مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (37) العدد (3) 2015
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (37) No. (3) 2015

تأثير انضغاط التربة عند مستويات مختلفة من الرطوبة في بعض الخواص الفيزيائية للتربة، وفي إنتاج الشوندر السكري في منطقة الغاب.

الدكتور جهاد إبراهيم*
الدكتور سمير جداوي**
ديما يوسف***

(تاريخ الإيداع 29 / 1 / 2015. قبل للنشر في 5 / 5 / 2015)

□ ملخّص □

بينت الدراسة أن متوسط الكثافة الظاهرية للتربة في العمق 0–20 سم بلغ 1.04غ / سم3 في المعاملة من دون ضغط، وقد ازدادت هذه الكثافة معنوياً مع زيادة الضغط والرطوبة في أثناء الانضغاط، وكان معدل الزيادة الأكبر في العمق 0–20 سم حيث بلغت الزيادة 0.38 غ/سم3 عند الضغط 257.44 كيلو باسكال، ومتوسط الرطوبة في أثناء الضغط 19.03% مقارنة بالمعاملة من دون ضغط. كما أن حجم المسامات أكبر من 50 ميكروناً انخفض عند الضغط السابق نفسه، ومتوسط الرطوبة السابقة في العمق0– 20سم بمقدار 20.02%. وانخفض حجم المسامات أكبر من 10 ميكرونات بمقدار 20.65% مقارنة مع المعاملة من دون ضغط. ولوحظ أن الانخفاض الأكبر في الإنتاجية كان عند معاملة الضغط 257.44، ورطوبة 21.8؛ إذْ بلغ الانخفاض في الإنتاج 17.52%. كما تم التوصل إلى أن الكثافة الظاهرية المثالية في الطبقة السطحية من 0–20سم لإعطاء أفضل إنتاجية من الشوندر السكري كانت 1.12 غ/سم3، وكانت القيمة الحدية 1.28غ/سم ^{3}،والتي بعد تجاوزها يحصل انخفاض معنوي في الإنتاج.

الكلمات المفتاحية: الشوندر السكري –الكثافة الظاهرية – انضغاط التربة – المسامية.

* أستاذ – قسم علوم التربة والمياه– كلية الزراعة –جامعة تشرين–اللاذقية–سورية.
** باحث – الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية – مركز البحوث الزراعية في الغاب –سورية.
*** طالبة دراسات عليا (ماجستير) – قسم علوم التربة والمياه– كلية الزراعة –جامعة تشرين–اللاذقية–سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (37) العدد (3) 2015
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (37) No. (3) 2015

Effect of compaction under different levels of moisture on physical properties of soil and yield of sugar beet (Beta vulgaris L.) in AL-Ghab Regions

Dr. Jihad Ibrahim [*]
Dr. Sameer El Geddawey [**]
Dima Yosef [***]

(Received 29 / 1 / 2015. Accepted 5 / 5 /2015)

□ ABSTRACT □

The study has shown that the apparent bulk density of soil increases with the increase of compression and moisture during press. The maximum rate of increase in depth was 0 – 20 cm that amounted 0.38g/cm3 at compression by 257.44-kilopascal and moisture average at compression by 19.03% (equal to 60% of the field capacity average of the soil) in comparison with the non-existence of compression. In addition, the size of the pores bigger than 50 microns decreased at the same above compression and above moisture in depth of zero – 20 cm by 20.20%. The size of pores bigger than 10 microns decreased by 20.65% in comparison with the non-existence of compression. While it was noted that the the maximum loss of root yield that amounted 17.52%, at compression by 257.44 kilopascal, and moisture 19.03%.

[*]**Professor, Department of Soil and Water Science, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
[**]**Researcher , general agricultural scientific research, center for scientific agricultural research in AL-Ghab Region, Syria.**
[***]**Postgraduate student, department of soil and Water Science ,Faculty of Agriculture, Tishreen University , Lattakia , Syria**

مقدمة:

في ظروف التكثيف الزراعي وامتلاك الإنسان وسائل مهمة للتأثير في البيئة بما فيها التربة (آلات زراعية ، وأسمدة ،ومبيدات ، ....الخ) ظهر تغير النظم البيئية الطبيعية ،كما أن الاستغلال غير العلمي واللاعقلاني للتربة وعمليات خدمتها لم يغير فقط من الخواص الفيزيائية والكيميائية للترب، بل غير في الصفات المورفولوجية، والنظم المائية، والهوائية، والغذائية للترب، وقد زادت المخاوف من انضغاط التربة بسبب استخدام الآليات الثقيلة (Abu-Hamdeh,2003), التي تستمر آثارها سنوات عدة على التربة

بحسب (Alakukku and Elonen,1995)&(Hakansson and Reeder,1994).

فعمليات خدمة التربة الزراعية المتكررة تؤدي إلى تعرض 95%،وأحيانا أكثر، من مساحة الحقل لضغوط مختلفة في أثناء الحركات المرورية لهذه الآلات، حيث إن كل نقطة في الحقل قد تتعرض للضغط أكثر من مرة، وخاصة في الحقول المزروعة بالمحاصيل التي تحتاج لخدمة كبيرة كالشوندر السكري، وإن وزن هذه الآلات قد يصل إلى أكثر من 30طناً، مثل آلات جني الشوندر السكري التي تجني 6 خطوط في المرور الواحد، وهي محملة بجذور الشوندر السكري، كما أن حمولة العجلة قد تصل إلى أكثر من 20 كيلو نيوتن. أما الضغوط التي تسببها الآلات الزراعية فقد تصل إلى 600 كيلو باسكال بحسب (Erimch ,1980)، وبحسب(Horn,1991 Hartge and). وتشير الدراسات التي قام بها(Voorhees et al., 1986) إلى أن درجة الانضغاط تعتمد على وزن الجرار، وما يحدثه من إجهاد على التربة، وعدد مرات مرور الجرارK ومدة بقاء الإجهاد. فضلاً عن سرعة الجرار، ومواصفات الآلة التي تلامس التربة، وزيادة الأحمال على التربة، وزيادة رطوبتها، في أثناء عمل الآليات، تتسبب في تدهور صفاتها الفيزيائية مما يعوق نمو الجذور، ويؤدي إلى انخفاض في إنتاج المحاصيل المزروعة، ويعود ذلك f حسب (Upadhyaya 1992) إلى أن وجود الماء بنسبة معينة في التربة يساعد على انزلاق حبيبات التربة بعضها على بعض، مما يزيد من كثافتها الظاهرية نتيجة تعرضها للضغط، ومن ثَمّ انخفاض مساميتها.

انضغاط التربة قد تم وصفه باستخدام خصائص متعددة للتربة، مثل كثافة التربة –والمسامية – ومدى قوة مقاومة التربة للاختراق –والإنتاجية.

