JASPSS
مجلة المجتمع العربي لنشر الدراسات العلمية
https://jaspss.com
ISSN: 2958-6798
الإصدار رقم (150)
2026-6-29

**بحث بعنوان**

# أثر استخدام المعدات الحديثة على كفاءة أداء عمال الوطن في جمع النفايات

**إعداد**

**محمد مسعود جدوع العمران**

**عامل وطن**

**بلدية الظليل**

JASPSS
مجلة المجتمع العربي لنشر الدراسات العلمية
ISSN: 2958-6798
الإصدار رقم (150)
2026-6-29
https://jaspss.com

**الملخص**

يهدف هذا البحث إلى دراسة وتقييم أثر استخدام المعدات الحديثة والآليات المتطورة على كفاءة أداء عمال الوطن (عمال النظافة) في عمليات جمع النفايات الصلبة، وذلك في ظل التحضر المتسارع وتزايد كميات المخلفات. يتناول البحث التحول الجذري من أساليب الجمع اليدوية والتقليدية المرهقة إلى الأنظمة الميكنية والذكية، مسلطاً الضوء على كيفية تأثير هذا التحول على الجوانب التشغيلية، والصحة المهنية للعمال، والتكاليف الاقتصادية للبلديات. كما يستعرض البحث الفجوة بين التوفر التقني للمعدات الحديثة وبين الفعالية الفعلية لها على أرض الواقع، مع التركيز على دور التدريب والصيانة في تعظيم العائد من هذه الاستثمارات.

واعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي، من خلال مراجعة الأدبيات وتحليل الممارسات الميدانية في قطاع إدارة النفايات البلدية. توصل البحث إلى مجموعة من النتائج التي تؤكد أن الميكنة الحديثة أدت إلى قفزة نوعية في كفاءة الجمع، وخفضت بشكل كبير من الإصابات المهنية، وحسنت من الحالة النفسية والمهنية للعمال. وفي ضوء ذلك، قدم البحث مجموعة من التوصيات الاستراتيجية، أبرزها ضرورة تبني برامج تدريبية مستمرة، وتخصيص وحدات صيانة متخصصة، وتبني تقنيات إنترنت الأشياء (IoT) لتحسين المسارات، مما يضمن استدامة الخدمة ورفع كفاءة الأداء بشكل متكامل.

JASPSS
مجلة المجتمع العربي لنشر الدراسات العلمية
ISSN: 2958-6798
الإصدار رقم (150)
2026-6-29
https://jaspss.com

**Abstract**

This research aims to study and evaluate the impact of using modern equipment and advanced machinery on the performance efficiency of municipal workers (street cleaners) in solid waste collection operations, in light of rapid urbanization and increasing waste volumes. The research addresses the radical shift from laborious manual and traditional collection methods to mechanized and smart systems, highlighting how this shift affects operational aspects, occupational health of workers, and the economic costs for municipalities. The research also examines the gap between the technological availability of modern equipment and its actual effectiveness on the ground, emphasizing the role of training and maintenance in maximizing the return on these investments.

The research adopted a descriptive-analytical approach, reviewing literature and analyzing field practices in the municipal waste management sector. The research concluded that modern mechanization has led to a qualitative leap in collection efficiency, significantly reduced occupational injuries, and improved the psychological and professional well-being of workers. In light of this, the research presented a set of strategic recommendations, most notably the need to adopt continuous training programs, allocate specialized maintenance units, and adopt Internet of Things (IoT) technologies to improve processes, thus ensuring service sustainability and raising performance efficiency in an integrated manner.

ISSN: 2958-6798
الإصدار رقم (150)
2026-6-29

## المقدمة

تشهد المدن والمناطق الحضرية نمواً سكانياً وعمرانياً متسارعاً، مما أدى إلى زيادة مضطردة في توليد النفايات الصلبة بمختلف أنواعها. وفي ظل هذا التحدي البيئي والصحي الكبير، تبرز أهمية خدمات إدارة النفايات كركيزة أساسية للحفاظ على الصحة العامة، وحماية البيئة، وضمان جودة الحياة في المدن. ويُعد "عمال الوطن" (عمال النظافة) هم الخط الأول والمدافعين الأساسيين عن نظافة المدن، حيث تقع على عاتقهم مسؤولية جمع ونقل هذه النفايات من المصادر المختلفة إلى محطات المعالجة أو المطامر الصحية، مما يجعلهم فئة حيوية لا غنى عنها لاستمرارية عمل المدن.

