مجلة المثنى للعلوم الزراعية المجلد (8) العدد(3) لسنة 2021
Al-Muthanna J. For Agric Sci. Print ISSN: 2226-4086 Online ISSN:2572-5149
DOI 10.52113/mjas04/8.3/32

مجلة المثنى للعلوم الزراعية
muthjas.mu.edu.iq

Effect of Different Tillage Systems on Wheat Yield under Laser Land Leveling

***Alaa Salih Ati, Marwan Musa Nasr and**Abdul Khalick Salih**
*** Dept. of Soil Sciences and Water Resources - College of Agriculture Eng. Sci./ Univ. of Baghdad**
**** Ministry of Agriculture – Office of Agricultural Research/ Iraq**

Article Info.
Received 2021 / 3 / 1
Publication 2021 / 4 / 12
Keywords
Laser Land Leveling, Tillage Systems on Wheat

Abstract

A field experiment was conducted in Al-Adwaniyah region, located on latitude 33° 13' 93.59" N, and longitude 44° 37' 91.37" E, at an altitude of 31 m above MSL, during the autumn season of the year 2018 AD to know the effect of laser land leveling, tillage and discharge on water productivity, wheat growth and yield. The experiment consisted of three treatments. The first was the tillage implement with two levels: the mold board plow (T_1) and the chisel plow (T_2). The second was the slope percentage of the soil surface leveling, with three levels: the conventional leveling (L_0), the leveling with the slope percentage of 0.15% (L_1), and the leveling with the slope percentage of 0.30% (L_2). The third was the discharge rate with two levels: discharge rate of 16 L sec^{-1} (Q_1), and discharge rate of 24 L sec^{-1} (Q_2). The experiment was designed according to the split-split plots design with three replicates. The results obtained can be summarized as follows: 1. Crop height, weight of 1000 grain and yield, recorded their highest value With T_1 of 73.07 cm, and 5.442-ton ha^{-1}, respectively, weight of 1000 grain with T_1 Equally with T_2 of $^{40.36}$ g 1000 $grain^{-1}$. with L_1 of 79.69 cm, 42.20 g 1000 $grain^{-1}$ and 6.347 ton ha^{-1}, respectively. With Q_1 recorded the highest crop height, weight of 1000 grain and yield of 72.62 cm, 40.98 g 1000 $grain^{-1}$, and 5.741-ton ha^{-1}, Respectively. With T_1L_1 recorded the highest crop height, weight of 1000 grain and yield of 80.15 cm, 42.50 g 1000 $grain^{-1}$ and 6.480-ton ha^{-1}, respectively. With T_1Q_1 recorded the highest crop height, weight of 1000 and yield of 74.65 cm, 41.09 g 1000 $grain^{-1}$ and 5.796-ton ha^{-1} respectively. With L_1Q_1 recorded the highest crop height, weight of 1000 grain and yield of 79.80 cm, 42.65 g 1000 $grain^{-1}$ and 6.644-ton ha^{-1}, respectively. With $T_1L_1Q_1$ recorded highest crop height, weight of 1000 grain and yield of 82.02 cm, 43.07 g 1000 $grain^{-1}$ and 6.809-ton ha^{-1}, respectively. 2. The root depth recorded highest depth with T_2 of 61.83 mm. With L_0 of 67.60 mm. With Q_2 of 61.33 mm. With T_2L_0 of 69.35 mm. With T_2Q_2 of 63.00 mm. With Q_2L_0 of 69.35 mm. With $T_2L_0Q_2$ of 71.10 mm. 3. The crop water productivity and field water productivity recorded the highest productivity with T_1 of 13.294 and 13.571kg mm ^{1}, respectively. With L_1 of 15.079and 15.407 kg mm^{-1}, respectively. With Q_1 of 11.735 and 11.825kg mm ^{1}, respectively. With T_1L_1 of 16.220and16.719 ^{kg} mm ^{1}, respectively. With T_2Q_2 of 14.326and14.685 kg mm ^{1}, respectively. With L_0Q_2 of 15.959and16.374 kg mm ^{1}, respectively. With $Q_1T_1L_1$ of 17.220and 17.811kg mm ^{1}, respectively.

Corresponding author: E-mail(*alaa.salih@coagri.uobaghdad.edu.iq*) Al- Muthanna University All rights reserved

تأثير نظم الحراثة المختلفة في انتاجية المياه للحنطة تحت التسوية الليزرية للارض

الآء صالح عاتي* مروان موسى نصر* عبد الخالق صالح نعمة**
*** قسم علوم التربة والموارد المائية/كلية علوم الهندسة الزراعية/جامعة بغداد**
**** وزارة الزراعة**

نُفِّذَتْ تجربة حقلية فِي أحد الحقول التي تقع عَلَى خط عرض 33° 13' 59.93" شمالاً، وخط طول 44° 37' 37.91" شرقاً، وَعَلَى ارتفاع 31 م فوق مستوى سطح البحر خلال الموسم الخريفي لسَنَةِ 2018 م لمعرفة تأثير نظم الحراثة المختلفة فِي إنتاجية الماء ونمو وحاصل الحنطة تحت التسوية الليزرية للارض، استعملت فِي التجربة ثلاث معاملات، المعاملة الأولى: الآت الحراثة وبمستويين هُمَا المحراث المطرحي (T_1)، والمحراث الحفار (T_2). إمَّا المعاملة الثانية: نسبة انحدار تسوية سطح التربة وبثلاثة مستويات هِي التسوية التقليدية (L_0)، والتسوية بنسبة انحدار 0.15% (L_1)، والتسوية بنسبة انحدار 0.30% (L_2). والمعاملة الثالثة: معدل التصريف وبمستويين هُمَا تصريف الأول 16 لتر ثا$^{-1}$ (Q_1)، والتصريف الثاني 24 لتر ثا$^{-1}$ (Q_2). صُمِّمَتْ التجربة وَفَّقَ تصميم الالواح المنشقة-المنشقة وبثلاثة مكررات. ويمكن ايجاز اهم النتائج التي تم التوصل اليها: إنَّ معاملة T_1 أعطت أعلى قيمة مِنْ ارتفاع النبات ووزن الف حبة يتساوى بقيمته مع معاملة T_2 واعلى قيمة من الحاصل الكلي 73.07 سم و40.36 غم 1000 حبة$^{-1}$ و5.442 طن هـ$^{-1}$، عَلَى الترتيب. وأعطت معاملة L_1 أَعَلَى قيمة لِكُلٍّ مِنْ ارتفاع المحصول ووزن الف حبة والحاصل الكلي 79.69 سم و42.20 غم 1000 حبة$^{-1}$ و6.347 طن هـ$^{-1}$، عَلَى الترتيب. وأعطت معاملة Q_1 أَعَلَى قيمة لِكُلٍّ مِنْ ارتفاع المحصول ووزن الف حبة والحاصل الكلي 72.62 سم و10.78 و40.98 غم 1000 حبة$^{-1}$ و5.741 طن هـ$^{-1}$، عَلَى الترتيب. وأعطت معاملة التداخل الثنائي T_1L_1 أَعَلَى قيمة لِكُلٍّ مِنْ ارتفاع المحصول ووزن الف حبة والحاصل الكلي 80.15 سم و42.50 غم 1000 حبة$^{-1}$ و6.480 طن هـ$^{-1}$، عَلَى الترتيب. وأعطت معاملة T_1Q_1 أَعَلَى قيمة لِكُلٍّ مِنْ ارتفاع المحصول ووزن الف حبة والحاصل الكلي 74.65 سم و41.09 غم 1000 حبة$^{-1}$ و5.796 طن هـ$^{-1}$، عَلَى الترتيب. وأعطت معاملة L_1Q_1 أَعَلَى قيمة لِكُلٍّ مِنْ ارتفاع المحصول ووزن الف حبة والحاصل الكلي 79.80 سم و42.65 غم 1000 حبة$^{-1}$ و6.644 طن هـ$^{-1}$، عَلَى الترتيب. وأعطت معاملة $T_1L_1Q_1$ أَعَلَى قيمة لِكُلٍّ مِنْ ارتفاع المحصول ووزن الف حبة والحاصل الكلي 82.02 سم و43.07 غم 1000 حبة$^{-1}$ و6.809 طن هـ$^{-1}$، عَلَى الترتيب.

