دراسة بعض المؤشرات الفنية للساحبة و الكثافة الظاهرية للتربة تحت نظام التحكم بمرور الالات الزراعية في الحقل (CTF) في نوعين من الترب

شهاب احمد حسين* محمود عواد حسين سعد عبد الجبار الرجبو

قسم المكائن والآلات الزراعية ـ كلية الزراعة والغابات ـ جامعة الموصل – العراق

* Shehad88iraq@gmail.com

- **تاريخ استلام البحث 2022/8/29 وتاريخ قبوله 2022/9/26**

الخلاصة

اجريت هذا الدراسة حقلياً لبيان تأثير مرور الآلات والمعدات الزراعية في الحقل قبل و بعد الزراعة و اثناء خدمة المحصول في بعض الصفات المكننية واهم الصفات الفيزيائية للتربة والتي كانت على التوالي (قدرة السحب، واستهلاك الوقود، ونسبة ثباتية العمق ،الكثافة الظاهرية). التجربة نفذت في موقعين مختلفين في نسجه التربة (مزيجية غرينية) و (طينية) اثناء الموسم الزراعي الربيعي لعام 2022 في أحد المزارع النموذجية التابعة لشعبة زراعة ناحية وانه في محافظة نينوى وفق نظام القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) وبأربعة مكررات. تم تقسيم الحقل التجريبي ضمن النسجة الواحدة الى جزئين رئيسيين بناءاً على مستويات عامل ضغط الاطارات (8 psi) و (15 psi) وتم اعتماد عامل المرورات بمستوياته الأربعة (بدون مرور ، مرور واحد، مرورين ، ثلاثة مرورات) كعامل اكثر اهمية وبذلك تكون التجربة منشقة مرة واحدة (Split-plot). حقق نظام البدون مرور بتسجيل أفضل القيم لجميع الصفات المكننية المدروسة والتي كانت توالياً قوة السحب واستهلاك الوقود والانزلاق وقدرة السحب والمقاومة النوعية ومقاومة التربة للقطع والتشكيل (P< 0.05). الكثافة الظاهرية للتربة كانت أفضل معنوياً عند نظام البدون مرور مقارنةً بالمرور الواحد والمرورين والثلاثة مرورات وبنسبة 16% و19% و20% ، على التوالي. متطلبات قدرة السحب انحفضت ايضاً عند نظام البدون مرور بمقدار 29% ، 33% ، 41 % مقارنةً مع المرور الواحد والمرورين والثلاثة مرورات، على التوالي. من خلال النتائج التي تم الحصول عليها من التداخل الثلاثي، فانه عند تطبيق نظام التحكم بمرور الآلات الزراعية (CTF) في الحقل ذو التربة الطينية، تكون نتائج المؤشرات المكننية و مؤشرات التربة اكثر ايجابية و مناسبة للنبات مقارنةً مع تطبيقه في الترب ذات النسجة الغرينية المزيجية خصوصاً عندما يكون ضغط الاطار 15psi.

الكلمات المفتاحية: مرور الآلات و المكائن الزراعية، CTF، ضغط الاطارات الخلفية، نسجة التربة، نظام التحكم بمرور الآلات الزراعية في الحقل.

Studying some of machinery and soil properties under Controlled Traffic Farming (CTF) System using two soil textures

Shahab A. Hussein* **Mahmood A. Hussein** **Saad A. AL-Rijabo**

***Department of Agricultural Machinery and Equipment – College of Agriculture and Forestry – University of Mosul – Iraq**

* Shehad88iraq@gmail.com

- The date of receipt of the research 29/8/2022 and its acceptance 26/9/2022

Abstract

This study was conducted to investigate the effects of random and controlled traffic of farming machinery during the agricultural operations on some mechanical and soil properties. The indicators that related to agricultural tractor (mechanization indicators) were draught capacity, fuel consumption, depth stability ratio; and Soil Bulk Density (SBD) was also measured before and after the experiment. The experiment was conducted during the spring agricultural season of 2022 in one of the farms that located about 30 km Northwest Mosul city - Nineveh Governorate - Iraq. Randomized Complete Block Design (RCBD) was used for data analyses with four replications (n=4). The experimental site was divided into two main blocks based on the investigated factors (1) tire pressure (8 psi) and (15 psi); and (2) number of traffic (no pass, one pass, two passes, three passes). These factors were studied at two different soil textures (clay soil, silty loam soil). Duncan's multiple range test was utilized to compare between the means at a 5% probability level. The results showed that Controlled Traffic Farming (CTF) system represented by zero-traffic has achieved the best values ($P< 0.05$) for all studied indicators. Soil bulk Density was significantly better with no-pass system compared to the one-pass, two-passes and three-passes, at approximately 16%, 19% and 20%, respectively. Energy requirements when using CTF system (no-pass) were also reduced by 29%, 33%, 41% compared to the one-pass, two-pass and three-pass system, respectively.

المقدمة

ان الطلب على المنتجات الزراعية بشتى أصنافها وأنواعها لا سيما محاصيل الحبوب يزداد يوماً بعد يوم (Godfray et al 2010)، اذ تتناسب هذه الزيادة مع زيادة عدد سكان العالم والتي من المتوقع وحسب أخر الإحصائيات لمنظمة FAO ستبلغ ال 10 مليار نسمة بحلول عام 2050. لتغطية الاحتياجات الاساسية من المنتجات الزراعية لهذا العدد الهائل من البشرية، يتطلب زيادة مصادر الإنتاج وتحسين كفاءة استعمال المدخلات في العمليات الزراعية وبالتالي يتطلب تحسين وزيادة الإنتاجية لوحدة المساحة. زيادة الاعتماد على القطاع الزراعي في العقود الاخيرة ادى الى زيادة حجم المكائن و المعدات الزراعية المستخدمة لتلبية احتياجات الطلب المتزايد على المنتجات الزراعية (Jørgensen, 2012). وبذلك فان مرور الآلات الزراعية بصورة عشوائية ربما أصبح من المشكلات الأساسية التي تواجه القطاع الزراعي في حين ان زيادة كبس التربة لها تأثير على صفاتها الفيزيائية والكيميائية وبالتالي لها تأثير سلبي على انتاجية الحقول الزراعية (Czyz, 2004; Kulkarni, et al. 2010,).

لتقليل الظرر الناتج عن مرور الالات الزراعية في الحقل و من خلال العديد من الدراسات الحقلية في العديد من البلدان المتطورة زراعياً الى نظام يسمى " نظام التحكم بمرور الآلات الزراعية " Controlled Traffic Farming (CTF) system ، حيث يضمن هذا النظام توفير بيئة ملائمة للنبات (تربة غير مكبوسة) وبيئة ملائمة لحركة المكائن والآلات الزراعية (تربة مكبوسة) من خلال انشاء طرق دائمية ثابتة في الحقول الزراعية تستعمل لجميع العمليات الزراعية دون المرور في الاماكن المخصصة للنباتات Ishaq, et al. (2001) اغلب الدراسات السابقة في هذه الجانب كانت قد ركزت على تأثير هذا النظام في تحسين إنتاجية المحاصيل الزراعية وبأقل التكاليف (زيادة كفاءة استعمال الأسمدة)، ومدى تأثير نظام أل CTF في تقليل تكاليف القدرة والطاقة تحت الظروف الأوربية والأسترالية(Halvorson and Bartolo 2014; Antille, et al. 2015; Hussein, et al. 2021) . ليس هنالك دراسات سابقة حول هذا النظام في العراق وربما في الشرق الأوسط على الرغم من النتائج الجيدة التي حققها في البلدان التي تتبنى الافكار الجديدة في القطاع الزراعي على مستوى الحقول الكبيرة والصغيرة. و لذلك فان الهدف من هذه الدراسة هو لبيان مدى تأثير نظام التحكم بمرور الآلات الزراعية في الحقل على بعض الصفات المكننية وصفات التربة من خلال اختبار عاملان رئيسيان ومؤثران ضمن هذا النظام وهما (1) ضغط الاطارات الخلفية للساحبة (2) عدد المرورات في الخط الواحد وتحت نوعين من الترب (مزيجية غرينية و طينية) . الاهداف الاساسية من الدراسة هي (1) لتقليل كبس التربة الناتج عن المرور العشوائي للمكائن والمعدات الزراعية في الحقل و بالتالي تحسين صفات التربة (2) تحسين كفاءة اداء المكائن و الالات الزراعية من خلال تقليل استهلاك الوقود و القدرة المطلوبة لاداء العمليات الزراعية.

لتحقيق الاهداف من الدراسة، كانت منهجية البحث على النحو التالي:_

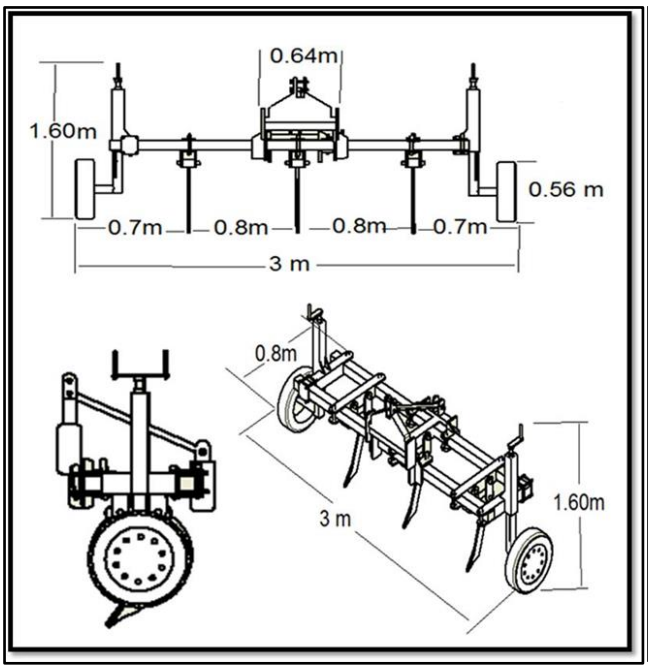
1- تصنيع آلة تتناسب مع طريقة عمل هذا النظام ومع الأجهزة التي تم أعدادها لهذا الغرض (CTF – implement) وبالاشتراك مع الدراسة التي قامت بها الاحمد (2022).
2- محاكاة نظام التحكم بمرور الآلات الزراعية CTF و ذلك من خلال تهيئة مواقع التجربة لنوعين من الترب من بعد اجراء حراثات عميقة لضمان تكسير الطبقات الصماء مع تنعيم هذه المواقع حيث استخدمة المحراث تحت التربة و المحراث المطرحي والدوراني لذلك.
3- تنفيذ التجربة بعد اجراء التصميم التجريبي المناسب لها من خلال اختيار العوامل المهمة المدروسة والأكثر أهمية.

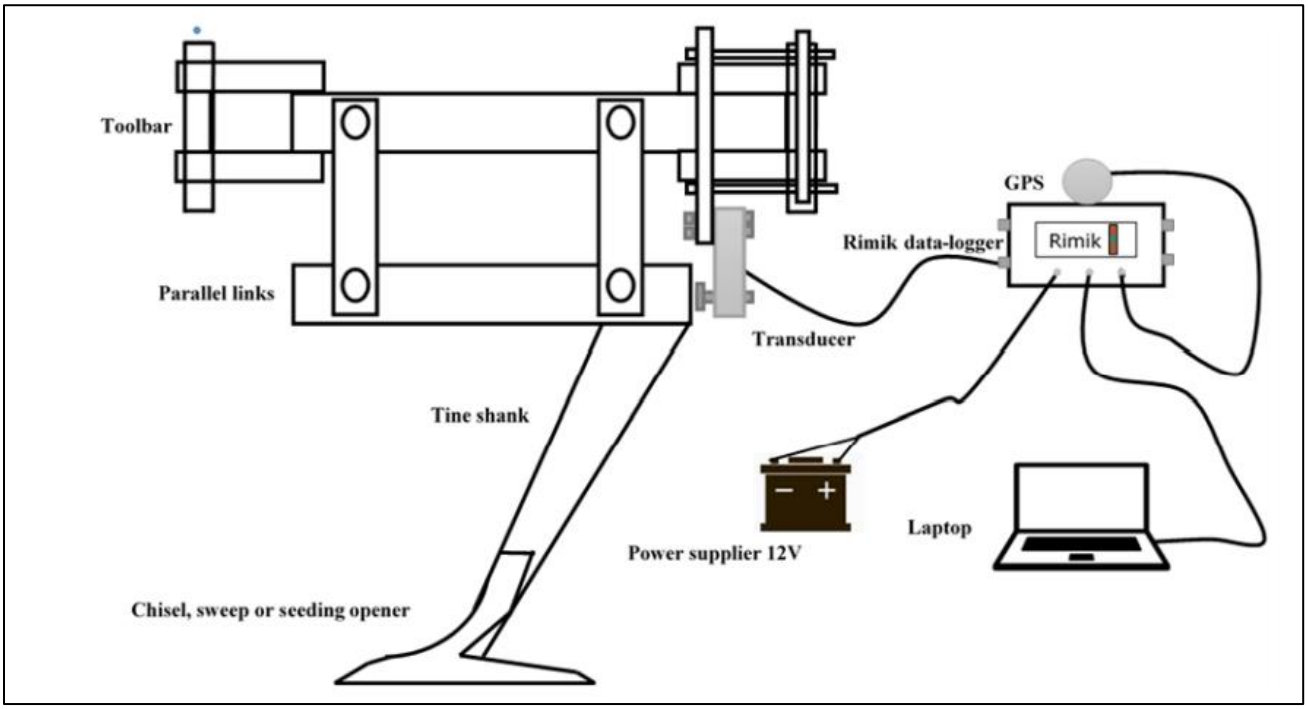
المواد وطرائق العمل

نفذت هذه الدراسة خلال الموسم الزراعي الخريفي (2021-2022) في أحد المزارع النموذجية التابعة لشعبة زراعة ناحية وانه في محافظة نينوى والتي تبعد حوالي 20 كم شمال غرب مدينة الموصل . حيث تم أجراء التجربة في موقعين مختلفين في نسجه التربة (مزيجية غرينية) و (طينية) على التوالي وتم دراسة عاملين مهمين الاول ضغط الاطار(8 psi) و (15 psi) والثاني اربعة مستويات من مرور الآلات (بدون مرور ، مرور واحد، مرورين ، ثلاثة مرورات)حيث تم تحليل ودراسة نوع التربة لكلا الموقعين والتعرف على نسجه التربة وخواصها الفيزيائية ضمن عمق العمل التجريبي (0-20 سم)،علما أن الحقل في الموقع الأول كان يروى باستخدام المرشات المحورية وكان مزروعا بمحصول البطاطا، والحقل الثاني كان بوراً في الموسم الذي سبق تنفيذ التجربة. قبل تنفيذ التجربة، تم تشخيص الاختلاف في نسجه التربة بين الموقعين، تم استخدام المحراث تحت التربة لإزالة الطبقة الصماء على عمق 30 سم و من ثم تم حراثة الموقع التجريبي بالمحراث المطرحي القلاب و تنعيم التربة باستخدام المحراث الدوراني للتأكد من جاهزية التربة في كلا الموقعين .

لتوضيح عامل المرورات تم تسجيل نتائج نظام البدون مرور من خلال قراءات السلاح الوسطي(بين اطارات الساحبة) في الالة المستخدمة في التجربة (CTF-Implement) عند مرورها في الحقل. وتحاكي بيانات هذا السلاح طريقة عمل نظام التحكم بمرور الآلات الزراعية في الحل(CTF).في حين ان نظام المرور الواحد والمرورين و الثلاثة مرورات تم اخذ بياناتها من خلال قراءة الحساسات الموضوعة على هيكل السلاحين المثبتين خلف الاطارات الخلفية للساحبة، اذ تمثل هذه البيانات طريقة عمل نظام المرور العشوائي في الحقل(النظام التقليدي).

تم استخدام جهاز حديث يعمل من خلال حساسات قياس قوة الضغط على المعدن (load cell - SKT model 1500) والمثبتة خلف الأجزاء العاملة في الالة (القصبات)، حيث يتم تسجيل وحفظ قيم قوة السحب على جهاز (Data logger) (الشكل1). تم تصنيع جهاز قياس قوة السحب في شركة (Rimik) الأسترالية و تم تثبيت الجهاز على ألة متخصصة (CTF implement) تم تصنيعها محلياً خصيصاً لهذا الغرض.





شكل (1) جهاز قياس قوة السحب وطريقة شبكه على الالة المتخصصة مع ابعاد الالة المستخدمة في التجربة (CTF implement) .

1- قدرة السحب (كيلو واط):

من خلال قيم قوة السحب التي تم الحصول عليها من جهاز قياس قوة السحب (load cell - SKT model 1500) ، تم حساب قدرة السحب باستحدام المعادلة رقم 1 (Srivastava et al. 2006):

$$PF = FT \times \frac{VP}{270} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

PF: قدرة السحب (كيلو واط)

FT: قوة السحب (كغم)

VP: السرعة العملية (كم ساعة$^{-1}$)

2- استهلاك الوقود (لتر هكتار$^{-1}$):

تم قياس استهلاك الوقود بطريقة الإضافة، حيث استخدمت أسطوانة مدرجة لإضافة الوقود الى خزان الوقود للساحبة بعد إنهاء كلّ خطّ من خطوط المعاملات، وتمّ حسابه حسب المعادلة الآتية (AL-Hashem وآخرون، 2000):

$$FC\ (L.ha^{-1}) = \frac{Fca\ (ml)}{TP\ (sec.)} \times 3.6 \ldots . (2)$$

إذ أنّ :

FC : كمية الوقود المستهلك لوحدة المساحة (لتر. هكتار$^{-1}$).

Fca : كمية الوقود المستهلك المقاسة (مليلتر).

TP: الزمن الفعلي لا نجاز المعاملة (ثانية)

3- نسبة ثباتيه العمق (%) :

هو النسبة بين العمق المتحقق إلى العمق المثبت عليه المحراث، و تعتبر هذه الصفة من الصفات الفنية و تعبر عن مدى كفاءة الالة.

4- قياس الكثافة الظاهرية (كغم سم$^{-3}$):

وتم ذلك باستخدام طريقة الأسطوانات المعدنية، وذلك بأخذ عينات من التربة بوساطة الأسطوانات المعدنية (Core Sample) وتجفيفها في الفرن الكهربائي على درجة حرارة (105) درجة مئوية ولمدة (24) ساعة بالطريقة الوزنية كما جاء في (Blake وHartage 1986)، وحسبت الكثافة الظاهرية باستعمال المعادلة الآتية:

$$\rho b\ (kg\ cm^{-3}) = \left(\frac{ms\ (kg)}{vt\ (cm^3)}\right) \ldots\ldots\ldots (3)$$

ρb: الكثافة الظاهرية (كغم سم $^{-3}$).

ms: وزن الدقائق الصلبة (كغم).

vt: الحجم الكلي للتربة (سم^3).

النتائج والمناقشة

1-تأثير نسجة التربة في الصفات المدروسة:

أن لنسجه التربة تأثير معنوي على الصفات المدروسة اذ تفوقت نسجة التربة الغرينية المزيجية بتسجيل أفضل القيمة لصفة نسبة ثباتية العمق وكانت القيمة 85.31 % ، مقارنة بالتربة الطينية التي سجلت اقل نسبة ثباتية وهذا ما اشار الية القصاب (2021) في ان الترب المزيجية الغرينية سجلت اقل قيمة لانحراف العمق بينما سجلت نسجة التربة الطينية أفضل النتائج لكل من صفة استهلاك الوقود وقدرة السحب. حيث كانت النتائج (6.6 لتر هكتار$^{-1}$، 1.50كيلو واط) على الترتيب. والسبب قد يعود الى فيزيائية التربة الطينية والتي تكون اقل مقاومة على الأجزاء الشغالة للألة. وهذا يتفق مع النتائج التي حصل عليها Luhaib (2019)، وتفوقت نسجة التربة الطينية بتسجيل أفضل القيم لصفة الكثافة الظاهرية وكانت القيمة (1.303كغم سم$^{-3}$) بينما سجلت نسجة التربة المزيجية الغرينية اعلى قيمة بالكثافة الظاهرية (1.340كغم سم$^{-3}$). والسبب قد يعود الى ان التربة الطينية قابليتها على الكبس اقل من الترب الغرينية المزيجية والتي أظهرت أن التأثير السلبي لمرور الآلات الزراعية عليها يشكل أكبر خطراً من نظيرتها الطينية.

الجدول(1) تأثير نسجة التربة في الصفات المدروسة

نسجة التربة [1]	استهلاك الوقود [1] (لتر هكتار$^{-1}$)	قدرة سحب[1] (كيلو واط)	نسبة ثباتية العمق [2] (%)	الكثافة الظاهرية[1](كغم سم^{3})
غرينية مزيجية	7.3 أ	2.90 أ	85.31 أ	1.340 أ
طينية	6.6 ب	1.50 ب	81.09 أ	1.303 ب

1. **الأقل هو الأفضل**
2. **الأعلى هو الأفضل**

2- تأثير ضغط انتفاخ الإطار في الصفات المدروسة:

أن لضغط انتفاخ الإطار تأثير معنوي في الصفات المكننية المدروسة ، إذ تفوق ضغط الانتفاخ (8 psi) بتسجيل أفضل قيمة لنسبة ثباتية العمق، حيث بلغت (86،26 %)، . وقد يعود السبب لزيادة مساحة التلامس بين الإطارات والتربة مما إثر بصورة مباشرة وغير مباشرة وهذا يتفق مع ما درسه (Mamkagh (2018 أن تأثير ضغط انتفاخ الاطارات في صفة الكثافة الظاهرية لم يكن معنوياً ، يمكن الاستنتاج ان زيادة ضغط الاطارات ليس بالضرورة ان يرافقه زيادة في الكثافة الظاهرية وان تأثير الضغط ربما يرتبط برطوبة التربة عند مرور الآلات في الحقل لأداء العمليات الزراعية وهذا ما اشار الية (Schwab et al. 2002).

جدول(2) تأثير ضغط انتفاخ الإطار في الصفات المدروسة

ضغط انتفاخ الإطار	استهلاك الوقود[1] (لتر هكتار$^{-1}$)	قدرة سحب [1] (كيلو واط)	نسبة ثباتية العمق[2] (%)	الكثافة الظاهرية[1] (كغم سم$^{-3}$)
8 Psi	6.9 أ	2.30 أ	86.26 أ	1.333 أ
15 Psi	7.0 أ	2.10 ب	80.15 ب	1.310أ

1. **اقل قيمة هي الأفضل**
2. **اعلى قيمة هي الأفضل**

3-تأثير عدد المرورات في الصفات المكننية المدروسة:

ان لعدد المرورات تأثير معنوي في الصفات المدروسة، إذ تفوق نظام البدون مرور بتسجيل أفضل القيم لصفتي استهلاك الوقود و قدرة السحب ونسبة ثباتية العمق(6.0 لتر هكتار$^{-1}$ ، 1.47 كيلو واط ،97.81%).حيث يتبين ان زيادة عدد المرورات يزداد معه التأثير السلبي على الصفات المذكورة في الجدول ، وهذه القيم تتفق كلياً مع ما حصل عليه Luhaib (2019) . أن تأثير عدد المرورات كان معنوي في صفة ألكثافة الظاهرية اذ سجل نظام البدون مرور أفضل القيم لكثافة الظاهرية وبلغت (1.138 كغم سم$^{-3}$) بينما سجل نظام الثلاث مرورات أعلى قيمة للكثافة الظاهرية بلغت (1.414 كغم سم$^{-3}$) وهذا ما اكده Anderson و Hamza (2005)حيث بينة ان تكرار مرور الاليات يأثر سلبا على الكثافة الظاهرية وبالتالي انخفاض في تغلغل جذور النبات وضعف النمو .

جدول(3) تأثير عدد المرورات في الصفات المدروسة

عدد المرورات	استهلاك الوقود[1] (لتر هكتار$^{-1}$)	قدرة سحب[1] (كيلو واط)	نسبة ثباتية العمق[2] (%)	الكثافة الظاهرية[1] (غم سم^{3})
بدون مرور	ج 6.0	ج 1.47	أ 97.18	ج 1.138
مرور واحد	ب6.8	ب 2.25	ب 85.00	ب 1.346
مرورين	ب 7.1	ب 2.38	ج75.93	أ 1.389
ثلاث مرورات	أ 7.9	أ 2.69	ج 74.68	أ 1.414

1- **اقل قيمة هي الأفضل**

2- **اعلى قيمة هي الأفضل**

4-تأثير التداخل بين نسجة التربة وضغط انتفاخ الإطار في الصفات المدروسة:

ان لتداخل نسجة التربة وضغط انتفاخ الاطار تأثير معنوي في الصفات المدروسة اذ سجل التداخل بين نسجة التربة(غرينية مزيجية) وضغط انتفاخ الاطار(8Psi) افضل قيمة لصفت نسبة ثباتية العمق (88.43 %) واعلى قيمة لصفة قدرة السحب (3.05 كيلو واط) ، في حين سجل التداخل بين نسجة التربة (الطينية) وضغط انتفاخ الاطار(15psi) افضل قيمة لصفت قدرة السحب وكانت (1.46 كيلو واط)، مع نسبة مقبولة من استهلاك الوقود (6.8 لتر هكتار$^{-1}$) مع اقل كثافة ظاهرية (1.282 كغم سم $^{-3}$) مقارنةً مع التربة الغرينية المزيجية لكلا الظغطين.

جدول (4)تأثير التداخل بين نسجة التربة وضغط انتفاخ الإطار في الصفات المدروسة

العوامل المدروسة		استهلاك الوقود[2] (لترهكتار$^{-1}$)	قدرة سحب[2] (كيلو واط)	نسبة ثباتية العمق[3] (%)	الكثافة الظاهرية[2] (كغم سم$^{-3}$)
غرينية مزيجية	8 Psi	أ7.5	أ 3.05	88.43 أ	أ 1.342
	15 Psi	أ 7.2	ب 2.74	ج ب 82.18	أ 1.339
طينية	8 Psi	ج 6.3	ج 1.54	أ ب 84.06	أ 1.324
	15 Psi	ب 6.8	ج 1.46	ج78.12	ب 1.282

1. **الأقل هو الأفضل**
2. **الأعلى هو الأفضل**

5-تاثير التداخل بين نسجة التربة وعدد المرورات في الصفات المدروسة

ان التداخل بين نسجة التربة وعدد المرورات تأثير معنوي في الصفات المدروسة اذ سجل التداخل بين نسجة التربة(غرينية مزيجية) ونظام الثلاث مرورات اعلى قيمة لكل من صفتي استهلاك الوقود وقدرة السحب (2.8 لتر هكتار$^{-1}$، 3.56كيلو واط)، في حين سجلت ا نسجة التربة (مزيجية غرينية) اعلى كثافة ظاهرية بلغت (1.434 كغم سم$^{-3}$)مع نظام الثلاث مرورات . في حسن سجلت التربة الطينية مع نظام الثلاث مرورات اقل قيمة لصفة نسبة ثباتية العمق(71.87 %). أن نسجة التربة تأثير معنوي في صفة الكثافة الظاهرية إذ سجل التداخل بين نسجة التربة (الطينية) ونظام البدون مرورات اقل قيمة معنويا للكثافة الظاهرية (1.123 كغم سم$^{-3}$).

جدول (5) تأثير التداخل بين نسجة التربة وعدد المرورات في الصفات المدروسة:

التداخل بين نسجة التربة وعدد المرورات		استهلاك الوقود[1] (لتر هكتار$^{-1}$)	قدرة سحب[1] (كيلو واط)	نسبة ثباتية العمق[2] (%)	الكثافة الظاهرية[1] (كغم سم$^{-3}$)
غرينية مزيجية	بدون مرور	د 6.2	ج 1.81	أ96.87	د 1.152
	مرور واحد	ب7.5	ب 3.03	ب88.75	ب ج1.362
	مرورين	ب 7.4	ب 3.19	ج د 78.1	ب أ1.413
	ثلاث مرورات	أ 8.2	أ 3.56	ج د 77.50	أ 1.434
طينية	بدون مرور	د 5.7	و1.13	أ 97.50	د1.123
	مرور واحد	د6.1	د1.47	ج 81.25	ج 1.329
	مرورين	ج 6.8	د 1.57	ج د 73.75	ب ج1.365
	ثلاث مرورات	ب 7.6	ج 1.82	د 71.87	ب أ 1.395

1. **الأقل هو الأفضل**
2. **الأعلى هو الأفضل**

6-تاثير التداخل بين ضغط انتفاخ الاطار مع عدد المرورات في الصفات المدروسة

ان لضغط انتفاخ الاطار وعدد المرورات تأثير معنوي في الصفات المدروسة اذ سجل التداخل بين ضغط انتفاخ الاطار(8psi) ونظام الثلاث مرورات أعلى قيمة لكل من الصفات استهلاك الوقود وقدرة السحب (8.0 لتر هكتار$^{-1}$ ،2.79 كيلو واط) ،وسجل نفس الضغط مع البدون مرور افضل نسبة ثباتية العمق بلغت(98.12%). في حين سجل التداخل بين ضغط انتفاخ الاطار(15psi) ونظام البدون مرور أفضل قيمة لاستهلاك الوقود(5.7 لتر هكتار$^{-1}$) ، بينما سجل تداخل ضغط انتفاخ الاطار(15psi) مع نظام الثلاث مرورات أقل قيمة لنسبة ثباتية العمق(71.87%). وسجل ضغطي انتفاخ الاطار ونظام البدون مرور أفضل النتائج في قيمة للكثافة

