تأثير المحتوى الرطوبي ونظام مرور الساحبة في متطلبات القدرة وبعض صفات التربة الفيزيائية

سارة فرحان حسين الاحمد عدنان عبد احمد لهيب مثنى عبد المالك نوري الجراح

قسم المكائن والآلات الزراعية / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل / العراق

adnanluhaib@uomosul.edu.iq sarah.20agp59@student.uomosul.edu.iq
Moth1973@uomosul.edu.iq

- **تاريخ استلام البحث 2022/9/10وقبوله2022/9/22**
- **البحث مستل من رسالة الماجستير للباحث الاول**

الخلاصة

يعد كبس التربة من المشاكل الرئيسية والتي توجه الكثير من الاراضي الزراعية عالميا. يتأثر الكبس بعدة عوامل والاساسية منها رطوبة التربة والضغط المسلط على التربة نتيجة مرور المكائن والآلات الزراعة. لذا هدفت هذه الدراسة لمعرفة تأثير المحتوى الرطوبي ونظام مرور الساحبة الزراعية في بعض المؤشرات المدروسة (قدرة السحب، استهلاك وقود، الانزلاق، الطاقة النوعية، مقاومة التربة للقطع والتشكيل، كثافة ظاهرية، مسامية). اجريت التجربة في الموسم الزراعي الخريفي (2021-2022)، في أحد حقول ناحية وانة (قرية قره خراب) التابعة لقضاء الموصل والتي تبعد قرابة (20) كم عنها، وصممت التجربة وفق القطاعات العشوائية الكاملة (المنشقة ـ المنشقة) وبأربع مكررات، تم تخصيص الالواح الرئيسية لرطوبة التربة وبمستويين (17- 20) %، وخصصت الالواح الثانوية لأنظمة الزراعة وبمستويين (مرور عشوائي، مرور محدد). واستخدم اختبار دنكن متعدد المدى لمقارنة المتوسطات عند مستوى احتمال (0.05). اظهرت النتائج تفوق الرطوبة 17% مقارنة مع الرطوبة 20% بتسجيل أفضل النتائج لصفتي استهلاك الوقود، الانزلاق والتي انخفضت بنسبة مقدارها (49%، 40%) على التوالي، وحقق المرور المحدد مقارنة بالمرور العشوائي نسبة انخفاض للصفات التالية: انزلاق، طاقة نوعية، استهلاك وقود، قدرة سحب، مقاومة التربة للقطع والتشكيل والتي بلغن (15%، 27%، 30%، 31%، 32%) على التوالي.

الكلمات المفتاحية: المحتوى الرطوبي، المرور العشوائي، قدرة السحب، كبس التربة.

Effect of moisture content and Tractor traffic on power requirements and some physical properties of soil

Sarah Farhan hussen al-ahmed Adnan Abed Ahmed Luhaib

Mothana Abed Al-malik Noori Al-jarrah

1Department of Agricultural Machines and Equipment, College of Agriculture and Forestry, University of Mosul, Mosul 41002, Nineveh, Iraq.

E-mail address: *Corresponding Author:

adnan.luhaib@uomosul.edu.iq sarah.20agp59@student.uomosul.edu.iq

Moth1973@uomosul.edu.iq

- **Date of received10/9/2022and accepted 22/9/2022.**
- **Part of MSc. dissertation for first author.**

Abstract

Soil compaction is one of the main problems that many agricultural lands facing globally. Soil compaction is affected by several factors, the main of which are soil moisture and the applied pressure on the soil as a result of the of agricultural machinery traffic. Therefore, this study was aimed to find out the effect of soil moisture content and tractor traffic on studied indicators (drawbar power, fuel consumption, slippage percentage, specific energy, soil resistance to cutting and shaping, dry bulk density, porosity), The experiment was carried out in the autumn agricultural season (2021-2022), in one of the fields of Wana sub-district (the village of Qara Kharab) of the Mosul district, which is about (20) km away from it. The field was designed according to Randomized Complete Block Design (RCBD), the factor experiment managed based on split-split block design with four replications. The main plots were allocated to soil moisture with two levels (17-20)%, and sub-plots were allocated to farming systems at two levels also (Random Traffic Farming (RTF), Controlled Traffic Farming (CTF)), Duncan's multiple-range test was used to compare the means at the (0.05) probability level. The results showed that moisture content of 17% compared with 20%, significantly reduced soil resistance to cutting and shaping and fuel consumption by (40%, 49%) respectively. CTF compared with RTF, significantly decreased the power requirement indicators by (15%, 27%, 30%, 31%,32%) for slippage, specific energy, fuel consumption, drawbar power, and soil resistance to cutting and shaping, respectively.

Key words: soil moisture, traffic system, drawbar power, specific energy.

