تأثير الزراعة الحافظة والمخففة في بعض الخصائص الفيزيائية للتربة اللومية الطينية وإنتاجية الشعير في ظروف منطقة الاستقرار الثالثة في سورية

Effects of Conservation Agriculture and MinimumTillage on Some Physical Properties of Clay Loam Soil and Productivity of Barley Crop under Climatic Zone C in Syria.

د. أويديس أرسلان [3-1] د. سهيل بربارة [2] م. منى ياغي [2-1]

Awadis Arslan Suhel Barbara MunaYaghi

(1) الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية.

(2) قسم الهندسة الريفية، كلية الزراعة، جامعة حلب، سورية.

(3)المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة/أكساد (ACSAD).

الملخص

نُفذت التجربة في مركز البحوث العلمية الزراعية في السلمية في محافظة حماه (سورية)، على تربة لومية طينية خلال الموسمين الزراعيين 2010/2009 و 2011/2010، بهدف تقييم عدد الفلاحات وسرعة تنفيذها، بما في ذلك الزراعة الحافظة (دون فلاحة)، في بعض خصائص التربة الفيزيائية، وغلة محصول الشعير، باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة. أدت زيادة السرعة الأمامية للجرار من 5.07 إلى 7.71 كم.سا$^{-1}$، وتكرار عملية الحراثة، إلى انخفاض الكثافة الظاهرية للتربة، ومقاومة التربة للإختراق، ومعدل القطر الموزون، بينما ازداد معامل التوصيل المائي المشبع، كما أدت زيادة السرعة الأمامية للجرار إلى 10.22 كم.سا$^{-1}$، إلى ارتفاع الكثافة الظاهرية، وبالتالي ارتفاع مقاومة التربة للاختراق، وإنخفاض معامل التوصيل المائي المشبع، ما أثر سلباً في إنتاجية محصول الشعير المزروع بعد البيقية.

وتفوقت المعاملة المفلوحة مرتين بالسرعة المتوسطة (7.71 كم.سا$^{-1}$)، تليها معاملة الزراعة الحافظة، بتحقيقها أكبر إنتاجية للشعير، إذ بلغت الغلة الحيوية 4253 و3727 كغ.هـ$^{-1}$ للموسم الأول، و 5964 و 5744 كغ.هـ$^{-1}$ للموسم الثاني للمعاملتين على التوالي. كما تفوقت معاملة الزراعة الحافظة على المعاملات المفلوحة بتحقيقها أقل قيمة لمقاومة التربة للاختراق، وأعلى قيمة لمعامل التوصيل المائي المشبع مع تقدم النبات في النمو. عموماً أسهم تطبيق الزراعة الحافظة في تحسين خصائص التربة الفيزيائية، وإنتاجية الشعير، لذلك ينصح بتطبيقها في المنطقة البيئية المستهدفة.

الكلمات المفتاحية: الزراعة الحافظة، الزراعة المخففة، سرعة الحراثة، الخصائص الفيزيائية للتربة، إنتاجية الشعير.

Abstract

The experiment was conducted at Salamia Agricultural Research Center in Hama Governorate (Syria), on a clay loam soil during 2009/ 2010 and 2010/ 2011 seasons, to evaluate the speed and till number including conservation agriculture (no till), on some soil physical properties and barley yield, using CRBD design. Increasing the front wheel speed of the tractor from 5.07 to 7.71 Km.hr^{-1} and the till number to 2, reduced soil bulk density, penetration resistance, and mean weigh diameter, while saturated hydraulic conductivity was increased. Increasing the front wheel speed of the tractor to 10.22 Km.hr^{-1}, increased bulk density, and penetration resistance, and reduced saturated hydraulic conductivity, which had negative effect on barley yield planted after vetch. The treatment tilled twice at medium speed (7.71 km. hr^{-1}) followed

©2017 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved.

ISSN:2305 - 5243 ; AIF(NSP)-316

by conservative agriculture producing the highest barley yield, where the biological yield reached (4253 and 3727 kg.ha^{-1}) during the first season, and (5964 and 5744 kg.ha^{-1}) during the second season respectively. Conservative agriculture was superior over tilled treatments, in attaining the lowest penetration resistance, and the highest saturated hydraulic conductivity by the end of the growing season. Generally, conservative agriculture contributed in improving soil physical properties and barley yield. Therefore, its application is recommended under targeted environmental conditions.
Keyword: Conservation Agriculture, Minimal Tillage, Tillage Speed, Physical Properties of Soil, Barley Productivity.

المقدمة

أدى استعمال الحراثات التقليدية الخاطئة في إعداد مهد البذور إلى تدهور بناء التربة وتعرضها للإنجراف الريحي والمائي، لازدياد شدة الجفاف في المناطق الجافة وشبه الجافة المعرَّضة للتعرية، ما زاد نسبة المساحات التي خرجت عن نطاق الاستثمار الزراعي، فضلاً عن التكاليف الباهظة لسعر المعدات المستعملة والوقود المستهلك واليد العاملة، لذا كان لابد من البحث عن نظم بديلة للأنظمة الزراعية التقليدية، كالزراعة الحافظة والحراثة المخففة.

تهدف حراثة التربة إلى تحسين تهوية التربة ونفاذيتها، فالتربة المفككة نوعاً ما تقل فيها مقاومة الإختراق مايسمح بنمو مجموع جذري أفضل. إن اختيار الجرار وآلة الحراثة المناسبة يؤدي إلى تقليل الأثر السلبي لها، كانضغاط التربة، وتقليل حجم الكتل الترابية وثباتيتها، وتشكل القشرة السطحية وزيادة مقاومة التربة للإختراق، إضافةً لزيادة كفاءة الآلة، وإنتاجية النبات، وتحسن صفات التربة الفيزيائية. بين عودة (1990) أن تكرار استعمال معدات الحراثة الأولية والثانوية، كتكرار التنعيم والحراثة المتعامدة، وكثرة المرور الآلي في الحقل، يؤدي إلى انضغاط التربة وتدهور بنائها، ما يؤدي إلى زيادة كثافتها الظاهرية، وتشكل قشرة كتيمة على سطحها وتقليل مساميتها، وحركة الماء فيها، ومقدرتها على الاحتفاظ بالماء. أظهرت التجارب التي قام بها Wilkins وزملاؤه (2002) أن نظام الزراعة الحافظة يعطي التربة ثباتاً واستقراراً أفضل، واستدامةً أكبر للإنتاج الزراعي، مقارنةً بنظام الزراعة التقليدية. وفي هذا النظام يصعب تحديد تأثير نتائج تغيرات خواص التربة في الإنبات ونمو النبات، لأنها تتوقف أيضاً على نوع التربة والظروف المناخية (Malecka،2007؛ Jug وزملاؤه، 2011).

أشار Derpesch (2007) إلى أنَّه من الصعب اكتشاف التغيرات الإيجابية في خواص التربة خلال 2 إلى3 سنوات. وتوصل Etana (2012) إلى أنَّ الحراثة السطحية هي أفضل في سنوات الجفاف، إذ أنها تقلل من التأثير السلبي لفصل الجفاف في نمو وإنتاج المحصول. وتبين أن الحراثة السطحية تحقق كثافةً نباتيةً أكبر، وإنتاجاً أفضل، فيما لو نُفذت لسنوات عديدة. وبين Makki وEl-amin (2008) أنَّ كفاءة أي عملية حراثة يجب أن تقيَّم إعتماداً على ما تحدثه من تغيرات في الصفات الفيزيائية للتربة أكثر من الإعتماد على إنتاجية المحصول، نتيجةً لإختلافها في عمق وتكرار وسرعة الحراثة، وقدرتها على تغيير خواص التربة.

تعد الكثافة الظاهرية، ومقاومة التربة للإختراق، والتوصيل المائي ومعدل القطر الموزون، التي تتغير بعد الحراثة من أهم الخصائص الفيزيائية للتربة لمقارنة تأثير نظم مختلفة من الحراثة (Hamza وAnderson، 2005)، وتأتي أهمية الكثافة الظاهرية من خلال تأثيرها المباشر في المحتوى المائي، وهواء وحرارة التربة، فقد بيَّن Abu- Hamdeh و Reeder (2003) أنَّ التوصيل الحراري للترب الرملية والرملية اللومية واللومية الطينية ازداد بزيادة الكثافة الظاهرية، وبزيادة المحتوى الرطوبي. تتغير الكثافة الظاهرية مع الزمن نتيجةً لعوامل طبيعية مثل، دورات الترطيب والتجفيف والتجميد والهطل المطري، بالإضافة لتأثير الكائنات الحية التي تحفر داخل التربة. وبين Lopez وزملاؤه (2010) أنَّ معدل القطر الموزون له تأثير قوي في الصفات الفيزيائية للتربة كالنفاذية، والخصائص الهيدروليكية، والتهوية، ومقاومة التربة، والتعرية وقابلية التربة لنقل المواد المذابة والغازات والحرارة، لذلك يُعد مفتاح المعلومات عن نوعية التربة وإنتاجيتها. وذكر Balesdent وزملاؤه (2000) أنَّ زيادة سرعة التشغيل تؤدي إلى زيادة تنعيم التربة.