الظاهرية (1.138 غم سم^{3}) ، بينما سجل تداخل ضغط انتفاخ الإطار(8 psi) نظام الثلاث مرورات أعلى قيمة للكثافة الظاهرية بلغت (1.440كغم سم$^{-3}$)

جدول (6) تأثير التداخل بين ضغط انتفاخ الإطار وعدد المرورات في الصفات المدروسة:

التداخل بين نسجة التربة وعدد المرورات		استهلاك الوقود[1] (لتر هكتار$^{-1}$)	قدرة سحب[1] (كيلو واط)	نسبة ثباتية العمق[2] (%)	الكثافة الظاهرية[1] (كغم سم$^{-3}$)
8 Psi	بدون مرور	ج د6.1	ه 1.56	أ 98.12	د 1.138
	مرور واحد	ج 6.4	ج د 2.34	أ 90.62	ج 1.342
	مرورين	ب 7.1	ج ب 2.49	ب 78.75	ب أ 1.413
	ثلاث مرورات	أ 8.0	أ 2.79	ب 77.50	أ 1.440
15 Psi	بدون مرور	د 5.9	د 2.16	ب 79.37	د 1.1 38
	مرور واحد	ب 7.2	ه 1.38	أ 96.25	ب ج 1.350
	مرورين	ب7.2	د 2.27	ب 73.12	ب ج 1.365
	ثلاث مرورات	أ7.8	أ ب 2.59	ب 71.87	ب ج أ 1.388

1. الأقل هو الأفضل

2. الأعلى هو الأفضل

7-تاثير التداخل بين ضغط انتفاخ الاطار مع عدد المرورات في الصفات المدروسة.

أن التداخل بين نسجة التربة وضغط انتفاخ الإطار وعدد المرورات تأثير معنوي في الصفات المدروسة اذ سجل التداخل بين نسجة التربة(غرينية مزيجية ،الطينية) وضغط انتفاخ الاطار(8 psi) مع نظام البدون مرور أفضل قيمة لصفة نسبة ثباتية العمق بلغت (98.75 % ،97.75%) ، وسجل التداخل مع نظام الثلاث مرورات اعلى قيمة لكل من الصفة استهلاك الوقود وقدرة السحب (8.8 لتير هكتار م$^{-3}$، 3.61 كيلو واط) ،كما سجل التداخل بين نسجة التربة(طينية) وضغط انتفاخ الاطار(15 psi) مع نظام البدون مرور أفضل القيم لكل من الصفات استهلاك الوقود وقدرة السحب (1. 5.7 لتر هكتار$^{-1}$، 1.04 كيلو واط)، وسجل التداخل بين نسجة التربة(الطينية) ولضغطي انتفاخ الإطار مع نظام البدون مرور أفضل القيم لصفت الكثافة الظاهرية (1.123 كغم سم$^{-3}$)، في حين سجل ألتداخل بين نسجة التربة(الغرينية مزيجية) وضغط انتفاخ (8 psi) مع نظام الثلاث مرورات أعلى قيمة للكثافة الظاهرية (1.46كغم سم$^{-3}$). ومن خلال النتائج التي تم الحصول عليها يمكننا الاستنتاج بانه عند تطبيق نظام التحكم بمرور الآلات الزراعية في الحقل ذو التربة الطينية، تكون نتائج المؤشرات المكننية ومؤشرات التربة أكثر إيجابه ومناسبة للنبات مقارنةً مع تطبيقه في الترب ذات النسجة الغرينية المزيجية خصوصاً عندما يكون ضغط الإطار 15psi.

جدول (7) تأثير التداخل بين نسجة التربة وضغط انتفاخ الإطار وعدد المرورات في الصفات المدروسة

التداخل بين العوامل المدروسة			استهلاك الوقود[1] (لتر هكتار$^{-1}$)	قدرة سحب[1] (كيلو واط)	نسبة ثباتية العمق[2] (%)	الكثافة الظاهرية[1] (كغم سم$^{-3}$)
غرينية مزيجية	8 Psi	بدون مرور	ز هـ و6.4	هـ د 1.89	أ 98.75	ه 1.15275
		مرور واحد	د ب ج7.6	ج 3.29	أ ب 93.75	ج د 1.32900
		مرورين	ب ج 7.6	أ ب3.42	ج د هـ و 78.75	أ ب 1.42725
		ثلاث مرورات	أ 8.8	أ 3.61	ج د هـ 82.50	أ 1.46000
	15 Psi	بدون مرور	ز 6.1	و هـ د1.73	أ 95.00	ه 1.15275
		مرور واحد	ب ج 7.8	ج2.77	ج د ب 83.75	ج أ ب1.39650
		مرورين	د ب ج 7.3	ج2.96	ج هـ د و 77.50	ج أ ب1.39975
		ثلاث مرورات	ب ج 7.6	ب أ3.50	د و هـ 72.50	ج أ ب 1.40825
طينية	8 Psi	بدون مرور	ز 5.7	ز ح 1.23	أ 97.75	ه 1.12325
		مرور واحد	ز 5.7	و ز 1.40	ج أ ب 87.50	ج د ب 1.35575
		مرورين	د هـ و 6.6	هـ و 1.57	ج د و هـ 78.75	ج أ ب 1.39875
		ثلاث مرورات	د ب ج7.2	د 1.96	د و هـ 72.50	ج أ ب 1.42175
	15 Psi	بدون مرور	ز 5.7	ح 1.04	أ 97.50	ه 1.12325
		مرور واحد	د ه و ز 6.5	و 1.55	د و هـ 75.00	د 1.30400
		مرورين	د هـ ج 7.0	و 1.57	و 68.75	ج د ب1.33200
		ثلاث مرورات	ب 8.0	و هـ د 1.67	و هـ 71.25	ج أ د ب1.36950

1. الأقل هو الأفضل

2. الأعلى هو الأفضل

المصادر العربية

- **الاحمد، سارة فرحان حسين (2022).** تصميم وتصنيع الة لقياس متطلبات القدرة تحت انظمة زراعية مختلفة، رسالة ماجستير، جامعة الموصل، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.
- **القصاب، احمد توفيق بشير (2021).** تحديد عوامل نوع الوزن المضاف الى العجلات الدافعة للساحبة تحت عوامل تشغيل مختلفة، كلية الزراعة والغابات ،جامعة الموصل.

المصادر الانكليزية

- **Al- Hashem, H. A., Abbouda, S. K., & Saeed, M. O. (2000).** The effect of rear wheel track width and working depth on performance of a 2WD tractor. Res. Bull, (93).

- **Antille DL, Hoekstra NJ, Lalor STJ. (2015).** Field-scale evaluation of calcium ammonium nitrate, urea, and urea treated with N-(n-butyl) thiophosphoric triamide applied to grassland in Ireland. Commun Soil Sci Plant Anal. 46(11):1345–1361.
- **Blake, G.R. and Hartge K.H. (1986).** Bulk density. In Methods Of Soil Analysis, Klute, A. (Ed.). Part I, 2nd Edn. Agronomy Monographs.9. ASA and SSSA, Madison, WI., pp: 363-376.
- **Czyz, E. A. (2004).** Effects of traffic on soil aeration, bulk density and growth of spring barley. Soil and Tillage Research, 79(2), 153-166.
- **Godfray, H. C. J., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., ... & Toulmin, C. (2010).** Food security: the challenge of feeding 9 billion people. science, 327(5967),
  812-818.
- **Halvorson AD, Bartolo ME. (2014).** Nitrogen source and rate effects on irrigated corn yields and nitrogen-use efficiency. Agron J. 106(2):681–693.
- **Hamza, M. A., & Anderson, W. K. (2005).** Soil compaction in cropping systems: A review of the nature, causes and possible solutions. Soil and tillage research, 82(2), 121-145.
- **Hussein, Mahmoud A Doges L. Antille,Shreevatsa Kodur, Gua ngnan Chen & Jeff N. Tullberg (2021)**. Controlled traffic farming delivers improved agronomic performance of wheat as a result of enhanced rainfall and fertilizer nitrogen use efficiency, Acta Agriculturae Scandinavca, Section B- Soil & plant Scienca,71:5,377-398,DOl: 10.1080/09064710.2021.1903984.
- **Ishaq, M., Hassan, A., Saeed, M., Ibrahim, M., & Lal, R. (2001).** Subsoil compaction effects on crops in Punjab, Pakistan: I. Soil physical properties and crop yield. Soil and Tillage Research, 59(1-2), 57-65.
- **Jørgensen MH. (2012).** Agricultural field machinery for the future – from an engineering perspective. Agron Res. 10(1):109–113.
- **Kulkarni, S. S., Bajwa, S. G., & Huitink, G. (2010).** Investigation of the effects of soil compaction in cotton. Transactions of the ASABE, 53(3), 667-674.
- **Lipiec, J., & Stępniewski, W. (1995).** Effects of soil compaction and tillage systems on uptake and losses of nutrients. Soil and Tillage Research, 35(1-2), 37-52.
- **Luhaib, A. A. A. (2019).** The impact of controlled traffic farming on energy use and timeliness of field operations (Doctoral dissertation, University of Southern Queensland).
- **Mamkagh, A.M.(2018).** Effeet .of tillage speed,depth, ballast Weight and tire inflation pressune on the fuel consmmption of the agricu ltural tractor: Areview .journaf of Engineering

Research and Reports, 1-7.

- **Schwab, E. B., Reeves, D. W., Burmester, C. H., & Raper, R. L. (2002).**Conservation tillage systems for cotton in the Tennessee Valley. Soil Science Society of America Journal, 66(2), 569-577.
- **Srivastava, A. K., E. G. Carroll, P. R. Roger, and R. B. Dennis. (2006).** (rev.) Soil Tillage. In Engineering Principles of Agricultural Machines, 2nd ed, ch. 8, 169–230. St. Joseph, Michigan: ASABE.