المقدمة

يعتبر كبس التربة من الامور الضارة والتي تعاني منها بعض التربة الزراعية. ويكون اما نتيجة ظروف طبيعية خاصة بالتربة او ظروف خارجية منها الميكانيكية الناتجة عن سواء استخدام وادارة الآلات الزراعية داخل الحقل (المرور العشوائي في الحقل) (Al-Gaadi، 2013). الحاجة إلى زيادة كفاءة العمليات الحقلية في المزرعة بشكل مستمر وتقليل كلفة العمالة حفز المزارعين على استخدام مكائن زراعية ثقيلة، وعلى سبيل المثال كتلة الجرارات والحصادات الزراعية زادت من 2 ميغاغرام في أربعينيات القرن الماضي حتى وصلت الى 40 ميغاغرام تقريبًا في الوقت الحالي. ان استخدام هذه المكائن الزراعية في اداء العمليات الحقلية عند ظروف تربة رطبة وضعيفة يزيد من مخاطر كبس التربة وبشكل كبير (Chamen و Horn،Longstaff 1995 واخرون 2006). لذا الكثير من الباحثين عملوا على تبني انظمة زراعية مختلفة لتقليل عدد مرور الآلات الزراعية في الحقل من ضمنها نظام الحراثة المخفضة ونظام بدون حراثة (Godwin واخرون 2017). بالرغم من ذلك فان هذه الانظمة لم تحل مشكلة المرور العشوائي في الحقل، حيث ان يمكن لهذين النظامين ان تكبس 50% من مساحة الحقل في الموسم الواحد مقارنة بالنظام التقليدي والذي يكبس 80% من مساحة الحقل في الموسم الزراعي الواحد (Kroulik واخرون، 2009). وبالاعتماد على ما ذكر انفاً فان كبس التربة في الحقل واقع لا محالة من ذلك. لذا وجب تبني نظام يحد او ينظم مرور الآلات الزراعية في الحقل من خلال تطبيق نظام تحديد مرور الآلات الزراعية في الحقل (Controlled Traffic Farming CTF)، في هذا النظام يتم عزل منطقة زراعة المحصول عن منطقة الممرات الدائمة لمرور المكائن والآلات الزراعية اثناء القيام بالعمليات الزراعية في الحقل، وبهذة الحالة يمكن لهذا النظام ان يحقق امرين مهمين اولهما الحفاظ على تربة منطقة زراعة المحصول من تأثيرات الكبس نتيجة مرور المكائن والآلات الزراعية ويجعلها اكثر وملائمة لنمو النباتات، ثانيهما الحصول على ممرات دائمة وذات تربة مكبوسة وهذا يجعلها ملائمة لحركة المكائن والآلات الزراعية من خلال تحسين كفاءة سحبها وتقليل مقاومة تدحرجها. قبل تبني هذا النظام وعرضه على الفلاحين لابد من اجراء دراسة لتبيان تأثير مرور الآلات الزراعية في الحقل ولمعرفة متطلبات القدرة اللازمة لحراثة اثار الإطار التربة المكبوسة خلف الإطار مباشرةً. وعرض النتائج المتحققة على الفلاحين لترغيبهم في تبني نظام CTF. ولعدم وجود آلة داخل العراق تفي لهذا الغرض، لذا تم تصميم وتصنيع آلة لقياس متطلبات القدرة اللازمة لحراثة أثر الإطار التربة المكبوسة خلف الإطار مباشرة وكذلك التربة الغير مكبوسة بين الاطارات. ولا توجد دراسة في العراق تبحث في قياس متطلبات القدرة اللازمة لحراثة اثار كبس التربة بسبب مرور الآلات الزراعية في الحقل وتعتبر هذه اول دراسة من نوعها والتي تتطرق حول هذا الموضوع.

مواد وطرق العمل

تم اجراء التجربة في الموسم الزراعي الخريفي (2021-2022)، في أحد حقول ناحية وانة (قرية خراب) التابعة لقضاء الموصل والتي تبعد قرابة (20) كم عنها، وتم تصميم الحقل وفق القطاعات العشوائية الكاملة (المنشقة - المنشقة) وبأربع مكررات، علما ان المساحة المستغلة لتنفيذ التجربة (4.5) دونم؛ كما تم تهيئة تربة الحقل قبل العمل (تربة مفككة)؛ وان سرعة الساحبة كانت ثابتة (3.75) كم/ساعة، لجميع المعاملات.

1- الآلة المستخدمة:

تم تعيير الالة المصنعة قبل دخولها الحقل والعمل بها، وذلك من خلال رفع الالة وخفضها للحصول على الاستواء المثالي لها، وتم ضبط العمق المطلوب للعمل بواسطة عتلات خاصة لهذا الغرض وربط جهاز قوة السحب والحساسات والبطارية والحاسوب في الموقع المحدد لهم مع القيام بأجراء تجريبي للتأكد من عمل الجهاز قبل المباشرة بالعمل، وتم التأكد من وضع الإطارات والأسلحة بموقعها المحدد، علما أن وزن الآلة 500 كيلوغرام كما في الشكل (1).

شكل (1) يوضح الالة المصنعة

2- جهاز قوة السحب:

قوة السحب هي القوة المطلوبة لسحب الحمل سواء كان آلة زراعية أم عربة إلى الأمام وتؤثر بالاتجاه المعاكس لحركة الساحبة، حيث تم تصميم وتصنيع جهاز قياس قوة السحب بواسطة الشركة (rimik). ويتكون الجهاز من حساسات لقياس قوة السحب (load cell) وجهاز جمع البيانات لقوة السحب (data logger) وأسلاك لنقل البيانات من الحساس الى الجهاز ومن الجهاز الى شاشة الحاسوب الذي يحتوي على برنامج صمم من قبل الشركة المذكورة انفا لتحليل الإشارة القادمة من الحساسات ومعالجتها وخزنها وإظهارها على واجهة البرنامج المصمم لهذا الغرض، وصممت الالة وفق ما تطلبته الدراسة كما موضح في الشكل(2).

شكل (2)يوضح اجزاء جهاز قوة السحب

3-جهاز قياس الرطوبة:MO750 Soil Moisture Meter – Extech

يتكون الجهاز من ساق فولاذي بطول (20) سم، شاشة (LDC)، ذاكرة مؤقتة لخزن القراءات على الشاشة، يعمل بواسطة البطاريات، يتميز الجهاز بسهولة الاستخدام كما يحتوي على غطاء لمنع تسرب الماء الى الداخل، يمكنه قياس الرطوبة ضمن المدى (0-50) %، كما موضح في الشكل(3).

الشكل (3) جهاز قياس المحتوى الرطوبي

4- الصفات المدروسة:

أ- استهلاك الوقود (لتر/ ساعة) Fuel Consumption:

تم حساب كمية الوقود المستهلكة عمليا عن طريق أسطوانة مدرجة يضاف من خلالها الوقود الى خزان الساحبة نهاية كل خط عمل وحساب كمية مقدار الإضافة (Hashem واخرون ،2000). وتم حساب استهلاك الوقود من خلال المعادلة التالية:

$$Fc= (Fca / Tp) \times 3.6 \quad \ldots\ldots\ldots(1)$$

Fca: كمية الوقود المستهلكة المقاسة (مل).

Tp: الزمن الفعلي لإنجاز المعاملة (ثانية).

لحساب استهلاك الوقود لكل سلاح يجب معرفة استهلاك الوقود للساحبة دون حراثة (FCt) خلال المسافة التي حددت في التجربة والبالغة (25) م، بعد ذلك تم حساب استهلاك الوقود(الساحبة والالة) للاسلحة الثلاثة (3FC) وبعدها تم قياس استهلاك الوقود(الساحبة والالة) للسلاحين المرفقين خلف كل اطار بعد فك وازالة السلاح الوسطي بين الاطارين (2FC)، تم بعد ذلك طرح استهلاك الوقود للساحبة دون حراثة (FCt) من استهلاك الوقود لكل من (3FC) و(2FC) لنحصل على كمية الوقود المستهلكة من قبل الالة فقط لثلاثة اسلحة (3FCM) ولسلاحين (2FCM) كلاً على حده، وعند طرح استهلاك الوقود (3FCM) من استهلاك الوقود (2FCM) نحصل على استهلاك الوقود للسلاح الاحادي بين الاطارين (FCM)، كما ان قسمة استهلاك الوقود (2FCM) على (2) نحصل على استهلاك الوقود لسلاح احادي خلف الاطار(1FCM) كما هي موضحة في العلاقات الاتية:

$$FCM3=FC3-FCt \quad (L/h) \ldots\ldots..(2)$$

$$FCM2=FC2-FCt \quad (L/h) \ldots\ldots...(3)$$

$$FCM1= FCM2/2 \quad (L/h) \ldots\ldots\ldots(4)$$

$$FCM= FCM3- FCM2 \quad (L/h) \ldots\ldots\ldots(5)$$

إذ إن:

FCt = استهلاك الوقود للساحبة دون حراثة (لتر/ساعة).

3FCM= استهلاك الوقود للالة فقط بثلاث اسلحة (لتر/ساعة).

2FCM= استهلاك الوقود للالة فقط بسلاحين خلف الاطارات(لتر/ساعة).

1FCM= استهلاك الوقود للالة فقط لسلاح احادي خلف الاطار(لتر/ساعة).

FCM = استهلاك الوقود للالة لسلاح احادي بين الاطارين(لتر/ساعة).

بعد ذلك تم اضافة كمية الوقود المستهلكة للساحبة دون حراثة (FCt) الى كل من (1FCM) و(FCM) نحصل على استهلاك الوقود لكل سلاح على حدة.

ب- نسبة الانزلاق(%) : Slippage Percentage

الانزلاق هو عدم تساوي بين طول المسافة الخطية الى المسافة المحيطة لعدد ثابت من دورات العجلات القائدة في الساحبة (البنا، 1990)، تم حساب نسبة الانزلاق من خلال حساب السرعة العملية لكل وحدة تجريبية وطرحها من السرعة النظرية للساحبة ومن خلال المعادلة الاتية(الارحيم، 2009):

$$S= ((Vt – Vp) / Vt) \times 100 \ldots\ldots\ldots(6)$$

S: نسبة الانزلاق (%).

Vt: السرعة النظرية (كم/ساعة).

Vp: السرعة العملية (كم/ ساعة).

علما ان الطريقة المعتمدة في حساب الانزلاق للأسلحة خلف الإطار وبين الاطارات كانت وفقا لطريقة حساب استهلاك الوقود والمذكورة في الفقرة السابقة.

ج- قدرة السحب (كيلو واط) Drawbar Power :

هي حاصل ضرب قوة السحب بسرعة السحب (الطحان واخرون، 1991) ويمكن حسابها بالمعادلة الاتية:

$$DP=Ft \times VP \quad \ldots\ldots\ldots(7)$$

Ft: قوة السحب (كيلو نيوتن).

VP: سرعة السحب (م/ثانية).

د- مقاومة التربة للقطع والتشكيل (كيلونيوتن): Soil Resistance to Cutting and Shaping

تم قياسها باستعمال المعادلة التالية (ابو الخير، 1984):

$$CSR= S.R . \times Dp \times Bp \quad \ldots\ldots..(8)$$

Dp: عمق الحرث الفعلي (متر).

Bp: عرض الحرث الفعلي (متر).

ه- الطاقة النوعية (كيلو جول / م^3) Specific Energy:

هي الطاقة اللازمة لحرث حجم من التربة ويتم قياسها من خلال قسمة قدرة السحب على حجم التربة المثارة ويتم حسابها وفق المعادلة الاتية (Khader، 2008):

$$SEV =DP/V \quad \ldots\ldots\ldots(9)$$

DP: قدرة السحب (كيلو واط).

V: حجم التربة المثار (م3/ثا).

و- الكثافة الظاهرية (ميكاغرام/م^3) : Dry Buik Density

وهي عبارة عن النسبة بين كتلة الأجزاء الصلبة والجافة الى الحجم الكلي للتربة وحسبت باستخدام المعادلة الاتية:

$$Pb = Ms / Vt \quad \ldots\ldots\ldots \quad (10)$$

Ms: كتلة الأجزاء الصلبة (ميكاغرام).

Vt: الحجم الكلي للتربة (م3).

قيست بطريقة الأسطوانة المعدنية (core sample) وتم تجفيفها في فرن كهربائي على درجة حرارة (110) °م، ولمدة 24 ساعة بالطريقة الوزنية كما جاء في (Hartage & Blake ، 1986).

ز- النسبة المئوية للمسامية (%):Porosity

تعرف المسامية بأنها: النسبة بين حجم المسام المشغولة بكل من الماء والهواء الى الحجم الكلي للتربة ويمكن حسابها بالمعادلة الاتية (حسن، 1990).

$$F=(1-pb/ps)\times 100\% \quad \ldots\ldots\ldots(11)$$

pb: الكثافة الظاهرية (ميكاغرام/م^3).

ps: الكثافة الحقيقية، علماً ان قيمتها بلغت (2.65 ميكاغرام/م^3) .

النتائج والمناقشة

1- تأثير رطوبة التربة في الصفات المدروسة:

يتبين من الجدول (1) ان لرطوبة التربة تأثير معنوي ($p < 0.05$) في المؤشرات المدروسة ما عدا قدرة السحب والطاقة النوعية ومقاومة التربة للقطع والتشكيل والكثافة الظاهرية والمسامية. من الجدول نفسه نلاحظ أن الرطوبة (17%) حققت أقل نسبة انزلاق والبالغة 3.85 % مقارنة مع الرطوبة (20%) التي حققت 6.37 %، والسبب في ذلك قد يعود الى انخفاض الرطوبة يجعل التربة أكثر صلابة ومقاومة للكبس والذي يقلل من تشوه الحاصل للتربة أسفل الإطار ويحسن من حالة التماسك بين اطارات الساحبة والتربة وهذا بدوره يقلل من انزلاق وهذا يتفق مع ما ذكره (احمد والصباغ، 2012). اما صفة استهلاك الوقود فقد سلكت السلوك ذاته حيث يلاحظ أن الرطوبة (17 %) سجّلت أقل قيمة لاستهلاك الوقود والبالغة 2.6 لتر/ساعة، في حين سجّلت الرطوبة (20%) أعلى قيمة لاستهلاك الوقود، حيث بلغت 5.1 لتر/ساعة، والسبب في ذلك يعود إلى انخفاض نسبة الانزلاق عند الرطوبة (17%) مقارنة بالرطوبة (20%)، حيث إن استهلاك الوقود يعتمد على نسبة الانزلاق، وهذا ما أكدهُ الطلباني وسعد (2018)، على أن معدّل استهلاك الوقود يزداد بزيادة نسبة الانزلاق.