أشارت الدراسات التي أجراها Hamad وزملاؤه (1994)، و Tomanova و Koch (2006) إلى أنَّ مرور الآلات الزراعية فوق سطح التربة يؤدي إلى تغيير مسامية التربة وكثافتها، ما يؤدي إلى حدوث انضغاط لآفاق التربة السطحية إلى درجة تصبح معها غير مناسبة لنمو الجذور وتغلغلها. وهذا يخفض الفائدة المرجوة من عمليات الحراثة الأولية أو يزيلها. وأن الزراعة الحافظة والمخففة تقلل من انضغاط طبقات التربة (الدناصوري، 2001).

كما أنَّ للحراثة تأثيرات كبيرة في صفات التربة الفيزيائية الأخرى كالتوصيل المائي، والمحتوى الرطوبي، ويتعلق التوصيل المائي ببناء التربة، إذ يكون كبيراً في الترب جيدة التحبب وعالية المسامية، ويكون منخفضاً في الترب المنضغطة سيئة البناء. علماً أنَّ التوصيل المائي لا يتعلق بالمسامية العامة، لكن بقطر المسام (مسام كبيرة أو صغيرة) (Brady ، 2002). ويختلف تأثير الحراثة في معامل التوصيل المائي المشبع حسب موقع العينة وزمن أخذها. بيَّن العديد من الدراسات التي أجراها Allmaras (1977) أن الحراثة السطحية، أو عدمها يزيد التوصيل المائي المشبع أكثر من الحراثة العميقة بالمحراث المطرحي القلاب، فالحراثة السطحية تزيد محتوى الكربون العضوي في الطبقة السطحية من التربة، والذي بدوره

يزيد من قدرة التربة على توصيل الماء (FAO، 2005)، إضافةً لوجود القنوات العمودية في التربة الناتجة عن ديدان الأرض، أو الجذور الميتة للمحصول السابق (Channel، 1985).

استنتج Malecka وزملاؤه (2011) بعد تعاقب 7 مواسم من زراعة الشعير وفق نظامي الحراثة المخففة"RT"، و الزراعة دون فلاحة "NT" حدوث تغيرات في الخصائص الفيزيائية للتربة في الطبقة (0 إلى 5 سم)، إذ حققت الحراثة المخففة والزراعة الحافظة زيادةً في المحتوى الرطوبي والكثافة الظاهرية مقارنةً بالزراعة التقليدية "CT"، وحققت الزراعة الحافظة انخفاضاً في مقاومة التربة للإختراق في العمق (0 إلى 10 سم) مقارنة بالزراعة التقليدية، وكانت مقاومة الطبقة تحت السطحية من التربة (20 إلى 30 سم) للإختراق في الزراعة التقليدية أكبر منها في الزراعة الحافظة.

بذل الباحثون جهوداً جبارة، ونفذوا العديد من البحوث من أجل تحديد مدى تأثير سرعة الحراثة في الخصائص الفيزيائية للتربة. إذ أظهرت الدراسات التي قام بها Thakur وزملاؤه (1988) أن زيادة السرعة العملية للحراثة لها تأثير إيجابي ومعنوي في الكثافة الظاهرية، ومتوسط القطر الموزون. كما برهن العاني (2010) أنَّ زيادة السرعة العملية للجرار عند حراثة تربة مزيجة طينية باستخدام المحراث المطرحي القلاب من 3.71 الى 6.37 كم.سا$^{-1}$، أدت إلى انخفاض الكثافة الظاهرية من 1.64 إلى 1.62 غ.سم$^{-3}$، ومن 1.72 إلى 1.68 غ.سم$^{-3}$، ومن 1.66 إلى 1.65 غ.سم$^{-3}$، وإلى انخفاض مقاومة التربة للاختراق من 41 إلى 38 كغ.سم$^{-2}$، ومن 48 إلى 46 كغ.سم$^{-2}$، ومن 51 إلى 48 كغ.سم$^{-2}$ للمستويات الرطوبية 22 و 19 و 14 % على التوالي، إذ إنَّ زيادة السرعة العملية تؤدي إلى تقليل زمن تطبيق الحمولة على الطبقة المحراثية من قبل المحراث، ما يقلل من فرصة انضغاط واندماج مجاميعها، وبالتالي يخفض قيمة الكثافة الظاهرية، ويقلل مقاومتها للإختراق، وهذا يتفق مع ما وجده كل من العبدلي (2000) و Hetz (2001).

توصل Buschiazzo وزملاؤه (1998) إلى أنَّ تغيرات الخصائص الفيزيائية للتربة الناتجة عن تغيرات نظم الحراثة يمكن أن تؤثر في إنتاجية المحاصيل المزروعة. إذ وجد Blanco-Canquia و Lal (2008) أنَّ مرور الآلات الزراعية يغير من نفاذية التربة للماء، وعدد الكائنات الحية في التربة، والفترة الزمنية اللازمة لنضج الحب في الترب اللومية الطينية. وتبين أن إنتاجية المحاصيل كانت أعلى وأكثر استقراراً تحت نظام الزراعة الحافظة على المدى المتوسط والبعيد من نظام الزراعة التقليدية، التي تكون فيها الإنتاجية متغيرة على المدى القصير، وإن التباين في استجابة المحصول في نظام الزراعة الحافظة على المدى القصير يكون نتيجةً لمتطلبات المحصول، وتأثير خصائص التربة والمناخ، وزيادة منافسة الأعشاب، وحدوث الأمراض التي تنقلها بقايا المحاصيل السابقة (Martin-Rueda وزملاؤه، 2007؛ Angas وزملاؤه، 2006).

هدف هذا البحث لدراسة تأثير كل من الزراعة الحافظة، وسرعة وتكرار الحراثة باستخدام المشط القرصي المفرد في بعض الخصائص الفيزيائية للتربة، وفي إنتاجية محصول الشعير، واختيار أفضل نظام حراثة وزراعة مناسب لتحسين الخصائص الفيزيائية للتربة اللومية الطينية في منطقة الدراسة.

مواد البحث وطرائقه

نُفذت التجربة في مركز البحوث العلمية الزراعية في منطقة السلمية التابعة لمحافظة حماه (سورية)، في منطقة الإستقرار الثالثة، ذات التربة اللومية الطينية، خلال الموسم الزراعي 2011/2010. قسم الحقل المزروع سابقاً بمحصول الشعير وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية (RCBD) إلى 21 قطعةً تجريبيةً، ضمت سبع معاملات بثلاثة مكررات (قطاعات)، وبلغت مساحة القطعة التجريبية (7.2 * 30 = 216 م^2)، وتركت ممرات بمسافة 3 م بين القطاعات، ومسافة 6 م بين القطع التجريبية ضمن القطاع الواحد، لتفادي تداخل المعاملات، ولاسيما عند عملية الحراثة. وبعد اختبار السرعات الأمامية للجرار الزراعي المستخدم في البحث عند 1750 د.د$^{-1}$ للمحرك، اختيرت منها السرعات النظرية التالية للحراثة بالمشط القرصي وهي: **سر**1=5.27 كم.سا$^{-1}$، **سر**2= 7.61 كم.سا$^{-1}$، **سر**3= 10.22 كم.سا$^{-1}$. أجريت بعد ذلك الحراثة وجهاً واحداً للمعاملات الست المفلوحة وفق السرعات المذكورة، ثم نُفذت حراثة الوجه الثاني للمعاملات الثلاث المطلوب حراثتها لوجهين وفق السرعات المنتخبة حسب تصميم التجربة وأشير بـ (ق1) للمعاملات المفلوحة وجهاً واحداً، و(ق2) للمعاملات المفلوحة وجهين. وتمت عملية الزراعة للمعاملات المفلوحة بآلة التسطير بسرعة نظرية 10.22 كم.سا$^{-1}$، وتمت عملية الزراعة بالنسبة لمعاملة الزراعة الحافظة، باستخدام آلة مخصصة للزراعة على أرض غير محروثة (حراثة على الجلد) بسرعة نظرية مختارة 7.61 كم.سا$^{-1}$.

يُبيِّن الجدول 1 بعض التحاليل الأولية الفيزيائية والكيميائية للتربة قبل تنفيذ البحث. إذ تم أخذ عينات التربة قبل الحراثة في 2010/10/7، وخلال موسم النمو (بعد الزراعة في 2010/10/12، وفي منتصف الموسم في 2011/3/23، وبعد الحصاد في 2011/5/24) للطبقة السطحية من الأعماق (0-5، 5-10، 10-15 و 15-20 سم) لقياس الكثافة الظاهرية، ومعدل القطر الموزون، وتم في الوقت نفسه قياس مقاومة التربة للإختراق عند كل عمق، والتوصيل المائي المشبع عند العمق (0 إلى 10 سم).

الجدول 1. بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة في موقع تنفيذ التجربة.