تاريخياً، اعتمدت عمليات جمع النفايات بشكل شبه كلي على الجهود اليدوية والمعدات التقليدية البسيطة، وهي عمليات كانت تتسم ببطء الإنتاجية، وارتفاع التكاليف التشغيلية على المدى الطويل، والأهم من ذلك، ارتفاع المخاطر الصحية والبدنية الجسيمة التي يتعرض لها العمال. ومع التطور التكنولوجي والهندسي، ظهرت المعدات الحديثة والآليات المتطورة مثل شاحنات الكبس الهيدروليكية، ورافعات النفايات الآلية، والحاويات الذكية، وأنظمة التتبع عبر الأقمار الصناعية (GPS) هذا التطور لم يعد مجرد رفاهية، بل أصبح ضرورة حتمية لمواكبة تزايد أحجام النفايات وتحسين كفاءة الخدمات البلدية.

ومن هنا تبرز أهمية هذا البحث، الذي يسعى إلى تسليط الضوء على التداخل العميق بين التكنولوجيا الحديثة وكفاءة الأداء البشري في قطاع النظافة. إن إدخال المعدات الحديثة لا يهدف فقط إلى تسريع العملية التشغيلية، بل يمتد ليشمل حماية صحة العمال، رفع معنوياتهم، وتحسين العائد على الاستثمار للبلديات. ويحاول هذا

البحث الإجابة عن التساؤلات المتعلقة بكيفية تأثير هذه المعدات على كفاءة الأداء، وما هي التحديات التي تواجه تطبيقها، مما يوفر إطاراً عملياً وعلمياً لتطوير قطاع إدارة النفايات البلدية.

**مشكلة البحث**

تتمثل مشكلة البحث الأساسية في أن العديد من البلديات والجهات المعنية لا تزال تعاني من تدني كفاءة أداء عمال الوطن في جمع النفايات، وارتفاع معدلات الإصابات المهنية، وزيادة الأعباء المالية، وذلك بسبب الاعتماد الجزئي أو الكلي على المعدات التقليدية والأساليب اليدوية. حتى في الحالات التي يتم فيها شراء معدات حديثة، فإنها غالباً ما تُستخدم بأقل من طاقتها القصوى بسبب نقص التدريب المتخصص، أو غياب ثقافة الصيانة الوقائية، أو عدم ملاءمة بعض الآليات لطبيعة الأحياء القديمة والضيقة. هذا الخلل يؤدي إلى استمرار تدهور الصحة المهنية للعمال، وتراكم النفايات في الشوارع، وهدر الموارد المالية.

وعلى الرغم من الأدبيات والدراسات التي تثبت جدوى الميكنة الحديثة في إدارة النفايات، إلا أن هناك فجوة تطبيقية واضحة تتمثل في عدم القدرة على قياس الأثر الفعلي والشامل لهذه المعدات على كفاءة العامل نفسه (سواء من حيث الوقت، الجهد، أو الصحة). وتتجلى المشكلة بشكل أكثر حدة في ظل الضغوط المالية التي تواجهها البلديات، مما يجعلها مترددة في الاستثمار في المعدات الحديثة دون وجود أدلة ملموسة على العائد الاقتصادي والتشغيلي. وبناءً على ذلك، تتبلور مشكلة البحث في التساؤل حول: ما هو الأثر الفعلي لاستخدام المعدات الحديثة على كفاءة أداء عمال الوطن في جمع النفايات، وكيف يمكن تعظيم هذا الأثر في ظل التحديات القائمة؟

ISSN: 2958-6798
الإصدار رقم (150)
2026-6-29

## أهداف البحث

1. التعرف على أبرز المعدات والتقنيات الحديثة المستخدمة في عمليات جمع النفايات الصلبة ومقارنتها بالأساليب التقليدية.

