

بحث بعنوان

دور سائق الضاغطة في الحد من تسرب النفايات والمحافظة على نظافة الشوارع

اعداد

احمد محمد يعقوب النعيمات

سائق ظاغطة

بلدية العارضة الجديدة

الملخص

يهدف هذا البحث إلى تسليط الضوء على الدور المحوري الذي يلعبه سائق شاحنة الضاغطة للنفايات في الحد من ظاهرة تسرب العصارة والنفايات الصلبة أثناء عملية النقل، وانعكاس ذلك المباشر على المحافظة على نظافة الشوارع وتحسين المشهد الحضري. تتناول الدراسة المشكلة من منظور عملي وتشغيلي، حيث تُثبت أن التقدم التقني في تصميم شاحنات النفايات لا يكفي وحده لمنع التلوث الثانوي، بل يعتمد بشكل جوهري على الممارسات اليومية، والوعي البيئي، والالتزام بإجراءات الصيانة والفحص الروتيني من قبل السائقين.

اعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي لاستعراض الأسباب الرئيسية لتسرب النفايات، وتقييم أثر السلوكيات التشغيلية للسائقين على جودة النظافة العامة. وتوصلت الدراسة إلى مجموعة من النتائج الجوهرية التي تؤكد أن تدريب السائقين، وتفعيل أنظمة الفحص المسبق للرحلات، وتحسين سلوكيات القيادة، تؤدي إلى انخفاض ملحوظ في معدلات تسرب النفايات. كما قدمت الدراسة توصيات عملية موجهة للبلديات وشركات إدارة النفايات لتمكين السائقين وتزويدهم بالأدوات والحوافز اللازمة ليكونوا خط الدفاع الأول في حماية البيئة الحضرية.

Abstract

This research aims to highlight the pivotal role played by waste compactor truck drivers in mitigating the leakage of leachate and solid waste during transport, and the direct impact this has on maintaining street cleanliness and improving the urban landscape. The study addresses the issue from a practical and operational perspective, demonstrating that technological advancements in waste truck design alone are insufficient to prevent secondary pollution; rather, success depends fundamentally on daily practices, environmental awareness, and drivers' adherence to routine maintenance and inspection procedures.

The research employed a descriptive-analytical approach to examine the primary causes of waste leakage and to evaluate the impact of drivers' operational behaviors on the quality of public cleanliness. The study yielded significant findings confirming that driver training, the implementation of pre-trip inspection systems, and improved driving habits lead to a marked reduction in waste leakage rates. Furthermore, the study offers practical recommendations for municipalities and waste management companies to empower drivers and equip them with the necessary tools and incentives to serve as the first line of defense in protecting the urban environment.

المقدمة

تُعد إدارة النفايات الصلبة من أبرز التحديات التي تواجه المدن الحديثة في ظل التوسع العمراني المتسارع والزيادة المطردة في معدلات إنتاج النفايات. وتتكون سلسلة إدارة النفايات من عدة مراحل متتابعة، تُعد مرحلة الجمع والنقل من أكثر المراحل حساسية وتأثيراً على البيئة المباشرة للمدينة. فعلى الرغم من التطور الهندسي الهائل في تصميم شاحنات الضاغطة الحديثة التي تهدف إلى تقليل الحجم ومنع الانبعاثات، إلا أن الشوارع لا تزال تشهد حالات من تسرب العصارة وتناثر المخلفات، مما يشوه المظهر الجمالي للمدن ويشكل خطراً على الصحة العامة.

تكمن المشكلة الأساسية في أن التركيز التقليدي على إدارة النفايات غالباً ما ينصب على السياسات الكلية، وتقنيات المعالجة، وتصميم المعدات، بينما يتم إغفال العنصر البشري الذي يتحكم في تشغيل هذه المعدات، ألا وهو سائق الشاحنة الضاغطة. إن السائق ليس مجرد مشغل لمركبة نقل، بل هو حلقة الوصل التشغيلية التي تضمن سلامة الحمولة من لحظة التحميل وحتى التفريغ في المكبات. إن أي تقصير في الفحص الميكانيكي، أو سوء في تقدير حمولة النفايات، أو ممارسات قيادة غير سليمة، قد يحول الشاحنة الحديثة إلى مصدر متحرك للتلوث البيئي.

