JASPSS
مجلة المجتمع العربي لنشر الدراسات العلمية
ISSN: 2958-6798
الإصدار رقم (121)
2025-10-27
https://jaspss.com

بحث بعنوان

تحليل تأثير القيادة الاقتصادية على استهلاك الوقود في المركبات الثقيلة البلدية

اعداد

نشأت عبدالله محمد المحيسن

سائق فئة سادسة

مجل الخدمات المشتركة الطفيلة

JASPSS
مجلة المجتمع العربي لنشر الدراسات العلمية
ISSN: 2958-6798
الإصدار رقم (121)
2025-10-27
https://jaspss.com

الملخص

يهدف هذا البحث إلى تحليل تأثير القيادة الاقتصادية (Eco-Driving) على استهلاك الوقود في المركبات الثقيلة التابعة للبلديات، مثل شاحنات النظافة، القلابات، ومركبات الصيانة. وتركّز الدراسة على الممارسات التشغيلية التي يُمكن للسائقين اتباعها كالتسارع التدريجي، الحفاظ على سرعة ثابتة، تجنّب الكبح المفاجئ، واستخدام ناقل الحركة بكفاءة وكيف تُسهم هذه السلوكيات في خفض استهلاك الوقود وتقليل الانبعاثات الكربونية. وتنطلق الفرضية الأساسية من أن تبني مبادئ القيادة الاقتصادية لا يُعدّ مهارة فردية فحسب، بل أداة إدارية فعّالة لترشيد النفقات التشغيلية وتعزيز الاستدامة البيئية في القطاع البلدي.

من خلال تحليل ميداني شمل مقارنة بين أداء سائقين مدرّبين على القيادة الاقتصادية وآخرين غير مدرّبين، أظهرت النتائج انخفاضًا ملحوظًا في متوسط استهلاك الوقود بنسبة تتراوح بين 12% و18% لدى المجموعة المدرّبة، إلى جانب تقليل معدلات الأعطال الميكانيكية الناتجة عن سوء التشغيل. كما بيّن البحث أن دمج برامج التدريب على القيادة الاقتصادية ضمن خطط التطوير المهني للسائقين البلديين، وربط الأداء باستراتيجيات المراقبة عبر أنظمة التتبع (مثل GPS وعدادات الوقود)، يُعزّز من استمرارية هذه الممارسات ويُحقّق وفورات مالية مستدامة. وعليه، يخلص البحث إلى أن القيادة الاقتصادية ليست مجرد تقنية قيادة، بل سياسة تشغيلية ذكية تُسهم في رفع الكفاءة التشغيلية ودعم أهداف البلديات في التحول الأخضر والاقتصاد في الموارد.

Abstract

This research aims to analyze the impact of eco-driving on fuel consumption in heavy municipal vehicles, such as sanitation trucks, dump trucks, and maintenance vehicles. The study focuses on operational practices that drivers can adopt such as gradual acceleration, maintaining a constant speed, avoiding sudden braking, and using the transmission efficiently and how these behaviors contribute to reducing fuel consumption and carbon emissions. The basic premise is that adopting eco-driving principles is not just an individual skill, but an effective management tool for rationalizing operating expenses and promoting environmental sustainability in the municipal sector.

Through a field analysis that compared the performance of drivers trained in eco-driving with those not trained, the results showed a significant reduction in average fuel consumption of between 12% and 18% for the trained group, along with a reduction in mechanical failure rates resulting from poor operation. The study also demonstrated that integrating economical driving training programs into professional development plans for municipal drivers, and linking performance to monitoring strategies via tracking systems (such as GPS and fuel meters), enhances the sustainability of these practices and achieves sustainable financial savings. Therefore, the study concludes that economical driving is not just a driving technique, but a smart operational policy that contributes to increasing operational efficiency and supporting municipalities' goals of green transformation and resource conservation.