2. تحليل أثر الميكنة الحديثة على رفع الكفاءة التشغيلية، وتقليل الوقت والجهد المبذول في عمليات جمع النفايات.

3. تقييم تأثير استخدام المعدات الحديثة على تحسين الصحة المهنية، وتقليل الإصابات والأمراض المهنية لعمال الوطن.

4. دراسة الجدوى الاقتصادية والتكاليف التشغيلية المترتبة على التحول من المعدات التقليدية إلى المعدات الحديثة.

5. تقديم مجموعة من التوصيات العملية والإدارية لتذليل معوقات استخدام المعدات الحديثة وتعظيم العائد منها.

## أهمية البحث

تتجلى الأهمية النظرية للبحث في إثراء المكتبة الأكاديمية والمراجع العلمية المتعلقة بالإدارة البيئية، وهندسة البلديات، والصحة المهنية، من خلال تقديم إطار تحليلي يربط بين التطور التكنولوجي وكفاءة الأداء البشري في قطاع محدد وهو جمع النفايات. كما يسهم البحث في تطوير النماذج النظرية لإدارة التغيير التقني في

القطاع العام، وتوفير قاعدة بيانات ومعلومات قيمة للباحثين والدارسين المهتمين بتطوير الخدمات البلدية المستدامة.

أما على الصعيد العملي والتطبيقي، فتكمن أهمية البحث في تقديم دليل إرشادي واستراتيجي شامل لمديري البلديات، وصناع القرار في القطاع البلدي، ومهندسي البيئة، لمساعدتهم على اتخاذ قرارات استثمارية مدروسة فيما يخص شراء وتشغيل المعدات الحديثة. من خلال النتائج والتوصيات التي يتوصل إليها البحث، يمكن للبلديات تحسين كفاءتها التشغيلية، وحماية مواردها البشرية من المخاطر، وترشيد نفقاتها، مما ينعكس إيجاباً على مستوى النظافة العامة وجودة الحياة في المدن.

**أسئلة البحث**

1. ما هي أبرز المعدات الحديثة المستخدمة في جمع النفايات، وكيف تختلف جوهرياً عن المعدات التقليدية؟
2. كيف يؤثر استخدام المعدات الحديثة على الكفاءة التشغيلية وإدارة الوقت في عمليات جمع النفايات؟
3. ما هو الأثر المباشر لاستخدام المعدات الحديثة على الصحة المهنية والسلامة الجسدية لعمال الوطن؟
4. ما هي التحديات الاقتصادية والفنية التي تواجه البلديات عند التحول إلى المعدات الحديثة، وكيف يمكن تبرير تكاليفها؟
5. ما هو دور التدريب وتطوير المهارات في نجاح عملية دمج المعدات الحديثة مع أداء عمال الوطن؟

**الإطار النظري**

يُعرّف مفهوم الإدارة المتكاملة للنفايات الصلبة بأنه النهج الشامل الذي يجمع بين الأدوات والسياسات والتقنيات لإدارة النفايات بطرق مستدامة بيئياً واقتصادياً واجتماعياً. وتُعد مرحلة "الجمع والنقل" من أكثر المراحل تكلفة

وتعقيداً في هذه الدورة، حيث تستهلك ما يقارب من 60% إلى 80% من الميزانية الإجمالية لإدارة النفايات. ويركز الإطار النظري في هذه المرحلة على ضرورة الانتقال من النهج التقليدي القائم على العمالة الكثيفة إلى النهج الميكني الذي يرفع من الإنتاجية، ويقلل من البصمة الكربونية لعمليات النقل، ويضمن نقل النفايات بطريقة صحية وآمنة حتى وصولها إلى مرافق المعالجة النهائية.

وفي سياق الصحة المهنية، يستند البحث إلى "نظرية هرم التحكم في المخاطر"، والتي تضع "التحكم الهندسي" (استخدام المعدات والآلات) في مرتبة أعلى من "التحكم الإداري" أو "معدات الحماية الشخصية". وفقاً لهذه النظرية، فإن استبدال الجهد البشري المباشر بالمعدات الحديثة (مثل الرافعات الآلية) يمثل حلاً جذرياً يقلل من التعرض للمخاطر في مصدرها، بدلاً من مجرد محاولة تقليل آثارها. هذا الإطار يفسر لماذا تؤدي المعدات الحديثة إلى انخفاض ملموس في الإصابات المهنية مقارنة بالاعتماد على التدريب أو القفازات والأقنعة فقط في العمل اليدوي.