ونلاحظ من الجدول (1) ان رطوبة التربة لم يكن لها تأثير معنوي ($p < 0.05$) في باقي المؤشرات المدروسة، بالرغم من ذلك فقد سجلت الرطوبة (17%) أفضل قيمة لصفة مقاومة التربة للقطع والتشكيل والتي بلغت 2.052 كيلو نيوتن. في حين سجلت الرطوبة (20%) افضل قيمة لصفة قدرة السحب والطاقة النوعية والمسامية والكثافة الظاهرية والتي بلغت (2.175 كيلو واط، 40.495 كيلو جول / م3 ، 45.233 %، 1.424 ميكاغرام/م3) على التوالي.

جدول (1): تأثير رطوبة التربة في الصفات المدروسة.

رطوبة التربة	قدرة السحب (كيلو واط)*	استهلاك الوقود(لتر/ساعة) *	الانزلاق (%) *	الطاقة النوعية (كيلو جول / م^3) *	مقاومة التربة للقطع والتشكيل(كيلونيوتن) *	المسامية(%)**	الكثافة الظاهرية (ميكاغرام/م^3) *
17%	2.372 أ	2.6 ب	3.85 ب	52.928 أ	2.052 أ	44.981 أ	1.431 أ
20%	2.175 أ	5.1 أ	6.37 أ	40.495 أ	2.204 أ	45.233 أ	1.424 أ

ملاحظة: الاحرف المختلفة تدل على وجود فروقات معنوية بين متوسطات المعاملات،
في حين الاحرف المتشابه تدل على عدم وجود فروقات معنوية بين متوسطات المعاملات.
*القيمة الأقل هي الأفضل. **القيمة الأعلى هي الأفضل.

2- تأثير أنظمة المرور في الصفات المدروسة:

يتضح من الجدول (2) ان لأنظمة الزراعة تأثيراً معنوياً ($p < 0.05$) في جميع المؤشرات، ومن خلال ملاحظة النتائج المعروضة في الجدول ذاته يلاحظ تفوق المرور المحدد بإعطاء اقل قيمة لقدرة السحب، في حين أعطى المرور العشوائي أعلى القيم لهذا المؤشر، وكانت النتائج (1.861، 2.686 كيلو واط) على التوالي، ويرجع السبب في ذلك الى ان مرور الساحبة يزيد من كبس الحاصل للتربة في اثر مرور الاطارات (اي نظام المرور العشوائي) مما يزيد من متطلبات القدرة لإنجاز عملية الحراثة مقارنةً مع حراثة التربة غير المكبوسة بين اطارات الساحبة (اي نظام المرور المحدد) وهذا يتوافق مع نتائج مؤشرات كبس التربة (الكثافة الظاهرية والمسامية) وهذا يتفق مع ما وجده Luhaib واخرون، 2017).

ومن الجدول نفسه نلاحظ سلوك ذاته قد سلكته صفة نسبة الانزلاق حيث تفوق المرور المحدد بتسجيله اقل نسبة انزلاق والبالغة (4.39 %)، في حين حقق المرور العشوائي أعلى نسبة انزلاق والبالغة (5.83%)؛ ويعود السبب الى ان حراثة التربة أسفل الإطار مباشرة ولد مقاومة امام عمل سلاح رجل البطة نتيجة كبس التربة مما ادى الى زيادة قوة السحب والذي عمل على زيادة الانزلاق وهذا ما اكده الارحيم (2009)، حيث بين إن الانزلاق يزداد بزيادة قوة السحب.

من ملاحظة الجدول (2) تبين ان صفة استهلاك الوقود قد سلكت ايضا السلوك نفسه أذ ان المرور المحدد حقق أقل معدّل لاستهلاك الوقود والبالغ (3.2 لتر/ساعة) مقارنة بالمرور العشوائي والذي حقق (4.6 لتر/ساعة)، والسبب في ذلك يعود إلى انخفاض القوة المطلوبة للسحب ونسبة الانزلاق بالنسبة للمرور المحدد مقارنة بالمرور العشوائي.

تشير النتائج المعروضة في الجدول ذاته الى تفوق المرور المحدد في تسجيل اقل قيمة للطاقة النوعية، اذ بلغت (39.833 كيلو جول / م3)، في حين سجل المرور العشوائي القيمة العليا والبالغة (53.591 كيلو جول / م3)، يعود السبب الى ان المرور المحدد حقق اقل قوة سحب ومساحة تربة مثار مقارنة مع المرور العشوائي واللتان تعتبران من مركّبتي الطاقة النوعية.