خواص التربة	عمق التربة (0-20 سم)
الرمل (%)	28
السلت (%)	24
الطين (%)	48
القوام	لومي طيني
الكثافة الحقيقية (غ.سم$^{-3}$)	2.6
الكثافة الظاهرية (غ.سم$^{-3}$)	1.12
معدل القطر الموزون (مم)	1.50
مقاومة التربة للاختراق (كغ.سم$^{-2}$)	14.7
المادة العضوية (%)	1.4
المسامية (%)	56.9
المحتوى الرطوبي الوزني (%)	8.84
pH	7.9
N معدني (مغ.كغ$^{-1}$)	4.8
P متاح (مغ.كغ$^{-1}$)	7.0
K متاح (مغ.كغ$^{-1}$)	580.5

تم قياس الخصائص الفيزيائية للتربة وفق المعادلات التالية:

- **الكثافة الظاهرية للتربة (BD)**: تم تقديرها باستخدام طريقة إسطوانة التربة (أبو نقطة، 1994).
- **معدل القطر الموزون (MWD)**: تم تقديره باستخدام طريقة النخل الجاف لـ Zhang وHorn (2001).

$$MWD = \sum wi * xi$$

حيث: MWD = معدل القطر الموزون (ملم).

xi = معدل قطر المنخل الأعلى والأسفل (ملم)، وقد استخدمت ستة أقطار للمناخل هي 0.5، 1، 2، 3، 4، 5 ملم.

wi = وزن التربة المتبقية على المنخل إلى وزن عينة التربة (غ).

- **مقاومة التربة للإختراق (كغ. سم-2) (PR)**: تم قياسها باستخدام جهاز قياس مقاومة الإختراق اليدوي ذو الرأس المخروطي، وهو من صناعة شركة Dickey-john الأمريكية.
- **التوصيل المائي المشبع (سم. د-1) Ks**: تم تقديره بطريقة الرأس الهيدروليكي الثابت لـ Klute وDirksen (1986).
- **قياس مكونات الإنتاج لمحصول الشعير (كغ.هكتار-1)**: بعد حصاد 3 مربعات عشوائية بمساحة 1م^2 من كل قطعة تجريبية مزروعة بمحصول الشعير (الصنف فرات 2)، تمّ حساب متوسط الوزن الحيوي للنباتات المحصودة. وبعد عملية الدراس تم وزن الإنتاج الحبي وذلك لكل معاملة.

التحليل الإحصائي:

تمَّ جمع البيانات، وتبويبها، ثم تحليلها إحصائياً باستخدام برنامج التحليل الإحصائي GENSTAT 12، وتحليل التباين ANOVA، وحساب قيمة أقل فرق معنوي LSD عند مستوى معنوية 5 %.

النتائج والمناقشة

تأثير المعاملات المدروسة في الخصائص الفيزيائية للتربة:

-الكثافة الظاهرية للتربة:

بعد الزراعة مباشرة (بداية الموسم):

يلاحظ من الجدول 2 وجود فروق معنوية بين المعاملة ق2سر2 وباقي المعاملات المدروسة عند العمق (0 إلى 5 سم)، إذ حققت المعاملة ق2سر2 أقل معدل للكثافة الظاهرية بلغ 0.94 غ.سم$^{-3}$، نظراً لسرعة الحراثة العالية، فكلما ازدادت سرعة الحراثة تقل الكثافة الظاهرية. وهذا يتفق مع ماتوصل إليه kasap (2001) بأن قيم الكثافة الظاهرية تقل مع زيادة سرعة التشغيل في الحراثة التقليدية والبذر المباشر. إن تكرار الحراثة مرةً ثانيةً يؤدي لزيادة درجة التفتيت، فيزداد حجم التربة المثارة، فتنخفض الكثافة الظاهرية، وهذا ما أثبته البنا وحسين خيري (2004) في دراسة تأثير تكرار الفلاحات المختلفة. وتليها معاملة الزراعة الحافظة (1 غ.سم$^{-3}$) مع وجود فروق معنوية بينها وبين ما تبقى من المعاملات المدروسة، بسبب زيادة حجم الكتل الترابية وثباتيتها، نتيجةً لترك البقايا النباتية فوق سطح التربة والتي تؤدي دوراً مهماً في ربط حبيبات التربة (Bani Hani، 2013). بينما حققت المعاملة ق1سر3 أكبر كثافة ظاهرية للتربة في الطبقة السطحية وبلغت 1.07غ.سم$^{-3}$، مع وجود فروق ظاهرية بينها وبين المعاملات (ق1سر2، ق2سر1، ق2سر3)، فعند زيادة السرعة العملية إلى 10.22 كم.سا$^{-1}$ يقل العمق الذي يمكن أن تقصه أقراص المشط القرصي، وتزداد مقاومة التربة لقوة القص، ويقل زمن تعرض الكتل الترابية لتأثير القص الذي سببته السرعة العالية جداً، وبالتالي ينخفض أداء الجرار والمشط القرصي في الحراثة إلى حد كبير (Soane وزملاؤه، 1981)، ويحدث ارتجاج لكل من الجرار والآلة المحمولة معاً، ما يعيق أو يمنع تنفيذ العملية الزراعية وهذا يُعد سبباً لرفع الكثافة الظاهرية.

وسُجلت الكثافة الظاهرية الأدنى معنوياً (0.96 غ.سم$^{-3}$) عند المعاملة ق2سر2 وبفروق معنوية بينها وبين المعاملات المدروسة، ولعمق (5-10 سم). في حين كانت الأعلى معنوياً عند المعاملتين ق1سر3 و ق1سر1 (1.07 غ.سم$^{-3}$) بالنسبة لباقي المعاملات، باستثناء المعاملة ق2 سر3 ، إذ كان الفرق ظاهرياً. ففي حالة الفلاحة مرةً واحدةً لا يتجاوز عمق الحراثة 3 إلى 5 سم، وعند تكرار الحراثة وجهاً ثانياً يتراوح عمق الحراثة في المجال 5 إلى 8 سم، وذلك حسب السرعة العملية لكل معاملة، فكلما انخفضت السرعة يزداد تعمق أقراص المشط القرصي في التربة، وتحدث إثارة للتربة إلى العمق الذي يمكن أن تصله الأقراص، وهذا يتفق مع ما توصل إليه Singh وزملاؤه (1978) بأن زيادة سرعة الحراثة بالمشط القرصي تقلل من عمق الحراثة. بينما سجلت المعاملة ق1سر3 و ق1سر1 الكثافة الأعلى (1.07 غ.سم$^{-3}$)، فعند هذا العمق لا تحدث إثارة للتربة. ويلاحظ في الطبقة تحت طبقة الحراثة (10 إلى 15) و(15 إلى 20) سم إختلافات معنوية بين تأثير مستويات السرعة المدروسة في الكثافة الظاهرية للتربة، مع العلم أنَّ معاملة الزراعة الحافظة والمعاملة ق2سر2 حققتا أدنى قيمة للكثافة الظاهرية (0.98، 1) و(0.98، 0.98) غ.سم$^{-3}$ على التوالي مقارنةً بالمعاملة ق1سر3، التي حققت أكبر قيمة للكثافة الظاهرية (1.07، 1.08) غ سم$^{-3}$ على التوالي، وذلك بفروق معنوية عالية.

منتصف الموسم:

حققت المعاملة ق2سر2 أقل قيمة للكثافة الظاهرية (الجدول2)، وبلغت 0.85، 0.86، 0.90، 0.91 غ.سم$^{-3}$ حسب الأعماق المدروسة (0-5، 5-10، 10-15، 15-20 سم) على التوالي، تليها معاملة الزراعة الحافظة وسجلت 0.85، 0.87، 0.92، 0.92 غ.سم$^{-3}$ على التوالي، نتيجةً لتأثير معاملة الزراعة الحافظة في زيادة ثباتية الكتل الترابية، وقلة تعرض التربة للرص والإنضغاط. بينما سُجلت أعلى قيمة للكثافة الظاهرية في المعاملة ق1سر3 و ق2سر3 عند الأعماق الأربعة وبلغت 0.96، 0.96، 0.96، 0.1 و0.93، 0.93، 0.96، 0.97 غ.سم$^{-3}$على التوالي، وحسب تسلسل الأعماق من 0 إلى 20 سم.

نهاية الموسم:

تلاشت تقريباً الفروقات بين المعاملات بالنسبة للكثافة الظاهرية للتربة المقاسة لجميع الأعماق. فمع مرور الزمن، ومع تغيرات درجات الحرارة والرطوبة والجفاف (هطول أمطار وتبخر) تقل الفروقات بين المعاملات. ويُلاحظ من الجدول 2 أنَّ المعاملة ق2سر2 حققت أقل قيمة للكثافة، إذ بلغت 0.92، 0.94، 0.95، 0.95 غ.سم$^{-3}$ على التوالي حسب الأعماق المدروسة من سطح التربة نحو الأسفل، وكانت المعاملتان ق1سر3 و ق2سر3 أعلاها كثافةً، فبلغت (1.03، 1.01، 1.01، 1.02) و(1.01، 1.01، 1.02، 1.04) غ.سم$^{-3}$ على التوالي من سطح التربة نحو الأسفل، مع عدم وجود فروق معنوية بينهما وبين المعاملات الأخرى.

