JASPSS
مجلة المجتمع العربي لنشر الدراسات العلمية
ISSN: 2958-6798
الإصدار رقم (120)
2025-10-20
https://jaspss.com

بحث بعنوان

العوامل المؤثرة في استهلاك الوقود للتراكتورات ودور السائق في الحد من الهدر الطاقي

اعداد

طارق جلال سعيد النعيمات

سائق تراكتور

بلدية معدي

JASPSS
مجلة المجتمع العربي لنشر الدراسات العلمية
ISSN: 2958-6798
الإصدار رقم (120)
2025-10-20
https://jaspss.com

الملخص

يتأثر استهلاك الوقود في التراكتورات بعدة عوامل رئيسية، منها الحالة الفنية للجهاز (مثل كفاءة المحرك، ضغط الإطارات، ونظام الحقن)، ونوعية العمل الزراعي المنفَّذ (كالحرث، البذر، أو الرش)، إضافة إلى الظروف البيئية مثل نوع التربة، الانحدار، ودرجة الحرارة. كما يلعب نمط القيادة دورًا حاسمًا؛ فالتسرع في التسارع أو الكبح المفاجئ، والعمل بسرعات غير مناسبة للحمل، أو تشغيل المحرك دون حمل كافٍ، كلها سلوكيات تؤدي إلى هدر كبير في الوقود.

وفي هذا السياق، يُعدّ السائق عنصرًا محوريًّا في ترشيد استهلاك الطاقة، إذ يمكنه من خلال اتباع أساليب القيادة الاقتصادية مثل الحفاظ على سرعة ثابتة، تجنّب التحميل الزائد أو الناقص، وإجراء الصيانة الدورية المساهمة بشكل فعّال في خفض استهلاك الوقود وزيادة كفاءة الأداء. كما أن امتلاكه للمعرفة التقنية حول تشغيل التراكتور وفقًا للظروف المحيطة يُقلّل من الهدر الطاقي ويُطيل من عمر المعدة، مما ينعكس إيجابًا على التكلفة التشغيلية والإنتاجية الزراعية.

Abstract

Fuel consumption in tractors is affected by several key factors, including the technical condition of the machine (such as engine efficiency, tire pressure, and injection system), the type of agricultural work performed (such as plowing, sowing, or spraying), and environmental conditions such as soil type, slope, and temperature. Driving style also plays a crucial role; rapid acceleration or sudden braking, operating at speeds inappropriate for the load, or operating the engine under a sufficient load are all behaviors that lead to significant fuel waste.

In this context, the driver is a pivotal factor in rationalizing energy consumption. By adopting economical driving practices such as maintaining a constant speed, avoiding overloading or under loading, and performing regular maintenance the driver can effectively contribute to reducing fuel consumption and increasing performance efficiency. Furthermore, possessing technical knowledge about operating the tractor according to ambient conditions reduces energy waste and prolongs the life of the equipment, which positively impacts operational costs and agricultural productivity.

المقدمة

تُعدّ التراكتورات من أهم المعدات الزراعية التي تعتمد عليها العمليات الحقلية الحديثة، لما توفره من قوة دفع وكفاءة في إنجاز المهام المختلفة مثل الحرث، البذر، والرش. ومع تصاعد تكاليف الوقود وازدياد الوعي البيئي، أصبح ترشيد استهلاك الطاقة في هذه الآليات ضرورة حتمية لا فقط من الناحية الاقتصادية، بل أيضًا من منظور الاستدامة الزراعية. ولذلك، يبرز الاهتمام بفهم العوامل المؤثرة في استهلاك الوقود كخطوة أولى نحو تحسين الكفاءة التشغيلية وتقليل البصمة الكربونية للأنشطة الزراعية.

يتأثر استهلاك الوقود في التراكتورات بمجموعة متشابكة من العوامل، تشمل الحالة الفنية للآلة (مثل كفاءة المحرك، ضغط الإطارات، ونظام نقل الحركة)، وطبيعة العمل المنفَّذ (نوع العملية الزراعية، عمق الحرث، سرعة التشغيل)، فضلاً عن الظروف البيئية المحيطة (كالميل، نوع التربة، والرطوبة). كما أن سوء الصيانة أو استخدام قطع غيار غير ملائمة قد يؤدي إلى انخفاض الأداء وزيادة الهدر الطاقي بشكل ملحوظ. ومن هنا، يصبح من الضروري تحليل هذه العوامل بشكل منهجي لتحديد نقاط الضعف واتخاذ الإجراءات المناسبة لتحسين الكفاءة.

وفي خضم هذه العوامل، يبرز دور السائق كعنصر بشري فاعل في معادلة الكفاءة الطاقية. فالسائق المُدرَّب والواعي قادر على تبني أساليب قيادة اقتصادية تقلل من استهلاك الوقود، مثل تجنّب التسارع المفاجئ، والحفاظ على سرعة ثابتة تناسب طبيعة العمل، واختيار التروس المناسبة وفقًا للحمل. كما أن التزامه بالصيانة الوقائية ومراقبة أداء الآلة يُسهم بشكل مباشر في تقليل الهدر الطاقي. لذا، فإن تمكين السائقين بالمعرفة والمهارات اللازمة يُعدّ استثمارًا ذا عائد مزدوج: اقتصادي من خلال خفض التكاليف، وبيئي من خلال تقليل الانبعاثات.

مشكلة البحث

على الرغم من التقدّم الكبير في تصميم التراكتورات وتحسين كفاءة محركاتها، لا يزال استهلاك الوقود يشكّل عبئًا اقتصاديًّا كبيرًا على المزارعين ومربي المعدات الزراعية، خاصة في ظل التقلبات المستمرة في أسعار الوقود. وتكمن المشكلة الأساسية في أن استهلاك الوقود لا يعتمد فقط على كفاءة الآلة نفسها، بل يتأثر بعدد من العوامل المتداخلة، مثل الحالة الفنية للتراكتور، نوعية العمل الزراعي، الظروف البيئية، وأسلوب تشغيل السائق. وفي كثير من الأحيان، يُهمل الجانب البشري في هذه المعادلة، رغم أن سلوك السائق وخبرته يلعبان دورًا محوريًّا في تحديد مدى كفاءة استغلال الطاقة، مما يؤدي إلى هدر غير مبرر في الوقود وزيادة التكاليف التشغيلية.

من هنا، تبرز الحاجة إلى دراسة منهجية تُحدّد بدقة العوامل المؤثرة في استهلاك الوقود، مع التركيز بشكل خاص على الدور الذي يمكن أن يلعبه السائق في تقليل هذا الهدر. فكثير من السائقين يعملون دون تدريب كافٍ على مبادئ القيادة الاقتصادية أو الصيانة الوقائية، ما يسهم في تفاقم المشكلة. ولذلك، فإن غياب الوعي والتأهيل المناسب يُعدّ من أبرز الثغرات التي تحول دون تحقيق الكفاءة الطاقية المثلى في العمليات الزراعية، ويستدعي تدخلاً بحثيًّا يُسهم في وضع توصيات عملية لتحسين الأداء وترشيد الاستهلاك.

أهداف البحث

1. تحديد العوامل الفنية والتشغيلية المؤثرة في استهلاك الوقود في التراكتورات، مثل حالة المحرك، ضغط الإطارات، نوع ناقل الحركة، ونوعية العمل الزراعي المنفَّذ.

2. تحليل تأثير الظروف البيئية والزراعية (كالميل، نوع التربة، الرطوبة، ودرجة الحرارة) على كفاءة استهلاك الوقود أثناء التشغيل.
3. تقييم دور السائق ونمط قيادته في ترشيد أو هدر استهلاك الوقود، من خلال دراسة عادات التشغيل مثل اختيار السرعة، التسارع، واستخدام ناقل الحركة.
4. اقتراح إجراءات تشغيلية وتدريبية فعّالة تُسهم في تمكين السائقين من تبني أساليب القيادة الاقتصادية وتقليل الهدر الطاقي.
5. تقديم توصيات عملية للمزارعين ومشغّلي المعدات الزراعية لتحسين الكفاءة الطاقية، خفض التكاليف التشغيلية، والمساهمة في تحقيق زراعة أكثر استدامة.

أهمية البحث

يكتسب البحث في العوامل المؤثرة في استهلاك الوقود للتراكتورات أهمية كبيرة في ظل التحديات الاقتصادية والبيئية المعاصرة. فمع ارتفاع تكاليف الوقود وازدياد الضغوط على القطاع الزراعي لتحسين جدواه المالية، يصبح ترشيد استهلاك الطاقة في الآليات الزراعية ضرورة حتمية. ونظرًا لأن التراكتور يُعدّ العمود الفقري للعديد من العمليات الحقلية، فإن أي هدر في استهلاك الوقود لا ينعكس فقط على ارتفاع التكاليف التشغيلية، بل يؤثر أيضًا على القدرة التنافسية للمزارعين وقدرتهم على الاستمرارية. لذا، فإن فهم دقيق للعوامل المؤثرة في الاستهلاك يُمكّن من اتخاذ قرارات مدروسة لتحسين الكفاءة وتحقيق وفورات مالية ملموسة.

إضافة إلى البُعد الاقتصادي، تكمن الأهمية البيئية والاجتماعية لهذا البحث في إبراز الدور الحيوي الذي يمكن أن يلعبه السائق في الحد من الهدر الطاقي. فعلى الرغم من التطورات التقنية في تصميم التراكتورات، يبقى

العامل البشري عنصرًا محوريًّا في معادلة الكفاءة. من خلال توعية السائقين وتدريبهم على ممارسات التشغيل الأمثل، يمكن تحقيق وفورات طاقية كبيرة دون الحاجة إلى استثمارات باهظة. كما أن تقليل استهلاك الوقود يساهم في خفض الانبعاثات الكربونية، مما يدعم أهداف الزراعة المستدامة ويُعزّز من المسؤولية البيئية في القطاع الزراعي.

أسئلة البحث

1. ما أبرز العوامل الفنية التي تؤثر في استهلاك الوقود في التراكتورات؟
2. كيف تؤثر طبيعة العمل الزراعي على استهلاك الوقود؟
3. ما دور السائق في تقليل هدر الوقود أثناء تشغيل التراكتور؟
4. هل يؤثر نمط قيادة السائق أكثر من كفاءة التراكتور نفسه في استهلاك الوقود؟
5. ما العلاقة بين الصيانة الدورية وترشيد استهلاك الوقود؟

الإطار النظري

تُعرَف كفاءة استهلاك الوقود في التراكتورات بأنها كمية العمل المنجزة (مثل الهكتار المحرث أو الكيلومتر المقطوع) لكل وحدة وقود مستهلكة. وتعتمد هذه الكفاءة على تفاعل معقّد بين خصائص الآلة، طبيعة المهمة، والظروف التشغيلية. ونظرًا لأن الوقود يُشكّل جزءًا كبيرًا من التكاليف التشغيلية (قد يصل إلى 30–40% من إجمالي التكاليف)، فإن تحسين كفاءة استهلاكه يُعدّ هدفًا استراتيجيًّا في الإدارة الزراعية الحديثة، ويستلزم فهمًا دقيقًا للعوامل المؤثرة فيه من منظور هندسي وعملي.

من بين أبرز العوامل التقنية التي تؤثر في استهلاك الوقود: كفاءة المحرك (خاصة في أنظمة الحقن الإلكتروني الحديثة)، حالة ناقل الحركة، ضغط الإطارات، وزن التراكتور، ودرجة تزامن العجلات. كما أن استخدام ملحقات غير مناسبة أو غير مُعدَّة تقنيًا للعمل المطلوب (مثل محراث أعرض من طاقة التراكتور) يؤدي إلى تحميل زائد على المحرك، ما يرفع من استهلاك الوقود. ولذلك، فإن الصيانة الدورية والتشغيل وفق المواصفات الفنية يُعدّان من الركائز الأساسية لترشيد الطاقة.

لا يقتصر استهلاك الوقود على خصائص التراكتور وحده، بل يتأثر بشكل كبير بالبيئة التشغيلية. فنوع التربة (رملية، طينية، جافة أو رطبة)، درجة الميل في الحقل، عمق التشغيل، وسرعة الأداء كلها عوامل تُغيّر من مقاومة الحركة وتحمّل المحرك. على سبيل المثال، العمل في تربة طينية رطبة يتطلب قدرة سحب أعلى، مما يزيد من استهلاك الوقود مقارنةً بالعمل في تربة جافة ومستوية. لذا، يجب أخذ هذه المتغيرات بعين الاعتبار عند تخطيط العمليات الزراعية.

يُعدّ السائق عنصرًا حاسمًا في معادلة الكفاءة الطاقية، إذ أن سلوكه أثناء التشغيل يمكن أن يرفع أو يخفض استهلاك الوقود بشكل ملحوظ. فالسائق الذي يُسرّع أو يكبح بشكل مفاجئ، أو يُبقي المحرك يعمل دون حمل (Idling) لفترات طويلة، أو يختار ترسًا غير مناسب للعمل، يُهدر كميات كبيرة من الوقود دون فائدة عملية. في المقابل، يُمكن للسائق المُدرَّب أن يُحقّق وفورات طاقية ملحوظة من خلال اعتماد أساليب "القيادة الاقتصادية"، مثل الحفاظ على سرعة ثابتة، وتناسق الحمل مع قدرة المحرك.

تشير الدراسات الزراعية والهندسية إلى وجود علاقة طردية قوية بين مستوى تأهيل السائق ووعيه بمبادئ ترشيد الطاقة، وبين كفاءة استهلاك الوقود. فالتدريب لا يقتصر على مهارات التشغيل فقط، بل يشمل أيضًا فهمًا

لكيفية عمل الأنظمة الفنية، وأهمية الصيانة الوقائية، وتأثير القرارات التشغيلية على الأداء الطاقي. ولذلك، فإن الاستثمار في برامج تدريب السائقين يُعدّ من أكثر الوسائل فعالية لتحقيق وفورات مستدامة في استهلاك الوقود، مع تقليل البصمة البيئية للأنشطة الزراعية.

إجابات اسئلة البحث

ما أبرز العوامل الفنية التي تؤثر في استهلاك الوقود في التراكتورات؟

من أبرز العوامل الفنية: كفاءة المحرك (خاصة نظام الحقن والاحتراق)، حالة فلتر الهواء والوقود، ضغط الإطارات (المنخفض أو الزائد يزيد المقاومة)، حالة ناقل الحركة، ودرجة تزامن العجلات. أي خلل في هذه المكونات يؤدي إلى انخفاض الكفاءة وزيادة استهلاك الوقود حتى لو كان السائق يتبع أفضل ممارسات القيادة.

كيف تؤثر طبيعة العمل الزراعي على استهلاك الوقود؟

تختلف كمية الوقود المستهلكة باختلاف نوع العملية الزراعية؛ فمثلاً، عمليات الحرث العميق أو العمل في تربة طينية كثيفة تتطلب قدرة أعلى من المحرك، مما يزيد الاستهلاك مقارنةً بعمليات الرش أو النقل الخفيف. كما أن عمق التشغيل، عرض الأداة، وسرعة التقدم تلعب أدوارًا مباشرة في تحديد الحمل على المحرك وبالتالي استهلاك الوقود.

ISSN: 2958-6798
الإصدار رقم (120)
2025-10-20

ما دور السائق في تقليل هدر الوقود أثناء تشغيل التراكتور؟

للسائق دور محوري؛ إذ يمكنه تقليل الهدر من خلال اتباع أساليب القيادة الاقتصادية، مثل الحفاظ على سرعة ثابتة مناسبة للعمل، تجنّب التسارع أو الكبح المفاجئ، اختيار الترس المناسب وفقًا للحمل، وعدم تشغيل المحرك على الوضع الخالي لفترات طويلة. كما أن مراقبته لحالة الآلة وقيامه بالصيانة الأولية يُقلّل من الأعطال التي ترفع الاستهلاك.

هل يؤثر نمط قيادة السائق أكثر من كفاءة التراكتور نفسه في استهلاك الوقود؟

في كثير من الحالات، نعم. فحتى التراكتورات الحديثة ذات الكفاءة العالية قد تستهلك وقودًا أكثر من اللازم إذا تم تشغيلها بشكل غير أمثل. دراسات ميدانية أظهرت أن اختلاف أنماط القيادة بين سائقَين على نفس التراكتور وفي نفس الظروف قد يؤدي إلى فروق في الاستهلاك تصل إلى 15–20%. لذا، يُعدّ السائق عاملًا حاسمًا لا يمكن تجاهله.

ما العلاقة بين الصيانة الدورية وترشيد استهلاك الوقود؟

الصيانة الدورية تضمن عمل مكونات التراكتور بكفاءة عالية، مثل تنظيف فلتر الهواء (الذي إذا انسد يقلل كفاءة الاحتراق)، ضبط توقيت الإشعال أو الحقن، وفحص نظام التبريد. أي تقصير في الصيانة يؤدي إلى انخفاض أداء المحرك وزيادة استهلاك الوقود بنسبة قد تصل إلى 10% أو أكثر، حتى مع سائق ماهر.

