المجلة الليبية للعلوم الزراعية
المجلد (28): العدد (1) 2023: 1 - 11

ورقة أصيلة

تأثير حركة الجرار الزراعي في الحقل على خاصية مقاومة الاختراق في التربة الزراعية

محمد عيسى موسى، فتحي محمد فرح ، عيادة محمد عمار هلاب

قسم الهندسة الزراعية – كلية الزراعة – جامعة طرابلس

المستخلص

أجريت هذه الدراسة في محطة أبحاث ومعامل كلية الزراعة، وكلية الهندسة جامعة طرابلس، وذلك لدراسة تأثير الانضغاط الناتج عن الحركة المرورية للجرار الزراعي على سطح التربة، والتغيرات التي تطرأ على مؤشر مقاومة الاختراق في التربة، وهي احدى الخواص الهندسية للتربة . استخدم في هذه التجربة جرار زراعي نوع جذع 435 بقدرة (53.7 كيلو وات)، يزن 2590 كيلو جرام بدون ملحقات، بسرعة 5 كم/ ساعة. قسم الحقل إلى 10 أجزاء حسب عدد مرات مرور الجرار الزراعي، الجزء الأول لعدد مرات المرور صفر (بدون مرور) كمعاملة مقارنة، والأجزاء الباقية لمرات المرور (1- 9) والتي تمثل معاملات الانضغاط للتربة، وقد أخذت قياسات مؤشر مقاومة الاختراق في الحقل عند العمقين (0 – 15)، (15 – 30) سم لمعرفة تأثير المرور على كل منها. أشارت نتائج البحث إلى أن الانضغاط الناتج عن عدد مرات مرور الجرار الزراعي له تأثير واضح على صفة مقاومة الاختراق عند مستوى معنوية 5%، فقد ارتفعت قيم متوسط مؤشر مقاومة الاختراق عبر القطاع بعد المرور الأول، وكان الفارق عالي المعنوية بين المعاملات والشاهد ، فقد زادت قيمة متوسط مقاومة الاختراق في الطبقة السطحية (0-15) سم، من 997.29 كيلو باسكال في معاملة المقارنة إلى 1483.86 كيلو باسكال بعد المرور السابع بزيادة بلغت 48.79 %، وكان التأثير الأكبر بعد المرور الثالث بنسبة 90.70 % ؛ حيث وصلت مقاومة الاختراق إلى 1911.76 كيلو باسكال، كما زادت قيمة متوسط مقاومة الاختراق في العمق (15 – 30) سم، من1846.19 كيلو باسكال في معاملة المقارنة إلى 3071.24 كيلو باسكال بعد المرور السابع بنسبة مقدارها 66.36 %، %، وكان التأثير الأكبر بعد المرور الثالث بنسبة 82.15 %؛ حيث بلغت المقاومة 3362.83 كيلو باسكال.

الكلمات الدالة: الانضغاط، مقاومة الاختراق، الجرار الزراعي، التربة.

المقدمة

تُعد التربة إحدى الموارد الطبيعية الهامة الموجودة على سطح الأرض، وهي أساس النشاط الاقتصادي الزراعي الذي تعتمد عليه الكثير من الدول كأولوية لتحقيق الأمن الغذائي لها، والنمو الاقتصادي وتحسين مستوى المعيشة للمجتمع. إن التعرف على خواص التربة واختبار خصائصها من العوامل المهمة في إنجاح العمليات الزراعية و زيادة الإنتاج الزراعي، حيث إنها تتعرض إلى العديد من المشاكل التي تؤثر عليها فيزيائيا وميكانيكيا. أن التغير الذي يطرأ على التربة بسبب الانضغاط سوف يكون له تأثير واضح على معدل بزوغ ونمو البادرات ونسبة الإنبات، بحيث تتعرض الجذور الغضة لهذه النباتات إلى إجهاد ميكانيكي يمنعها من التغلغل بصورة طبيعة داخل جسم التربة خلال فترة النمو، وبالتالي يؤثر على الإنتاجية العملية للفلاح، ومع كل هذا التأثير السلبي للانضغاط على الخواص الطبيعية للتربة، إلا أنه ليست كل حالات التلبيد ضارة؛

للاتصال: محمد عيسى موسى، قسم الهندسة الزراعية، كلية الزراعة ، جامعة طرابلس - ليبيا

هاتف: 218925217384 + البريد الالكتروني: isamohammed00@gmail.com

استلمت بتاريخ: 2022/11/30 أجيزت بتاريخ: 2023/5/29

إذ يؤدي هذا التأثير إلى احتفاظ التربة بالرطوبة في الترب الرملية ذات المسام الواسع، وخاصة في الزراعات البعلية، وأيضاً الانضغاط القليل للتربة بعد إعداد مرقد البذرة يؤدي إلى تلامس أفضل بين البذرة وحبيبات التربة، مما يزيد من إنجاح عملية الإنبات. نظرا للتوسع في استخدام المركبات والآلات في الحقول الزراعية، عليه أجريت هذه الدراسة لمعرفة الآثار الضارة والسلبية لحركة الآلات بدراسة التغير في مؤشر مقاومة الاختراق للتربة الزراعية، إضافة إلى تدعيم الدراسات والأبحاث في هذا المجال على المستوى المحلي.