ولدى مقارنة متوسط الكثافة الظاهرية لجميع الأعماق المدروسة (الجدول 3) يلاحظ انخفاض الكثافة الظاهرية في منتصف الموسم وفي نهايته مقارنة بقيمها في بداية الموسم بالنسبة للمعاملات كافةً. ففي منتصف الموسم بلغت الكثافة الظاهرية أقل قيمة لها نظراً لارتفاع المحتوى الرطوبي بسبب الأمطار، وبالتالي زيادة حجم التربة بسبب انتفاخ معادن الطين ذات المسافة القاعدية المتغيرة من حيث نوع المونموريللونيت، نتيجة دخول جزيئات الماء بين طبقاته (Roseberg وSelker، 1997)، إذ تغير حجم التربة بشكل معنوي مع تغير محتواها المائي الحجمي في

الترب المنتفخة، وانعكس ذلك على تناقص قيمة الكثافة الظاهرية للترب مع تزايد محتواها المائي الحجمي، إذ كانت قيمتها 1.7 غ.سم$^{-3}$ عند محتوى مائي حجمي يساوي 20 %، لتصل إلى 1.4 غ.سم$^{-3}$ عند محتوى مائي حجمي يساوي 35 %، وكان التناقص خطياً. أما في نهاية الموسم ومع تقدم النبات بالنمو حصل انخفاض طفيف في قيم الكثافة مقارنة بمرحلة الإنبات، فجذور النبات تعمل على خفض قيمة الكثافة الظاهرية للتربة، نتيجةً لزيادة حجم الفراغات المسامية في وحدة الحجم عند تغلغل الجذور في قطاع التربة. ويمتاز محصول الشعير بكثافة مجموعه الجذري نتيجةً لطبيعة الشعيرات الجذرية الليفية التي يتصف بها، وكبر حجم المساحة التي يشغلها، كون 90 % تقريباً من المجموع الجذري يكون في الطبقة السطحية للتربة (0 إلى 15 سم) (الشجيري، 1988)، ما يعمل على زيادة المسامية وخفض قيمة الكثافة الظاهرية، ويتفق هذا مع نتائج Steynberg وزملائه (1994) وKotorova وkoltysova (2001).

كما يُلاحظ من الجدول 3 تفوق المعاملة ق2سر2 معنوياً على المعاملات المدروسة محققةً أدنى قيمة للكثافة الظاهرية في مراحل النمو (بعد الزراعة، منتصف الموسم، ونهاية الموسم) وبلغت 0.96، 0.88، 0.94 غ.سم$^{-3}$ على التوالي، فيما كانت المعاملة ق1سر3 أعلاها كثافةً، فبلغت 1.08،0.97، 1.02غ.سم$^{-3}$ على التوالي. ويلاحظ من خلال دراسة تأثير مراحل النمو في متوسط الكثافة الظاهرية للمعاملات (الجدول 3)، أن المعاملة ق2سر2 حققت أدنى قيمة للكثافة الظاهرية (0.93 غ.سم$^{-3}$) ، تليها معاملة الزراعة الحافظة (0.96 غ.سم$^{-3}$)، وسُجلت أعلى قيمة لها في المعاملة ق1سر3 (1.02 غ.سم$^{-3}$) مع عدم وجود فروق معنوية بينها وبين المعاملات (ق1سر1، ق1سر2، ق2سر1، ق2سر3).

الجدول 2. تغير الكثافة الظاهرية للتربة (غ.سم$^{-3}$) للمعاملات المدروسة خلال مراحل النمو.

المعاملة	بداية الموسم				منتصف الموسم				نهاية الموسم			
	(5-0)	(10-5)	(15-10)	(20-15)	(5-0)	(10-5)	(15-10)	(20-15)	(5-0)	(10-5)	(15-10)	(20-15)
ق1سر1	1.06^{ab}	1.07^{a}	1.07^{ab}	1.06^{ab}	0.95^{ab}	0.96^{a}	0.97^{a}	0.98^{ab}	1.00^{a}	1.01^{a}	1.01^{a}	1.02^{a}
ق1سر2	1.05^{ab}	1.02^{bc}	1.02^{bc}	1.03^{bcd}	0.92^{c}	0.95^{ab}	0.96^{a}	0.96^{bc}	1.01^{a}	0.96^{bc}	0.99^{ab}	1.00^{ab}
ق1سر3	1.08^{a}	1.07^{a}	1.08^{a}	1.08^{a}	0.96^{a}	0.96^{a}	0.96^{a}	1.00^{a}	1.03^{a}	1.01^{a}	1.01^{a}	1.02^{a}
ق2سر1	1.04^{b}	1.01^{c}	1.02^{bcd}	0.88^{d}	0.90^{c}	0.92^{b}	0.93^{a}	0.93^{cd}	1.00^{a}	0.99^{ab}	0.99^{ab}	1.01^{a}
ق2سر2	0.94^{d}	0.96^{d}	0.98^{d}	0.85^{e}	0.86^{d}	0.90^{b}	0.91^{d}	0.92^{b}	0.94^{c}	0.95^{b}	0.95^{b}	0.92^{b}
ق2سر3	1.05^{ab}	1.06^{ab}	1.02^{bc}	1.04^{abc}	0.93^{bc}	0.93^{b}	0.96^{a}	0.97^{ab}	1.01^{a}	1.01^{a}	1.02^{a}	1.04^{a}
حافظة	1.00^{c}	1.02^{bc}	0.98^{c}	1.00^{cd}	0.85^{e}	0.87^{d}	0.92^{b}	0.92^{cd}	0.98^{ab}	0.99^{ab}	0.99^{ab}	0.99^{ab}
LSD$_{0.05}$	0.0329	0.0456	0.0559	0.0547	0.0318	0.0268	0.0313	0.0445	0.0679	0.0526	0.0556	0.059
C.V%	1.8	2.5	3.1	3.0	2.0	1.6	1.9	2.6	3.8	3.0	3.2	3.4

الأرقام الملحقة بالحرف نفسه لاتختلف احصائياً حسب اختبار أقل فرق معنوي LSD عند مستوى معنوية 5 %.

الجدول 3. متوسط الكثافة الظاهرية (غ.سم$^{-3}$) للأعماق الأربعة للمعاملات المدروسة.

المعاملة	بعد الزراعة	منتصف الموسم	نهاية الموسم	الكثافة الظاهرية للمراحل الثلاث
ق1سر1	1.06^{ab}	0.97^{a}	1.01^{a}	1.01^{a}
ق1سر2	1.03^{c}	0.95^{b}	0.99^{a}	0.99^{ab}
ق1سر3	1.08^{a}	0.97^{a}	1.02^{a}	1.02^{a}
ق2سر1	1.02^{cd}	0.91^{c}	1.00^{a}	0.98^{ab}
ق2سر2	0.96^{e}	0.88^{d}	0.94^{b}	0.93^{c}
ق2سر3	1.04^{bc}	0.95^{b}	1.02^{a}	1.00^{ab}
حافظة	1.00^{d}	0.89^{d}	0.99^{a}	0.96^{bc}
LSD$_{0.05}$	0.03	0.02	0.04	0.045
C.V%	1.70	1.40	2.3	2.8

الأرقام الملحقة بالحرف نفسه لاتختلف احصائياً حسب اختبار أقل فرق معنوي LSD عند مستوى معنوية 5 %.

-معدل القطر الموزون:

يُبيّن الجدول 4 أن لزيادة سرعة الحراثة تأثير في معدل القطر الموزون، فعند زيادة سرعة الحراثة من 5.07 إلى 7.71 كم.سا$^{-1}$ ينخفض معدل القطر الموزون، وهذا يتفق مع الدراسات السابقة لـ McKyes (1985) بأنَّ زيادة سرعة الحراثة تؤدي إلى زيادة عزم القص لكتل التربة، ويزداد سحقها، وبالتالي يتصاعد الغبار أثناء الحراثة، ويؤدي إلى انخفاض كبير في معدل القطر الموزون. إذ حققت المعاملة ق2سر2 أقل قيمة له (0.65 ملم)، بينما حققت معاملة الزراعة الحافظة أكبر قيمة (1.12) ملم باختلاف معنوي مع باقي المعاملات للعمق (0-5 سم)، باستثناء المعاملة ق1سر3، إذ كان الفرق ظاهرياً. أما في العمق الثاني (5– 10) سم فحققت المعاملات ق1سر3 و ق2سر3 والزراعة الحافظة قيماً أكبر معنوياً مقارنة بباقي المعاملات. كما يلاحظ ازدياد قيم MWD مع ازدياد العمق بالنسبة لجميع المعاملات، وهذا ما وجده Ahmadi وKaveh (2009) بأنَّ معدل القطر الموزون يزداد بزيادة عمق الحراثة من (15-20)سم إلى (25-30) سم، بسبب زيادة الكثافة الظاهرية ورص التربة بزيادة العمق.

ويُبين الجدول 4 أيضاً أن تكرار الحراثة مرتين يخفض معدل القطر الموزون بالنسبة لجميع المعاملات المدروسة. ويلاحظ أنَّ المعاملة ق2سر2 خفضت معدل القطر الموزون كثيراً مقارنة بمعاملة الزراعة الحافظة والمعاملة ق1سر3.

الجدول 4. معدل القطر الموزون (ملم) للمعاملات المدروسة في الطبقة السطحية.

المعاملة	العمق (سم)	
	(5-0)	(10-5)
ق1سر1	0.78^{cd}	0.88^{b}
ق1سر2	0.75^{cd}	0.78^{b}
ق1سر3	1.03^{ab}	1.33^{a}
ق2سر1	0.71^{d}	0.86^{b}
ق2سر2	0.65^{d}	0.73^{b}
ق2سر3	0.92^{bc}	1.18^{a}
حافظة	1.12^{a}	1.35^{a}
$LSD_{0.05}$	0.176	0.175
C.V%	11.4	9.6

الأرقام الملحقة بالحرف نفسه لاتختلف احصائياً حسب اختبار أقل فرق معنوي LSD عند مستوى معنوية 5 %.

-مقاومة التربة للإختراق:

يوضح الجدول 5 تغير مقاومة التربة للاختراق للمعاملات المدروسة عند الأعماق الأربعة خلال موسم النمو، إذ تزداد مقاومة الإختراق من سطح التربة باتجاه الأسفل لجميع المعاملات المدروسة، وهي نتيجة مشابهة لما توصل إليه Whalley وزملاؤه (2007). فتنتج طبقة سطحية مفككة (0-10) سم وطبقة متماسكة كثيفة تحتها، تعيق نمو الجذور وتغلغلها، وتحد من قدرتها على امتصاص العناصر الغذائية (Negi وزملاؤه، 1980؛ Anazodo وزملاؤه، 1991)، وتتناقص مقاومة الاختراق مع ازدياد سرعة الحراثة، ولكن تزداد عندما تتجاوز السرعة 7.71 كم.سا$^{-1}$ لتصل إلى 10.22 كم.سا$^{-1}$.

في بداية الموسم (بعد الزراعة مباشرةً):

سجلت معاملة السرعة المتوسطة ق2سر2 والزراعة الحافظة قيمتين منخفضتين (0.02 و 0.03 كغ.سم$^{-2}$) على التوالي، وكان الفرق معنوياً مع باقي المعاملات باستثناء المعاملة ق1سر2، حيث كان الفرق ظاهرياً فقط وذلك عند العمق (0-5 سم)، ويعزى ذلك لتأثير سرعة وتكرار الحراثة في إثارة وتنعيم التربة لدرجة يسهل فيها اختراقها، ويتفق هذا مع ما توصل إليه Altuntas و Dede (2009) بأنَّ السرعة أثَّرت معنوياً في الطبقة السطحية بعد الحراثة ونتج عنها طبقة أقل قساوة وأقل كثافة ظاهرية، في حين وصلت مقاومة التربة للاختراق إلى أكبر قيمة في المعاملة ق1سر3 (0.67 غ.سم$^{-2}$) وبفروق معنوية بينها وبين جميع المعاملات. ويلاحظ عند العمق (5-10 سم) أنَّ المعاملة ق2سر2 كانت أقل الجميع مقاومةً للاختراق دون وجود فروق معنوية بينها وبين المعاملات التي طُبقت عليها حراثات، نظراً لانخفاض الكثافة الظاهرية، ففي حراثة الوجه الثاني يمكن أن تصل أقراص المشط القرصي لعمق أكبر من 5 سم، ومع السرعة العالية يكون التفتيت أكبر نسبياً مقارنة بالمعاملات الأخرى. وبالمقابل يُلاحظ من الجدول 5 وجود فروق معنوية بين معاملة الزراعة الحافظة وجميع المعاملات المدروسة محققةً أكبر قيمة لمقاومة التربة للاختراق (11.12 كغ.سم$^{-2}$). أما في الطبقة تحت

السطحية (10-20 سم) فحققت المعاملة ق1سر2 أقل قيمة (17.14، 24.37) كغ.سم$^{-2}$ على التوالي للأعماق (10-15 و 15-20 سم)، بفروق معنوية مع المعاملات الأخرى، باستثناء المعاملة ق1سر1، فقد كانت الفروق ظاهرية عند العمقين، والمعاملة ق1سر3 عند العمق الأخير. وسجلت أعلى قيمة في المعاملة ق2سر3 (20.32، 26.82 كغ.سم$^{-2}$) عند (10-15 و 15-20 سم) على التوالي. فكلما ازداد مرور الآلات فوق سطح التربة ازداد انضغاط التربة وكثافتها، وهذا ما وجده Meek وزملاؤه (1984) بأن وزن الآلة، والفترة الزمنية لمرورها على سطح التربة يسبب انضغاط التربة وزيادة كثافتها الظاهرية من 1.4 إلى 1.7 غ.سم$^{-3}$.

الجدول 5. متوسط مقاومة التربة للإختراق (كغ.سم$^{-2}$) للمعاملات المدروسة خلال مراحل النمو.

المعاملة	بداية الموسم				منتصف الموسم				نهاية الموسم			
	(5-0)	(10-5)	(15-10)	(20-15)	(5-0)	(10-5)	(15-10)	(20-15)	(5-0)	(10-5)	(15-10)	(20-15)
ق1سر1	0.35^{b}	6.85^{b}	17.71^{cd}	24.58^{c}	13.19^{ab}	18.01^{ab}	21.21^{cd}	31.62^{c}	8.85^{a}	13.45^{ab}	21.92^{cd}	44.29^{b}
ق1سر2	0.23^{bc}	6.73^{b}	17.14^{d}	24.37^{c}	11.68^{ab}	15.60^{cd}	20.43^{de}	30.88^{c}	8.03^{ab}	13.06^{b}	18.59^{de}	43.7^{b}
ق1سر3	0.67^{a}	7.67^{b}	19.20^{ab}	24.64^{c}	13.59^{a}	19.64^{a}	22.07^{bc}	36.84^{b}	9.26^{a}	14.22^{a}	29.96^{b}	46.17^{ab}
ق2سر1	0.12^{bc}	6.18^{b}	20.27^{a}	26.35^{ab}	11.95^{ab}	15.50^{cd}	23.19^{ab}	36.75^{b}	8.08^{ab}	11.81^{cd}	25.61^{c}	45.55^{b}
ق2سر2	0.02^{c}	6.03^{b}	19.33^{ab}	25.95^{b}	11.01^{b}	14.20^{de}	22.78^{ab}	33.41^{c}	7.90^{ab}	11.28^{d}	21.18^{de}	45.08^{b}
ق2سر3	0.25^{bc}	6.83^{b}	20.32^{a}	26.82^{a}	12.49^{ab}	17.16^{bc}	24.07^{a}	39.90^{a}	8.31^{ab}	12.81^{bc}	34.90^{a}	49.37^{a}
حافظة	0.03^{c}	11.12^{a}	18.7^{bc}	25.67^{b}	8.47^{c}	12.32^{e}	19.37^{e}	24.43^{d}	^{b}6.57	10.75^{d}	17.78^{e}	43.53^{b}
$LSD_{0.05}$	0.248	1.976	1.432	0.762	2.305	2.085	1.352	2.677	1.760	1.150	4.087	3.775
C.V%	58.4	15.4	4.2	1.7	11	7.3	3.5	4.5	12.2	5.2	9.5	4.7

الأرقام الملحقة بالحرف نفسه لاتختلف احصائياً حسب اختبار أقل فرق معنوي LSD عند مستوى معنوية 5 %.

في منتصف الموسم: تفوقت معاملة الزراعة الحافظة معنوياً على أغلب المعاملات المدروسة في الأعماق الأربعة، محققةً أقل قيمة لمقاومة التربة للاختراق (8.47، 12.32، 19.37، 24.43 كغ.سم$^{-2}$) على التوالي، من سطح التربة للأسفل. ويعزى انخفاض رص التربة لانخفاض كثافتها الظاهرية نظراً لارتفاع المحتوى الرطوبي في هذه المرحلة نتيجةً للهطل المطري، فيما حققت المعاملة ق1سر3 أعلى قيمة لمقاومة التربة للإختراق في الطبقة السطحية (0-5 و5-10 سم)، فبلغت 13.59، 19.46 كغ.سم$^{-2}$ وبفروق معنوية بينها وبين معاملتي الزراعة الحافظة والمعاملة ق2سر2، وظاهرية في معظم الأحيان مع باقي المعاملات. وحققت المعاملة ق2سر3 أعلى مقاومة للإختراق في الطبقة تحت السطحية (10-15 و 15-20 سم) ، إذ بلغت 24.07، 39.9 كغ.سم$^{-2}$على التوالي، بسبب ارتفاع كثافتها الظاهرية.

في نهاية الموسم:

أصبحت قيم مقاومة التربة للاختراق في معاملة الزراعة الحافظة الأدنى في الأعماق الأربعة (6.57، 10.75، 17.78، 43.53 كغ.سم$^{-2}$) بالترتيب من سطح التربة نحو الأسفل وبفروق معنوية أحياناً وظاهرية أحياناً أخرى. ويعود ذلك لانخفاض الكثافة الظاهرية نتيجةً لزيادة حجم الفراغات المسامية الناتجة عن تغلغل الجذور، وكثافتها في الطبقة السطحية (0-20 سم). وهذا يتفق مع ما توصل إليه Altuntas وDede (2009) بأنه من الممكن الحصول على أفضل الخصائص الفيزيائية للتربة (كثافة أقل، قساوة أقل) تحت أنظمة الزراعة الحافظة. بينما كانت المعاملة ق1سر3 أكثر المعاملات مقاومةً للإختراق (9.26، 14.22 كغ.سم$^{-2}$) في العمقين (0-5 و 5-10 سم) على التوالي.

وعند مقارنة متوسط مقاومة التربة للإختراق للأعماق المدروسة في بداية الموسم (الجدول 6) يلاحظ أن الفروقات صغيرة ولم تتجاوز 1.66 كغ.سم$^{-2}$، وكانت معاملة الزراعة الحافظة أكثر المعاملات مقاومةً للإختراق (13.88 كغ.سم$^{-2}$) لكونها أقل إثارةً وتفتيتاً للتربة، بينما كانت أقلها المعاملة ق1سر2 (12.12 كغ.سم$^{-3}$).

ويلاحظ في منتصف الموسم أن معاملة الزراعة الحافظة كانت أقل المعاملات مقاومةً للإختراق (16.15كغ.سم$^{-2}$) بسبب المحتوى الرطوبي الكبير، نظراً لإرتفاع التوصيل المائي فيها مقارنة بالمعاملات الأخرى، ما يسهل اختراق التربة لزيادة لزوجتها، وهذا يتفق مع ما وجده Khan وزملاؤه (2001) بأنَّ مقاومة التربة للإختراق تتناسب طرداً مع الكثافة الظاهرية، وعكساً مع المحتوى الرطوبي. وتليها المعاملة ق1سر2 (19.65 كغ.سم$^{-2}$) ، وسُجلت أعلى قيمة في المعاملة ق2سر3، تليها المعاملة ق1سر3 (23.41، 23.04 كغ.سم$^{-2}$)على التوالي.

الجدول 6. متوسط مقاومة التربة للاختراق (كغ.سم$^{-2}$) للأعماق الأربعة للمعاملات المدروسة.

المعاملات	بداية الموسم	منتصف الموسم	نهاية الموسم	متوسط مقاومة التربة للإختراق
ق1سر1	12.37^{cd}	21.01^{bc}	22.13^{bc}	18.50^{bcd}
ق1سر2	12.12^{d}	19.65^{d}	20.86^{cd}	17.54^{cd}
ق1سر3	13.04^{bc}	23.04^{a}	24.9^{a}	20.33^{ab}
ق2سر1	13.23^{ab}	21.85^{b}	22.82^{b}	19.28^{abc}
ق2سر2	12.83^{bcd}	20.35^{cd}	21.36^{bcd}	18.18^{cd}
ق2سر3	13.56^{ab}	23.41^{a}	26.29^{a}	21.10^{a}
حافظة	13.88^{a}	16.15^{e}	19.66^{d}	16.56^{d}
$LSD_{0.05}$	0.7505	1.164	1.48	2.136
% C.V	3.2	3.2	3.7	6.9

الأرقام الملحقة بالحرف نفسه لاتختلف احصائياً حسب اختبار أقل فرق معنوي LSD عند مستوى معنوية 5 %.

كذلك تفوقت في نهاية الموسم معاملة الزراعة الحافظة بتحقيقها أقل قيمة لمقاومة التربة للاختراق (19.66 كغ.سم^{2})، نظراً لتحسن قوام التربة، وزيادة حجم وثباتية الكتل الترابية.

ومن خلال دراسة تأثير مراحل النمو في متوسط مقاومة التربة للاختراق للمعاملات المدروسة، يُبيّن الجدول 6 تفوق معاملة الزراعة الحافظة معنوياً على المعاملات (ق1سر3، ق2سر3، ق2سر3) بتحقيقها أدنى قيمة للكثافة الظاهرية (16.56 كغ.سم$^{-3}$)، فيما حققت المعاملة ق2سر3 أعلى قيمة لمقاومة التربة للإختراق (21.10 كغ.سم$^{-3}$).

-معامل التوصيل المائي المشبع:

يُلاحظ من الجدول 7 تغير معامل التوصيل المائي المشبع مع الزمن نتيجة تغير الكثافة الظاهرية من جهة، وتقدم نمو النبات من جهة أخرى. ففي مرحلة الإنبات، نتج عن التحليل الإحصائي لقيم التوصيل المائي فروقاً معنوية بين المعاملة ق2سر3 والمعاملتين (ق1سر2، الزراعة الحافظة)، وفروقاً غير معنوية مع باقي المعاملات، إذ سُجلت أعلى قيمة له في المعاملة ق1سر2 (0.51 سم. د$^{-1}$) ، تليها معاملة الزراعة الحافظة (0.47 سم.د$^{-1}$)، وهذا ما أثبته Etana (2012) بأنَّ للحراثة السطحية تأثير إيجابي في التوصيل المائي، لأنَّها تخفض الكثافة الظاهرية ورص التربة. بالمقابل سُجلت أقل قيمة له كانت في المعاملة ق2سر3 (0.34 سم. د$^{-1}$)، ويُعزى ذلك إلى كثافتها الظاهرية العالية.

الجدول7. تغير معامل التوصيل المائي المشبع (سم. د$^{-1}$) للمعاملات المدروسة خلال موسم النمو.

المعاملة	مرحلة الإنبات	مرحلة الإشطاء	مرحلة الإزهار	مرحلة النضج	متوسط مراحل النمو
ق1سر1	0.42^{ab}	0.43^{ab}	0.15^{a}	0.20^{a}	0.30^{ab}
ق1سر2	0.51^{a}	0.47^{a}	0.19^{a}	0.09^{bc}	0.32^{ab}
ق1سر3	0.43^{ab}	0.35^{b}	0.20^{a}	0.11^{b}	0.27^{ab}
ق2سر1	0.44^{ab}	0.36^{b}	0.22^{a}	0.03^{c}	0.26^{ab}
ق2سر2	0.42^{ab}	0.41^{ab}	0.20^{a}	0.06^{bc}	0.27^{ab}
ق2سر3	0.34^{b}	0.36^{b}	0.20^{a}	0.07^{bc}	0.24^{b}
حافظة	0.47^{a}	0.47^{a}	0.25^{a}	0.25^{a}	0.36^{a}
$LSD_{0.05}$	0.108	0.094	0.142	0.071	0.118
C.V%	14.1	13	39.3	33.9	24.8

الأرقام الملحقة بالحرف نفسه لاتختلف احصائياً حسب اختبار أقل فرق معنوي LSD عند مستوى معنوية 5 %.

وفي مرحلة الإشطاء لمحصول الشعير بلغ معامل التوصيل المائي المشبع أعلى قيمة له في المعاملة ق1سر2 ومعاملة الزراعة الحافظة (0.47، 0.47 سم.د$^{-1}$) على التوالي. وأقل قيمة له في المعاملة ق1سر3 و ق2سر3 (0.35، 0.36 سم.د$^{-1}$) على التوالي، مع وجود فروق معنوية بينها وبين المعاملتين (ق1سر2، الزراعة الحافظة). فمع تقدم النبات بالنمو يصاحبه تحسن في بناء التربة نتيجةً لنمو جذور النبات وتشعبها وانتشارها في التربة، ومن ثم زيادة التوصيل المائي لها، وهذا مابينه داود (1996)، والعطب (2001).

وفي مرحلتي الإزهار والنضج تفوقت معاملة الزراعة الحافظة بتحقيقها أعلى قيمة لمعامل التوصيل (0.25 سم.د$^{-1}$)، ولم تظهر فروق معنوية بين المعاملات في مرحلة الإزهار، فيما ظهرت فروق ظاهرية بين معاملة الزراعة الحافظة والمعاملات الأخرى عدا المعاملة ق2سر3 في مرحلة النضج، إذ كانت الفروق معنوية. ومن خلال دراسة تغيّر معامل التوصيل المائي للمعاملات المدروسة خلال الزمن، يلاحظ أنَّ معاملة الزراعة الحافظة كانت أفضل الجميع بتحقيقها أعلى قيمة (0.36 سم.د$^{-1}$) وبفروق معنوية مع المعاملة ق2سر3، والتي حققت أدنى قيمة له (0.24 سم.د$^{-1}$). ويرجع ذلك لانخفاض الكثافة الظاهرية ولترك بقايا المحصول فوق سطح التربة، والذي له دور مهم في زيادة محتوى التربة المائي والعضوي من خلال تحسين احتفاظ التربة بالمياه، ولاسيما في المناطق الجافة، ولزيادة معدل رشح المياه إلى داخل التربة نظراً لخشونة التربة، إذ يتناسب معدل الرشح طرداً مع خشونة سطح التربة، وتقليل معدل فقد الماء بالجريان السطحي، إذ تشكل البقايا النباتية حواجز فيزيائية لمياه الأمطار، كما أنّها تعمل على تقليل معدل فقد المياه بالتبخر من خلال تقليل سرعة الرياح عند سطح التربة.

- تأثير المعاملات المدروسة في مكونات الإنتاج (الوزن الحيوي، وزن الحب، وزن القش) لمحصول الشعير:

يُظهر الجدول 8 تأثير نظم الحراثة المختلفة في مكونات الإنتاج لمحصول الشعير المزروع.

الموسم الأول 2010/2009:

أظهرت النتائج تفوق المعاملة ق2سر2 معنوياً في متوسط الوزن الحيوي، ومتوسط الوزن الحبي، ومتوسط وزن القش على بقية المعاملات، باستثناء معاملة الزراعة الحافظة، إذ كان التفوق ظاهرياً فقط في كل من متوسط الوزن الحبي، ومتوسط وزن القش، وكان متوسط المردود الحيوي ومردود القش للمعاملات كافةً جيداً بالنسبة لمحصول الشعير في منطقة الاستقرار الثالثة، بينما كان مردود الحب متدنياً، ونسبة الحب إلى الوزن الحيوي منخفضةً أيضاً، فقد تراوحت النسبة بين 0.12 و 0.16، والذي يعزى إلى انخفاض معدل الهطول الشديد في شهري آذار(مارس) وأيار(مايو). فبعد الحصول على نمو خضري جيد، بدأ العجز المائي في أوائل مرحلة تطاول الساق، ولم يكف المخزون المائي في التربة للحصول على مردود حبي جيد.

الموسم الثاني 2011/2010:

كان توزع الهطول الكلي أعلى من الموسم الأول بـ 56.5 ملم، ما أثر إيجاباً في كل مكونات المحصول، وظهر تأثير الزراعة الحافظة بشكل أوضح:

- متوسط الوزن الحيوي: تفوقت المعاملة ق2سر2 معنوياً على المعاملات (ق1سر1، ق1سر3، ق2سر3، ق2سر1) في قيمة متوسط الوزن الحيوي وبلغت 5964 كغ.هـ$^{-1}$، تلتها معاملة الزراعة الحافظة (5744 كغ.هـ$^{-1}$)، نظراً لتفوق المعاملة ق2سر2 بأفضل خواص فيزيائية للتربة والتي انعكست إيجاباً على الإنتاج الحيوي لمحصول الشعير في المدى القريب. أما في معاملة الزراعة الحافظة فإن تحسين الخصائص الفيزيائية للتربة يعكس تأثيراً إيجابياً في المدى المتوسط والبعيد، إذ انخفض الإنتاج في السنة الأولى نظراً لإنعدام تجانس الإنبات والكثافة النباتية المنخفضة نسبياً، بسبب بقاء بعض البذور على سطح التربة ما يؤدي إلى أكلها من قبل الطيور، نتيجة للصعوبات الميكانيكية في تحديد مكان وضع البذار بسبب بقايا المحصول السابق التي تغطي سطح الحقل. وتوافقت هذه النتائج مع Yalcin وزملائه (2005) في دراستهم لتأثير عمليات الحراثة التقليدية باستخدام المحراث القلاب المطرحي، والحراثة الدنيا بالمشط القرصي، والزراعة المباشرة دون حرث لإنتاج القمح، إذ بلغت الغلة المحصولية 7400 كغ.هـ$^{-1}$ لطريقة الحراثة الدنيا (مشط قرصي) ، بينما أعطت الزراعة دون حرث أدنى غلة (6800 كغ.هـ$^{-1}$) ، وبلغت الغلة في الحراثة التقليدية 7200 كغ.هـ$^{-1}$. وفي دراستنا هذه سجلت المعاملة ق2سر3 أدنى متوسط وزن حيوي (5283 كغ.هـ$^{-1}$)، حيث سجلت هذه المعاملة أدنى تحسُّن في خواص التربة الفيزيائية.
- متوسط الوزن الحبي: وصل الإنتاج الحبي لأعلى قيمة له في المعاملة ق2سر2(2131 كغ.هـ$^{-1}$)، والتي تفوقت معنوياً على المعاملة ق2سر1 فقط. فيما انخفض متوسط الوزن الحبي في معاملة الزراعة الحافظة إلى 1956 كغ.هـ$^{-1}$، لأن الزراعة الحافظة تتطلب عدة سنوات ودورات زراعية متعددة لإظهار أفضليتها في زيادة الإنتاجية الحبية. ويتفق هذا مع ماتوصل إليه Soane وBall (1998) في تجربة أجريت في اسكتلندا لمدة 24 سنة، نُفذ فيها نظام الزراعة المخففة والزراعة دون حراثة، إذ تناقص إنتاج الشعير في السنوات الأولى من التجربة بنسبة 9.2 % عند تطبيق الزراعة دون حراثة، ولكن في نهاية فترة الدراسة تناقصت نسبة الإنخفاض لـ 4.2 %.
- متوسط وزن القش: كانت النتائج متطابقة مع نتائج الوزن الحيوي للشعير. إذ تفوقت المعاملة ق2سر2 معنوياً على المعاملات (ق1سر1، ق1سر3، ق2سر3) في متوسط وزن القش فبلغت 3833 كغ.هـ$^{-1}$، تلتها معاملة الزراعة الحافظة بفرق ظاهري فقط. ويرجع ارتفاع وزن القش في معاملة الزراعة الحافظة (3789 كغ.هـ$^{-1}$) إلى النمو الخضري الكثيف في حقل الزراعة الحافظة، نتيجةً للرطوبة المرتفعة نسبياً، وانتشار المجموع الجذري قريباً من السطح، بسبب الكثافة الظاهرية، ومقاومة التربة المرتفعة للإختراق في بداية الموسم، والتي أعاقت تطور النظام الجذري، في حين حققت المعاملة ق2سر3 أدنى متوسط في وزن القش (3303 كغ.هـ$^{-1}$) مقارنة بباقي المعاملات المدروسة.

الجدول8. تأثير المعاملات المدروسة في متوسط مكونات الإنتاج لمحصول الشعير خلال موسمي البحث.

المعاملات المدروسة	الموسم الأول (2009 / 2010)			الموسم الثاني (2010 / 2011)		
	متوسط الوزن الحيوي (كغ.هـ$^{-1}$)	متوسط وزن الحب (كغ.هـ$^{-1}$)	متوسط وزن القش (كغ.هـ$^{-1}$)	متوسط الوزن الحيوي (كغ.هـ$^{-1}$)	متوسط وزن الحب (كغ.هـ$^{-1}$)	متوسط وزن القش (كغ.هـ$^{-1}$)
ق1سر1	3050^{c}	443b^{c}	2607^{c}	5386^{bc}	1928ab	3458^{bcd}
ق1سر2	3470^{b}	507^{ab}	2963^{bc}	5716^{ab}	1989^{ab}	3727^{abc}
ق1سر3	2283^{d}	363^{c}	1920^{d}	5511^{bc}	2097^{a}	3414^{cd}
ق2سر1	3317b^{c}	420b^{c}	2897^{bc}	5369^{bc}	1636^{b}	3733^{abc}
ق2سر2	4253^{a}	563^{a}	3690^{a}	5964^{a}	2131^{a}	3833^{a}
ق2سر3	2486^{d}	363^{c}	2123^{d}	5283^{c}	1981^{ab}	3303^{d}
حافظة	3727^{b}	447^{abc}	3280^{ab}	5744^{ab}	1956^{ab}	3789^{ab}
LSD 0.05	419.7	119	481.2	411.4	395	354.6
%C.V	7.3	15	9.7	4.2	11.3	5.5

الأرقام الملحقة بالحرف نفسه لاتختلف احصائياً حسب اختبار أقل فرق معنوي LSD عند مستوى معنوية 5 %.

الاستنتاجات

- أدى ازدياد السرعة الأمامية للجرار من 5.07 إلى 7.71 كم.سا$^{-1}$، وتكرار عملية الحراثة إلى إنخفاض الكثافة الظاهرية للتربة، ومقاومة التربة للإختراق، ومعدل القطر الموزون، بينما ازداد معامل التوصيل المائي المشبع.
- أدى إزدياد السرعة الأمامية للجرار لـ 10.22 كم.سا$^{-1}$ إلى ارتفاع الكثافة الظاهرية، وبالتالي ارتفاع مقاومة التربة للإختراق، وإنخفاض معامل التوصيل المائي المشبع، وإنتاجية محصول الشعير.
- تفوقت المعاملة المفلوحة مرتين بالسرعة المتوسطة، تلاها معاملة الزراعة الحافظة بتحقيقها أعلى إنتاجية للشعير.
- تفوقت معاملة الزراعة الحافظة على المعاملات المفلوحة بتحقيقها أقل قيمة لمقاومة التربة للإختراق، وأعلى قيمة لمعامل التوصيل المائي المشبع مع تقدم النبات في النمو.

المراجع

- أبو نقطة، فلاح. 1994. علم التربة، الجزء العملي. جامعة دمشق، سورية.
- البنا، عزيز رمو، منتصر خيري حسين. 2004. تأثير تكرار المعاملات الميكانيكية باستخدام ثلاثة أنواع من المحاريث في الصفات الفيزيائية للتربة. قسم المكننة الزراعية، كلية الزراعة والغابات ، جامعة الموصل، العراق.
- الدناصوري، مسعد محمد منصور، 2001. الآلات الزراعية (أنواعها وطرائق تقييم أدائها) ، كلية الزراعة، جامعة القاهرة، فرع الفيوم، 459 صفحة.
- العاني، عبد الله نجم. فراس سالم العاني. 2010.علاقة سرعة الحراثة ومستويات الرطوبة في الطبقة المحراثية للتربة. قسم المكننة الزراعية، كلية الزراعة، جامعة بغداد، جمهورية العراق، مجلة العلوم الزراعية العراقية،41(3):124-129.
- العبدلي، عمر عنة عبد الله. 2000. أداء الجرار ماسي فيركسن MF4260 مع المحراث المطرحي الرباعي القلاب 134، وتأثير تداخلهما في بعض الصفات الفيزيائية للتربة. رسالة ماجستير. قسم المكننة الزراعية، كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق، ع59.
- العطب، صلاح مهدي سلطان. 2001. تأثير أحجام تجمعات التربة على صفات التربة الفيزيائية وحركة الماء ونمو الذرة الصفراء. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة البصرة، العراق.
- الشجيري، سعد عثمان حسين. 1988. أثر النسجة وملوحة التربة في عمق الماء اللازم للغسل وتوزيع الأملاح ، رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق.
- داود، ريم فرج سليمان. 1996. تأثير المحسنات في الصفات الفيزيائية للتربة ذات الأحجام المختلقة والإستهلاك المائي للذرة الصفراء، رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة البصرة، العراق.

عودة، مهدي إبراهيم. 1990. أساسيات فيزياء التربة، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، كلية الزراعة، جامعة البصرة، العراق.

- Abu-Hamdeh,N., and R.C. Reeder. 2003. A Nonlinear 3D finite element analysis of the soil forces acting on a disk plow. Soil and Tillage Res, 74: 115-124.
- Ahmadi. H., and M. Kaveh. 2009. Effect of plowing depth and soil moisture content on reduced secondary tillage. CIGR E. Journal, Manuscript MES 1195.
- Allmaras R.R., R.W.Rickman, L.G. Ekin and B.A. Kimball. 1977. Chiseling influences on soil hydraulic properties. Soil Sci. Soc. Am. J., 41: 796-803.
- Altuntas,E., and S. Dede. 2009. Emergence of silage maize as affected by conservation tillage and ridge planting systems. Agricultural Engineering International: the CIGRE journal, Manuscript 1363. Vol.XI. October, 2009.
- Anazodo, U.G.N., A.P. Onwualu and K.C. Watts. 1991. Evaluation of alternative tillage systems in the absence of herbicides for maize production in a Savannah loamy sand. Journal of Agric, Engineering Research, 49:259-272.
- Angas,P., J.Lampurlanes, and C.Cantero-Martinez. 2006. Tillage and N fertilization effect on dynamics and barley yield under semiarid Mediterranean conditions. Soil Till Res, 87:59-7
- Balesdent J., C. Chenu and M. Balabane. 2000. Relationship of soil organic matter dynamics to physical protection and tillage. Soil Tillage Res, 53: 215-230.
- BaniHani, N. 2013. Role of conservation agriculture on soil fertility and moisture content.NCARE. 15-16 May 2013.
- Blanco-Canquia H., and R. Lal. 2008. Axle-Load Impacts on hydraulic properties and corn yield in No-Till clay and silt loam. Agronomy Journal, 100:1673-1680,
- Brady, N.C. and R.R. Weil. 2002. The nature and properties of soils. Pearson education, Inc, ISBN 81-7808-625-5.p. 196.
- Buschiazzo,D.E., J.L. Panigatti and P.W. Unger. 1998. Tillage effects on soil Properties and crop production in the sub humid and semi arid Argentinean pampas. Soil and Tillage, Res. 49:105- 116
- Channell, R.Q., 1985. Reduced tillage in North-West Europe - A review. Soil Tillage Res, 5: 129-177.
- Derpsch.R .2007. The no-Tillage revolution in South America. In: Proceedings of the conference on farm technology, Edmonton, Alberta, Canada:54-68.
- Dickey- john Road Auburn.IL 62615 USA.
- Etana A. 2012. Influence of mouldboard ploughing and shallow tillage on soil physical properties and crop performance. Department of Soil and Environment, S. Swedish University of Agricultural Sciences.
- FAO. 2005. Corporate Document Repository. ISBN: 9251053669.
- Hamad, S.A., E.B. Elbanna, A.E. Abou-Elmaged and A. R. Obaia. 1994. Tillage- tools operation affecting: Tractor wheels dynamic weight soil pulverization and porosity. Misr. J. Agric.Eng, 11:1: 19-35.
- Hamza M.A and W.K.Anderson. 2005. Soil compaction in cropping systems: A review of the nature, causes, and possible solutions. Soil Tillage Res, 82(2):12-145.
- Hetz, E.J. 2001. Soil compaction potential of tractors and others heavy agricultural machines used in China. AMA 32(3): 38-42.
- Jug, I., D. Jug, M. Sabo, B. Stipesevic and M. Stosic. 2011. Winter wheat yield and yield component as affected by soil tillage systems. Turk. J. Agric For 35: 1-7.
- Kasap A. 2001. Effects of the conventional and direct drilling on soil properties, operational time, fuel consumption and yield. TarimsalMekanizayon 20.UlusalKongresiBildiriKitabi: 91-95.
- Khan, F.H., A.R.Tahir and I.J. Yule. 2001. Intrinsic Implication of Different Tillage Practices on Soil Penetration Resistance and Crop Growth. Int. J. Agri. Biol, 3:1
- Klute, A., and C. Dirksen. 1986. Hydraulic conductivity and diffusivity: Laboratory methods. In Methods of Soil Analysis: Part 1. Physical and Mineralogical Methods, 687−734. 2nd ed. A. Klute, ed. Madison, Wisc.: ASA.
- Kotorova, D. and B. Soltysova. 2001. The crop rotation and fluvisol properties on the East- Slovakian low land. Actafyto.

Technical of Zootechnica.4:96- 99.
- Lopez- Garrido, R., V. L. Maria, M. Sebastiana and M.Felix. 2010. Effect of tillage systems on soil aggregation and hydraulic properties in SW Spain. 19th World Congress of Soil Scl, Soil Solution for a Changing World: 62-65.
- Makki,E. K and A. El-amin Mohamed. 2008. Tillage implements performance and effect on some soil physical properties. Agri. Mechanization in Asia, Africa, and Latin America.39(2).
- Malecka, I. 2007. Long-term effects of tillage systems on physic-chemical soil properties.FragmAgron 24:7-13 (in polish).
- Malecka,I., A. Blecharczyk, Z. Sawinska and T.Dobrzeniecki. 2011. The effect of various long-term tillage systems on soil properties. research article. Turk AgrhcFor ,36(2012):217-226.
- Martin-Rueda, I., L.M. Munoz-Guerra, F. Yunta, E. Esteban, J.L. Tenorio and J.J. Lucena
- 2007. Tillage and crop rotation effects on barley yield and soil nutrients on a CalciortidicHaploxeralf. Soil Till Res 92: 1-9.
- McKyes, E. 1985. Soil Cutting and Tillage Developments in Agricultural Engineering 7. Elsevier, Amsterdam.
- Meek, B. D. M.L. Carter, R.H. Garter, and E.C.Jorgenson 1984. Soil environments in a controlled traffic system in alfalfa.ASA Agron. Abst. Anngmeeting, Washington, DC, USA, P 200.
- Negi, S.C., E. Mckyes, E. Douglas and G.S.V.Raghavan. 1980. Crop performance as affected by traffic and tillage in a clay soil. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, 23: 1364-1368.
- Roseberg, R. and J. Selker. 1997. Evaluating the potential for ultra-low rate irrigation system to improve ground water quality. Projects ODA 696 Indx K1038A and ODA 697 index K1056A Final Report Southern Oregon University.
- Singh.J.,G.Purnima and K. N. Singh. 1978. Effect of soil and implement parameters on depth of penetration of a disc harrow. Transaction of the ASAE, 21(4): 620-627.
- Soane, B. D., P. S. Blackwell, J. W. Dickson and D.J. Painter. 1981. Compaction by agricultural vehicles: a review. I. Soil and wheel characteristics, Soil Tillage Res,1: 207-237.
- Soane, B.D and B.C. Ball. 1998. Review of management and conduct of long-term tillage studies with special reference to a 25-yr experiment on barley in Scotland. Soil Till Res 45: 17-37.
- Steynberg, R. E, P. C. Nel and N. F. Rethman .1994. Soil water use and rooting depth of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* L.) in small plot experiment. S. Afr. Tydskr. Plant Groun 11:80-83.
- Thakur, T. C., A. Yadav, B. P. Varshney and P. Chand. 1988. Effects of load and speed on performance of clod crushers, AMA, 19(4): 1520.
- Tomanova, O. H and H.J. Koch. 2006. Preventive soil protection at sugar beet harvest: influence of repeated wheeling and different soil tillage systems (In German). Sugar Ind. 131: 777- 784.
- Whalley, W.R., B. Kay and AP. Whitmore. 2007. Predicting the penetrometer resistance of soil. Geoderma137:370–377. doi:10.1016/j.geoderma.2006/08/29.
- Wilkins, D.E., M.C. Siements and S.L. Albrecht. 2002. Changes in soil physical characteristics during transition from intensive tillage to direct seeding. Trans. ASAE, 45: 877-88.
- Yalcin H., E. Cakir and E. Aykas. 2005. Tillage parameters and economic analysis of direct seeding. Minimum and Conventional Tillage in Wheat. Journal of Agronomy,
- 4(4): 329-332 pp.
- Zhang, B and R. Horn. 2001. Mechanisms of aggregate stabilization in Ultimo's from subtropical China. Geoderma, 99: 123-145.

Nº Ref: 570