2. مؤشر عمق الجذر سُجِّلَ أَعَلَى عمق لهُ مَعَ معاملة نسبة انحدار التسوية، مَعَ معاملة T_2 بعمق 61.83 سم. وَمَعَ معاملة L_0 بعمق 67.60 سم. ومَعَ معاملة Q_2 بعمق 61.33 سم. مَعَ معاملة T_2L_0 بعمق 69.35 سم. ومَعَ معاملة T_2Q_2 بعمق 63.00 سم. ومَعَ معاملة L_0Q_2 بعمق 69.35 سم. ومَعَ معاملة $T_2L_0Q_2$ بعمق 71.10 سم. 3. إنَّ أعلى انتاجية ماء محصولي وحقلي كانت مَعَ معاملة T_1 بإنتاجية 13.294 و13.571 كغم مم$^{-1}$، عَلَى الترتيب. ومَعَ معاملة L_1 بإنتاجية 15.079 و15.407 كغم مم$^{-1}$، عَلَى الترتيب. ومَعَ معاملة Q_1 بإنتاجية 11.735 و11.825 كغم مم$^{-1}$، عَلَى الترتيب. ومَعَ معاملة T_1L_1 بإنتاجية 16.220 و16.719 كغم مم$^{-1}$، عَلَى الترتيب. ومَعَ معاملة T_1Q_1 بإنتاجية 14.326 و14.685 كغم مم$^{-1}$، عَلَى الترتيب. ومَعَ معاملة L_1Q_1 بإنتاجية 15.959 و16.374 كغم مم$^{-1}$، عَلَى الترتيب. ومَعَ معاملة $T_1L_1Q_1$ بإنتاجية 17.220 و17.811 كغم مم$^{-1}$، عَلَى الترتيب.

***البحث مستل من اطروحة الباحث الثاني**

المقدمة:

تُعَدُّ المكننة الزراعية إحْدَى وسائل زيادة الإنتاج إذْ تقلل الزمن والجهد المبذول فِي الزراعة وإمكانية توسيع الرقعة الزراعية لتلبية الاحتياجات البشرية المتزايدة مِنْ المحاصيل الزراعية، والمكننة الزراعية يُلْزَمُ معاملتها كنظام متكامل والنظام عِبَارَةً عَنْ مجموعة مِنْ العمليات المتتابعة والمكملة لبعضها البعض، وَقَدْ تبدوا بعض هَذِهِ العمليات غير ضرورية إذْ تَمَّ تقيمها منفردة وَلَكِنَّهَا فِي حقيقة الأمر ضرورية جِدًّا للنظام كُلَّهُ وَمِنْ دونها يَفْقِدُ النظام أثره فِي العملية الإنتاجية. وَيُلْزَمُ التنويه عَلَى إنْهَ يجب النظر إلَى نظم المكننة بِعَدِّهَا أحد مكونات العملية الإنتاجية لأنَّهَا تعطي العائد المَرْجُوّ فِي حالة اكتمال مكونات عناصر الإنتاج، وَتُسْتَعْمَلُ الحراثة لِإِعْدَادِ التُّرْبَةِ قبل الْبِذَارِ، إذْ تؤدي الحراثة إلَى خَلْخَلَةِ

الضغط الموجود تَحْتَ سطح التربة، وَتُحْسِنُ الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبايولوجية للتربة مِمَّا يؤدي إِلَى نمو الجذور وبالتالي تؤثر في الخصائص الهيدروليكية للتربة وهَذَا بدوره يؤثر فِي الخصائص الحركية لماء الري فِي الحقل المزروع Ahmad *et al.*, 2018).

عُرِّفَ نظام الري بالغمر مُنْذُ آلاف السنين، وَاُسْتُعْمِلَتْ وسائل ومعدات بدائية لري الأرض الزراعية، ونتيجة لزيادة عدد السكان، فكَانَ لابد مِنْ ضرورة التوسع الأفقي للأراضي، وإيجاد بدائل للطرائق والمعدات البدائية، لِذَا تُعَد التسوية الليزرية للأرض إِحْدَى الطرائق المتطورة فِي تسوية سطح الأرض وتسمى فِي وقتنا الحالي بالتسوية الدقيقة للأرض، وَالَّتِي تؤدي إِلَى زيادة كفاءة نظام الري بالغمر بنسبة تصل إِلَى 25% وَقَدْ انعكس ذَلِكَ فِي توفير عدد ساعات تشغيل معدات الري، وَكَذَلِكَ زيادة إنتاجية المحصول، وَإِنَّ احد المقترحات المتعلقة بزيادة إنتاجية الماء فِي الري السيحي هِي استعمال التسوية الدقيقة لسطح الحقل المراد ريه باستعمال أجهزة الليزر، واستعمال الأنابيب والسيفونات لنقل وتوزيع الماء فِي الحقل بالتساوي. يَجْعَلُ نظام الري السيحي الماء يجري غالباً عَلَى سطح التربة بفعل الجاذبية الأرضية إِذْ مَعَ وجود انحدار بسيط فِي سطح التربة يعمل عَلَى تحريك الماء باتجاه اسفل الانحدار أي مِنْ الجانب المرتفع للوح إِلَى الجانب المنخفض مِنْ اللوح، وَمِنْ اللحظة الَّتِي يجري فِيهَا الماء مِنْ الطرف المرتفع فِي الحقل يحتاج بعض الزمن قبل أَنْ يصل الطرف المنخفض، تغيض الماء فِي الأرض خلال تِلْكَ المدة الزمنية ويتناسب عمق ماء الغيض طردياً مَعَ المدة الَّتِي استغرقها لِذَلِكَ، مَعَ العلم إِنَّ عمق غيض الماء يَكُون أكبر فِي بداية الجريان. هَذِهِ الظاهرة ناتجة عَنْ عدم تكافؤ توزيع الماء فَضْلًا عَنْ فقدان الماء فِي الألواح بنسبة 50% عِنْدَ توزيعها، ويؤدي إتباع هَذِهِ الطريقة (وَالَّتِي يعزز استعمالها سعر الماء) إِلَى استعمال اعماق كبيرة مِنْ الماء، لهَذَا السبب نجد إِنَّ إضافة ماء الري وتوزيعه فِي الحقل وَفْقَ ضغط ملائم فِي الأنابيب (أي إدخال نظام الري السطحي المطوّر الا وَهُوَ نقل الماء بواسطة أنابيب حَتَّى نهاية الحقل)، وَتَحْدِيدُ عمق ماء الري حَسَب حاجة المحصول، يؤدي إِلَى تقليل عمق الماء الري De Almeida *et al.*, (2018). وَمِنْ الأساليب الحديثة المتطورة فِي الري السيحي إضافة الماء فِي الواح شريطية Border Strip Irrigation، وَهَذِهِ الطريقة تَتَطَلَّب تسوية الأرض حَتَّى لا ينساب الماء بسرعة وتتراكم فِي نهاية اللوح، إِنَّ تقانة التسوية الليزرية هِي الانسب مَعَ طريقة الري هَذِهِ، وتقنن مِنْ استعمال ماء الري وتزيد الإنتاجية فِي وحدة المساحة.

تُعَدُ الحنطة *Triticum aestivum L.* محصول حولي ينتمي للعائلة النجيلية *Poaceas*، وهِي مِنْ أهم محاصيل الحبوب وأوسعها انتشاراً، وَتُعَدُ مِنْ المحاصيل الأولية الَّتِي يَسْتَهْلِكُهَا الإنسان فِي الغذاء، وَتُسْتَعْمَلُ أساساً كغذاء وأعلاف، وحالياً يواجه العالم بمَا فِي ذَلِكَ دول مثل العراق، تحدياً غير مسبوق لزيادة الإنتاج الزراعي لتأمين الغذاء لـ33 مليون فرد وفقاً لتقديرات منظمة الأغذية والزراعة، يحتاج العراق إِلَى زيادة الإنتاج فِي السنوات القادمة لتحقيق الأمِنْ الغذائي. ولإنجاز هَذِهِ المهمة الهائلة يَجِب أَنْ يَكُونَ هُنَاكَ اهتمام خاص فِي إدارة التربة مثل الحراثة وإدارة الماء وإدارة المغذيات، ولارتفاع عدد السكان فِي آسيا يجب زيادة إنتاج الحبوب الغذائية بنسبة 1.2% إِلَى 1.5% سنوياً لتلبية الطلب المتزايد وَلِضَمَانِ الأمِنِ الغذائي (Kumar *et al.*, 2018).