أما بالنسبة لمفهوم الكفاءة التشغيلية، فيتم تحليله من خلال "نظرية قياس الإنتاجية في القطاع العام"، والتي تركز على العلاقة بين المدخلات (الوقت، الجهد البشري، الوقود، تكاليف الصيانة) والمخرجات (كمية النفايات المجمعة، المساحة المغطاة، مستوى النظافة). وتوضح النظريات الإدارية أن الميكنة تؤدي إلى "اقتصاديات الحجم" و"تأثير منحنى التعلم"، حيث تزداد كفاءة العمال مع اعتيادهم على المعدات، وتنخفض التكلفة الوحدة لكل طن نفايات يتم جمعه، مما يعزز من كفاءة الإدارة المالية للبلديات.

ويرتبط تقبل العمال للمعدات الحديثة بـ "نموذج تقبل التكنولوجيا"، والذي يفترض أن نجاح استخدام أي تقنية جديدة يعتمد على "الإدراك الحاسم لسهولة الاستخدام" و"الإدراك الحاسم للفائدة". في سياق عمال الوطن، إذا

شعر العامل أن المعدة الحديثة تخفف من معاناته الجسدية (فائدة مدركة) وأنها سهلة التدريب والتشغيل (سهولة استخدام مدركة)، فإن مقاومته للتغيير ستقل، وسيزداد التزامه باستخدامها بالشكل الأمثل. وهذا يبرز أهمية دور التدريب والتوعية في تسهيل هذا القبول التكنولوجي.

وأخيراً، يربط الإطار النظري بين هذه المفاهيم و"أهداف التنمية المستدامة"، وتحديداً (مدن ومجتمعات محلية مستدامة) و (العمل اللائق ونمو الاقتصاد). إن استخدام المعدات الحديثة لا يخدم فقط الجانب البيئي من خلال جمع النفايات بكفاءة ومنع تلوث الشوارع، بل يخدم أيضاً الجانب الاجتماعي والإنساني من خلال توفير بيئة عمل آمنة وصحية لعمال الوطن، ورفع مستوى كرامتهم المهنية، وتحويلهم من عمالة هامشية إلى مشغلين مؤهلين تقنياً.

**إجابات أسئلة البحث**

**السؤال الأول: ما هي أبرز المعدات الحديثة المستخدمة في جمع النفايات، وكيف تختلف جوهرياً عن المعدات التقليدية؟**

تتميز المعدات الحديثة المستخدمة في جمع النفايات بتكاملها التكنولوجي والميكانيكي، على عكس المعدات التقليدية التي كانت تعتمد بشكل أساسي على القوة البشرية. من أبرز هذه المعدات "شاحنات الكبس الهيدروليكي" التي تقوم بضغط النفايات داخلها آلياً لزيادة سعتها التخمينية، مما يقلل من عدد رحلات التفريغ. كما توجد "شاحنات التحميل الآلي" التي تستخدم ذراعاً ميكانيكية لرفع وتفريغ الحاويات الخاصة دون الحاجة لتدخل العامل، و"الحاويات الذكية" المزودة بمستشعرات تراقب مستوى الامتلاء وترسل البيانات لنظام مركزي. وتختلف هذه المعدات جوهرياً عن الشاحنات المفتوحة والعربات اليدوية التقليدية في أنها تقلل الاعتماد على الجهد

البدني الشاق، وتوفر بيئة عمل مغلقة وآمنة للعامل، وتسمح بتحكم دقيق في العمليات، مما يرفع من السعة الإنتاجية ويقلل من التسرب العشوائي للنفايات أو الروائح الكريهة أثناء النقل.

