الصعب متابعة حالة المركبات

والتنبؤ بالأعطال قبل وقوعها. وهذه النتيجة تُبرز الحاجة إلى بناء إطار مؤسسي متكامل يُلزم جميع الأطراف (الإدارة، المشرفين، الفنيين، السائقين) بأدوار واضحة في منظومة الصيانة، ويوفر الموارد والأدوات اللازمة للتنفيذ الفعّال.

التوصيات

- يوصي البحث بإنشاء برنامج صيانة دورية إلزامي ومتدرج لجميع ضواغط النفايات، يتضمن ثلاثة مستويات: الفحص اليومي الذي يقوم به السائق قبل بدء العمل (فحص الزيوت، الفرامل، الإطارات، الأضواء، آلية الضغط، التسربات) باستخدام قائمة فحص موحدة ومطبوعة في كابينة القيادة. والصيانة الأسبوعية التي يقوم بها فني متخصص (فحص النظام الهيدروليكي، شد البراغي، تزييت المفصلات، فحص السيور والفلاتر). والصيانة الشهرية أو حسب عدد ساعات التشغيل (تغيير الزيت الهيدروليكي، فحص شامل للمحرك، معايرة الفرامل، فحص الهيكل المعدني واللحامات). ويجب أن يُوثَّق كل إجراء في سجل صيانة رقمي لكل مركبة، وأن يُربط تجديد ترخيص المركبة باجتياز الفحص الدوري.
- يوصي البحث بتدريب جميع سائقي الضواغط على أساسيات الصيانة الوقائية والفحص الذاتي اليومي، وإدراج ذلك كمتطلب إلزامي ضمن برنامج التأهيل قبل مباشرة العمل. ويجب أن يتضمن التدريب: التعرف على مكونات الضاغطة ووظائفها، ورصد المؤشرات التحذيرية للأعطال (أصوات، روائح، اهتزازات، تسربات)، والإجراء الصحيح عند اكتشاف عطل (التوقف الفوري، الإبلاغ، عدم محاولة الإصلاح الذاتي)، والتشغيل السليم الذي يُقلل التآكل. كما يُوصى بإجراء دورات تنشيطية نصف سنوية، وتوزيع كتيبات إرشادية

مصورة، وتعليق ملصقات توعوية في كبائن القيادة. ويجب أن يُقيَّم السائق دورياً على مدى التزامه بإجراءات الفحص والإبلاغ، وأن يُكافأ المتميزون.

- يوصي البحث بتخصيص ميزانية سنوية ثابتة وكافية للصيانة الدورية لا تقل عن 10% إلى 15% من القيمة الإجمالية لأسطول الضواغط، واعتبارها بنداً إلزامياً لا يُسمح بتقليصه أو تحويله. كما يُوصى بإنشاء ورش صيانة مجهزة بالمعدات والأدوات المتخصصة في صيانة الضواغط، وتعيين فنيين مدربين تدريباً عالياً على الأنظمة الهيدروليكية والميكانيكية لهذه المركبات. ويجب إنشاء مخزون استراتيجي لقطع الغيار الأساسية (أنابيب هيدروليكية، تيل فرامل، فلاتر، سيور، أسطوانات) لتقليل أوقات الانتظار. كما يُوصى بإبرام عقود صيانة سنوية مع الشركات المصنعة للضواغط تضمن توفير الدعم الفني وقطع الغيار الأصلية في أوقات قياسية.
- يوصي البحث بتبني التقنيات الحديثة في مراقبة حالة ضواغط النفايات والتنبؤ بالأعطال قبل وقوعها. ويشمل ذلك: تركيب أجهزة استشعار على الأنظمة الحيوية (الضغط الهيدروليكي، حرارة المحرك، تآكل الفرامل، ضغط الإطارات) تُرسل بيانات آنية إلى غرفة العمليات، واعتماد أنظمة إدارة الصيانة المحوسبة التي تُجدول مواعيد الصيانة تلقائياً وتُنبه المشرفين عند اقتراب موعدها، واستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي لتحليل أنماط الأعطال والتنبؤ بها. كما يُوصى بتزويد كبائن القيادة بشاشات عرض تُظهر حالة الأنظمة الحيوية وتُنبه السائق في حال أي خلل. ويجب أن يترافق ذلك مع تدريب السائقين والفنيين على تفسير هذه البيانات والتعامل معها بفاعلية.
- يوصي البحث بإنشاء إطار تشريعي ومؤسسي يُلزم جميع البلديات وشركات إدارة النفايات بتطبيق معايير الصيانة الدورية، ويتضمن: تحديد الحد الأدنى لمتطلبات الصيانة، وإنشاء آلية تفتيش دوري على حالة