وهذه القيم حدية عند مقارنة الترب مع بعضها ، فقد اتجهت بعض الدراسات الحديثة في العقود الأخيرة (wolowski, 2007) إلى متابعة التغير الحاصل في الكثافة الظاهرية للتربة مع العمق بزيادة الحمل المطبقة؛ إذْ وجد أن استخدام الآلاتK والقيام بالعمليات الزراعية بحمل يصل إلى 10 طنون يؤدي إلى التأثير في التربة التحتية لعمق يصل إلى 60 سم ،وزيادة الكثافة الظاهرية.

ولقد وجد (Rudolf,1988) أن حجم المسامات الأكبر من 10ميكرونات، وحجم المسامات الأكبر من 50ميكروناً يتناقص بشكل كبير مع زيادة الضغط والرطوبة في أثناء الانضغاط .وأن إنتاجية الشعير انخفضت بمقدار 40%عند الضغط 600 كيلو باسكال ورطوبة في أثناء الضغط 80% من السعة الحقية في تربة رملية لومية، وإن تأثير الضغط يقل مع العمق ،ومع ذلك يترك تأثيرات كبيرة في الطبقة التحتية، فتسبب، أيضاً، خفض المسامية الكلية فيها، وخللا" في النظام المسامي ، كما أن الترب المنضغطة يقل فيها متوسط قطر المسامات ، وعندما يخترق الجذر هذه المسامات يجب أن يبذل جهداً إضافياً معيناً، حتى إذا بلغ هذا الجهد المبذول (0.2 بار) تقل استطالة الجذور بمقدار 50% . أما إذا وصل هذا الجهد المبذول إلى (0.5 بار) فعندئذ تقل استطالة الجذور بمقدار 80% ، وهذا يؤدي إلى نقص الإنتاجية كماً ونوعاً نتيجة نقص المجال الحيوي لانتشار المجموع الجذ ري. من جهة أخرى فإن

لمقاومة التربة للاختراق أهمية كبيرة للكشف عن مواقع التربة المنضغطة، وقد توصل (Ibrahim ,1988)إلى قيم حدية لمقاومة التربة للاختراق في الطبقات التحتية على أنواع مختلفة من الأتربة، وهذه القيم هي : 250 نيوتن /سم 2 في الترب السلتية اللومية، و 200نيوتن /سم 2 في الترب الطينية، و 350 نيوتن /سم 2عفي الترب الرملية اللومية عند رطوبة 80% من السعة الحقلية ، مع الإشارة إلى أن مقاومة التربة للاختراق تقل مع زيادة رطوبة التربة، وتزداد مع زيادة خشونة التربة، بسبب زيادة قوى الاحتكاك مقارنة بالترب الناعمة .كما أن الأضرار الناتجة عن انضغاط التربة تؤدي أيضاً إلى صعوبة الامتصاص للماء والعناصر الغذائية من قبل النبات بسبب تناقص قطر المسام ، وهذا يؤدي إلى نقصان كفاءة استخدام المياه، ونقصان كفاءة استخدام الأسمدة بمقدار 20%. كما أن الانضغاط قد يقلل إلى حد كبير القدرة الإنتاجية للتربة حيث بلغ انخفاض الغلة 20%لفول الصويا ، و 25%للذرة (Lal, 1996) ، وبحسب (Ibrahim ,1988) انخفض إنتاج الشوندر السكري مع زيادة الرطوبة والضغط في أثناء الضغط على تربة لومية رملية تم تفكيكها لعمق 25سم بعد تعرضها لضغوط مختلفة في الطبقة السطحية حيث بقيت الطبقة التحتية منضغطة، ليصل الانخفاض في الإنتاج إلى 2%عند الضغط 600 كيلو باسكال برطوبة في أثناء الضغط 90%من السعة الحقلية .فضلاً عن انخفاض الإنتاجية فإن نوعية الجذور تتأثر إلى حد كبير بانضغاط التربة في الطبقة التحتية، حيث تنمو الجذور الجانبية على حساب الجذر الرئيسي لعدم مقدرة الأخير على اختراق الطبقة المنضغطة، فيتفرع الجذر الرئيسي إلى عدة جذور ثانوية، تنمو لتشكل درنات مشوهة، ويرافق ذلك انخفاض نسبة السكر في تلك الجذور .

تأتي أهمية الشوندر السكري في العالم من أنه المصدر الثاني بعد قصب السكر في إنتاج السكر؛ إذ يستخرج منه 40%من إجمالي السكر المنتج عالمياً، ويعدّ الشوندر السكري من أهم المحاصيل التي تزرع من أجل الحصول على السكر الأبيض بالدرجة الأولى، والمواد العلفية الناتجة عنه لتغذية الحيوانات بالدرجة الثانية، وقد بلغت المساحة المزروعة بهذا المحصول عام (2010) حوالي 27.5ألف هكتار أنتجت (1.5) مليون طن، بمردود قدره 54.3 طن/هكتار. احتل سهل الغاب المركز الأول من حيث المساحة المزروعة بالشوندر السكري لعام 2010 حيث بلغت المساحة 7928 هكتاراً (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية،2010).

أهمية البحث وأهدافه:

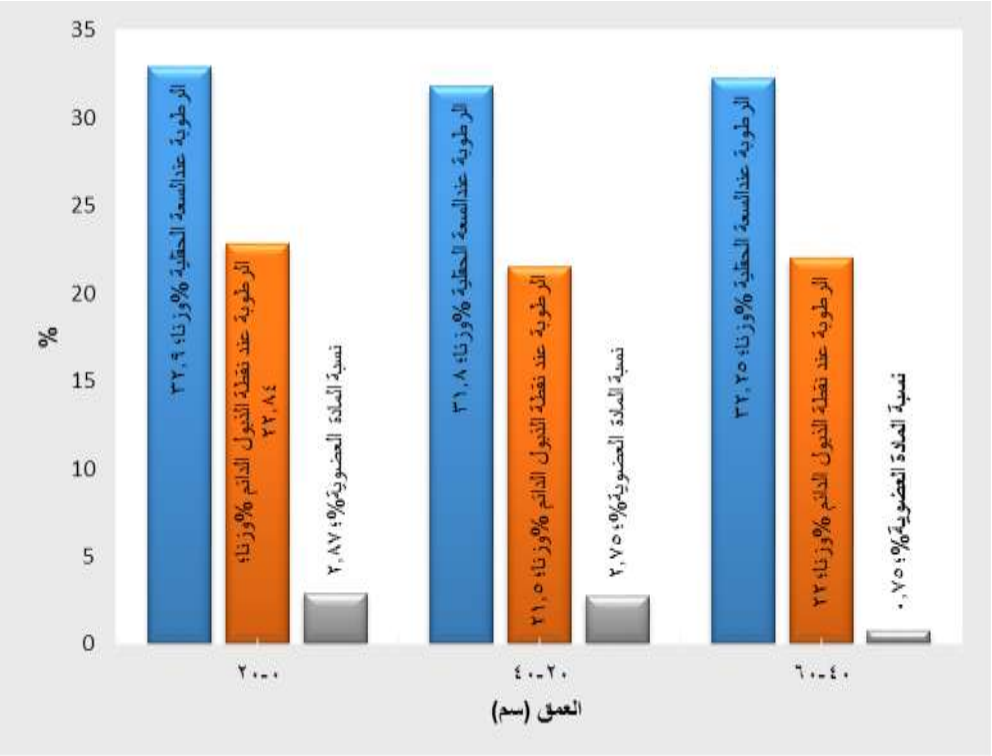
تكمن أهمية البحث في دراسة أثر انضغاط التربة بفعل الآلات الزراعية عند مستويات مختلفة من الضغط والرطوبة في أثناء الضغط على الخواص الفيزيائية للتربة، وعلى إنتاج الشوندر السكري في منطقة الغاب، ولقد اختير نبات الشوندر السكري بوصفه من أهم المحاصيل الاقتصادية، ومن أكثر النباتات تأثراً بالحالة البنائية للتربه، فهو يتطلب حالة بناء جيدة خلال مراحل نموه المختلفة خاصة في مراحل نموه الأولية، فالبناء الجيد للتربة يجعل اختراق الجذور للطبقة السطحية عملية سهلة وسريعة، فتصل بذلك إلى طبقات التربة التحتية خلال وقت قصير، فيقل الخطر الناتج عن موجات الجفاف. كما أن اختراق الجذر الرئيسي لهذه الطبقة في المراحل الأولية للنمو (5–4أوراق حقيقية) يحدد شكل الجذور وحجمها في المراحل اللاحقة لنمو النبات ومن ثَمّ يقرر إنتاجية النبات؛ لذلك فمن الضروري تحديد القيم الحدية لبعض الخصائص الفيزيائية للتربة التي لا يسمح بتجاوزها للحد من انخفاض إنتاجية محصول الشوندر السكري.