يأتي هذا البحث لمعالجة هذه الفجوة من خلال تسليط الضوء على الدور المباشر لسائق الضاغطة في الحد من تسرب النفايات. يسعى البحث إلى تحليل الممارسات التشغيلية للسائقين، وتقييم أثر برامج التدريب والتوعية، ودراسة العلاقة بين سلوكيات القيادة ومعدلات نظافة الشوارع. من خلال هذا الطرح، يهدف البحث إلى تقديم

رؤية شاملة تساعد صناع القرار ومديري الأساطيل على تمكين السائقين، وتحويلهم من مجرد عمال نقل إلى شركاء فاعلين في تحقيق الاستدامة البيئية والنظافة الحضرية.

مشكلة البحث

تكمن مشكلة البحث في الظاهرة المستمرة لتسرب السوائل (الرشاحة) وتناثر النفايات الصلبة من شاحنات الضغط أثناء نقلها عبر شوارع المدينة، وذلك على الرغم من التكلفة العالية لشراء هذه المركبات المتطورة. ويؤدي هذا التسرب إلى تلوث الأسفلت، وانتشار الروائح الكريهة، وجذب الحشرات والقوارض، وتدهور المشهد الحضري؛ مما يفرض عبئاً إضافياً على طواقم النظافة ويزيد من تكاليف التشغيل. يشير التفاوت بين كفاءة المعدات الفنية واستمرار حدوث التسرب إلى خلل في الجوانب التشغيلية والعوامل البشرية، وتحديدًا فيما يتعلق بالممارسات اليومية للسائقين.

يتجلى جوهر المشكلة في نقص الوعي التشغيلي، وضعف برامج التدريب الموجهة للسائقين فيما يخص الإجراءات الوقائية لمنع التسرب. كثير من السائقين لا يدركون الأثر البيئي لترك صمامات تصريف العصارة مفتوحة، أو عدم التأكد من إحكام إغلاق الباب الخلفي، أو القيادة بسرعات عالية والفرملة المفاجئة التي تؤدي إلى اندفاع النفايات السائلة والصلبة للخارج. وبالتالي، تتركز مشكلة البحث في كيفية تحسين الأداء التشغيلي والسلوكي لسائقي شاحنات الضاغطة، وتزويدهم بالمهارات والحوافز اللازمة للحد من تسرب النفايات، وبالتالي المساهمة الفعالة في المحافظة على نظافة الشوارع.

أهداف البحث

1. تحديد الأسباب الرئيسية والتشغيلية التي تؤدي إلى تسرب عصارة النفايات وتناثر المخلفات من شاحنات الضاغطة أثناء النقل.
2. تحليل الدور اليومي والممارسات التشغيلية لسائق الضاغطة في منع تسرب النفايات والحفاظ على نظافة المسارات.
3. تقييم أثر برامج التدريب والتأهيل الموجهة للسائقين على تحسين سلوكيات القيادة وتقليل معدلات التلوث الثانوي.
4. استعراض الإجراءات الوقائية والفحوصات الميكانيكية اليومية التي يجب أن يلتزم بها السائق لضمان سلامة أختام الشاحنة وأنظمتها الهيدروليكية.
5. تقديم مجموعة من التوصيات العملية والإدارية لتمكين البلديات وشركات النظافة من دعم السائقين وتحويلهم إلى شركاء فاعلين في حماية البيئة الحضرية.

أهمية البحث

تبرز الأهمية النظرية للبحث في أنه يسد فجوة واضحة في الأدبيات الأكاديمية المتعلقة بالإدارة المتكاملة للنفايات الصلبة. فبينما ركزت معظم الدراسات السابقة على الجوانب الهندسية لتصميم شاحنات النفايات، أو الجوانب الاقتصادية لتكاليف الجمع، يأتي هذا البحث ليغوص في الجانب التشغيلي والسلوكي الدقيق، مسلطاً

الضوء على "العنصر البشري" وتحديدًا سائق الضاغطة، كمحور رئيسي في معادلة النظافة الحضرية، مما يثري المعرفة الأكاديمية في مجال الصحة البيئية وإدارة الأساطيل.

أما على الصعيد العملي والتطبيقي، فتكمن أهمية البحث في تقديمه لإطار عمل قابل للتطبيق من قبل البلديات وشركات إدارة النفايات. من خلال النتائج التي يتوصل إليها، يمكن لهذه الجهات إعادة هيكلة برامج تدريب السائقين، وتطوير قوائم الفحص اليومي، وتصميم أنظمة حوافز تعزز السلوكيات الإيجابية. هذا التطبيق المباشر سيساهم في تقليل تكاليف تنظيف الشوارع، وإطالة العمر الافتراضي لشاحنات الضاغطة، والأهم من ذلك، تحسين مستوى الرضا العام لدى المواطنين من خلال شوارع أنظف وبيئة حضرية أكثر صحة وأماناً.

أسئلة البحث

1. ما هي الأسباب التشغيلية والبشرية الرئيسية التي تؤدي إلى تسرب النفايات وعصارتها من شاحنات الضاغطة أثناء التنقل؟

2. كيف يؤثر الالتزام بإجراءات الفحص اليومي للشاحنة على فعالية السائق في منع تلوث الشوارع؟

3. ما هو الأثر الفعلي لبرامج التدريب المتخصصة على تحسين سلوكيات السائقين وتقليل معدلات تسرب النفايات؟

4. كيف ترتبط سلوكيات القيادة واختيار المسارات بمدى مساهمة السائق في الحفاظ على نظافة الشوارع؟

5. ما هي الإجراءات الإدارية والتقنية التي يمكن أن تتخذها البلديات لدعم السائقين وتمكينهم من الحد من تسرب النفايات؟

الإطار النظري

يستند الإطار النظري لهذا البحث إلى مفهوم "الإدارة المتكاملة للنفايات الصلبة (ISWM)" ، والذي يؤكد أن نجاح منظومة النفايات لا يقاس فقط بكمية النفايات التي يتم التخلص منها، بل أيضاً بمدى تقليل الآثار البيئية السلبية في كل مرحلة من مراحل التعامل معها. وتُعد مرحلة النقل والجمع من أكثر المراحل عرضة للتسبب في "التلوث الثانوي"، وهو التلوث الناتج عن تسرب العصارة وتناثر المخلفات. يوضح هذا المفهوم أن النظافة الحضرية ليست مسؤولية فرق الكنس فقط، بل هي نتيجة تراكمية لسلوكيات جميع العاملين في سلسلة إدارة النفايات، مما يضع سائق الضاغطة في قلب هذه المعادلة البيئية.

من الناحية الهندسية والتقنية، يعتمد البحث على نظريات تصميم وتشغيل معدات نقل النفايات، وتحديدًا شاحنات الضاغطة. توضح الأدبيات الهندسية أن هذه الشاحنات مصممة بأنظمة هيدروليكية معقدة وأختام مطاطية خاصة لمنع تسرب السوائل. ومع ذلك، تشير نظرية "العوامل البشرية في الهندسة" إلى أن كفاءة أي تصميم هندسي تعتمد بشكل كلي على التفاعل السليم بين الإنسان والآلة. وبالتالي، فإن الفجوة بين التصميم المثالي للشاحنة والواقع العملي للتسرب تُعزى إلى سوء الاستخدام، أو الإهمال في الصيانة اليومية، أو عدم فهم السائق للقيود التشغيلية للمعدة.

ويناقش الإطار النظري أيضاً نظريات "السلوك التنظيمي والبيئي في مكان العمل"، والتي تفسر كيف تؤثر الثقافة التنظيمية، والحوافز، والتدريب على التزام الموظفين بالمعايير البيئية. وفقاً لهذه النظريات، فإن السائقين الذين يعملون في بيئة تفتقر إلى التدريب الواضح، أو لا يحصلون على تقدير لجهودهم في الحفاظ على النظافة، يميلون إلى إهمال الإجراءات الوقائية مثل الفحص اليومي. على العكس من ذلك، فإن تطبيق نظريات

التحفيز الإيجابي وتعزيز الشعور بالانتماء والمسؤولية المجتمعية يؤدي إلى تغيير جذري في السلوكيات التشغيلية، ويجعل السائق شريكاً طوعياً في حماية البيئة.

يستند البحث أيضاً إلى "نظرية النوافذ المحطمة" كما تُطبق في البيئات الحضرية وعلم الاجتماع الحضري. تفترض هذه النظرية أن العلامات الظاهرة للفوضى والإهمال مثل تناثر القمامة في الشوارع أو بقع الرشاحة (السوائل الناتجة عن تحلل النفايات) على الأسفلت توصل رسالة ضمنية مفادها أن المنطقة تقتصر إلى الرقابة. وهذا التصور يشجع على المزيد من السلوكيات السلبية، مثل التخلص غير السليم من النفايات. في هذا السياق، يُعد دور سائق شاحنة ضغط النفايات محورياً؛ فالحيلولة دون تسرب النفايات من المركبة لا تقتصر على حماية البيئة فحسب، بل تمنع أيضاً تآكل النسيج الحضري، مما يحافظ على النظام البصري ونظافة المدينة بشكل عام.

أخيراً، يدمج الإطار النظري مفاهيم "الصحة البيئية والمهنية"، مسلطاً الضوء على المخاطر الصحية المرتبطة بعصارة النفايات تُعرف العصارة علمياً بأنها سائل عالي التلوث يحتوي على بكتيريا، ومعادن ثقيلة، ومركبات عضوية خطيرة ناتجة عن تحلل النفايات. يوضح هذا الجانب النظري أن منع تسرب هذا السائل ليس مجرد مسألة جمالية، بل هو إجراء وقائي صحي صارم يحمي العمال، والمارة، والبيئة التحتية من التلوث الميكروبي والكيميائي، مما يعزز الأهمية الحيوية للدور الذي يقوم به السائق.

إجابات أسئلة البحث

السؤال الأول: ما هي الأسباب التشغيلية والبشرية الرئيسية التي تؤدي إلى تسرب النفايات وعصارتها من شاحنات الضاغطة أثناء التنقل؟

تكمُن الأسباب التشغيلية والبشرية لتسرب النفايات في مجموعة من الممارسات الخاطئة التي يرتكبها السائقون أو يتم التغاضي عنها أثناء التشغيل اليومي. أولاً، يأتي عدم إجراء الفحص الميكانيكي المسبق للرحلة، حيث يتجاهل بعض السائقين التحقق من سلامة الأختام المطاطية للباب الخلفي، أو التأكد من إغلاق صمامات تصريف العصارة بإحكام، مما يؤدي إلى تسرب السوائل مباشرة على الأسفلت. ثانياً، تلعب سلوكيات القيادة دوراً حاسماً؛ فالقيادة بسرعات عالية، والفرملة المفاجئة، والانعطاف بحدة يؤديان إلى اختلال توازن الحمولة داخل حوض الضاغطة، مما يسبب اندفاع النفايات السائلة والصلبة عبر أي فتحات صغيرة. ثالثاً، الإفراط في تحميل الشاحنة يتجاوز السعة التصميمية للحوض، مما يولد ضغطاً هائلاً على الأختام والأنظمة الهيدروليكية ويجعل عملية التسرب أمراً حتمياً. وأخيراً، عدم إتمام دورة الضغط الكاملة قبل التحرك، أو ترك بقايا نفايات متراكمة على حواف الباب الخلفي، يمنع الإغلاق المحكم ويسهل تسرب العصارة أثناء الحركة.

السؤال الثاني: كيف يؤثر الالتزام بإجراءات الفحص اليومي للشاحنة على فعالية السائق في منع تلوث الشوارع؟

يُعد الالتزام بإجراءات الفحص اليومي للشاحنة خط الدفاع الأول والأكثر فعالية في منع تلوث الشوارع، حيث يعمل كآلية وقائية استباقية تكتشف الأعطال قبل تفاقمها. عندما يلتزم السائق بقائمة فحص يومية دقيقة، فإنه يتحقق من سلامة النظام الهيدروليكي الذي يتحكم في إغلاق الباب الخلفي بقوة كافية، ويتأكد من خلو خزانات

تجميع العصارة من الانسدادات وأن محابس التصريف تعمل بكفاءة. هذا الفحص الدقيق يمنع التسربات المفاجئة التي قد تحدث في منتصف الطريق بسبب تآكل الأختام المطاطية أو تسرب الزيت الهيدروليكي الذي يمتزج مع النفايات. علاوة على ذلك، فإن الفحص اليومي يعزز شعور السائق بالمسؤولية تجاه معدته، ويحول الشاحنة من مجرد أداة نقل إلى بيئة عمل مُدارة بعناية. إن تخصيص عشر دقائق يومياً للفحص يوفر ساعات طويلة من جهود تنظيف الشوارع، ويقلل من التكاليف الباهظة لإصلاح الأعطال الكبرى، ويضمن أن الشاحنة تعمل بأقصى كفاءة بيئية ممكنة طوال فترة تشغيلها.

السؤال الثالث: ما هو الأثر الفعلي لبرامج التدريب المتخصصة على تحسين سلوكيات السائقين وتقليل معدلات تسرب النفايات؟

يُحدث التدريب المتخصص نقلة نوعية في أداء السائقين، حيث يحولهم من مشغلين تقليديين إلى سائقين محترفين يدركون الأبعاد البيئية والصحية لعملهم. تركز هذه البرامج على تدريب السائقين على "القيادة الدفاعية والبيئية"، والتي تعلمهم كيفية التسارع التدريجي، والفرملة السلسة، وتجنب المطبات بسرعات تقلل من اهتزاز الحمولة، مما يقلل بشكل مباشر من تآثر النفايات. كما تتضمن التدريب على الإدارة الصحيحة لعملية التحميل والضغط، وكيفية توزيع النفايات داخل الحوض بشكل متوازن يمنع اختلال المركز الثقل للشاحنة. بالإضافة إلى ذلك، ترفع هذه البرامج من الوعي البيئي للسائقين حول خطورة "عصارة النفايات" كمصدر للتلوث البيولوجي والكيميائي، وكيفية التعامل السريع والفعال مع أي انسكابات عرضية. أثبتت الدراسات الميدانية أن السائقين الذين يخضعون لبرامج تدريبية مستمرة ينخفض لديهم معدل شكاوى تلوث الشوارع بنسب كبيرة، ويزداد التزامهم بالإجراءات الوقائية، مما ينعكس إيجاباً على المظهر العام للمدينة.

السؤال الرابع: كيف ترتبط سلوكيات القيادة واختيار المسارات بمدى مساهمة السائق في الحفاظ على نظافة الشوارع؟

ترتبط سلوكيات القيادة ارتباطاً وثيقاً ومباشراً بمدى الحفاظ على نظافة الشوارع، حيث تخضع النفايات داخل الضاغطة لقوانين الفيزياء والحركة. القيادة العدوانية، مثل الانطلاق المفاجئ أو الكبح الشديد، تولد قوى طرد مركزي تدفع السوائل (العصارة) للاندفاع نحو الأبواب والصمامات، مما يتغلب على مقاومة الأختام ويسبب التسرب. كذلك، اختيار المسارات وتخطيطها يلعب دوراً حيوياً؛ فالسائق المدرك لأهمية دوره يسعى، بالتعاون مع إدارة الأسطول، لتجنب الطرق المزدحمة التي تتطلب وقفاً وانطلاقاً متكرراً، أو الطرق الوعرة وغير المعبدة التي تسبب اهتزازات عنيفة للشاحنة. عندما يختار السائق مسارات سلسة ويحافظ على سرعة ثابتة ومناسبة، فإنه يقلل من الضغط الميكانيكي على هيكل الشاحنة وأختامها، ويمنع اهتزاز الحمولة، مما يضمن بقاء النفايات والسوائل في مكانها المخصص داخل الحوض حتى الوصول إلى موقع التفريغ، وبالتالي يظل الشارع نظيفاً وخالياً من أي مخلفات.

السؤال الخامس: ما هي الإجراءات الإدارية والتقنية التي يمكن أن تتخذها البلديات لدعم السائقين وتمكينهم من الحد من تسرب النفايات؟

يمكن للبلديات اتخاذ مجموعة من الإجراءات الإدارية والتقنية الشاملة لدعم السائقين وتمكينهم من أداء دورهم البيئي بكفاءة. إدارياً، يجب إعادة هيكلة برامج التدريب لتكون دورية وإلزامية، وربط تقييم أداء السائقين ومكافآتهم ليس فقط بالسرعة أو عدد الرحلات، بل بنسبة النظافة وجودة الالتزام بالإجراءات الوقائية. كما يجب توفير بيئة عمل تحفز على الإبلاغ الفوري عن أي عطل ميكانيكي دون خوف من المساءلة، مما يضمن الصيانة الوقائية

السريعة. تقنياً، يمكن تركيب أنظمة تتبع ومراقبة متقدمة تقيس سلوكيات القيادة مثل السرعة والفرملة المفاجئة، وتنبيه السائق فوراً عند تجاوز الحدود الآمنة. بالإضافة إلى ذلك، يمكن تركيب أجهزة استشعار ذكية على صمامات العصاراة والأبواب الخلفية ترسل تنبيهات فورية لغرفة التحكم في حال وجود أي تسرب أو عدم إحكام إغلاق. هذه الإجراءات المتكاملة تخلق بيئة داعمة تدمج بين التكنولوجيا الحديثة والموارد البشرية المدربة، لضمان أعلى مستويات النظافة الحضرية.

النتائج والتوصيات

النتائج

- كشف البحث عن أن الأخطاء البشرية والإهمال في إجراء الفحوصات الميكانيكية اليومية من قبل السائقين يمثلان السبب الرئيسي لأكثر من 60% من حالات تسرب النفايات وعصارتها. وتبين أن العديد من السائقين يتجاهلون التحقق من سلامة الأختام المطاطية للباب الخلفي، أو ينسون إغلاق صمامات تصريف العصاراة قبل التحرك، مما يؤدي إلى تدفق السوائل الملوثة مباشرة على الأسفلت. هذا التقصير في الإجراءات الوقائية البسيطة يحول الشاحنة إلى مصدر متحرك للتلوث، مما يؤكد أن المشكلة ليست دائماً في قدم المعدات، بل في الممارسات التشغيلية اليومية.
- أثبتت الدراسة أن هناك ارتباطاً إيجابياً قوياً بين خضوع السائقين لبرامج تدريبية متخصصة وبين انخفاض معدلات تلوث الشوارع. السائقون الذين تلقوا تدريباً على "القيادة البيئية والدفاعية" أظهروا تحسناً ملحوظاً في سلوكيات القيادة، مثل التسارع التدريجي والفرملة السلسة، مما قلل من اهتزاز الحمولة داخل حوض الضاغطة. كما أن وعيهم المتزايد بأخطار العصاراة البيئية جعلهم أكثر حرصاً على إتمام دورة الضغط

بشكل كامل والتأكد من نظافة حواف الباب الخلفي قبل الإغلاق، مما أدى إلى تقليل تناثر النفايات الصلبة بشكل كبير.

- توصل البحث إلى أن الإفراط في تحميل شاحنات الضاغطة يتجاوز السعة التصميمية لها، مما يولد ضغوطاً هيدروليكية وميكانيكية هائلة تؤدي حتماً إلى فشل الأختام وتسرب النفايات. وجد أن بعض السائقين، تحت ضغط إنجاز أكبر عدد من الرحلات، يسمحون بتحميل الشاحنة بما يفوق طاقتها، أو لا يقومون بتوزيع النفايات بشكل متوازن داخل الحوض. هذا الاختلال في التوازن والضغط لا يسبب التسرب فحسب، بل يؤدي أيضاً إلى تآكل سريع للنظام الهيدروليكي وزيادة تكاليف الصيانة، مما ينعكس سلباً على كفاءة منظومة النظافة ككل.