تسبب الآلات التي يزيد وزنها عن 10 طن انضغاطا للطبقة السطحية للتربة، كما أن الآلات المتكونة من أكثر من قطعة والتي تزن بين 20 – 30 طن تسبب انضغاطاً للتربة عند عمق أكبر من الطبقة السطحية، وتحدث نسبة 70% - 80% من انضغاط التربة عند المرور الأول للآلة الزراعية (Wolkowski 2008 and Lowery) ، كما وجدSingh et al., (2015) أن مرور العجلات يسبب في انضغاط الطبقة السطحية للتربة عند العمق 10 – 40 سم مؤديا إلى إعاقة نمو واختراق الجذور، وتعتبر الرطوبة من أهم العوامل الأساسية المؤثرة على انضغاط التربة؛ حيث إن التربة تصل إلى أعلى قدر من الانضغاط عند السعة الحقلية المائية، كما وجد أنه كلما زاد محتوى التربة من المادة العضوية كلما قلت قابليتها للانضغاط.

وفي دراسة أخرى قام بها Kuht (2012) وجد أن حبيبات التربة الرملية التي أجريت عليها التجربة والتي تراوح قطرها بين 0.25 – 7 ملم قلت كمياتها بفعل الانضغاط بنسبة 14.4%، وأن مقاومة الاختراق للطبقة السطحية كانت أعلى بمقدار 1.7 – 2.6 مرة للتربة المنضغطة مقارنة بغير المنضغطة. دراسة أخرى قام بها Ogunjirin et al.,(2010) وجد أنه لتقليل انضغاط التربة فإنه يوصى باستخدام جرارات بضغط عجلات يتراوح بين 100 – 140 كيلو بسكال للتربة الرملية الطمييية. من خلال الدراسة التي قام بها بشر (2009) لمعرفة تأثير حركة مرور الآلات الزراعية في التربة الرملية على خاصية مقاومة الاختراق عند الأعماق (0 – 15 سم)، (15 – 30 سم) و (30 – 45 سم)، وجد أن قيم متوسط مقاومة الاختراق عبر القطاعات ارتفعت مع زيادة عدد مرات المرور ولأكثر من الضعف تقريبا، وأن نسبة 78% من الزيادة تمت بعد المرور الثاني.

المواد وطرائق البحث

أجريت هذه الدراسة على مرحلتين استمرت من شهر مارس 2016 وحتى شهر ديسمبر 2017، بمحطة أبحاث كلية الزراعة ومعامل قسم التربة والمياه بكلية الزراعة، ومعامل كلية الهندسة جامعة طرابلس، على قطعة أرض مساحتها حوالي 1700 م 2.

المرحلة الأولى- دراسة بعض الصفات العامة لتربة الحقل في الحالة الطبيعية، وذلك من خلال إجراء بعض الاختبارات المعملية والحقلية.

قيست بعض الخواص الفيزيائية للتربة في الحالة الطبيعية، وذلك لتحديد مدى تأثر هذه التربة بالقوى الخارجية المؤثرة على سلوكها.

تحديد قوام التربة ودرجة التفاعل ودرجة التوصيل الكهربائي

حفر قطاع للتربة بموقع التجربة وأخذت منه عينات تربة من العمقين (0- 15) و (15- 30) سم، وأجري على هذه العينات التحليل الميكانيكي للتربة بطريقتي الهيدروميتر والماصة لتحديد قوام التربة (يحي وسليمان، 1980). كما قيست درجة التوصيل الكهربائي (EC)، وذلك باستخدام جهاز التوصيل الكهربائي، وقيست –أيضا- درجة التفاعل (PH) بواسطة جهاز قياس درجة التفاعل(Blank et al., 1965).

اختبار القص المباشر للتربة

يستخدم لقياس خواص التربة (φ، C)، يتم استخدامه في الترب الرملية أكثر من الترب المتماسكة. بناءً على نظرية كولومب للإخفاق فإن:

$$\tau = C + \delta \tan f_0 \varphi \quad \text{.....} \quad (1)$$

الهدف من التجربة: تحديد زاوية الاحتكاك الداخلي بين

حبيبات التربة، وتماسك التربة باستخدام صندوق القص، ويُعتبر ذلك من الاختبارات الأولية للتربة .

المعدات والمواد المستخدمة: صندوق القص وهيكل التحميل، أجهزة التحميل والقياس للأحمال الرأسية، صحن لتجفيف ووزن التربة، عداد إزاحة، قمع، ميزان حساس، ساعة إيقاف. يتألف جهاز القص المباشر من نصفين: السفلي ثابت والعلوي متحرك متصل بساعة التحميل الأفقي، وملحق به عدد من العدادات لقياس مقدار الحمل الأفقي الواقع على العينة، ومتصل- أيضا- بساعة القوة العمودية، وطول ضلع المكعب 6 سم (شيخة 2018).