طرائق البحث ومواده:

نفذ هذا البحث في الموسم الزراعي 2012–2013 في مركز البحوث العلمية الزراعية في الغاب، والذي يقع وسط سهل الغاب على خط عرض 35.23 ، وخط طول 36.19 ، ويرتفع عن سطح البحر 174 م، حيث يسود منطقة الدراسة صيف حار وجاف، مع شتاء بارد وماطر، مع فصلين انتقاليين يتصفان باعتدالهما وعدم استقرار الطقس فيهما، ويبلغ معدل الهطول المطري السنوي 674 ملم. قبل عملية الضغط أخذت عينات من الموقع وعلى الأعماق (0–20،20–40،40–60) سم بوساطة أسطوانات معدنية بمعدل (6) أسطوانات لكل عمق لدراسة بعض الخصائص الفيزيائية للتربة (الكثافة الظاهرية، وتوزع النظام المسامي ، فيها معامل التوصيل المشبع، وغير المشبع، ومنحنيات الشد الرطوبي)، كما أخذت عينات مرافقة لتحديد بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة المدروسة ،حيث حددت نسبة الحبيبات الفردية، ونوع التربة، ونسبة كربونات الكالسيوم الكلية والفعالة ، وسعة التبادل الكاتيوني ، ونسبة المادة العضوية والثوابت المائية . فكانت النتائج موضحة في الشكلين الآتيين :

شكل (1) : تغيرات نسبة الحبيبات الفردية مع العمق.

يلاحظ من الشكل أن التربة طينية ثقيلة، لأن نسبة الطين في التربة تراوحت بين 66%–58%، ونسبة السلت تراوحت بين 38%–31%، ونسبة الرمل بين (3.73%–2.33).



شكل (2) : تغيرات السعة الحقلية، ونقطة الذبول الدائم، والمادة العضوية مع العمق.

نسبة المادة العضوية 2.87 في العمق (20–0)، وهي قيمة تقع ضمن المجال المتوسط % 4–2بالنسبة إلى هذا النوع من الترب بحسب (Pagel ,1982)، وانخفضت مع العمق بشكل واضح، والكربونات الكلية بين 38%–36، والرطوبة عند السعة الحقلية تراوحت بين 33%–31، وعند نقطة الذبول الدائم بين % 22.84–21.5 وقد جاءتا ضمن المجال المناسب لهذا النوع من الترب بحسب (Hartge&Horn1991).

بعد تحديد موقع تنفيذ البحث تمت حراثة التربة بالمحراث المطرحي حتى عمق 20 سم عند رطوبة منخفضة تعادل 10% وزنا" ، ثم استخدمت العزاقة الدورانية لتسوية سطح التربة، وتنعيمه، وخلط الأسمدة الفوسفورية، والبوتاسية، والدفعة الأولى من الأسمدة الآزوتية (نصف كمية الآزوت) في التربة، ثم استخدمت العزاقة الدورانية لتسوية سطح التربة، بعد ذلك تم ترطيب التربة عند ثلاثة مستويات للرطوبة (مستوى رطوبي منخفض أقل من الرطوبة المثالية للانضغاط، ومستوى رطوبي عند الرطوبة المثالية للانضغاط، ومستوى ثالث في المجال اللدن أكبر من الرطوبة المثالية للانضغاط).

عند ترطيب التربة تم تحديد متوسط الرطوبة عند العمق 60–0 سم قبل الترطيب، ثم تم حساب كمية المياه اللازمة إضافتها لإيصال هذه الرطوبة إلى مستويات الرطوبة المدروسة ،ثم أضيفت المياه إلى المعاملات المدروسة بوساطة مضخة مياه، وأنابيب معروفة التدفق ،وبعد إضافة المياه بخمسة أيام (لضمان تجانس رطوبة قطاع التربة) تم تحديد متوسط رطوبة التربة بوساطة المسبار اليدوي (الأوغر) على العمق 60–0 سم فكانت متوسطات مستويات الرطوبة في أثناء عملية الانضغاط خلال التجربة كما في الجدول رقم (2)الآتي :

جدول (1) متوسط مستويات الرطوبة في التربة في أثناء الضغط عليها.

مستويات الترطيب	متوسط الرطوبة في العمق 0-60 سم % وزنا"
M1 مستوى رطوبي يعادل 49.5% من السعة الحقلية وزناً.	16
M2 مستوى رطوبي يعادل % 59.72 من السعة الحقلية وزناً.	19.3
M3 مستوى رطوبي يعادل % 67.5 من السعة الحقلية وزناً.	21.8

بعد ذلك تم تجهيز جرار فرات، ومقطورة مياه معلقة به (منظومة الضغط مؤلفة من ثلاثة محاور) يمكن التحكم بالوزن على محور العجلات الخلفية للمقطورة حيث استخدمت ثلاث حمولات مختلفة للمقطورة، وتم حساب وزن الجرار مع المقطورة، ثم تم حساب وزن المحور الأمامي للجرار، والمحور المتوسط، والمحور الخلفي(محور المقطورة) بوساطة القبان الإلكتروني، وكان الوزن على المحور الخلفي هو الوزن الأكبر، لذلك تم اعتماده، لأنه القوة الضاغطة الأكبر، حيث كان الوزن على العجلات الخلفية بالنسبة إلى مستويات الضغط المطلوبة، كما هو مبين في الجدول رقم (2) الآتي :

جدول (2) الحمولة على المحور الخلفي للمقطورة، والمحور المتوسط، والمحور الأمامي للجرار.