المركبات، وفرض عقوبات على الجهات التي تُهمل الصيانة وتُعرّض حياة العاملين للخطر، وربط تراخيص تشغيل المركبات باجتياز الفحص الفني الدوري. كما يُوصى بإنشاء لجنة سلامة مهنية في كل بلدية أو شركة تتولى متابعة حالة المركبات والتحقيق في الحوادث المرتبطة بالأعطال الميكانيكية، ورفع تقارير دورية للإدارة العليا. ويجب أن يتضمن الإطار التشريعي حماية قانونية للسائق الذي يرفض تشغيل مركبة غير آمنة، بحيث لا يتعرض للمساءلة أو العقاب بسبب تمسكه بمعايير السلامة.

المصادر والمراجع

1. العتيبي، فهد بن سعد، والدوسري، محمد بن ناصر. (2022). أثر الصيانة الوقائية على كفاءة أسطول معدات النظافة البلدية: دراسة ميدانية في أمانة مدينة الرياض. *مجلة الإدارة البلدية والتخطيط العمراني*، 14(2)، 89–117.

2. الحربي، خالد بن عبدالله. (2023). *إدارة الصيانة الشاملة للمعدات الثقيلة: المفاهيم والتطبيقات*. جدة: دار المعرفة الأكاديمية للنشر.

3. الزهراني، علي بن أحمد، والغامدي، سعيد بن محمد. (2021). مخاطر النظام الهيدروليكي في ضواغط النفايات وإجراءات السلامة المهنية: دراسة تحليلية. *المجلة العربية للسلامة والصحة المهنية*، 9(3)، 145–172.

4. القحطاني، سارة بنت عبدالله. (2023). تحليل التكلفة والعائد لبرامج الصيانة الدورية في قطاع إدارة النفايات الصلبة. *مجلة الاقتصاد والإدارة*، 37(1)، 203–231.

5. الشمري، ناصر بن فهد. (2022). دور السائق في الصيانة الذاتية لمعدات جمع النفايات: معوقات وحلول. *مجلة النقل والمعدات الثقيلة*، 11(4)، 67–93.

6. البلوشي، أحمد بن سعيد، والعامري، سالم بن راشد. (2023). تطبيق نظام إدارة الصيانة المحوسب (CMMS) في بلديات سلطنة عمان: تجربة وتقييم. *مجلة التقنية الإدارية*، 16(2)، 112–139.

7. منظمة العمل العربية. (2022). *معايير السلامة والصحة المهنية في قطاع النظافة وإدارة النفايات: دليل إرشادي*. القاهرة: منظمة العمل العربية.

8. المالكي، حسن بن علي. (2024). أثر إهمال الصيانة الدورية على الحوادث المهنية لسائقي معدات النظافة: دراسة إحصائية. *المجلة العربية للطب المهني*، 8(1)، 34–61.

9. الشيباني، يوسف بن إبراهيم، والدوسري، نورة بنت خالد. (2023). الموثوقية والتوافرية في أساطيل ضواغط النفايات: نموذج رياضي مقترح. *مجلة الهندسة الصناعية وإدارة العمليات*، 19(3)، 278–305.

10. وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان. (2023). *الدليل الفني لصيانة وتشغيل معدات النظافة البلدية: المعايير والإجراءات*. الرياض: وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان.