Nile Valley University Publications
Nile Journal for Agricultural Sciences (NJAS)
(ISSN: 14 – 26)
Volume 11, NO. 01, 2026
nilevalley.edu.sd

Application of Predictive Model for Tractor Fuel Consumption in the Gezira Scheme, Sudan

Ahmed O. Elattaya[1], Lotfie A. Yousif[2] and Abdelkarim D. Elfadil[3]

1Post Graduate Student, University of Gezira, Wad Medani, Sudan
2Agricultural Research Corporation (ARC), Agricultural Engineering Research Program Wad Medani, Sudan
3Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Sciences, University of Gezira, Wad Medani, Sudan
Corresponding Author : yousif@yahoo.com

Received: 2. Jan. 2026 Accepted :8.Feb. 2026 Published:20.Apr.2026

Abstract

Fuel scarcity and rising energy costs are major challenges for mechanized agriculture in large-scale irrigated schemes such as the Gezira scheme, Efficient planning and allocation of diesel fuel are therefore critical for sustaining mechanized farming operations and maintaining productivity. This study aimed to apply a previously developed and validated predictive power model for tractor fuel consumption to support fuel requirement estimation, operational planning and economic analysis under real field conditions in the Gezira scheme. The model was used to estimate specific volumetric fuel consumption (SVFC), specific volumetric fuel efficiency (SVFE), fuel consumption per unit area (L/ha), unproductive fuel losses associated with off-road tractor movement, and total fuel requirements at farm and scheme levels. The application covered major crops grown in the Gezira scheme, namely cotton, wheat, groundnut and sorghum, under three farming systems: traditional, semi-mechanized, and fully mechanized. Fuel consumption for individual tractor–implement combinations was estimated using predicted hourly fuel consumption and effective field capacity, while unproductive fuel consumption was quantified based on tractor travel distance, speed and off-road fuel use. The model was further applied to estimate total seasonal and annual fuel demand and to assess fuel-related economic costs and potential savings. Results showed stable tractor fuel performance, with an average SVFC and SVFE values were 0.19 L/kW·h and 5.36 kW·h/L, respectively, indicating stable tractor

fuel-use performance. Fuel consumption per hectare varied widely among implements, with unproductive fuel losses representing a significant share in high-capacity operations. Total fuel demand increased substantially with mechanization intensity, reaching a maximum under fully mechanized systems. Economic analysis revealed that fuel costs constitute a major component of production expenses, while a 10% reduction in fuel consumption could result in substantial financial savings at both farm and scheme levels. The findings demonstrate the practical applicability of the developed power model as a reliable decision-support tool for fuel budgeting and mechanization planning in large-scale irrigated agricultural systems.

Keywords: Tractor fuel consumption, predictive modeling, agricultural mechanization, unproductivefuel loss; Gezira scheme, Sudan.

***Keywords**: Tractor fuel consumption, predictive modeling, agricultural mechanization, unproductive fuel loss; Gezira scheme, Sudan.*

تطبيق نموذج تنبؤي لاستهلاك وقود الجرارات في مشروع الجزيرة، السودان

أحمد عثمان اخمد العطايا، لطفي أخمد يوسف2، وعبد الكريم دفع الله الفاضل3

1طالب دراسات عليا، جامعة الجزيرة، ود مدني، السودان

2هيئة البحوث الزراعية، برنامج بحوث الهندسة الزراعية، ود مدني، السودان

3قسم الهندسة الزراعية، كلية العلوم الزراعية، جامعة الجزيرة، ود مدني، السودان

*ممثل المولفين: lotfie.yousif@yahoo.com

المستخلص

يُعدّ نقص الوقود وارتفاع تكاليف الطاقة من التحديات الرئيسية التي تواجه الزراعة الآلية في مشاريع الري واسعة النطاق، مثل مشروع الجزيرة. ولذلك، يُعدّ التخطيط الفعال وتوزيع وقود الديزل أمرًا بالغ الأهمية لاستدامة عمليات الزراعة الآلية والحفاظ على الإنتاجية. هدفت هذه الدراسة إلى تطبيق نموذج تنبؤي مُطوّر ومُدقّق سابقًا لاستهلاك وقود الجرارات، وذلك لدعم تقدير احتياجات الوقود، والتخطيط التشغيلي، والتحليل الاقتصادي في ظروف الحقل الفعلية في مشروع الجزيرة. استُخدم النموذج لتقدير استهلاك الوقود الحجمي النوعي(SVFC) ، وكفاءة استهلاك الوقود الحجمي النوعي(SVFE) ، واستهلاك الوقود لكل وحدة مساحة (لتر/هكتار)، وفقدان الوقود غير المُنتج المرتبط بحركة الجرارات على الطرق الوعرة، وإجمالي احتياجات الوقود على مستوى المزرعة والمشروع. شمل التطبيق المحاصيل الرئيسية المزروعة في مشروع الجزيرة، وهي القطن والقمح والفول السوداني والذرة الرفيعة، في ظل ثلاثة أنظمة زراعية: التقليدية، وشبه الآلية، والآلية بالكامل. تم تقدير استهلاك الوقود لمجموعات الجرارات والمعدات الزراعية الفردية باستخدام معدل استهلاك الوقود المتوقع بالساعة والقدرة الحقلية الفعالة، بينما تم تحديد كمية استهلاك الوقود غير المنتج بناءً على مسافة سير الجرار وسرعته واستخدامه للوقود على الطرق الوعرة. وطُبّق النموذج أيضًا لتقدير إجمالي الطلب الموسمي والسنوي على الوقود، ولتقييم التكاليف الاقتصادية المتعلقة بالوقود والوفورات المحتملة. أظهرت النتائج أداءً مستقرًا لاستهلاك وقود الجرارات، حيث بلغ متوسط قيمة استهلاك الوقود في الحقل (SVFC) وقيمة كفاءة استخدام الوقود في الحقل 0.19 (SVFE) لتر/كيلوواط ساعة و5.36 كيلوواط ساعة/لتر على التوالي، مما يشير إلى استقرار أداء استخدام وقود الجرارات. تفاوت استهلاك الوقود لكل هكتار بشكل كبير بين المعدات الزراعية، حيث مثّلت خسائر الوقود غير المنتجة نسبة كبيرة

في العمليات ذات القدرة العالية. ازداد إجمالي الطلب على الوقود بشكل ملحوظ مع زيادة كثافة الميكنة، ليصل إلى أقصى حد له في ظل الأنظمة المميكنة بالكامل. كشف التحليل الاقتصادي أن تكاليف الوقود تُشكّل عنصرًا رئيسيًا من نفقات الإنتاج، في حين أن خفض استهلاك الوقود بنسبة 10% يمكن أن يؤدي إلى وفورات مالية كبيرة على مستوى المزرعة والمشروع. تُظهر النتائج التطبيق العملي لنموذج الطاقة المُطوَّر كأداة موثوقة لدعم اتخاذ القرارات في مجال ترشيد استهلاك الوقود وتخطيط الميكنة في النظم الزراعية المروية واسعة النطاق.

الكلمات المفتاحية: *استهلاك وقود الجرارات، النمذجة التنبؤية، الميكنة الزراعية، هدر الوقود غير المُنتج؛ مشروع الجزيرة، السودان.*