المعاملة	وزن المحور الخلفي(كغ)	وزن المحور المتوسط(كغ)	وزن المحور الأمامي(كغ)
C1	0	0	0
C2	1850	1800	1100
C3	2900	2340	1010

بعد تحديد حمولة العجلات (المحاور) تم حساب حمولة العجلة الواحدة مقدرة بكيلو نيوتن(KN) كما يأتي:

$$\text{حمولة العجلة (K N)} = \frac{\text{حمولة العجلة (كغ)} * 9.81}{1000}$$

فكانت حمولة العجلة الأعظمية لعجلات الجرار المقطورة في أثناء المرور كمايأتي:

C1=0KN C2=9.07KN C3=14.62KN

وبعد تحديد حمولة العجلة ب Kgو KN: تم تحديد مساحة سطح تلامس العجلة ذات الحمولة الأكبر على سطح تربة صلب حيث وضعت قطعة كرتون وفوقها قطعة من ورق الكربون، وبعد تمرير العجلة الخلفية على هذه القطعة عند الحمولات المطلوبة تم طباعة مكان العجلة على ورقة الكرتون، ثم تم تحديد عرض تماس العجلة مع التربة وطول التماس في حالة الوقوف، فكانت على شكل قطع، لتكون مساحة سطح التماس كمايأتي:

$$A = \frac{a * b * 3.14}{4}$$

إذْ :a طول القطع الناقص (سم) ، b: عرض القطع الناقص (سم) ، A: مساحة سطح التماس (سم^2)، حيث بلغت مساحة سطح تماس العجلة ذات الحمولة الأكبر (المحور الخلفي) بحسب المعاملة كمايأتي:

A= 0 سم2 في المعاملة C1، A =531.05سم2 في المعاملة C2 ، A= 563.24سم2 في المعاملة C3، بعد ذلك تم حساب الضغط المطبق بالكيلو باسكال على المعاملات كما يأتي:

$$Pa = \frac{P}{A} * 100$$

حيث إن P حمولة العجلة (كغ)- A مساحة سطح التلامس سم^2.

فكانت مستويات الضغط المطبقة المقابلة لحمولة العجلة الخلفية للمقطورة كما يأتي:

B0=0Kpa B1=174.18Kpa B2=257.44Kpa

بعد ذلك تم تنفيذ عملية ضغط التربة التي تم ترطيبها بوساطة الجرار، والمقطورة المعلقة به للمعاملات المدروسة بحيث تم ضغط كل معاملة مع مكرراتها لكامل مساحة المعاملة حيث إن خط سير العجلة ملاصق لخط سير العجلة اللاحق، حيث تم ضغط المعاملة "(C2) أولاً، " ثم الانتقال إلى المعاملات ذات الضغط الأقل عن طريق تفريغ كمية من ماء الصهريج مقدرة باللتر، لتصل إلى الوزن الأقل المعادل للحمولات المدروسة السابقة الذكر، ثم وزنها ثانية بالقبان الإلكتروني بحيث تبقى حمولة المحور الخلفي هي الأكبر دائماً من حمولة المحور الوسطي والأمامي. وهذا تم مراعاته على أن يكون ضغط العجلات للمحور الخلفي أكبر من ضغط العجلات الأخرى على التربة. بعد ضغط التربة استخدمت العزاقة الدورانية لتنعيم الطبقة السطحية للتربة (0-5 سم)، ثم تمت عملية زراعة الشوندر السكري وحيد الجنين يدوياً بتاريخ 2/1/2013على خطوط بحيث تكون المسافة بين الخطوط 50سم، وبين النبات والآخر 20سم، وعند اكتمال نمو الزوج الأول من الأوراق الحقيقية، وبداية ظهور الزوج الثاني تمت عملية التفريد، وإضافة الدفعة الثانية من الأسمدة الآزوتية، وكانت طريقة الري المستخدمة هي الري بالرذاذ. صممت التجربة بطريقة القطاعات العشوائية الكاملة وي، واستخدم فيها تحليل التباين من الدرجة الأولى والثانية، لتحديد أقل فرق معنوي عند درجة ثقة 5% وعلاقات الارتباط من الدرجة الأولى والثانية ؛ غذْ كان لدينا ثلاثة مستويات للرطوبة، وثلاثة مستويات للضغط، ليصبح عدد المعاملات مع مكرراتها 27 ، وكانت مساحة القطعة التجريبية 20 م2 بطول 5م وعرض4م ومن ثَمّ تكون المساحة الفعلية تساوي 540 م2عدا الممرات بين المكررات.

النتائج والمناقشة:

1- تأثير مستويات مختلفة من الضغط والرطوبة في أثناء الانضغاط في الكثافة الظاهرية على الأعماق المختلفة للتربة

: تعدّ الكثافة الظاهرية للتربة إحدى أهم الخصائص الفيزيائية للتربة، وهي صفة فيزيائية مركبة تعطي فكرة عن حركة الماء والهواء في قطاع التربة ، ويمكن أن تعتمد الكثافة لمعرفة درجة الانضغاط، والكشف عن المواقع المنضغطة في الحقول الزراعية بحسب (Ermich, 1980) ، لقد كانت نتائج تأثير مستويات مختلفة من الضغط والرطوبة في أثناء الانضغاط على الكثافة الظاهرية، كما هو موضح في الجدول رقم (3):

جدول (3) مقدار الكثافة الظاهرية للتربة في أعماق مختلفة عند مستويات محددة من الضغط والرطوبة في أثناء الانضغاط.

الضغط(Kpa)	حمولة العجلة(KN)	الرطوبة في أثناء الضغط % وزناً	الكثافة الظاهرية للتربة في العمق المدروس غ/سم3		
			20-0	40-20	60-40
0	0	16	0.99	1.08	1.17
		19.3	1.06	1.27	1.22
		21.8	1.06	1.16	1.20
	المتوسط	19.03	1.04	1.15	1.20
174.18	9.07	16	1.34	1.3	1.25
		19.3	1.37	1.31	1.25
		21.8	1.42	1.37	1.27
	المتوسط	19.03	1.38	1.33	1.26
257.44	14.62	16	1.36	1.32	1.24
		19.3	1.43	1.36	1.26
		21.8	1.47	1.44	1.33
	المتوسط	19.03	1.42	1.37	1.27
LSDα5%			0.039	0.04	0.040

يلاحظ من الجدول السابق أن الكثافة الظاهرية بوصفها متوسطاً للرطوبة في العمق (0-20) سم بلغت 1.04غ/سم3 في المعاملة من دون ضغط، وعند الضغط 174.18 كيلو باسكال زادت الكثافة معنوياً في هذه العمق، لتصل إلى 1.38غ/سم3، وعند الضغط ب 257 كيلو باسكال زادت معنوياً، لتصل إلى 1.42غ/سم3.