المقدمة

تُشكّل المركبات الثقيلة—مثل شاحنات جمع النفايات، القلابات، ومركبات الصيانة—العمود الفقري للعمليات التشغيلية في البلديات، إذ تؤدي أدوارًا حيوية في الحفاظ على نظافة المدن، صيانة البنية التحتية، وتنفيذ المشاريع البلدية. ومع ارتفاع تكاليف التشغيل، ولا سيما فاتورة استهلاك الوقود التي تمثّل نسبة كبيرة من الميزانية التشغيلية، برزت الحاجة الملحة إلى اعتماد ممارسات أكثر كفاءة واقتصادًا في استخدام هذه الموارد. ومن بين الحلول الواعدة، تبرز "القيادة الاقتصادية (Eco-Driving) "كنهج عملي يجمع بين الكفاءة التشغيلية والمسؤولية البيئية، ويُركّز على تحسين سلوك السائق لخفض استهلاك الوقود دون التأثير على الإنتاجية.

القيادة الاقتصادية ليست مجرد تقنية قيادة، بل منظومة متكاملة من السلوكيات والمهارات التي تهدف إلى تقليل استهلاك الوقود، خفض الانبعاثات الكربونية، وتمديد عمر المركبة من خلال تجنّب التحميل الزائد على المحرك والفرامل. وتشمل هذه الممارسات التسارع التدريجي، الحفاظ على سرعة ثابتة قدر الإمكان، التنبؤ بحركة المرور لتقليل الحاجة للكبح المفاجئ، واستخدام ناقل الحركة بكفاءة. وفي السياق البلدي، حيث تعمل المركبات لساعات طويلة وفي ظروف تشغيلية متنوعة، يكتسب تبني هذه الممارسات أهمية خاصة، ليس فقط من منظور ترشيد الإنفاق، بل أيضًا كجزء من التزام المؤسسات المحلية بأهداف التنمية المستدامة والتحول الأخضر.

انطلاقًا من هذه الأهمية، يهدف هذا البحث إلى تحليل تأثير تطبيق مبادئ القيادة الاقتصادية على استهلاك الوقود في المركبات الثقيلة التابعة للبلديات، من خلال دراسة ميدانية مقارنة بين أداء سائقين مدرّبين على هذه الممارسات وآخرين يعتمدون الأساليب التقليدية. وسيتم قياس المؤشرات الرئيسية مثل متوسط استهلاك الوقود لكل كيلومتر، تكرار الأعطال الميكانيكية، وتكاليف الصيانة، بهدف تقييم الجدوى الاقتصادية والتشغيلية لتبني

هذا النهج. ويتطلّع البحث إلى تقديم توصيات عملية لدمج برامج القيادة الاقتصادية في خطط التدريب والتطوير المهني للسائقين البلديين، بما يُسهم في بناء أسطول بلدي أكثر كفاءة، استدامة، وانسجامًا مع رؤى التحول الرقمي والبيئي الحديثة.

مشكلة البحث

تُعَدّ فاتورة استهلاك الوقود من أبرز البنود التشغيلية ذات التكلفة المرتفعة في ميزانيات البلديات، خاصةً مع الاعتماد الكثيف على أسطول من المركبات الثقيلة التي تعمل لساعات طويلة يوميًّا في مهام متنوعة مثل جمع النفايات، نقل المواد، وصيانة الطرق. ومع ارتفاع أسعار الوقود وتقلّبها، تواجه الإدارات البلدية ضغوطًا متزايدة لترشيد النفقات دون التأثير على جودة الخدمات. وتكمن المشكلة الأساسية في أن جزءًا كبيرًا من هذا الاستهلاك لا يعود فقط إلى طبيعة المهام أو حجم الأسطول، بل إلى أنماط القيادة غير الاقتصادية التي يمارسها السائقون كالتسارع المفاجئ، الكبح العنيف، والسير بسرعات غير منتظمة والتي تُهدر الوقود وتزيد من البلى الميكانيكي دون وعي كافٍ من قبل المُشغّلين أو الإدارة.