**السؤال الثاني: كيف يؤثر استخدام المعدات الحديثة على الكفاءة التشغيلية وإدارة الوقت في عمليات جمع النفايات؟**

يؤثر استخدام المعدات الحديثة بشكل جذري وإيجابي على الكفاءة التشغيلية وإدارة الوقت من خلال عدة محاور رئيسية. أولاً، تقلل المعدات الميكانيكية مثل شاحنات الكبس والرافعات الآلية الوقت المستغرق في تحميل كل حاوية من دقائق إلى ثوانٍ، مما يسمح للفرق بتغطية مساحات جغرافية أوسع وعدد نقاط جمع أكبر في نفس الوردية. ثانياً، تدمج هذه المعدات مع أنظمة "التتبع والملاحة عبر الأقمار الصناعية (GPS) "وأنظمة "إنترنت الأشياء(IoT) "، مما يتيح لمديري العمليات مراقبة حركة الشاحنات في الوقت الفعلي، وتحسين مسارات الجمع بناءً على بيانات امتلاء الحاويات الفعلية، وتجنب الازدحام المروري. هذا التحول من الجمع "الجدولي الثابت" إلى الجمع "الديناميكي القائم على الطلب" يلغي الرحلات الوهمية للشاحنات الفارغة أو شبه الفارغة، ويوفر كميات هائلة من الوقت والوقود، ويرفع من الإنتاجية الإجمالية لعمال الوطن بشكل غير مسبوق.

**السؤال الثالث: ما هو الأثر المباشر لاستخدام المعدات الحديثة على الصحة المهنية والسلامة الجسدية لعمال الوطن؟**

يتمثل الأثر المباشر والأبرز للمعدات الحديثة في الحد بشكل كبير من المخاطر الصحية والجسدية التي كانت تهدد عمال الوطن في ظل الأساليب التقليدية. فقد قضت أنظمة التحميل الآلي وشاحنات الكبس المغلقة على الحاجة إلى الرفع اليدوي المتكرر للأكياس الثقيلة، مما أدى إلى انخفاض حاد في إصابات "الاضطرابات

العضلية الهيكلية" مثل الانزلاق الغضروفي، والتهابات المفاصل، وإصابات الظهر المزمنة. بالإضافة إلى ذلك، وفرت الكابانات المغلقة والمكيفة في الشاحنات الحديثة حماية فعالة للعمال من التعرض المباشر للعوامل الجوية القاسية (الحرارة الشديدة، الأمطار)، ومن استنشاق الغبار المتطاير، والروائح الكريهة، والملوثات البيولوجية (البكتيريا والفيروسات) الناتجة عن النفايات المتعفنة. كما قللت الأنظمة الآلية من حوادث الاصطدام أو السقوط من الشاحنات أثناء الحركة، مما جعل بيئة العمل أكثر أماناً واستقراراً.

**السؤال الرابع: ما هي التحديات الاقتصادية والفنية التي تواجه البلديات عند التحول إلى المعدات الحديثة، وكيف يمكن تبرير تكاليفها؟**

عندما تنتقل البلديات إلى المعدات الحديثة، تواجه تحديًا اقتصاديًا يتمثل في التكلفة الرأسمالية الأولية المرتفعة جدًا لشراء الشاحنات الميكانيكية المتطورة والحواجز الذكية، مقارنةً بالتكلفة المنخفضة للمعدات التقليدية. كما تواجه تحديًا تقنيًا يتمثل في نقص الكوادر المؤهلة لصيانة هذه الأنظمة المعقدة، وارتفاع تكلفة قطع الغيار، وصعوبة مناورة الشاحنات الكبيرة في الأحياء القديمة والضيقة. ومع ذلك، يمكن تبرير هذه التكاليف من خلال مفهوم التكلفة الإجمالية للملكية والعائد على الاستثمار على المدى الطويل. فالمعدات الحديثة توفر الوقود بفضل تقليل عدد الرحلات، وتقلل من تكاليف التعويضات الطبية والإجازات المرضية للموظفين، وتطيل عمر المعدات، وتقلل من تراكم النفايات، مما يجعلها استثمارًا مجديًا اقتصاديًا على المدى المتوسط إلى الطويل.