يتضح من الجدول ذاته أن المرور المحدد سجّل أدنى قيمة لمقاومة التربة للقطع والتشكيل عندما بلغت (1.724 كيلونيوتن)، وأن أعلى قيمة لمقاومة التربة للقطع والتشكيل تم الحصول عليها مع المرور العشوائي وكانت (2.532 كيلونيوتن)، وسبب ذلك يعود إلى ان عمل الالة في تربة مكبوسة (خلف الإطار مباشرة) عمل على زيادة مقاومة التربة التي تواجه السلاح اثناء عمله في التربة والتي عكستها المقاومة النوعية من خلال زيادتها.

جدول (2): تأثير أنظمة المرور في الصفات المدروسة.

أنظمة الزراعة	قدرة السحب (كيلو واط)*	استهلاك الوقود(لتر/ساعة) *	الانزلاق (%) *	الطاقة النوعية (كيلو جول / م^3) *	مقاومة التربة للقطع والتشكيل(كيلونيوتن) *	المسامية (%)**	الكثافة الظاهرية (ميكاغرام/م^3) *
المرور العشوائي	2.686 أ	4.6 أ	5.83 أ	53.591 أ	2.532 أ	40.9 ب	1.54 أ
المرور المحدد	1.861 ب	3.2ب	4.39ب	39.833 ب	1.724ب	49.3 أ	1.32 ب

ملاحظة: الاحرف المختلفة تدل على وجود فروقات معنوية بين متوسطات المعاملات،
في حين الاحرف المتشابه تدل على عدم وجود فروقات معنوية بين متوسطات المعاملات.
*القيمة الأقل هي الأفضل. **القيمة الأعلى هي الأفضل.

ونلاحظ من الجدول (2) تفوق المرور المحدد بإعطاء اقل قيمة للكثافة الظاهرية التي بلغت 1.32 ميكاغرام/م3، في حين أعطى المرور العشوائي أعلى القيم لهذا المؤشر والتي تبلغ 1.54 ميكاغرام/م3، وقد يرجع السبب في ذلك الى ان نظام المرور العشوائي يعمل على كبس التربة نتيجة مرور الاطار، وعندما تتعرض التربة للكبس فان دقائق التربة تنزلق وتتدحرج بعضها فوق بعض وتتقارب، وان عملية التقارب هذه تؤدي إلى طرد الهواء وتقليص حجم المسامات في جسم التربة فتزداد بذلك كثافتها، وهذا يتفق مع Husnjak واخرون (2002) و Hussein (2018) ومن الجدول نفسه نلاحظ ان نظام المرور المحدد حقق أعلى مسامية مقدارها 49.3% مقارنة بنظام المرور العشوائي الذي سجل اقل قيمة لنفس الصفة والتي بلغت 40.9%، وسبب ذلك يرجع الى ما ذكر انفا وهذا يتفق مع ما جاء به Hussein (2018).

3- تأثير التداخل بين رطوبة التربة وأنظمة الزراعة في الصفات المدروسة:

نلاحظ من الجدول (3) ان للتداخل بين رطوبة التربة وأنظمة الزراعة تأثير معنوي ($p < 0.05$) في جميع المؤشرات المدروسة، اذ توضح النتائج تفوق المرور المحدد عند الرطوبة (20%) في اعطاء اقل قدرة سحب، اذ بلغت 1.675 كيلو واط، في حين أعطى المرور العشوائي عند الرطوبة (17%) أعلى قدرة سحب والبالغة قيمتها 2.697 كيلو واط والتي لم تكن تختلف معنويا عن التداخل بين المرور ذاته عند الرطوبة (20%). وسبب ذلك يعود الى الكبس الحاصل

بفعل مرور اطارات الساحبة وعند كلا الرطوبتين كما مبين في الجدول ذاته، وهذا يتفق مع نتائج مؤشرات كبس التربة المشار اليها في الفقرة السابقة.

من الجدول (3) يتبين تفوق المرور المحدد عند الرطوبة (17%) في تحقيق أقل نسبة للانزلاق، حيث بلغت 3.45% مقارنة بباقي المعاملات، أما المرور العشوائي عند الرطوبة (20)، فقد حققت أعلى قيمة للانزلاق، والتي بلغت 7.41% ويرجع السبب الى ما ذكر في الفقرة (4-1-2). اما في صفة استهلاك الوقود فقد كان سلوكها مشابه لما حصل في الصفة السابقة حيث تفوق المرور المحدد عند الرطوبة (17%) في اعطاء اقل قيمة لمعدل استهلاك الوقود والبالغة 2.2 لتر/ساعة مقارنة مع بقية المعاملات، في حين حقق المرور العشوائي عند الرطوبة (20) اعلى قيمة لمعدل استهلاك الوقود، والتي بلغت 6.1 لتر/ ساعة. وقد يعود السبب ايضا الى ما ذكر في الفقرة (2).