خطوات العمل التي أجريت في المعمل: قيست الأبعاد الداخلية للصندوق وأخذت عينة من التربة الجافة في وعاء وسجلت كتلتها وكتلة الوعاء. وضعت العينة بعناية في صندوق القص بواسطة القمع بحيث سقطت التربة تحت تأثير وزنها، وبعد ذلك تم تعبئة الصندوق إلى العلامة المحددة (مسافة 2.3 سم) من قاع الصندوق، وتم الاستعانة بصفيحة لتسوية السطح ووزن الوعاء بعد تفريغ التربة إلى الصندوق، وسجل وزن التربة التي في الصندوق . ثم ثبتت التربة المستعملة في كل الحسابات المتكررة حتى لا تتغير الكثافة، ووضعت تركيبة (جسر) التحميل على الصندوق بعد تثبيته في الجهاز، وكذلك وضعت الأوزان المطلوبة حسب جدول الأوزان. شغلت آلة القص المباشر عند إزاحة أفقية ثابتة، وسجل الزمن باستخدام ساعة الإيقاف؛ حيث حسبت وسجلت عدد القراءات في مؤشر الجهاز التي حصل فيه انهيار العينة، وكررت الخطوات السابقة مع تغير قيم الأوزان في كل مرة، وتم حساب قيم إجهاد القص عند الانهيار في كل مرة والقيم المناظرة من الإجهادات العمودية.

الحسابات:

حمل القص = معامل الحلقة (2.13) × قراءة المؤشر (قيمة انهيار العينة).....(2)

إجهاد القص= حمل القص/مساحة العينة..... (3)

وزن العينة=وزن العينة قبل التجربة – وزن العينة بعد التجربة.....(4)

وزن العينة = 949.5 – 833.8 = 115.7 جرام

كثافة التربة=وزن العينة/حجم الصندوق....(5)

كثافة التربة = 115.7 /(36×2.5) = 1.397 جرام/سم3

بناء على تطبيق قانون كولومب للإخفاق استنتج مقدار التماسك الموجود في التربة وزاوية الاحتكاك الداخلي بين حبيبات التربة لتربة رملية طمييية القوام.

قانون كولومب للإخفاق:

$\tau=C+\delta \tan\varphi$

حيث τ إجهاد القص المباشر (كيلو جرام / سم ²).

C مقدار التماسك في التربة عند الحمل صفر (كيلو جرام / سم ²).

δ معامل الاحتكاك بين حبيبات التربة أثناء الحركة التدحرجية أو الانزلاق (كيلو جرام / سم ²).

φ زاوية الاحتكاك الداخلي (درجة).

ومن قانون كولومب نجد أن:

$C+4\tan\varphi = 3.0156$

$C+2\tan\varphi = 1.5982$

بطرح المعادلتين نحصل على:

φ زاوية الاحتكاك الداخلي = 35.32°، C معامل تماسك التربة =0.1813 كجم / سم ².

اختبار بروكتور القياسي (الدمك القياسي)

الهدف من تجربة الدمك القياسي، تحديد أقصى كثافة جافة والمحتوى المائي الأمثل لعينة من التربة عند جهد دمك قياسي قدره 594 كيلو جول / متر ³.

المواد المستخدمة: قالب دمك قياسي قطره (10.2 سم)، وارتفاعه (11.6 سم) (وحجمه 947.86 سم ³)، مطرقة بكتلة 2.5 كجم، وعاء كبير لخلط العينة، مسطرة لتسوية سطح التربة، ملعقة تربة، مدق مطاطي، قنينة للتحكم في زيادة المحتوى المائي، ميزان بحساسية 0.01 جرام، فرن تجفيف، وبوتقات تجفيف.

خطوات الاختبار التي أجريت في المعمل: وزن قالب الدمك بقاعدته، وأخذت عينة كتلتها 3 كجم من التربة المارة من المنخل رقم (4 مم) بعد تجفيفها وتفكيكها

باليد، وتم خلط التربة بنسبة ابتدائية من الماء 3% من وزن العينة ، وبعد خلط التربة جيداً تم وضعها في القالب على ثلاث طبقات متساوية، وكل طبقة دمكت 25 ضربة، بحيث وزعت الضربات على العينة بالتساوي، وكان ارتفاع التربة في الطبقة الأخيرة أعلى بقليل من حافة القالب، ونزع الامتداد العلوي للقالب، وتم تسوية سطح العينة بالمسطرة والتخلص من كل التربة الموجودة خارج القالب، ونظف القالب جيداً ووزن مع التربة المدكوكة.

المرحلة الثانية من التجربة- دراسة تأثير الانضغاط على بعض الخواص الهندسية للتربة

أجريت هذه المرحلة من التجربة حقليا ومعمليا في الفترة من شهر سبتمبر 2016 م إلى شهر ديسمبر 2017 م.

العوامل الثابتة: عدد مرات المرور(1– 9)، العمق (0 – 15)، (15 – 30) سم، والصفة المدروسة: مؤشر مقاومة الاختراق للتربة.

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي

صممت التجربة وفقاً للتصميم العشوائي الكامل (Completely Randomize Design (CRD)، ووزعت المعاملات عشوائياً على جميع المكررات بداخل الحقل، وبناءً على تأثير العوامل المدروسة حللت البيانات إحصائيا. أجري تحليل التباين لبيانات التجربة باستعمال برنامج التحليل الإحصائي (Statistical Analysis System) (SAS 2002)، واستخدم اختبار دانكن متعدد الحدود (Duncan، 1955) لتحديد معنوية الفروق بين متوسطات المعاملات المختلفة عند مستوى معنوية 5%.