أجريت هذه التجربة لدراسة نوع الآت الحراثة وتسوية الأرض المزامنة في حاصل الحنطة وإنتاجية الماء، وجاءت التجربة الحالية ضمن خطط وزارة الزراعة للتعايش مَعَ شحة الماء مِنْ خلال تبني البرنامج الوطني لتنمية زراعة الحنطة فِي العراق مكننة التسوية الليزرية.

المواد وطرائق العمل:

نُفِّذَتْ تجربة حقلية في الموسم الزراعي 2018 فِي حقل تجارب البرنامج الوطني لتنمية زراعة الحنطة فِي العراق/وزارة الزراعة فِي منطقة ناحية الرشيد/العدوانية، يقع عَلَى خط عرض 33° 13' 59.93" شمالاً، وخط طول 44° 37' 37.91" شرقاً، وَعَلَى ارتفاع 31 م فوق مستوى سطح البحر، وتَمَّتاز منطقة الدراسة بطوبوغرافية مستوية إِلَى شبه مستوية ذات انحدار أقل مِنْ

0.01%، وصنفت تربة الحقل بإنَّهَا رسوبية ذات نسجة طينية غرينية Silt Clay والمصنفة تحت المجموعة العظمى *Typic torrifluvent* بحَسَب تصنيف Soil Survey (2014). أُوَخِّذَ نماذج تربة مِنْ العمق 0-0.30 م وَمِنْ العمق 0.30-0.60 م لتَمَّثيل الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة الحقل (جدول1 و2) بحسب الطرائق الواردة في Richards (1954) and Black (1965).

جدول1. بعض الخصائص الفيزيائية لتربة الحقل قبل الزراعة

الخاصية	الوحدات	القيمة
الرمل	غم كغم$^{-1}$	150
الغرين		405
الطين		445
نسجة التربة		طينية غرينية
الكثافة الظاهرية للتربة	ميكا غرام م$^{-3}$	1.31
المسامية	سم^3 سم$^{-3}$	0.505
المحتوى الحجمي لماء التربة عِنْدَ 33 كيلوباسكال		0.375
المحتوى الحجمي لماء التربة عِنْدَ 1500 كيلوباسكال		0.193
محتوى التربة مِنْ الماء الجاهز		0.182

جدول2. بعض الخصائص الكيميائية لتربة الحقل قبل الزراعة

الخاصية	الوحدات	القيمة
الايصالية الكهربائية $EC_{1:1}$	ديسيسيمنز م$^{-1}$	1.13
درجة تفاعل التربة pH		7.11
المادة العضوية	غم كغم$^{-1}$	7.91
معادن الكاربونات		261
البيكاربونات		0.43
الكالسيوم		8.12
المغنسيوم	مليمول لتر$^{-1}$	6.88
الصوديوم		4.90
الكبريتات		7.16
الكلوريد		3.98
النايتروجين الجاهز	ملغم كغم$^{-1}$ تربة	48.30
البوتاسيوم الجاهز		97.01
الفسفور الجاهز		16.02
السعة التبادلية للأيونات الموجبة CEC	سنتيمول$_+$ كغم$^{-1}$	24.71

مُعَامَلَاتُ التَّجْرِبَةِ وَالتَّصْمِيمِ الْإِحْصَائِيِّ

شَمَلَت التجربة المعاملات الآتية:

1. نِسْبَةُ اِنْحِدَارِ تَسْوِيَةِ سَطْحِ التُّرْبَةِ

التسوية التقليدية (L_0)