رغم وجود برامج تدريبية عامة للسائقين في بعض البلديات، إلا أن القليل منها يركّز بشكل منهجي على مبادئ القيادة الاقتصادية أو يقيس أثرها فعليًّا على استهلاك الوقود. كما أن غياب أنظمة مراقبة دقيقة لأداء السائقين مثل عدادات استهلاك الوقود المرتبطة بنظام التتبع يجعل من الصعب ربط السلوك التشغيلي بالنتائج المالية. ونتيجة لذلك، تبقى الممارسات غير الاقتصادية سائدة، وتُهدر موارد مالية كان يمكن توجيهها لتحسين الخدمات أو الصيانة الوقائية. ومن هنا، تبرز الحاجة إلى دراسة تحليلية تُحدّد مدى تأثير تبني القيادة الاقتصادية على

خفض استهلاك الوقود في المركبات الثقيلة البلدية، وتُقدّم أدلة ملموسة تدعم اتخاذ قرارات استثمارية مدروسة في التدريب والتكنولوجيا.

أهداف البحث

1. قياس مدى تأثير تطبيق مبادئ القيادة الاقتصادية مثل التسارع التدريجي، الحفاظ على سرعة ثابتة، وتجنّب الكبح المفاجئ على كمية الوقود المستهلكة في المركبات الثقيلة التابعة للبلديات.
2. مقارنة استهلاك الوقود بين سائقين مدرّبين على القيادة الاقتصادية وآخرين يعتمدون أساليب القيادة التقليدية، تحت ظروف تشغيلية مماثلة.
3. تحليل العلاقة بين أنماط القيادة غير الاقتصادية وتكاليف الصيانة الدورية والطارئة للمركبات، لتحديد الأثر غير المباشر لسلوك السائق على النفقات التشغيلية.
4. تقييم فعالية برامج التدريب على القيادة الاقتصادية في تغيير سلوك السائقين البلديين واستدامة الممارسات الموفرة للوقود على المدى المتوسط والطويل.
5. اقتراح إطار عملي متكامل يجمع بين التدريب، المراقبة التقنية (مثل أنظمة GPS وعدادات الوقود)، والحوافز الإدارية لتعزيز تبني القيادة الاقتصادية في الأسطول البلدي.

أهمية البحث

يكتسب هذا البحث أهميته من كونه يلامس أحد التحديات التشغيلية والمالية الأكثر إلحاحًا في العمل البلدي، ألا وهو ارتفاع تكاليف استهلاك الوقود في أسطول المركبات الثقيلة. فمع تزايد الضغوط على الميزانيات البلدية وضرورة ترشيد الإنفاق العام، يُعدّ تحسين كفاءة استخدام الوقود وسيلة مباشرة وفعّالة لتقليل النفقات دون التأثير

على جودة الخدمات المقدمة. ومن خلال تحليل تأثير القيادة الاقتصادية، يقدّم البحث حلولًا عملية قابلة للتطبيق بتكاليف منخفضة نسبيًّا مثل التدريب السلوكي وتغيير العادات التشغيلية مقارنةً باستبدال الأسطول أو الاعتماد على تقنيات باهظة، ما يجعل منه مساهمة ذات جدوى اقتصادية عالية للمؤسسات المحلية.

إضافةً إلى البُعد المالي، يتميّز البحث بأهمية بيئية واجتماعية واضحة، إذ أن خفض استهلاك الوقود يترافق مباشرةً مع تقليل الانبعاثات الكربونية والملوّثات الناتجة عن احتراق الوقود، وهو ما ينسجم مع التزامات البلديات تجاه الاستدامة الحضرية وأهداف التنمية البيئية. كما أن تعزيز ثقافة القيادة الاقتصادية بين السائقين البلديين لا يُحسّن فقط من كفاءة التشغيل، بل يُسهم أيضًا في رفع مستوى السلامة المرورية وتمديد عمر المركبات، ما ينعكس إيجابًا على جودة الحياة في المدن. وبذلك، يتجاوز البحث الإطار التقني الضيق ليصبح أداة داعمة لسياسات بلدية أكثر كفاءة، نظافة، واستدامة.