أما في العمق (20-40) فكانت الكثافة بوصفها متوسطاً للرطوبة (19.03%) 1.15غ/سم3 ، وزادت بشكل معنوي، لتصل إلى 1.33غ/سم3 عند الضغط 174.18 كيلو باسكال، وعند الضغط 257.44 كيلو باسكال زادت، لتصل 1.37 غ/سم3، وهي غير معنوية مقارنة بالكثافة عند الضغط 174.18 كيلو باسكال، ولكنها معنوية مقارنة بالشاهد. أما في العمق (40-60) سم فيلاحظ أن الكثافة زادت بشكل معنوي من 1.20إلى 1.26 غ/سم3 عند الضغط 174.18 كيلوباسكال، لتصل 1.27 غ/سم3عند الضغط 257.44 كيلو باسكال. مع الإشارة هنا إلى أن الكثافة في العمق(0-20) سم تجاوزت القيمة الحدية لهذا النوع من الترب (1.28غ/سم3) بوصفه متوسطاً للرطوبة في أثناء الضغط في معاملات الضغط المطبق جميعها. وفي العمق (0-20)سم تجاوزت الكثافة الظاهرية القيمة الحدية لها(1.42غ/سم3) فقط عند الضغط 257.44 كيلو باسكال، ومستوى رطوبي 21.8 %0

أما في العمق (60 -40) سم فلم تصل الكثافة إلى القيمة الحدية التي بعد تجاوزها يتعثر نمو النبات بحسب (Kunze und Petelkau ,1979). وإن هذا النوع من الترب يتحمل الضغوط، ويقتصر تأثير الضغط عند ضغط

التربة مرة واحدة في الطبقة السطحية، ويتلاشى بشكل تدريجي مع زيادة العمق، وكمتوسط للرطوبة في أثناء الضغط 19.03%وزناً، تزداد الكثافة عند الضغط 174.18 كيلو باسكال بمقدار 0.34غ/سم3 على العمق (0–20) سم، وبمقدار 0.38 غ/سم3 عند الضغط 257.44 كيلو باسكال مقارنة بالمعاملة من دون ضغط.

وفي العمق 20–40سم كمتوسط للرطوبة في أثناء الضغط 19.03%وزناً، ازدادت الكثافة عند الضغط 174.18 كيلو باسكال بمقدار 0.18غ/سم3، وبمقدا ر 0.22 غ/سم3 عند الضغط 257.44 كيلو باسكال مقارنة بالمعاملة من دون ضغط. وفي العمق (60 –40) سم كمتوسط للرطوبة في أثناء الضغط 19.03% وزناً، زادت الكثافة عند الضغط 174.18 كيلو باسكال بمقدار 0.06غ/سم3، وبمقدار 0.007 غ/سم3 عند الضغط 257.44 كيلو باسكال مقارنة بالمعاملة من دون ضغط؛ أي أن تأثير الضغط في الكثافة يتناقص مع زيادة بعد طبقة التربة عن الطبقة السطحية المتأثرة بالضغط بشكل واضح.

2– تأثير مستويات مختلفة من الضغط والرطوبة في أثناء الانضغاط في حجم المسامية الكلية، وتوزيع النظام المسامي في التربة:

يعدّ حجم المسامات الكلية في التربة أحد أهم الصفات الفيزيائية لها، لأن هذا النظام المسامي هو المسؤول عن عمليات النقل والتخزين داخل قطاع التربة، كما أنه يعبر عن الحالة البنائية لها، لكن توزيع هذا النظام المسامي، وتحديد حجم المجموعات المسامية المختلفة بحسب أقطارها يعد العامل المحدد لمدى فاعلية عمليات النقل، والتخزين داخل قطاع التربة؛ وبذلك يعدّ هذا التوزيع هو العامل المحدد للوسط الفيزيائي المناسب لنمو النبات وتطوره، ولتحديد ذلك تم استخدام جهاز الضغط الغشائي في تحديد حجم هذه المسامات الهوائية؛ إذْ يطبق ضغط معين وفقاً للقانون الآتي:

$Pm=\frac{4\sigma W}{d}$ حيث σw : التوتر السطحي للماء (نيوتن /م) ، d : قطر المسام (م) .

بعد ذلك تم تحديد حجم المجموعات المسامية كمايأتي:

.PV %> 50µm=PV%–Wvol.pF1.8

.PV %> 10µm=PV%–Wvol.pF2.5

.PV %(10–50) µm=Wvol.pF1.8–Wvol.pF2.5

.PV %(0.2–10) µm=Wvol.pF2.5–Wvol.pF4.2

.PV %< 0.2 µm=Wvol.pF4.2

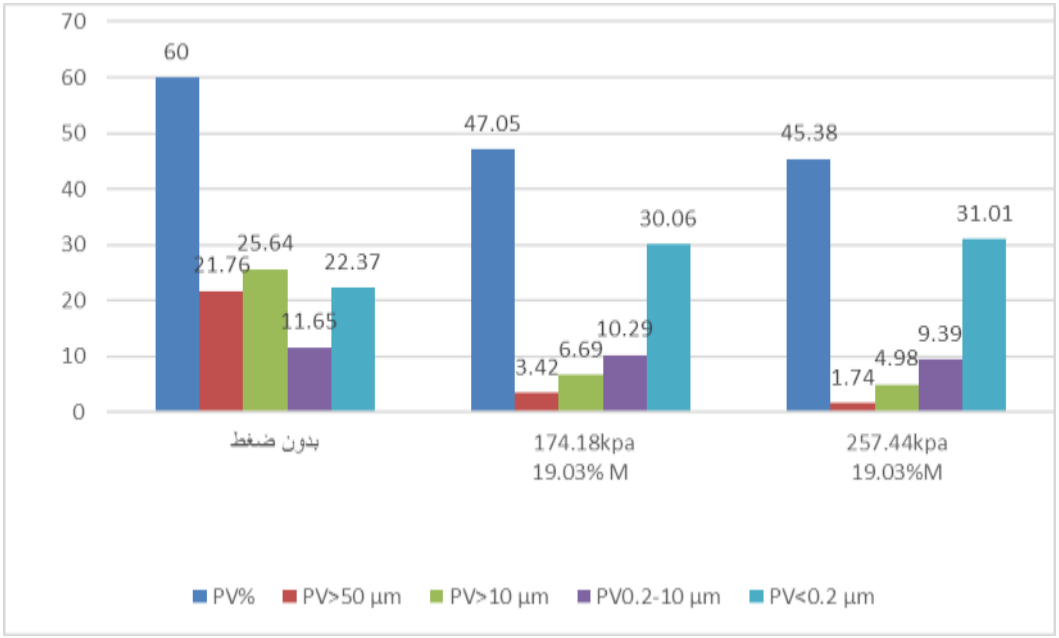
إذْ إن WvolpF1.8 هي الرطوبة الحجمية عند نهاية الضغط المعادل لpF1.8 >

PV%حجم المسامية الكلية للتربة وتحدد كما يأتي :

$PV\ \% = \left(1-\frac{\varrho d}{\varrho s}\right) * 100$

إذْ إن ϱd الكثافة الظاهرية (غ /سم ^{3}) ، ϱS: الكثافة الحقيقية للتربة (غ/سم ^{3}).

بعد اقتطاع عينات ترابية من الأعماق الآتية (0–20 ، 20–40 ، 40–60) سم، تم تحديد توزيع النظام المسامي لهذه العينات وفيما يأتي شكل (3)، يوضح تغيرات النظام المسامي في العمق (0–20) سم .

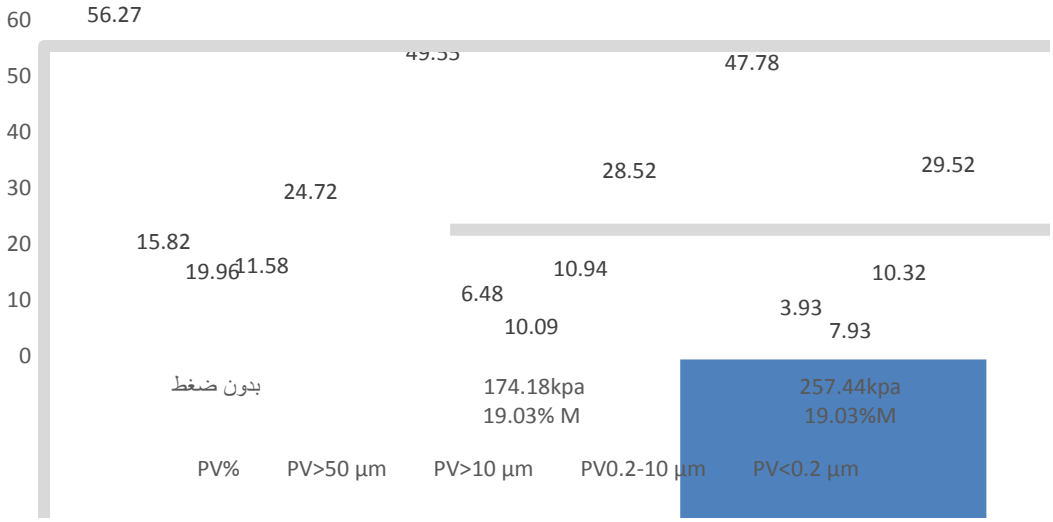


شكل (3) يوضح تغيرات النظام المسامي في العمق (0–20) سم بوصفه متوسطاً للرطوبة في أثناء الضغط.

يلاحظ من الشكل 3 أن حجم المسامية الكلية ينخفض معنوياً من 60% في المعاملة من دون ضغط إلى 47.05% بوصفه متوسطاً للرطوبة في أثناء الضغط 174.18kpa، وانخفض إلى 45.38% عند الضغط 257.44 كيلو باسكال . أما حجم المسامات، التي قطرها أكبر من 50 µm، والتي تفيد بانتشار المجموع الجذري والتهوية، فتنخفض معنوياً بشكل حاد من 21.76%الى 3.42 % في أثناء الضغط 174.18kpa، وانخفض إلى 1.74%عند الضغط 257.44 كيلو باسكال. أما حجم المسامات الهوائية أكبر من 10 µm ، والمسؤولة عن عمليات التهوية، فتنخفض بشكل حاد من 25.64%الى 6.69%متجاوزة بذلك القيمة الحدية 10%حجماً بحسب Hillel, (1980) ،واستمر بالانخفاض إلى 4.98% عند الضغط 257.44 كيلو باسكال.

أما حجم المسامات التي قطرها بين (0.2–10) µm فينخفض بشكل بسيط من حوالي 11.65%إلى 10.29%عند الضغط 174kpa ، وانخفض إلى 9.39% عند الضغط 257.44kpa . أما حجم المسامات التي قطرها أقل من 0.2 µm فنلاحظ أنها تزداد من 22.37%إلى 30.06% عند الضغط 174.18kpa وازداد إلى 31.01% عند الضغط 257.44kpa .وهذه صفة سلبية في التربة، لأن هذه المسام تحوي على ماء غير متاح للنبات، وزيادتها تكون على حساب المسامات الهوائية والمتوسطة التي تحتوي الهواء وعلى الماء المتاح للنبات.

هذا وتم تحديد توزيع النظام المسامي في العمق (20–40) سم على شكل بياني، كما هو موضح في الشكل رقم(4) الآتي:



شكل (4) يوضح تغيرات النظام المسامي في العمق (20–40) سم بوصفه متوسطاً للرطوبة في أثناء الضغط.

يلاحظ من الشكل 4 أن حجم المسامية الكلية بلغ في المعاملة من دون ضغط 56.27%، وعند الضغط بمقدار 174.18 كيلو باسكال انخفض حجم المسامية إلى 49.55 %بوصفه متوسطاً للرطوبة في أثناء الضغط . وعند المعاملة ذات الضغط 257.44 كيلو باسكال انخفض حجم المسامية إلى 47.78 % .

أما حجم المسامات التي قطرها أكبر من 50 µm فقد كانت في المعاملة من دون ضغط 15.82% وانخفضت عند الضغط 174.18 كيلو باسكال إلى 6.48 % ، وعند الضغط 257.44 كيلو باسكال انخفضت إلى 3.93% . أما حجم المسامات الهوائية أكبر من 10 µm فكانت عند المعاملة من دون ضغط في المتوسط بالنسبة إلى الرطوبة 19.96% حجما"، وانخفضت عند الضغط 174.18 كيلو باسكال إلى 10.09% وعند الضغط 257.44 كيلو باسكال إلى 7.93% . أما حجم المسامات التي قطرها بين (10–0.2) µm فكانت في المعاملة من دون ضغط 11.58% ، وهي تقع ضمن المجال الطبيعي لحجم المسامات المتوسطة بحسب (Hartge&Hornn1991)، والذي يقع بين (20–7)% حجما"، وانخفض حجم هذه المسامات إلى 10.94%

عند الضغط 174.18 كيلو باسكال، وإلى 10.32 % ،وعند الضغط 257.44 كيلو باسكال.

أما حجم المسامات التي قطرها أقل من 0.2 µm فنلاحظ أنها كانت في المعاملة من دون ضغط 24.72% ، وعند الضغط بمقدار 174.18 كيلو باسكال زاد حجم هذه المسامات إلى 28.52%بوصفه متوسطاً للرطوبة في أثناء الضغط، واستمر بالزيادة إلى 29.52% عند مستوى الضغط 257.14KPa .