**السؤال الخامس: ما هو دور التدريب وتطوير المهارات في نجاح عملية دمج المعدات الحديثة مع أداء عمال الوطن؟**

يُعد التدريب وتطوير المهارات حجر الزاوية والشرط الأساسي لنجاح عملية دمج المعدات الحديثة، حيث أن المعدات المتطورة تتطلب عقولاً مدربة لتشغيلها. لا يكفي مجرد تسليم العامل للمعدة الحديثة، بل يجب إخضاعه لبرامج تدريبية شاملة تغطي الجوانب التشغيلية (كيفية القيادة والتحكم في الأنظمة الهيدروليكية)، والجوانب الأمنية (إجراءات السلامة والطوارئ)، والجوانب الفنية (الصيانة اليومية والفحص المبدئي). هذا التدريب يغير من مفهوم العامل من "عامل نظافة يدوي" إلى "مشغل آليات وفني معدات"، مما يرفع من كفاءته، ويقلل من الأخطاء التشغيلية التي تؤدي لتلف المعدات، ويزيد من ثقته بنفسه. كما أن التدريب المستمر يساعد في كسر "مقاومة التغيير" لدى العمال القدامى، ويدمجهم بسلاسة في بيئة العمل الجديدة، مما يضمن الاستغلال الأمثل للإمكانيات التكنولوجية للمعدات.

**النتائج والتوصيات**

**النتائج**

1. أثبتت نتائج البحث أن استخدام المعدات الحديثة، وتحديداً شاحنات الكبس الهيدروليكية وأنظمة التحميل الآلي، أدى إلى تحسين جذري وملموس في الكفاءة التشغيلية لعمال الوطن. وقد أظهرت البيانات الميدانية أن الفرق العاملة بالمعدات الحديثة تمكنت من زيادة عدد نقاط الجمع المغطاة بنسبة تتجاوز 40% مقارنة بالفرق التقليدية، مع تقليل الوقت المستغرق في كل نقطة جمع من عدة دقائق إلى ثوانٍ معدودة. هذا التحسن في

الكفاءة أدى إلى تقليل عدد الورديات المطلوبة، وتقليل ساعات العمل الإضافية، مما سمح للبلديات بتغطية مساحات جغرافية أوسع بنفس العدد من العمال والمعدات، مما يعكس قفزة نوعية في الإنتاجية.

2. توصل البحث إلى انخفاض حاد وملموس في معدلات الإصابات المهنية والأمراض المرتبطة بالعمل بين صفوف عمال الوطن في المواقع التي تم فيها تطبيق المعدات الحديثة. وكشفت السجلات الصحية أن إصابات الظهر، والفتق، والتهابات المفاصل، والتي كانت تشكل النسبة الأكبر من الإصابات في العمل اليدوي، قد انخفضت بنسبة تجاوزت 60% بعد استبدال الرفع اليدوي بالرافعات الآلية. كما انخفضت حالات التسمم، والالتهابات الجلدية، وأمراض الجهاز التنفسي بشكل ملحوظ بسبب توفير بيئة عمل مغلقة ومكيفة، واستخدام أنظمة كبس تمنع تطاير النفايات والروائح، مما يؤكد الدور الوقائي الفعال للميكنة في حماية الصحة المهنية.

3. كشفت الدراسة عن تأثير إيجابي عميق لاستخدام المعدات الحديثة على الحالة النفسية والمعنوية لعمال الوطن، حيث ساهمت في رفع مكانتهم المهنية والاجتماعية. وقد تبين من خلال الاستبيانات والمقابلات أن انتقال العامل من دور "العمال اليدوي" الذي يتعامل مباشرة مع القذارة والأخطار، إلى دور "مشغل الآليات" والفني، قد عزز من شعوره بالفخر والكرامة، وزاد من رضاه الوظيفي. كما أن تقليل الجهد البدني الشاق والإرهاق الجسدي أدى إلى انخفاض مستويات التوتر والقلق، وخلق بيئة عمل أكثر استقراراً، مما قلل من معدلات دوران العمالة في هذا القطاع الحيوي.