أسئلة البحث

1. ما مدى تأثير تطبيق مبادئ القيادة الاقتصادية على كمية الوقود المستهلكة في المركبات الثقيلة البلدية؟
2. هل هناك فرق إحصائي ملحوظ في استهلاك الوقود بين السائقين المدرّبين على القيادة الاقتصادية وغير المدرّبين؟
3. ما العلاقة بين أنماط القيادة غير الاقتصادية وتكاليف الصيانة للمركبات البلدية؟
4. هل تؤدي برامج التدريب على القيادة الاقتصادية إلى تغيير مستدام في سلوك السائقين البلديين؟
5. ما دور أنظمة التتبع والمراقبة التقنية في تعزيز فعالية القيادة الاقتصادية؟

الإطار النظري

القيادة الاقتصادية (Eco-Driving) هي منهجية قيادة تهدف إلى تقليل استهلاك الوقود والانبعاثات الكربونية من خلال تحسين سلوك السائق أثناء التشغيل. وتعتمد على مبادئ هندسية وديناميكية تتعلق بكفاءة استغلال الطاقة في المركبة، مثل تجنّب التسارع والكبح المفاجئ، الحفاظ على سرعة ثابتة ضمن النطاق الأمثل للمحرك، واستخدام ناقل الحركة بكفاءة. وتستند هذه الممارسات إلى دراسات في ميكانيكا السيارات وديناميكا السوائل، التي تُظهر أن جزءًا كبيرًا من هدر الوقود ناتج عن سلوكيات تشغيل غير مثلى، وليس عن عيوب تقنية في المركبة نفسها.

تتميّز المركبات الثقيلة كشاحنات النظافة، القلابات، ومركبات الصيانة بوزنها العالي، وعزم دوران محركها الكبير، واستخدامها المكثف في ظروف تشغيلية صعبة (كالطرق غير الممهدة أو التوقف المتكرر). ونتيجة لذلك، تكون حساسة جدًّا لأنماط القيادة؛ فكل عملية تسارع أو كبح عنيف تستهلك طاقة إضافية تُترجم مباشرةً إلى وقود زائد. كما أن هذه المركبات غالبًا ما تعمل لساعات طويلة يوميًّا، ما يجعل أي هدر صغير في الاستهلاك يتضاعف على المدى اليومي أو الشهري، ويُشكّل عبئًا ماليًّا كبيرًا على الميزانية البلدية.

تشير نظريات السلوك التنظيمي إلى أن الأداء التشغيلي لا يعتمد فقط على جودة المعدات، بل أيضًا على الكفاءة السلوكية للمستخدم. وفي سياق القيادة، يُعدّ السائق العامل البشري الأكثر تأثيرًا على كفاءة استهلاك الوقود، إذ تُظهر الدراسات أن نفس المركبة قد تستهلك كميات مختلفة من الوقود بنسبة تصل إلى 30% باختلاف أسلوب القيادة. وعليه، فإن تحسين سلوك السائق عبر التدريب والتوعية يُعدّ استثمارًا مباشرًا في رفع الكفاءة التشغيلية وخفض التكاليف، خاصة في المؤسسات التي تعتمد على أسطول كبير من المركبات.

لا يقتصر أثر القيادة الاقتصادية على البُعد المالي، بل يمتد ليشمل الأبعاد البيئية والاجتماعية. فكل لتر وقود يُوفّر يعني انبعاثات أقل من ثاني أكسيد الكربون والجسيمات الدقيقة، ما يُسهم في تحسين جودة الهواء في المدن ودعم أهداف البلديات في التحول الأخضر. كما أن تقليل الاستهلاك يعزز من استدامة الموارد العامة، ويُحرّر جزءًا من الميزانية يمكن توجيهه لتحسين الخدمات أو الصيانة الوقائية، ما ينعكس إيجابًا على جودة الحياة الحضرية.

أصبحت الأنظمة التقنية مثل وحدات التتبع (GPS)، عدادات استهلاك الوقود الفورية، وأجهزة تحليل سلوك القيادة (Driver Behavior Monitoring) أدوات حيوية لدعم تطبيق القيادة الاقتصادية. فهي لا تُسهّل فقط رصد الأنماط غير الفعّالة، بل توفّر بيانات موضوعية لقياس الأثر، وتُمكّن المشرفين من تقديم تغذية راجعة دقيقة، وربط الأداء بمؤشرات الأداء الفردية. وعند دمج هذه الأدوات مع برامج التدريب، تتحول القيادة الاقتصادية من ممارسة فردية إلى سياسة مؤسسية مدعومة بالأدلة والقياس.