هذا وتم تحديد توزيع النظام المسامي في العمق (60–40) سم، ويمكن توضيحها كما في الجدول رقم(7) :

جدول رقم (7) يوضح تأثير الضغط والرطوبة في أثناء الضغط على حجم المسامات، وتوزعها في العمق (60-40)

PV<0.2 µm	PV 0.2-10 µm	PV>10 µm	PV>50 µm	PV%	الرطوبة في أثناء الضغط M%	حمولة العجلة KN	الضغطKPa
25.74	13.86	16.24	14.92	55.84	16	0	0
26.48	12.38	14.74	13.55	53.96	19.3	0	0
26.4	12.91	15.4	12.21	54.72	21.8	0	0
26.2	13.05	15.46	13.56	54.84	19.03		المتوسط
27.5	12.2	13.13	11.57	52.83	16	9.07	174.18
27.5	10.76	14.57	11.47	52.83	19.3	9.07	174.18
27.94	9.62	14.51	10.64	52.07	21.8	9.07	174.18
27.64	10.86	14.07	11.22	52.75	19.03		المتوسط
27.28	11.03	14.9	12.48	53.21	16	14.62	257.44
27.72	11.25	13.48	11.39	52.45	19.3	14.62	27.44
29.26	12.11	8.44	4.78	49.81	21.8	14.62	257.44
28.08	11.46	12.27	9.55	51.82	19.03		المتوسط
0.88	1.70	2.85	3.03	1.48			LSDα5%

نلاحظ من الجدول السابق أن حجم المسامية الكلية في العمق 40-60 سم بلغ في المعاملة من دون ضغط 54.84%، وانخفض معنوياً إلى 52.75%عند الضغط 174.18 كيلو باسكال، بوصفه متوسطاً للرطوبة في أثناء الضغط، وإلى 51.82% عند مستوى الضغط 257.44 كيلو باسكال.

أما حجم المسامات التي قطرها أكبر من 50 µm فقد كانت في المعاملة من دون ضغط 13.56%، بوصفه متوسطاً للرطوبة، وانخفضت إلى 11.22 % عند الضغط 174.18 كيلو، ثم انخفضت، وبشكل معنوي، إلى 9.55%الضغط 257.44 كيلو باسكال.

أما حجم المسامات الهوائية أكبر من 10 µm فكان عند المعاملة من دون ضغط في المتوسط 15.46% حجما"، وانخفض عند الضغط 174.18 كيلو باسكال إلى 14.07%، بوصفه متوسطاً للرطوبة، وإلى 12.27% عند الضغط 257.44 كيلو باسكال .يلاحظ من الأشكال 3-4 ، والجدول3 أن حجم المسامية الكلية، والمسامات الهوائية يتناقص مع زيادة الضغط، ومع زيادة الرطوبة في أثناء الضغط، كما أن تأثير الضغط يتناقص مع زيادة العمق .

3- تأثير مستويات من الضغط والرطوبة في أثناء الانضغاط في إنتاجية الشوندر السكري:

بعد وصول المحصول إلى مرحلة النضج تم قلع جذور الشوندر السكري من المعاملات المدروسة، وتم حساب متوسط إنتاج المعاملة الواحدة لثلاثة مكررات، وكل مكرر بمساحة 20 م2؛ إذْ تم حساب متوسط إنتاج المعاملة الواحدة، ثم نسب الإنتاج إلى وحدة المساحة (هكتار واحد)، بعد ذلك تم تحديد أقل فرق معنوي بين المعاملات

المدروسة عند درجة ثقة 5% باستخدام تحليل التباين من الدرجة الأولى، فكانت النتائج كما هي عليه في الجدول رقم(4) الآتي:

جدول رقم (4) تأثير مستويات من الضغط والرطوبة في أثناء الضغط في إنتاجية الشوندر السكري.

الضغط KPa	حمولة العجلةKN	الرطوبةفي أثناء الضغط	الإنتاجية طن/هـ	الإنتاجية %
0	0	16	66.1	98.07
0	0	19.3	68.8	102.07
0	0	21.8	67.3	99.85
المتوسط		19.03	67.4	100
174.18	9.07	16	65.96	88.56
174.18	9.07	19.3	62.5	92.72
174.18	9.07	21.8	60	89.02
المتوسط		19.03	60.82	90.23
257.44	14.62	16	57.76	85.69
257.44	14.62	19.3	58.51	86.87
257.44	14.62	21.8	55.59	82.48
المتوسط		19.03	57.28	84.98
LSDα5%			4.95	8.04

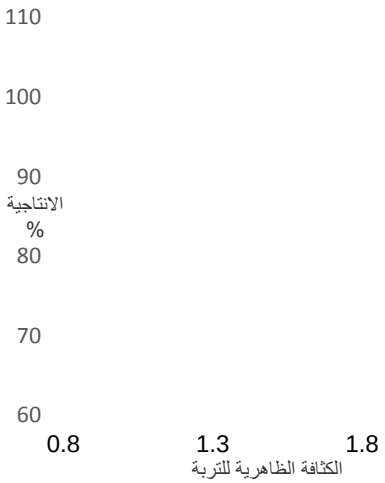
نلاحظ من الجدول أن متوسط الإنتاجية من دون ضغط بلغ 67.4 طن /هـ، وانخفض إلى 60.82 طن/هـ عند الضغط 174.18 كيلو باسكال؛ أي انخفض معنوياً بمقدار 6.58 طن /هـ، بوصفه متوسطَ الرطوبة، وانخفض معنوياً إلى 57.28طن /هـ عند الضغط 257.44 كيلو باسكال؛ أي انخفض معنوياً بما يعادل 10.12طن /هـ، كما أن الإنتاجية تنخفض مع زيادة الرطوبة عند الضغط الواحد، ولكن هذه الاختلافات لم تكن معنوية، وهذا قد يعود إلى نقصان الفروقات بين مستويات الرطوبة في أثناء الضغط ؛ إذْ إن الرطوبة في أثناء الضغط كانت في المستوى الأول تعادل 50% من السعة الحقلية، و 60% في المستوى الثاني ، و 67.5% من السعة الحقلية في المستوى الثالث، وهي قيم منخفضة بالنسبة إلى هذا النوع من الأتربة /كلها في المجال المرن /.

وكمتوسط للإنتاجية لا يوجد فروقات معنوية بين مستويي الضغط الأول والثاني، أما عند مستوى رطوبي 21.8، والضغط 257.44 كيلو باسكال t فقد كان انخفاضاً معنوياً بالإنتاجية مقارنة بمتوسط الإنتاجية، أما الإنتاجية بوصفها نسبة مئوية فقد انخفضت معنوياً بمقدار 10%، بوصفها متوسطاً للرطوبة عند الضغط 174.18 كيلو باسكال، وانخفض معنوياً بمقدار 16%عند معاملة الضغط 275.44kpa مقارنة بالشاهد ، وعند الضغط الواحد انخفض الإنتاج مع زيادة المحتوى الرطوبي، لكن هذه الاختلافات لم تكن معنوية، إلا أن الانخفاض الأكبر في الإنتاجية كان عند معاملة الضغط257.44 ، و رطوبة 21.8 %؛ إذْ بلغ الانخفاض في الإنتاج 17.52%.