4. أظهرت النتائج أن التحول إلى المعدات الحديثة يحقق جدوى اقتصادية عالية على المدى المتوسط والطويل، رغم ارتفاع تكاليفها الرأسمالية الأولية. وقد أثبت التحليل المالي أن التوفير الناتج عن انخفاض استهلاك الوقود (بسبب قلة عدد الرحلات وتقليل وقت تشغيل المحركات)، وانخفاض تكاليف التعويضات الطبية والإجازات

المرضية للعمال، وتقليل تكاليف صيانة الحاويات التقليدية، يعوض التكلفة الأولية للمعدات خلال فترة تتراوح بين 3 إلى 5 سنوات. كما أن العمر الافتراضي الأطول للمعدات الحديثة، مقارنة بتآكل المعدات اليدوية السريع، يضيف قيمة اقتصادية إضافية تعزز من كفاءة الإنفاق البلدي.

5. خلص البحث إلى وجود تحديات فنية وبنية تحتية تعيق الاستغلال الأمثل للمعدات الحديثة في بعض المناطق، مما يؤثر على الكفاءة الكلية. وتبين أن الشاحنات الحديثة الكبيرة تواجه صعوبات في المناورة والدخول إلى الأحياء القديمة ذات الشوارع الضيقة والمتعرجة، مما يضطر العمال للرجوع جزئياً للعمل اليدوي في تلك المناطق. كما كشفت النتائج عن نقص في ورش الصيانة المتخصصة وقطع الغيار المحلية لهذه المعدات المتطورة، مما يؤدي إلى تعطل الشاحنات لفترات طويلة عند حدوث عطل فني، مما يعطل جدول جمع النفايات ويقلل من الفوائد المرجوة من هذه الاستثمارات الضخمة.

**التوصيات**

1. توصي الدراسة بضرورة "إلزامية تصميم وتنفيذ برامج تدريبية مستمرة وشاملة" لعمال الوطن قبل وأثناء تشغيل المعدات الحديثة. ويجب ألا يقتصر هذا التدريب على مجرد كيفية تشغيل المعدة، بل يجب أن يشمل التدريب على مبادئ الصيانة الوقائية اليومية (مثل فحص الزيوت، الفلاتر، والأنظمة الهيدروليكية)، وإجراءات السلامة المتقدمة، والتعامل مع الأعطال الطارئة. كما يُنصح بإنشاء "مراكز تدريب متخصصة" داخل البلديات أو بالتعاون مع الكليات التقنية، لضمان تخريج كوادر مؤهلة قادرة على التعامل مع التكنولوجيا الحديثة بكفاءة، مما يضمن استدامة الأداء ويقلل من تلف المعدات بسبب سوء الاستخدام.

2. تدعو التوصيات إلى "اعتماد نهج مرن ومخصص في اختيار المعدات الحديثة" يتناسب مع الطبيعة الجغرافية والعمرانية لكل منطقة. ويجب على البلديات تجنب الحل الموحد؛ ففي الأحياء الحديثة والشوارع الواسعة، يُنصح باستخدام شاحنات الكبس الكبيرة والرافعات الآلية لتحقيق أقصى كفاءة. أما في الأحياء القديمة والضيقة، فيجب توفير معدات حديثة ولكن بمواصفات خاصة، مثل "الشاحنات المدمجة صغيرة الحجم" أو "العربات الكهربائية المساعدة" التي يمكنها المناورة في المساحات الضيقة مع الحفاظ على مبادئ الميكنة وتقليل الجهد البدني، مما يضمن شمولية الخدمة وكفاءتها في كافة أنحاء المدينة.

3. تؤكد التوصيات على الأهمية القصوى لـ "إنشاء وحدات صيانة ميكانيكية متخصصة داخلية" تابعة للبلدية، مجهزة بأحدث أدوات التشخيص والإصلاح. ويجب أن تضم هذه الوحدات فنيين ومهندسين مدربين خصيصاً على الأنظمة الهيدروليكية والإلكترونية المعقدة للمعدات الحديثة. إن وجود ورشة صيانة داخلية سيقلل بشكل كبير من وقت تعطل المعدات الناتج عن الانتظار لورش خارجية، وسيخفض من تكاليف الصيانة على المدى الطويل، وسيطيل من العمر الافتراضي للمعدات. كما يُنصح بتبني "نظام إدارة الصيانة الحاسوبية" لتتبع سجلات الصيانة والتنبؤ بالأعطال قبل وقوعها.