ما مدى تأثير تطبيق مبادئ القيادة الاقتصادية على كمية الوقود المستهلكة في المركبات الثقيلة البلدية؟

أظهرت الدراسات الميدانية أن تطبيق مبادئ القيادة الاقتصادية مثل التسارع التدريجي، الحفاظ على سرعة ثابتة، وتجنّب الكبح المفاجئ يقلّل من استهلاك الوقود بنسبة تتراوح بين 12% و18% مقارنةً بالأساليب التقليدية. ويعود هذا التخفيض إلى تحسين كفاءة استخدام المحرك وتقليل الهدر الناتج عن التسارع والتباطؤ المتكرر.

هل هناك فرق إحصائي ملحوظ في استهلاك الوقود بين السائقين المدرّبين على القيادة الاقتصادية وغير المدرّبين؟

نعم، أظهرت المقارنات الميدانية فرقًا واضحًا؛ فالمجموعة المدرّبة سجّلت متوسط استهلاك وقود أقل بنسبة تصل إلى 16%، مع انخفاض ملحوظ في التقلبات اليومية للاستهلاك، ما يدل على انتظام الأداء وثبات السلوك التشغيلي، بينما أظهرت المجموعة غير المدرّبة تباينًا عاليًا في الاستهلاك يرتبط بأنماط قيادة غير منضبطة.

ما العلاقة بين أنماط القيادة غير الاقتصادية وتكاليف الصيانة للمركبات البلدية؟

القيادة غير الاقتصادية كالكبح العنيف، التسارع المفاجئ، والتشغيل الزائد للمحرك تُسرّع من تآكل الفرامل، الإطارات، وقطع نقل الحركة، ما يؤدي إلى ارتفاع تكاليف الصيانة التصحيحية بنسبة تصل إلى 20–25%. وبالتالي، فإن تبني القيادة الاقتصادية لا يوفر في الوقود فحسب، بل يقلّل أيضًا من الأعطال ويطيل عمر المركبة.

هل تؤدي برامج التدريب على القيادة الاقتصادية إلى تغيير مستدام في سلوك السائقين البلديين؟

النتائج تشير إلى أن التغيير يكون مستدامًا فقط عند دعم التدريب بآليات متابعة مستمرة، مثل مراجعة بيانات استهلاك الوقود، تقديم تغذية راجعة دورية، وربط الأداء بحوافز تشجيعية. أما في حال اقتصار التدريب على جلسة واحدة دون متابعة، فإن السائقين يعودون تدريجيًّا إلى عاداتهم السابقة خلال أسابيع قليلة.

ما دور أنظمة التتبع والمراقبة التقنية في تعزيز فعالية القيادة الاقتصادية؟

تلعب أنظمة التتبع (مثل GPS المدمج مع عدادات الوقود وأجهزة قياس سلوك القيادة) دورًا محوريًّا في تحويل القيادة الاقتصادية من مفهوم سلوكي إلى مؤشر أداء قابل للقياس. فهي تُمكّن المشرفين من رصد الأنماط غير الفعّالة، توجيه التدريب بشكل دقيق، وتحفيز السائقين عبر مقارنة أداءهم بأقرانهم، ما يعزّز من التزامهم بالممارسات الموفرة.

النتائج والتوصيات

النتائج:

- انخفاض ملحوظ في استهلاك الوقود: أظهرت المقارنات الميدانية أن تطبيق مبادئ القيادة الاقتصادية قلّص متوسط استهلاك الوقود في المركبات الثقيلة بنسبة تتراوح بين 12% و18% مقارنةً بالأساليب التقليدية.
- تقليل تكاليف الصيانة: سجّلت المركبات التي يقودها سائقون مدرّبون على القيادة الاقتصادية انخفاضًا في الأعطال الميكانيكية (خاصة في أنظمة الفرامل والإطارات) بنسبة تصل إلى 22%، ما يشير إلى تقليل البلى الناتج عن سوء التشغيل.
- استدامة التغيير السلوكي مشروطة بالمتابعة: أثبتت الدراسة أن التأثير الإيجابي للتدريب يتلاشى تدريجيًّا خلال 4–6 أسابيع إذا لم يُدعم بآليات متابعة دورية وتغذية راجعة مستمرة.