حللت بيانات الصفات المدروسة إحصائياً خلال فترة التجربة على أساس تجربة عامليه بعاملين أساسين وهما: تأثير عدد مرات مرور الجرار والعمق والتداخل بينهما على خاصية مقاومة الاختراق للتربة، بمعدل ثلاثة مكررات لكل معاملة، وكان النموذج الرياضي للتصميم التجريبي كالآتي:

$$Y_{ijk}=M+ A_i+B_j+ AB_{ij} +E_{ijk} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(6)$$

حيث أن:

Y_{ijk} الاستجابة المتغيرة في التجربة، والتي تشمل: التغير في قيم مقاومة الاختراق للتربة.

M المتوسط العام.

A_i تأثير العمق (i = 1، 2).

B_j تأثير عدد مرات المرور(J=1،2،3،4،5،6،7،8،9،10).

B_jA_i تأثير التداخل بين العمق وعدد مرات المرور.

E_{ijk} الخطأ التجريبي.

خطوات تنفيذ التجربة

استخدم في هذه التجربة جرار زراعي من نوع جدع 435 بقدرة 72 حصان ميكانيكي يزن 2590 كجم، بسرعة ثابتة قدرها 5 كم/ س.

قيست رطوبة التربة باستخدام طريقة تقدير كمية الماء في التربة، وأخذت عينات من التربة في حالتها الطبيعية بواسطة مجرفة وأسطوانة بعد عملية ري الحقل مباشرة ، ووضعت العينات في علب الرطوبة ونقلت إلى المعمل، حيث قيس الوزن الرطب لعينات التربة، وجففت في الفرن على درجة حرارة 105 م° ولمدة 24 ساعة، وقيس لها الوزن الجاف بعد عملية التجفيف ومن خلال العلاقة التالية، حسبت نسبة الرطوبة داخل الحقل (يحيى وسليمان، 1980).

نسبة الرطوبة%= الوزن الرطب - الوزن الجاف/ الوزن الجاف x 100 .....(7)

قسم الحقل بعد ريه إلى 10 أجزاء حسب عدد مرات مرور الجرار الزراعي، الجزء الأول لعدد المرور صفر (بدون مرور) كمعاملة مقارنة، والأجزاء الباقية لمرات المرور من 1 إلى 9، والتي تمثل معاملات الانضغاط للتربة، حيث أُخذت ثلاثة مكررات لكل معاملة وذلك لحساب مؤشر مقاومة الاختراق في الحقل.

مؤشر مقاومة الاختراق

جهاز قياس مقاومة الاختراق البنتومتر (مقياس الدليل المخروطي) حسب مواصفات الجمعية الأمريكية للمهندسين الزراعيين، ويتكون من حلقة معدنية مثبت بداخلها عداد يقيس الانحراف الذي يحدث فيه أثناء اختراقه في التربة تحت تأثير الضغط عليه يدويا

بواسطة المقبض المركب أعلى الحلقة المعدنية، وتتصل الحلقة من أسفل بساق معدنية مقسمة إلى أجزاء يبلغ طول كل منها 2.54 سم (1 بوصة)، ويركب أسفل الساق المعدنية مخروط الجهاز الذي مساحة قاعدته 0.51 سم ²، (0.2 بوصة ²) وزاوية رأسه 30°، كما مبين بالشكل (3). عند الاستخدام وضع مخروط الجهاز على الطبقة السطحية للتربة ودفع داخل جسم التربة، وأخذت قراءة الجهاز بعد اختراقه للتربة بعمق 2.54 سم (1") وبعدها ضغط على الزر الملحق بعداد الجهاز ليعيد القراءة للصفر، وكرر ما سبق بدفع مخروط الجهاز 5.08 سم (2") ثم 7.62 سم (3") وحتى 15.24 سم (6")، وبذلك حسب متوسط مؤشر مقاومة الاختراق للعمق (0 – 15 سم)، بأخذ المتوسط الحسابي لهذه القراءات والقراءة الصفرية عند السطح، وبعملية الضرب في ثابت الجهاز (0.001) قدرت قيمة الانحراف الذي حدث في قوس الجهاز، وبالاستعانة بمنحنى المعايرة لجهاز الدليل المخروطي أخذت قراءة مؤشر مقاومة الاختراق بوحدات رطل / بوصة ²، وبضرب الناتج في 6.894 لتكون بوحدات كيلو بسكال للطبقة السطحية (0- 15 سم)، وبعدها استمر دفع رأس المخروط للحصول على مقاومة الاختراق للعمق (15 – 30 سم) وتم إجراء هذا القياس بعد كل مرة لدخول الجرار في الحقل.

النتائج والمناقشة

نتائج تحديد قوام التربة ودرجة التفاعل ودرجة التوصيل الكهربائي

اتضح من نتائج التحليل الميكانيكي لعينة من التربة عند العمقين (0-15) ،(15-30)، أن لها قوام طمي رملي، كما مبين بالجدول (1).

وكانت نتائج كل من المحتوى الرطوبي ودرجة التفاعل، درجة التوصيل الكهربائي كما هو مبين بالجدول (2).

نتائج اختبار القص المباشر للتربة قبل مرور الجرار الزراعي، أوضحت النتائج أنه كلما زاد الإجهاد العمودي (زيادة الأثقال) ازداد إجهاد القص المباشر للتربة كما موضح في الجدول (3)، والشكل (1).

جدول 1. التحليل الميكانيكي للتربة.

العمق (سم)	الطين (%)	السلت (%)	الرمل (%)	القوام
15 – 0	4.916	24	71.084	رملي طمي
30 – 15	5.036	20.60	74.364	رملي طمي

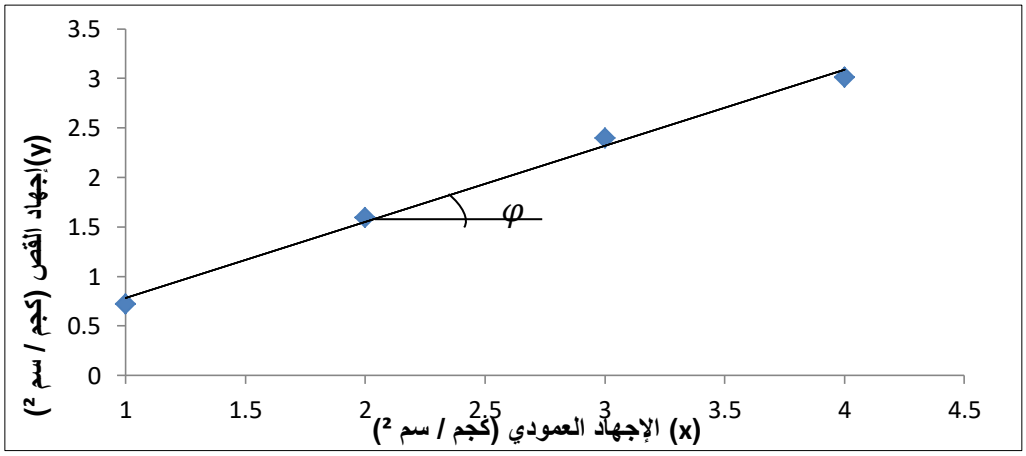
جدول 2 . خصائص تربة الحقل.

العمق (سم)	تركيز الأس الهيدروجيني PH	تركيز الملوحة EC	نسبة الرطوبة%
15 – 0	8	0.16	8.33
30 – 15	7.3	1.58	7.05

جدول 3. قيم إجهاد القص عند الانهيار في كل مرة والقيم المناظرة من الإجهادات العمودية.

الإجهاد العمودي	الحمل (الأثقال) كجم	قراءة العداد	الحمل (نيوتن)	إجهاد القص نيوتن/سم ²	إجهاد القص كجم/سم ²
1	2.95	120	255.60	7.10	0.72
2	6.55	265	564.45	15.67	1.60
3	10.15	398	847.74	23.54	2.40
4	13.75	500	1065.00	29.58	3.02

المجلة الليبية للعلوم الزراعية، المجلد (28)، العدد (1) 2023: 1-11

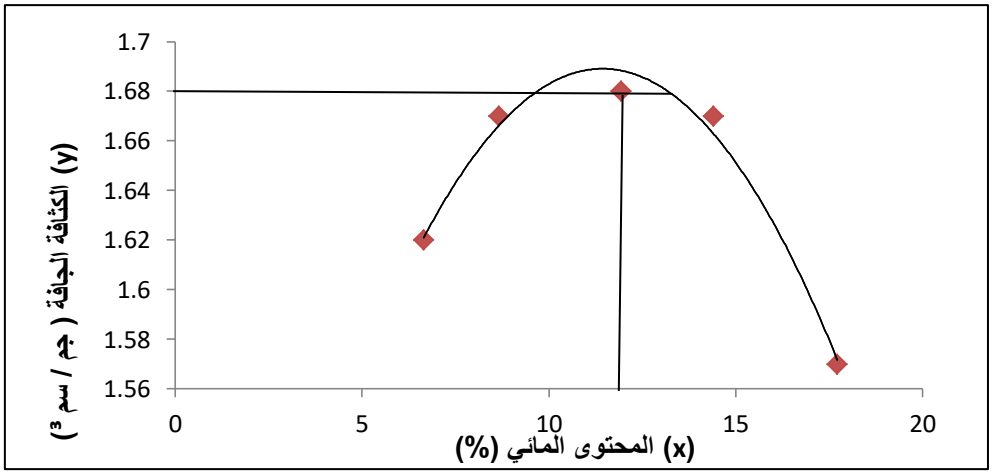


شكل 1 . العلاقة بين إجهاد القص والإجهاد العمودي لتربة الحقل

يبين الجدول (4) النتائج المعملية لاختبار بروكتور القياسي، حيث اعتمدت كفاءة الدمك على المحتوى المائي للتربة المدكوكة وجهد الدمك المبذول لوحدة الحجم من التربة. أظهرت نتائج التجربة أنه كلما زاد المحتوى الرطوبي ازدادت الكثافة الجافة للتربة حتى بلغت 1.68 جم /سم ³ كحد أقصى للكثافة الجافة عند محتوى رطوبة 11.94 %، ولوحظ –أيضا- انخفاض في قيم الكثافة الجافة بعد الاستمرار في زيادة المحتوى الرطوبي للعينة، كما مبين بالشكل (2).