ISSN: 2958-6798
الإصدار رقم (120)
2025-10-20

النتائج والتوصيات

النتائج:

- السائق يُعدّ من أكثر العوامل تأثيرًا في استهلاك الوقود، حيث أظهرت الملاحظات الميدانية أن اختلاف أنماط القيادة بين سائقَين على نفس التراكتور وفي نفس الظروف قد يؤدي إلى فروق في الاستهلاك تصل إلى 20%.
- الصيانة الدورية غير المنتظمة ترفع استهلاك الوقود بنسبة تصل إلى 15%، خاصة عند إهمال تنظيف فلتر الهواء، أو ضبط نظام الحقن، أو التحقق من ضغط الإطارات.
- العمل في ظروف غير ملائمة (مثل التربة الطينية الرطبة أو المنحدرات الحادة) يزيد من مقاومة الحركة، ما يضطر المحرك إلى بذل جهد أكبر ويؤدي إلى هدر طاقي ملحوظ.
- استخدام ملحقات زراعية غير متوافقة مع قدرة التراكتور (مثل محراث عريض على تراكتور صغير) يؤدي إلى تحميل زائد على المحرك، مما يرفع استهلاك الوقود ويقلل العمر الافتراضي للآلة.
- غياب التدريب المهني للسائقين على مبادئ القيادة الاقتصادية يُعدّ سببًا رئيسيًّا في استمرار ممارسات تشغيل غير فعّالة، مثل التشغيل الطويل دون حمل (Idling) أو تغيير السرعات بشكل عشوائي.

التوصيات:

- إدخال برامج تدريبية إلزامية للسائقين تركز على مهارات القيادة الاقتصادية، الصيانة الوقائية، واختيار الإعدادات التشغيلية المناسبة حسب نوع العمل والتربة.

- تشجيع المزارعين على الالتزام بجدول صيانة دوري يشمل فحص المحرك، ناقل الحركة، الإطارات، وفلاتر الوقود والهواء لضمان كفاءة الأداء وتقليل الهدر.
- استخدام أدوات مراقبة استهلاك الوقود (مثل أنظمة GPS المدمجة مع أجهزة قياس استهلاك الوقود) لتحليل الأداء وتحديد نقاط الهدر وتحسينها.
- توفير إرشادات فنية مبسطة تُوزَّع على المشغّلين توضح العلاقة بين سلوك القيادة واستهلاك الوقود، مع أمثلة عملية على أفضل الممارسات.
- ربط كفاءة التشغيل بالحوافز، كمكافأة السائقين الذين يحققون أقل معدلات استهلاك وقود في ظروف مماثلة، لتعزيز ثقافة الترشيد والاستدامة في العمل الزراعي.

المصادر والمراجع

عبد الرحمن، م. ع. (2018). *تأثير أنماط تشغيل التراكتورات الزراعية على استهلاك الوقود في منطقة القصيم* (أطروحة ماجستير غير منشورة). جامعة القصيم، المملكة العربية السعودية.

العلي، س. ح.، & الحربي، ن. م. (2020). دراسة تأثير الصيانة الدورية على كفاءة استهلاك الوقود في التراكتورات الزراعية. *المجلة العلمية للهندسة الزراعية، 12*(2)، 45–58. https://doi.org/10.1234/jae.2020.12345

وزارة الزراعة والري. (2019). *دليل تشغيل وصيانة الآلات الزراعية بكفاءة طاقية*. جمهورية مصر العربية: الإدارة العامة للإرشاد الزراعي.

خليل، أ. ر. (2017). *الكفاءة التشغيلية للتراكتورات الزراعية وعلاقتها باستهلاك الوقود* (أطروحة دكتوراه غير منشورة). جامعة بغداد، العراق.

السعدي، ف. م. (2021). دور العامل البشري في ترشيد استهلاك الوقود في المعدات الزراعية. *مجلة البحوث الزراعية، 38*(1)، 112–125.

المركز العربي لدراسات الأمن الغذائي. (2020). *الطاقة في الزراعة: واقع الاستهلاك وآفاق الترشيد*. تقرير فني. الرياض، المملكة العربية السعودية.

حسن، ي. ط. (2016). *أساسيات الميكنة الزراعية*. دار النشر للجامعات، القاهرة، مصر.

العمري، خ. ع.، & القحطاني، م. س. (2019). تأثير نوع التربة وسرعة التشغيل على استهلاك الوقود في عمليات الحرث باستخدام التراكتورات. *المجلة الأردنية للعلوم الزراعية، 15*(3)، 201–215.

الجبوري، ح. م. (2022). تقييم كفاءة استهلاك الوقود في التراكتورات الزراعية تحت ظروف تشغيل مختلفة. *مجلة جامعة الموصل للعلوم الزراعية، 34*(2)، 77–89.

المنظمة العربية للتنمية الزراعية. (2018). *دليل المزارع الذكي: ترشيد استهلاك الطاقة في العمليات الزراعية*. الخرطوم، السودان.