تشير النتائج المعروضة في الجدول ذاته الى تفوق المرور المحدد عند الرطوبة (20%) بتسجيل اقل قيمة للطاقة النوعية، اذ بلغت 30.305 كيلو جول / م3، في حين سجل المرور العشوائي عند الرطوبة (17%) القيمة العليا والبالغة 56.496 كيلو جول / م3، والتي لم تفرق معنويا في التداخل بين المرور نفسه عند الرطوبة (20%)، ويعود السبب الى ان المرور المحدد حقق اقل قوة سحب ومساحة تربة مثار مقارنة مع المرور العشوائي واللتان تعتبران من مركّبتي المقاومة النوعية.

تشير النتائج في الجدول ذاته أن المرور المحدد عند الرطوبة (20%) سجّل أدنى قيمة لمقاومة التربة للقطع والتشكيل والبالغة 1.705 كيلونيوتن، وأن أعلى قيمة للمؤشر ذاته تم الحصول عليها مع المرور العشوائي وبلغ 2.704 كيلونيوتن، وسبب ذلك يعود إلى المحتوى الرطوبي العالي يسهل من كبس التربة وبأقل قوة مسلط على التربة (مرور الإطار) وبما ان عمل الالة في تربة مكبوسة (خلف الإطار مباشرة) ادى الى زيادة مقاومة التربة التي تواجه السلاح اثناء عمله في التربة والتي عكستها المقاومة النوعية من خلال زيادتها.

يتضح من الجدول (3) تفوق المرور المحدد عند الرطوبة (20%) بتسجيل اقل قيمة للكثافة الظاهرية والبالغة 1.35 ميكاغرام/م3، كما أعطى المرور العشوائي عند الرطوبة ذاتها اعلى قيمة للكثافة الظاهرية والبالغة 1.50 ميكاغرام/م3، وكان السلوك مماثل مع صفة المسامية حيث سجل المرور المحدد عند الرطوبة (20%) اعلى قيمة للمسامية اذ بلغت 48.0%، في حين سجل التداخل بين الرطوبة (20%) والمرور العشوائي اقل قيمة للمسامية اذ بلغت 42.4%، ويعود سبب ذلك إلى أنّ زيادة المحتوى الرطوبي يؤدّي إلى زيادة الاغلفة المائية حول دقائق التربة، فتصبح أكثر انزلاقا، وعندما تتعرض التربة للاجهاد أو الكبس فإنّ دقائق التربة تنزلق وتتدحرج فوق بعضها البعض بسهوله وتتقارب، وإنّ عملية التقارب هذه تؤدّي إلى طرد الهواء وتقليص حجم المسامات في جسم التربة مما يؤدي الى زيادة الكثافة الظاهرية، وهذا يتفق مع ما وجده Craig (2013).

جدول (3) تأثير التداخل بين رطوبة التربة وأنظمة المرور في المؤشرات المدروسة

التداخل بين رطوبة التربة وأنظمة المرور		قدرة السحب (كيلو واط)*	استهلاك الوقود(لتر/ساعة) *	الانزلاق (%) *	الطاقة النوعية (كيلو جول /م3)*	مقاومة التربة للقطع والتشكيل(كيلونيوتن) *	المسامية (%)**	الكثافة الظاهرية (ميكاغرام/م3) *
17%	المرور عشوائي	2.697 أ	3.1 ج	4.25 ج	56.496 أ	2.362 أ	44.7 ج	1.44 ب
	المرور المحدد	2.047 ب	2.2 د	3.45 د	49.361 أ	1.742 ب	45.3 ب	1.42 ج
20%	المرور عشوائي	2.674 أ	6.1 أ	7.41 أ	50.686 أ	2.704 أ	42.4 د	1.50 أ

	المرور المحدد	1.675 ب	4.1 ب	5.33 ب	30.305ب	1.705 ب	48.0 أ	1.35 د

ملاحظة: الاحرف المختلفة تدل على وجود فروقات معنوية بين متوسطات المعاملات،
في حين الاحرف المتشابه تدل على عدم وجود فروقات معنوية بين متوسطات المعاملات.
*القيمة الأقل هي الأفضل. **القيمة الأعلى هي الأفضل.

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات:

1. اعطى المرور العشوائي اعلى قيمة لصفة الكثافة الظاهرية بنسبة زيادة مقدارها 17%.
2. حقق نظام المرور المحدد أفضل القيم لجميع الصفات المدروسة مقارنة بالنظام العشوائي، حيث انخفضت متطلبات القدرة بصورة مباشرة وغير مباشرة من خلال نقصان في المؤشرات المدروسة الاتية: قدرة السحب، الانزلاق، استهلاك الوقود، مقاومة التربة للقطع والتشكيل، الطاقة النوعية، وبمقدار 31%، 25%، 30%، 32%،26% على التوالي.