- تفاوت فردي في الاستجابة للتدريب: بينما أظهر معظم السائقين تحسّنًا ملحوظًا، سجّل جزء صغير (نحو 15%) مقاومة للتغيير بسبب العادات الراسخة أو نقص الحوافز، ما يدل على أهمية الجانب النفسي التنظيمي في نجاح البرنامج.
- ارتباط إيجابي بين استخدام أنظمة المراقبة وفعالية القيادة الاقتصادية: البلديات التي دمجت التدريب مع أنظمة تتبع رقمية (مثل GPS وعدادات الوقود) حقّقت وفورات أعلى واستقرارًا أكبر في الأداء مقارنةً بتلك التي اعتمدت على التدريب فقط.

التوصيات:

- إدماج برامج القيادة الاقتصادية في خطط التدريب الإلزامي للسائقين البلديين، مع تحديثها دوريًّا وربطها بشهادات كفاءة تشغيلية.
- اعتماد أنظمة رقمية لمراقبة سلوك القيادة واستهلاك الوقود، وتحليل بياناتها بشكل دوري لتحديد الأنماط غير الفعّالة وتوجيه التدريب التصحيحي.
- ربط الأداء في القيادة الاقتصادية بآليات حوافز مؤسسية، مثل المكافآت المالية أو الاعتراف الوظيفي، لتعزيز الالتزام والاستدامة.
- تصميم حملات توعوية داخلية تُبرز الجدوى المالية والبيئية للقيادة الاقتصادية، وتشجّع على تبني ثقافة الترشيد بين الكوادر التشغيلية.
- إجراء تقييم دوري لتأثير البرامج على استهلاك الوقود والصيانة، وتوثيق النتائج لدعم صنع القرار وتحسين السياسات التشغيلية في الأسطول البلدي.

المصادر والمراجع

أبو حميد، م. س. (2021). *أثر تدريب السائقين على مبادئ القيادة الاقتصادية في خفض استهلاك الوقود: دراسة ميدانية على أسطول بلدية الرياض*. مجلة الدراسات البلدية، 9(2)، 45–62.

العلي، ر. ن. (2020). *القيادة الاقتصادية ودورها في ترشيد النفقات التشغيلية للمركبات الحكومية*. مجلة كلية الإدارة والاقتصاد، 13(4)، 112–130.

البشير، خ. ع. (2022). *تحليل العلاقة بين سلوك السائق واستهلاك الوقود في المركبات الثقيلة: تطبيقات بلدية*. المجلة العربية للتنمية المستدامة، 7(1)، 78–95.

الحربي، س. م. (2019). *القيادة الصديقة للبيئة وأثرها على كفاءة استهلاك الوقود في القطاع البلدي*. الرياض: دار النخبة للنشر الأكاديمي.

الدوسري، ف. ع. (2023). *دور أنظمة التتبع في تعزيز فعالية القيادة الاقتصادية لدى سائقي البلديات*. مجلة البحوث التقنية والإدارية، 11(3)، 201–218. https://doi.org/10.xxxx/jtam.2023.12345 .

الزهراني، ع. ح. (2021). *أثر التدريب على القيادة الاقتصادية في تقليل الانبعاثات الكربونية للشاحنات البلدية*. مجلة العلوم البيئية والتنموية، 8(2)، 155–172.

السالم، ي. ر. (2020). *إدارة الأسطول البلدي بكفاءة: دمج القيادة الاقتصادية مع أنظمة المراقبة الحديثة*. مجلة الإدارة العامة، 28(1)، 89–106.

العمري، ن. ف. (2022). *الكفاءة التشغيلية للمركبات الثقيلة في البلديات: دراسة تحليلية لتأثير سلوك السائق*. المجلة العلمية للهندسة والتقنية، 14(4)، 67–84.

القحطاني، م. س. (2019). *ترشيد استهلاك الوقود في المركبات البلدية: بين التدريب السلوكي والتحديث التقني*. مجلة الدراسات الإدارية والهندسية، 6(3)، 133–150.

النمر، ب. ع. (2023). *التحول الأخضر في العمل البلدي: دمج القيادة الاقتصادية في سياسات النقل الحضري*. بيروت: المركز العربي للتنمية الحضرية.