جدول 4. نتائج اختبار بروكتر القياسي لتحديد أقصى كثافة جافة ونسبة المياه الحرجة المناظرة لها

نسبة الماء / البيانات	%6	%9	%12	%15	%18
وزن القالب +التربة المبللة (المدكوكة)	5974.3 جم	6065.6 جم	6133.5 جم	6155.8 جم	6097.1 جم
وزن التربة المبللة (بدون قالب)	1640 جم	1731.3	1799.2	1821.5	1762.8
وزن البوتقة فارغة	23 جم	23	22.7	22.9	19.5
وزن البوتقة + التربة المبللة (المدكوكة)	79.1 جم	83.2	93	99.1	91.9
وزن البوتقة + التربة الجافة من الفرن	75.6 جم	78.4	85.5	89.5	81
وزن الماء	3.5 جم	4.8	7.5	9.6	10.9
وزن التربة الجافة من الفرن (بدون البوتقة)	52.6 جم	55.4	62.8	66.6	61.5
المحتوى الرطوبي (wc)	% 6.65	%8.66	% 11.94	%14.41	%17.72
الكثافة المبللة (الكلية) γw (جم/سم ³)	1.73	1.82	1.89	1.92	1.85
الكثافة الجافة γd (جم/سم ³)	1.62	1.67	1.68	1.67	1.57



شكل 2. العلاقة بين الكثافة الجافة والمحتوى الرطوبي لتربة الحقل

تأثير عدد مرات المرور على مؤشر مقاومة الاختراق للتربة

جدول (5) يبين تأثير عدد مرات المرور على مقاومة الاختراق للتربة. أظهرت نتائج تحليل التباين أن عدد مرات مرور الجرار الزراعي كان له تأثير واضح على مؤشر مقاومة الاختراق للتربة عند العمقين (0 – 15)، (15 – 30) سم. اتضح وجود فروق معنوية عند المستوى 5 %، بين قيم متوسطات مؤشر مقاومة الاختراق للتربة، وبين جميع المعاملات والشاهد عند الأعماق المذكورة سابقاً .ومن خلال نتائج الدراسة الموضحة بالشكل (5-أ) يتضح أن هناك تأثيراً لعدد مرات المرور على قيم مقاومة الاختراق للتربة؛ حيث لوحظ زيادة قيمة متوسط مؤشر مقاومة الاختراق للتربة من 1421.74 كيلو باسكال في معاملة المقارنة إلى 2637.295 كيلو بسكال، بزيادة وصلت 85.50 % بعد المرور الثالث، بينما كانت نسبة الزيادة في مقاومة الاختراق للتربة من المرور الثالث إلى التاسع 26.40 % وبلغت المقاومة 1941.09 كيلو باسكال، وكان المتوسط العام لمقاومة الاختراق للطبقتين 2324.214 كيلو باسكال، ويعود سبب التغير الذي طرأ على مؤشر مقاومة الاختراق إلى الانضغاط الناتج من حركة الجرار الزراعي على سطح التربة، حيث أدى إلى تراص وتشابك الحبيبات واندماجها وتقاربها من بعضها بعضا وقلل من الفراغ البيني بين هذه الحبيبات مما زاد من كتلة التربة في وحدة المساحة، الأمر الذي أدى إلى زيادة مؤشر مقاومة الاختراق للتربة نتيجة هذا التغير. يبين الجدول (6) أن التأثير الأكبر لعدد مرات المرور على مقاومة الاختراق، كان في العمقين للتربة، فقد زادت قيمة متوسط مقاومة الاختراق في الطبقة السطحية (0-15) سم، من 997.29 كيلو باسكال في معاملة المقارنة إلى 1483.86 كيلو باسكال بعد المرور السابع بزيادة بلغت 48.79 %، وقد كان التأثير أكثر لمرات المرور الأولى، حيث زادت بعد المرور الثالث بنسبة 90.70 %، وصلت مقاومة الاختراق إلى 1911.76 كيلو باسكال، وقل تأثير المرور في العمق (15 – 30) سم بنسبة ضئيلة جدا، حيث كانت قيمة متوسط مقاومة الاختراق 1846.19كيلو باسكال في معاملة المقارنة، وزادت إلى 3071.24 كيلو باسكال بعد المرور السابع بنسبة مقدارها 66.36 %، وسجلت بنسبة 82.15 % بعد المرور الثالث؛ حيث بلغت المقاومة 3362.83 كيلو باسكال.

تأثير العمق على مؤشر مقاومة الاختراق للتربة

أظهرت نتائج تحليل التباين أن العمق كان له تأثير واضح على مؤشر مقاومة الاختراق للتربة كما مبين في جدول (5). اتضح وجود فروق معنوية بين قيم متوسطات مؤشر مقاومة الاختراق للتربة والعمق عند المستوى 5 %، ومن خلال نتائج هذه الدراسة تبين أن الأثر الذي أحدثه العمق على مؤشر المقاومة كان ظاهرا عند العمقين (0-15 سم)، (15 – 30) سم، وكان الفرق

معنوياً بين كل المعاملات والشاهد، حيث كان المتوسط العام لمؤشر مقاومة الاختراق للتربة عند العمق الأول 1995.96 كيلو باسكال، بينما كان المتوسط العام لمقاومة الاختراق عند الطبقة الثانية (15-30) سم 2877.82 كيلو باسكال. يوضح الشكل (5- ب) تأثير عدد مرات المرور والعمق على مقاومة الاختراق للتربة عند المرور الثاني والتاسع ومعاملة المقارنة، حيث اتضح أنه كلما زاد العمق ازدادت مقاومة الاختراق للتربة في المرور الثاني والتاسع مقارنة بالمعاملة المقارنة، نتيجة الضغط المؤثر على التربة، الذي أدى إلى تقليل حجم المسامات الهوائية والمائية للتربة وزيادة الكثافة الظاهرية مما جعل تشابك وتقارب حبيبات التربة من بعضها، الأمر الذي أدى إلى زيادة مؤشر المقاومة للتربة مع زيادة العمق، وهذا يتفق مع ما توصل إليه بشر (2009).