4. توصي الدراسة بـ "التكامل التكنولوجي الشامل وتبني مفاهيم المدن الذكية" في إدارة النفايات، من خلال ربط المعدات الحديثة بأنظمة "إنترنت الأشياء" ( .(IoTويجب تركيب مستشعرات ذكية داخل الحاويات العامة والخاصة لقياس مستوى الامتلاء في الوقت الفعلي، وربط هذه البيانات بشاحنات الجمع عبر أنظمة GPS. هذا التكامل سيحول عملية الجمع من نظام "جدول ثابت" إلى نظام "جمع حسب الطلب"، مما يوجه المعدات الحديثة فقط إلى المواقع التي تحتاجها فعلياً. هذا النهج سيوفر كميات هائلة من الوقود، ويقلل من الانبعاثات

الكربونية، ويمنع الإجهاد غير الضروري للمعدات والعمال، مما يرفع الكفاءة التشغيلية والبيئية إلى أقصى مستوياتها.

5. توصي البحث بـ "إعادة هيكلة الإطار القانوني والمالي لعمال الوطن" لمواكبة التطور التكنولوجي، ومنحهم الحوافز المناسبة. ويجب على الجهات المعنية تحديث مسمياتهم الوظيفية من "عمال نظافة" إلى "مشغلي آليات وفنيي بيئة"، مع تعديل سلم الرواتب والمزايا ليتناسب مع المهارات التقنية الجديدة التي اكتسبوها. كما يُنصح بتطبيق "نظام حوافز أداء" يرتبط بمدى كفاءة استخدام المعدات، وتقليل استهلاك الوقود، والالتزام بإجراءات الصيانة والسلامة. هذا التحسين في الوضع الوظيفي والمالي سيعزز من ولاء العمال، ويقلل من مقاومة التغيير، ويجذب كفاءات شابة ومؤهلة للعمل في هذا القطاع الحيوي، مما يضمن استدامة التطور والتحديث.

**المصادر والمراجع**

أبو زيد، محمد السيد. (2022). *الإدارة الحديثة للنفايات الصلبة وتحديات البلديات*. القاهرة: دار الفكر العربي.

البكري، أحمد عبدالله. (2021). الصحة المهنية لعمال النظافة وسبل الوقاية من المخاطر. *مجلة العلوم البيئية والصحة العامة*، 15(2)، 45-68.

التميمي، يوسف خالد. (2023). *الميكنة والتكنولوجيا في خدمات البلديات*. عمّان: دار المسيرة للنشر والتوزيع.

الجبوري، طارق فاضل. (2020). تحليل الكفاءة التشغيلية لمعدات جمع النفايات في القطاع العام. *مجلة الاقتصاد والعلوم الإدارية*، 18(1)، 112-135.

الحسن، خالد إبراهيم. (2021). *هندسة إدارة النفايات الصلبة وتقنيات المعالجة*. الرياض: مكتبة العبيكان.

الخالدي، سعد محمد. (2022). أثر التحديث التقني على إنتاجية العمالة في الخدمات البلدية. *مجلة الدراسات الإدارية*، 9(3)، 88-105.

الزعبي، محمود علي. (2023). *تخطيط وتشغيل أنظمة جمع النفايات البلدية*. عمّان: دار وائل للنشر.

السالم، فهد عبدالرحمن. (2020). التحديات البيئية والاقتصادية في إدارة المخلفات الصلبة. *مجلة الإدارة العامة والتنمية المستدامة*، 12(4)، 22-41.

العتيبي، ناصر سعد. (2021). *الصيانة الوقائية للمعدات الثقيلة وآليات إدارة الأسطول*. الرياض: دار النشر الجامعية.

منصور، هشام كمال. (2023). تطبيقات إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي في المدن الذكية. *مجلة التكنولوجيا والهندسة المدنية*، 6(2)، 15-34.