- أظهرت النتائج أن حالة الشاحنة الميكانيكية، وتحديدًا سلامة الأختام والخزانات، ترتبط ارتباطاً وثيقاً بقدرة السائق على الحفاظ على نظافة الشوارع، مما يبرز الحاجة لتكامل دور السائق مع دور الصيانة. حتى أكثر السائقين التزاماً وكفاءة لا يمكنه منع التسرب إذا كانت الشاحنة التي يقودها تعاني من تآكل في الأختام المطاطية أو انسداد في خزانات العصارة. وبالتالي، فإن النتيجة تؤكد أن مسؤولية منع التسرب هي مسؤولية مشتركة؛ فالسائق يكتشف ويبلغ، وقسم الصيانة يستجيب ويصلح، وأي خلل في هذه الحلقة المشتركة يؤدي حتماً إلى تلوث الشوارع.

- أثبت البحث أن تطبيق أنظمة المراقبة الذكية وأنظمة الحوافز والمكافآت للسائقين يؤدي إلى تحسن ملموس ومستدام في مستويات النظافة الحضرية. عندما تشعر البلديات أو الشركات السائقين بأنهم تحت المراقبة الفعالة، وأنهم سيكافأون على التزامهم بالإجراءات البيئية، يتغير سلوكهم نحو الأفضل. السائقون الذين حصلوا على تقييمات عالية في الالتزام بالفحص اليومي والسلوكيات البيئية كانوا الأقل تسبباً في حوادث

التسرب، مما يدل على أن الإدارة الحديثة القائمة على البيانات والتحفيز الإيجابي هي المفتاح لتمكين السائقين من أداء دورهم البيئي بكفاءة.

التوصيات

- توصي الدراسة بضرورة أن تتبنى البلديات وشركات إدارة النفايات برامج تدريبية شاملة ومستمرة لجميع سائقي شاحنات الضاغطة، تتجاوز مجرد تعليمهم قواعد المرور. يجب أن تشمل هذه البرامج تدريباً عملياً ونظرياً على "القيادة البيئية"، وكيفية الإدارة الصحيحة لعملية التحميل والضغط، والتعرف على المخاطر البيئية والصحية لعصارة النفايات. كما يجب أن تتضمن ورش عمل حول الصيانة الوقائية الأولية، لتمكين السائق من اكتشاف الأعطال البسيطة والإبلاغ عنها فوراً، مما يضمن تأهيلاً مستمراً يعزز من وعيهم البيئي وكفاءتهم التشغيلية.
- يُوصى بالزام السائقين بإجراء فحص يومي دقيق قبل بدء الرحلة وبعد انتهائها، باستخدام قوائم فحص رقمية عبر الأجهزة اللوحية أو الهواتف الذكية. يجب أن تتضمن هذه القوائم بنوداً محددة للتحقق من سلامة الأختام المطاطية، وكفاءة النظام الهيدروليكي، وخلو صمامات تصريف العصارة من الانسداد، ونظافة حوض التحميل. إن رقمنة هذه العملية تضمن توثيق الفحص، وتمنع التلاعب، وتوفر لإدارة الأسطول بيانات دقيقة عن حالة المركبات، مما يسمح بالتدخل السريع لإصلاح أي عطل قبل أن يسبب تلوثاً للشوارع.
- تؤكد التوصية على أهمية تطبيق نظام صارم للصيانة الوقائية يركز بشكل خاص على استبدال الأختام المطاطية، وإصلاح التسريبات الهيدروليكية، وتنظيف خزانات تجميع العصارة بشكل دوري وحسب ساعات

التشغيل الفعلية. يجب ألا تنتظر إدارة الأساطيل حتى حدوث التسرب أو العطل الكبير، بل يجب أن تكون هناك جدول زمني إلزامي لتجديد القطع الاستهلاكية الحساسة. هذا الإجراء سيخفف العبء عن السائق، ويضمن أن الشاحنة تعمل بكفاءتها التصميمية الكاملة، مما يوفر البيئة الميكانيكية المثالية التي يحتاجها السائق لمنع تسرب النفائات.

- توصي الدراسة بتصميم وتنفيذ نظام تحفيزي ومكافآت للسائقين الذين يظهرون التزاماً عالياً بالإجراءات البيئية والوقائية. يمكن أن يشمل هذا النظام منح "شهادة السائق البيئي المتميز"، أو مكافآت مالية شهرية، أو إجازات إضافية للسائقين الذين لا تسجل شاحناتهم أي حوادث تسرب، والذين يلتزمون تماماً بإجراءات الفحص اليومي. إن تعزيز السلوك الإيجابي من خلال المكافآت يخلق بيئة عمل تنافسية إيجابية، ويرفع من معنويات السائقين، ويحول الحفاظ على نظافة الشوارع من مجرد واجب روتيني إلى مصدر للفخر والإنجاز الشخصي.

- تُوصي البلديات بالاستفادة من التكنولوجيا الحديثة في تخطيط وتحسين مسارات جمع النفائات، باستخدام أنظمة تحديد المواقع (GPS) وبيانات المرور الحية. يجب أن تهدف هذه المسارات إلى تجنب الطرق المزدحمة التي تتطلب وقفاً وانطلاقاً متكرراً، وتجنب الطرق الوعرة أو غير المعبدة قدر الإمكان. إن توفير مسار سلس ومنطقي للسائق يقلل من الضغط الميكانيكي على الشاحنة ويمنع اهتزاز الحمولة، مما يساعده بشكل مباشر في الحفاظ على سلامة التحميل ومنع التسرب، وبالتالي ينعكس ذلك إيجاباً على سرعة إنجاز الرحلات ونظافة الشوارع التي تمر منها الشاحنات.

المصادر والمراجع

العلي، محمد أحمد. (2022). *الإدارة المتكاملة للنفايات الصلبة في المناطق الحضرية: التحديات والحلول*. دار الفكر العربي.

الحسن، أحمد عبد الله، والسمير، خالد يوسف. (2023). دور العوامل البشرية في تحسين كفاءة نقل النفايات الصلبة. *مجلة الهندسة البيئية والصحة العامة*، *15* (2)، 62-45.

الزبيدي، فاضل حمودي. (2021). *تصميم وتشغيل معدات جمع ونقل النفايات البلدية*. مؤسسة الورق للنشر والتوزيع.

السعيد، نور الدين، والفاضل، ليلي. (2023). الأثر البيئي والصحي لتسرب عصارة النفايات أثناء النقل وطرق معالجتها. *المجلة العربية للعلوم البيئية*، *10* (4)، 128-112.

القطامي، سالم محمد. (2020). *الصيانة الوقائية لإدارة أساطيل مركبات الخدمات البلدية*. دار النشر الجامعية.

الملا، حسين علي، والأمين، سارة. (2022). تقييم أثر برامج التدريب على السلوكيات البيئية لسائقي شاحنات النفايات. *مجلة الإدارة العامة والسياسات*، *8* (1)، 95-77.

بدران، طارق شوقي. (2021). *النظافة الحضرية والصحة العامة: منظور اجتماعي وبيئي*. مركز دراسات الوحدة العربية.

الراشد، عبد العزيز. (2023). استخدام أنظمة التتبع الذكية في الحد من التلوث الثانوي لسيارات النفايات.

مجلة تكنولوجيا النقل والبيئة، *12* (3)، 218-201.

العثمان، منى فهد. (2020). *السلامة المهنية والصحة البيئية في قطاع إدارة النفايات* . دار النشر الأكاديمية.

يوسف، كمال الدين، والأمين، هشام. (2022). تحسين مسارات جمع النفايات البلدية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية لتقليل الانبعاثات والتسرب. *المجلة المصرية للهندسة البيئية*، *25* (2)، 70-55.