التوصيات:

1. توصي الدراسة باستخدام الالة المصنعة كونها وفرت أفضل وأدق القراءات والنتائج البحثية.
2. توصي الدراسة بتبني نظام المرور المحدد من قبل المزارعين لإعطائه أفضل النتائج ولكلا الرطوبتين مقارنة مع نظام المرور العشوائي.
3. نوصي بأجراء تجربة مستقبلية باستخدام نفس الالة يتم فيها استخدام ترب واوزان مختلفة.

المصادر:

- **أبو الخير، مصطفى (1984).** تشغيل آلات ومعدات استصلاح الأراضي، قسم الهندسة الزراعية، كلية الزراعة ، جامعة المنصورة.
- **الارحيم، محمود ناطق عبد القادر(2009).** تقييم الاداء الحقلي لأسلحة المحراث تحت التربة المصنعة محليا. رسالة ماجستير، قسم مكننة زراعية، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل.
- **البنّا، عزيز رمّو (1990).** معدات تهيئة التربة. مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.
- **حسن، هشام محمود (1990).** فيزياء التربة، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، العراق.
- **الطحان، ياسين هاشم، مدحت عبدالله حميدة ومحمد قدري عبد الوهاب (1991).** اقتصاديات وادارة المكائن والالات الزراعية، جامعة الموصل، العراق.
- **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. Bult, (93). Res. Cent. Coll. of Agri., King Saud Univ., Pages 5-21,

https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.566.1400&rep=rep1&type=pdf.

- **Al-Gaadi, KA (2013).** Assessment of soil compaction under center pivot irrigation systems and its effect on crop performance, American Journal of Agricultural and Biological Sciences, volume. 8, issue 1, pages 54. https://web.archive.org/web/20190222010950id_/http://pdfs.semanticscholar.org/2fde/8977fb0d391a78a74d29bb0c296a1f864454.pdf
- **Blake, G.R. and Hartge, K.H. (1986)** Bulk density. In: Klute, A., Ed., Methods of Soil Analysis, Part 1—Physical and Mineralogical Methods, 2nd Edition, Agronomy Monograph 9, American Society of Agronomy—Soil Science Society of America, Madison, 363-382.
- **Chamen, WCT & Longstaff, DJ (1995).** Traffic and tillage effects on soil conditions and crop growth on a swelling clay soil, Soil use and management, volume 11, issue 4, pages 168-76. https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.1995.tb00951.x
- **Craig, R. F. (2013).** Soil mechanics. Springer. New York, American United States.
- **Galambošová, J., Macák, M., Rataj, V., Antille, D. L., Godwin, R. J., Chamen, W. C., ... & Chlpík, J. (2017).** Field evaluation of controlled traffic farming in Central Europe using commercially available machinery. Transactions of the ASABE, volume 60 , issue 3, pages 657-669. https://elibrary.asabe.org/abstract.asp?aid=47774
- **Horn, R., Fleige, H., Peth, S., & Peng, X. (2006).** Soil management for sustainability, Schweizerbart Science, Stuttgart, Germany.
- **Husnjak, S., Filipovic, D. and Kosutic, S. (2002).** Influence of different tillage systems on soil physical properties and crop yield. Rostlinna Vyroba-UZPI (Czech Republic). volume 48, issue 6, pages 249-254. https://agris.fao.org/agris search/search.do?recordID=CZ2 002000848.
- **Hussein, MA, Antille, D, Chen, G, Kodur, S & Tullberg, JN 2018,** Agronomic performance of sorghum (Sorghum bicolor L. Moench) and fertilizer use efficiency as affected by controlled and non-controlled traffic of farm machinery', in 2017 ASABE Annual International Meeting: Proceedings of the 2018 ASABE Annual International Meeting ASABE, St. Joseph, MI, pages 1-13.

- **Khadr, K. A. (2008).** Effect of some primary tillage implement on soil pulverization and specific energy. Misr journal of agricultural engineering, volume 25, issue3, pages731-745. https://mjae.journals.ekb.eg/article_191017_612ffc9da4308661b23db456bcb12cb6.pdf.
- **Kroulík, M., Kumhála, F., Hůla, J., & Honzík, I. (2009).** The evaluation of agricultural machines field trafficking intensity for different soil tillage technologies. Soil and Tillage Research, volume 105, issue 1, pages 171-5. https://doi.org/10.1016/j.still.2009.07.004
- **Luhaib, A. A., Antille, D. L., Tullberg, J. N., Chen, G., & Hussein, M. A. (2017).** Effect of controlled traffic farming on energy saving in Australian grain cropping systems. in 2017 ASABE Annual International Meeting: Proceedings of the 2018 ASABE Annual International Meeting ASABE, St. Joseph, MI.
- **Voorhees, W. B., Senst, C. G., & Nelson, W. W. (1978).** Compaction and soil structure modification by wheel traffic in the northern Corn Belt. Soil Science Society of America Journal, volume 42, issue 2, pages 344-349. https://doi.org/10.2136/sssaj1978.03615995004200020029x.