هذا وقد تم تحديد العلاقة بين الإنتاجية، بوصفها نسبة مئوية، والكثافة الظاهرية للتربة

$$y = -98.34 + 356.45 * \rho d - 159.17 \rho d^2$$
$$r^2 = 0.91$$

فكانت أكثر معنوية في العمق (0–20) سم، كما هو موضح في المعادلة الآتية، والشكل (5) :



شكل (5) العلاقة بين الإنتاجية، بوصفها نسبة مئوية، والكثافة الظاهرية للتربة.

يتضح من الشكل السابق أن أفضل كثافة ظاهرية للتربة بالنسبة إلى الإنتاج في المعاملات المدروسة كانت 1.12غ/سم 3، وكانت القيمة الحدية 1.28غ/سم، وإن الإنتاجية تنخفض بشكل كبير مع زيادة الكثافة الظاهرية للتربة في الطبقة السطحية .

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

من خلال الدراسة التي أجريت حول تأثير الضغط والرطوبة في أثناء الضغط، تم التوصل إلى الاستنتاجات التالية : تزداد الكثافة الظاهرية للتربة مع زيادة الضغط والرطوبة في أثناء الضغط، ويتضاءل تأثير الضغط في الكثافة مع زيادة العمق؛ إذْ كان التأثير الأكبر في العمق 0–20 سم، وكمتوسط كان ارتفاع الكثافة في هذا العمق بمقدار 0.38 غ/سم 3 عند الضغط 257.44 كيلو باسكال، ومتوسط الرطوبة في أثناء الضغط 19.03 % وزناً مقارنة بالمعاملة من دون ضغط . انخفض حجم المسامات أكبر من 50 ميكروناً عند الضغط 257.44 كيلوباسكال، ومتوسط الرطوبة في أثناء الضغط 19.03% وزناً بمقدار 20.02% . وكما انخفض حجم المسامات أكبر من 10 ميكرونات إلى 4.98%؛ أي انخفض بمقدار 20.66% (متجاوزاً القيمة الحدية) مقارنة مع المعاملة من دون ضغط. ورافق ذلك انخفاض في حجم المسامات المتوسطة، وزيادة في حجم المسامات التي تحوي الماء غير القابل للامتصاص. كما تم التوصل إلى أن الكثافة الظاهرية المثالية في الطبقة السطحية من 0–20سم لإعطاء أفضل

إنتاجية من الشوندر السكري كانت 1.12 غ/سم3، وكانت القيمة الحدية 1.28غ/سم ^{3}، والتي بعد تجاوزها يحصل انخفاض معنوي في الإنتاج.

التوصيات:

هنالك إجراءات عديدة يمكن من خلالها تقليل انضغاط التربة عن طريق استخدام آلات ذات أوزان قليلة، واستطاعة عالية، واستخدام عجلات ذات سطح تلامس كبير مع التربة لتقليل الضغط، وتقليل عدد المرورات في الحقل، أو تنفيذ عمليات زراعية عدة في وقت واحد، كما يجب تنفيذ العمليات الزراعية في المجال المناسب للحراثة، وإيجاد القيم الحدية للضغط والرطوبة في أثناء الضغط بالنسبة إلى محصول الشوندر السكري على هذا النوع من الترب في منطقة الغاب، ومنع دخول الآلات الزراعية إلى الحقل عند تجاوز هذه القيم، ومتابعة هذه الدراسة على أنواع مختلفة من المحاصيل والترب الزراعية.

المراجع:

1- المجموعة الزراعية الإحصائية السنوية الصادرة عن وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي (2010).

2-Abu-Hamdeh, N.H.(2003): Compaction and sub soiling effects on corn growth and soil bulk density. Soil Science Society of America Journal 67(4), 1213–1219.

3-Alakukku, L., Elonen, P.,(1995): Long-term effects of a single compaction by heavy field traffic on yield and nitrogen uptake of annual crops. Soil Till. Res. 36, 141–152.

4-Czeratzki,W. (1972) : Die AnsprÜche der Pflanzen an den Physikalischek Bodenzustand .Land bauforschung.VÖlkenrode 22. Germany. p.29-36.

5-Ermich, D. (1980) : Auswirkungen des Raddruckes auf die Bodenstruktur und den Pflanzenertrag und daraus abgeleitete agrotechnische Forderungen an den Technikeinsatz bei der Saatbeltbereitung. Wiss. Beitrage, MLU, Halle-Wittenberg, Halle, 14 (S 22), p. 9-33.

6-Hartge.K.H.&Horn.R(1991): Einführung in die Bodenphysik Ferdinand Enke. Verlag Stuttgart .Germany., P: 303.

7-Hakansson, I. and J. Lipiec. (1999): The degree of compactness; review of its usefulness in soil compaction studies. Paper accepted for publication in Soil and Till. Res. 29, 277–304.

8-Hakansson, I., Reeder, R.C.,(1994): Subsoil compaction by vehicles with high axle load-extent, persistence and crop response. Soil Till. Res. 29, 277–304.

9-Hartge.K.H.&Horn.R.(1991):Einfuhrung in die Bodenphysik. Enke Verlag StuttgartGermany.

10-Hillel,D.(1980):Fundamentals of soil physics.Acadamic press,NewYork,U.S.A.

11-Ibrahim,j.(1988):einfluss raddruckbedingter krumenbasisverdichtungen auf bodenphsikalische eigenschaften und den zuckerrubenertrag sowie daraus abgeleitete belastungsgrenzwerte.dissertation A.M.L.U.halle,wittenberg.germany.

12-Kunze.A, Petelkau .H:(1979) vor laefige Grenzwerte der Lagerungsdichte in Ackerkrume und unterboden nach Standaortgrupen und Kornungsarten .Forschungsberecht .Akad.wss. Berlin Germany.

13-Lal, R. (1996):Axle load and tillage effects on soil degradation and rehabilitation in Western Nigeria. I. Soil physical and hydrological properties Land Degradation Review, 7 (1996), pp. 19–45.

14-PAGEL,H(1982): Pflanzenernähstoffe in tropischen Böden ihre bestimmung und bewertung. VEB, Dentcher lamwirtschaftlicher Verlag, Berlin ,Gyrmany,1982, 272.

15-Rudolf , l.(1988): experimentelle ermittlunge von druck-feuchte-grenzwerten bei der zuckerrubenernte auf den verschiedenen kornungsarten als voraussetzung fur die anwendunge rationeller bodenbarbeitungsverfahren o sommergerste A.M.L.U.halle.wittenberg,dissertation

16- Upadhyaya,S.K. (1992):Deterring compaction of soil by heavy machinery.
California agriculture.46(4): 20 19

17-Voorhees, W.B., W.W. Nelson and G.W. Randall(1986): Extend and persistence of sub soil compaction caused by heavy axle loads. Soil Sci.Soc.Am.J.50:428-4-33.

18-wolowski, D.(2007): Managing soil compaction following the heavy rains of 2007, Agriculture and natural resources .University of Wisconsin. Extension respond August 2007.