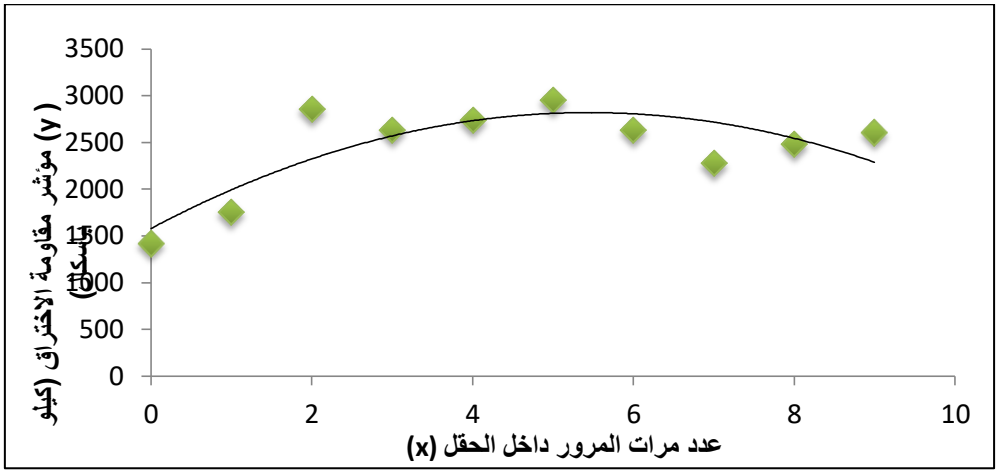
جدول 5. تحليل التباين لتأثير عدد مرات المرور والعمق على مقاومة الاختراق للتربة.

القيم	D.F	S.S	M.S	F	P
مقاومة الاختراق					
العمق	1	11665132	11665132	55.55	<0.001
عدد مرات المرور	9	12962216	1440246.3	6.86	<0.001
العمق*عدد مرات المرور	9	2516533.4	279614.83	1.33	0.25

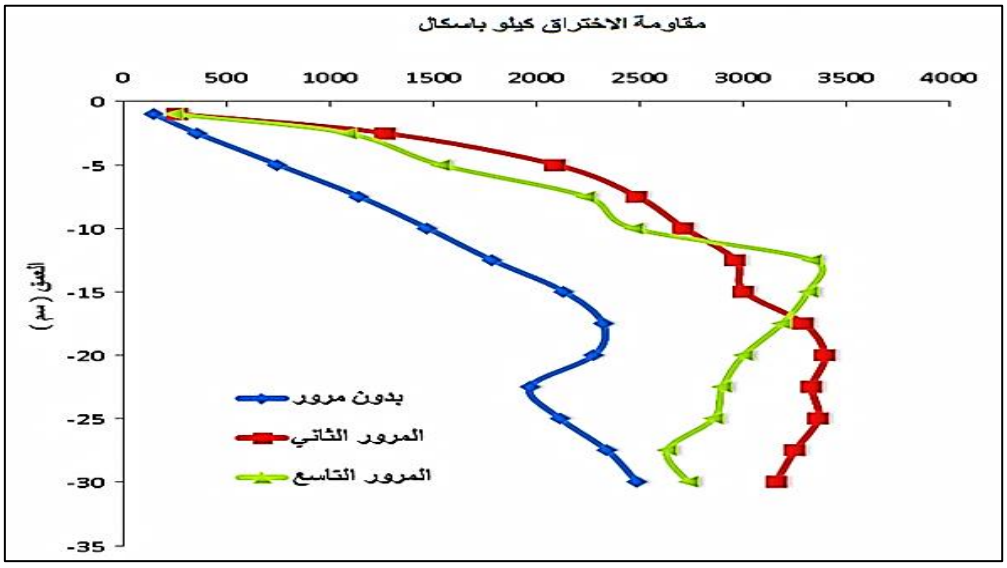
جدول 6. تأثير مرات المرور على متوسط مقاومة الاختراق للتربة (كيلو باسكال).

عدد مرات المرور	العمق		المتوسط
	0 – 15 سم	15 – 30 سم	
0	997.29 (± 124)	1846.19 (± 337)	d 1421.74
1	1269.9 (± 211)	2249.94 (± 590)	cd 1759.92
2	2419.03 (± 354)	3298.99 (± 2.99)	ab 2859.01
3	1911.76 (± 305)	3362.83 (± 260)	ab 2637.295
4	2565.69 (± 357)	2907.32 (± 659)	ab 2736.505
5	2351.74 (± 397)	3559.53 (± 916)	a 2955.635
6	2339.66 (± 498)	2926.3 (± 518)	ab 2632.98
7	1483.86 (± 508)	3071.24 (± 707)	bc 2277.55
8	2294.80 (± 343)	2670.94 (± 354)	ab 2482.9
9	2325.86 (± 79)	2884.89 (± 558)	ab 2605.4

*المتوسطات التي تحمل حروفاً متوافقة لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوى 5 %



شكل 5-أ. تأثير عدد مرات المرور على مقاومة الاختراق لتربة الحقل



شكل 5-ب. تأثير عدد مرات المرور والعمق على مقاومة الاختراق لتربة الحقل

الاستنتاج

نستنتج من خلال ما تقدم في هذا البحث، أن هناك تأثيرا معنويا لحركة الآلات على بعض الخصائص الهندسية للتربة وقد أثرت حركة المرور على مقاومة الاختراق للتربة، وكانت هناك فروق معنوية في كل مرات المرور، وأستنتج –أيضا- أن عملية الانضغاط التي تعرضت لها الطبقة السطحية للتربة كانت سببا في التقليل من حجم المسامات الهوائية والمائية للتربة (المسامية الكلية) . بناءً على ما ذُكر نوصي بالآتي: إجراء دراسات موسعة في هذا المجال لمعرفة الآثار السلبية ل لانضغاط التربة على نمو النبات، التأكيد على الدراسات السابقة بعدم استخدام الآلات الزراعية الثقيلة في إجراء عمليات خدمة التربة نظرا لتأثيرها على دمج طبقات التربة (كبس التربة). الحد من حركة المرور بما نسبته 20-30٪ من مساحة الحقل عن طريق تحديد مسارات معينة ثابتة للمرور، يمكن أن يوفر 70-80٪ من مساحة الحركة التي يسببها انضغاط التربة.

المراجع

بشر، ب.ع. 2009. تأثير حركة الآلات الزراعية على بعض الخواص الطبيعية والهندسية للتربة عند مستويات رطوبة مختلفة. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة طرابلس.

شيخة، خ.غ. 2018. تجارب مختبر جيولوجيا وميكانيكا التربة. مختبر التربة.

يحي، أ.أ. ؛ سليمان، خ.أ. 1984. الدليل العملي لخواص التربة الطبيعية. منشورات جامعة طرابلس.

Blank, C. A.; Evans, D. D.; Ensminger, L. E.; White, G .L. and Clark, F. E. 1965. Methods of soil analysis, parts. Chemical and microbiological properties. Agronomy Journal. 9: 157-177.

Duncan, D. B. 1955. Multiple range and Multiple F Tests. Biometrics. 1 (1):1-42.

Kuht, J.; Reintam, E.; Edesi, L. and Nugis, E. 2012. Influence of Subsoil Compaction on soil physical properties and Growing Conditions of Barley. Agronomy Research. 10(1-2): 329-334.

Ogunjirin, O. A.; David, J. and. Kasali, M. Y. 2010. Effect of tyre inflation pressure and tractor passes on sandy loam soil. National Centre for Agricultural Mechanization .

SAS. 2002. Statistical Analysis System (SAS) 9.00. SAS Institute In., Cary, NC, USA.

Singh, J.; Salaria, A. and Kaul, A. 2015. Impact of soil compaction on soil physical properties and root growth: A review. International of food, Agriculture Veterinary Science. 5(1):23-32 .

Wolkowski, R. and Lowery, B. 2008. Soil compaction: causes concerns and cures. University of Wisconsin Extension.

THE LIBYAN JOURNAL OF AGRICULTURE
Volume (28), No. (1), 2023: 1 - 11

Original Article

Effect of agricultural tractor movement on penetration resistance index of agricultural soil.

Mohamed I. Musa , Fathi M. Farah , Eyada M. Hellab

Department of Agricultural Engineering –Faculty of Agriculture – University of Tripoli

---

ABSTRACT

This study was conducted at the Research Station and Laboratories of the Faculty of Agriculture and the Faculty of Engineering, University of Tripoli, in order to study the effect of agricultural tractor movement on the surface of the soil and the changes that occur on some of the engineering properties of the soil. In this experiment, an agricultural tractor was used Trunk type 435 with a power of (53.7 kilowatts) weighs 2590 kg without accessories, at a speed of 5 km / h. The field was divided into 10 parts according to the number of traffic times of the agricultural tractor, the first part was assigned for zero traffic (without traffic) as a control treatment, and the remaining parts for traffic times (1-9) represented the soil's compression effect. Measurements of the penetration resistance index were taken in the field, at two depths (0-15), (15-30) cm. Results showed significant effect of traffic times on the penetration resistance index at 5% level, the average values of the penetration resistance index increased across the sector after the first pass, and the difference was highly significant between the transactions and the control. The value of the average penetration resistance in the surface layer (0-15) cm increased from 997.29 kPa in the comparison treatment to 1483.86 kPa after the seventh pass, with an increase of 48.79%, and the largest effect was after the third pass by 90.70%, where the penetration resistance reached 1911.76.The value of the average penetration resistance at depth (15-30) cm increased from 1846.19 kPa in the comparison treatment to 3071.24 kPa after the seventh pass, with a rate of 66.36%, and the greatest effect was after the third pass by 82.15%. The resistance is 3362.83 kPa.

Keywords:Compaction, penetration resistance, agricultural tractor, the soil.

***Corresponding Author: Mohamed I. Mosa, Dep. of Agric. Engineering Fac. of Agriculture, University of Tripoli.**

Phone: +218925217384 **e-mail:** isamohammed00@gmail.com

Received: 30/11/2022 **Accepted: 29 / 5/ 2023**