التسوية بنسبة انحدار 0.15% (L_1)

التسوية بنسبة انحدار 0.30% (L_2)

2. مُعَدَّاتُ الْحِرَاثَةِ

المحراث المطرحي (T_1)

المحراث الحفار (T_2)

3. مُعَدَّلُ التَّصرِيفِ

التصريف الأول 16 لتر ثا$^{-1}$ (Q_1)

التصريف الثاني 24 لتر ثا$^{-1}$ (Q_2)

صُمِّمَت التجربة وفق تصميم القطاعات تامة التعشية RCBD وبثلاثة مكررات، وَتَمَّ توزيع المعاملات بشَكْلٍ عشوائي، وحللت البيانات باستعمال برنامج GenStat Discovery Edition 4

(2012)، وتَمَّ اختبار أقل فرق معنوي عَلَى مستوى 0.05 للمقارنة بَيْنَ المتوسطات الحسابية للمعاملات (الراوي ومحمد، 1980).

وَصَفُ حَقْلِ التَّجْرِبَةِ:

نُفِذَتْ التجربة عَلَى ارض مساحتها 20400 م^2 ابعادها 170× 120 م، شَمَلَت الوحدات التجريبية، وقسمت المساحة المحددة للتجربة إِلَى قطاعيين رئيسة Main plot شَمَلَت عَلَى مستويات معاملة تصريف الماء ويقسم كل قطاع رئيس إِلَى قطاعيين ثانوية Sub plot شَمَلَت مستويات معاملة معدات الحراثة، ويقسم كل قطاع ثانوي إِلَى ثلاثة قطاعات تحت الثانوية Sub sub plot تشمل مستويات درجة انحدار تسوية سطح التربة. تركت مسافة 3 م بَيْنَ القطاعات الرئيسية و3 م بَيْنَ القطاعات الثانوية و2 م بَيْنَ القطاعات تحت الثانوية وَذَلِكَ لمنع تداخل المعاملات مع بعضها البعض، وتركت مسافة 3 م بَيْنَ المكررات وبلغ عدد المعاملات فِي التجربة 36 وحدة تجريبية مساحة الوحدة التجريبية الواحدة 6×50 م.

وَصَفُ مُعَامَلَاتِ التَّجْرِبَةِ:

قُسِّمَتْ مساحة الحقل إِلَى قطاعين رئيسة القطاع الرئيس الأول يحتوي التصريف الأول 16 لتر ثا$^{-1}$ (Q_1) مِنْ فوهة المضخة والقطاع الرئيس الثاني يحتوي التصريف الثاني 24 لتر ثا$^{-1}$ (Q_2) مِنْ فوهة المضخة وَتَمَّتْ عملية الحراثة للقطاع الرئيسي الأول بنوعين مِنْ معدات الحراثة ليقسم القاطع الرئيسي الأول إِلَى قطاعين ثانوية القاطع الثانوي الأول شملَ الحراثة بواسطة المحراث المطرحي (T_1) والقطاع الثانوي الثاني شملَ الحراثة بواسطة المحراث الحفار(T_2)، وأستعمل فِي ذَلِكَ الجرار ITM-285 عَنْ طريق ربط معدات الحراثة الأولية وَالَّتِي هِي المحراث المطرحي والمحراث الحفار، علماً إِنَّ سرعة الامامية للجرار ثابتة عَلَى جميع المعاملات، والمسافة بَيْنَ خطوط الحراثة ثابتة ايضاً، إِمَّا القطاع الثانوي الأول والثاني قسمَ كل منهما إِلَى ثلاث قطاعات تحت ثانوية شَمَلَت معاملة التسوية وبثلاث مستويات، إِذْ إِنَّ القطاع تحت الثانوي الأول دُرجَ بالتسوية التقليدية (L_0)، والقطاع تحت الثانوي الثاني دُرجَ بالتسوية الليزرية بنسبة انحدار 0.15% (L_1)، والقطاع تحت الثانوي الثالث دُرجَ بالتسوية الليزرية بنسبة انحدار 0.30% (L_2).

الزِّرَاعَةُ وَالتَّسْمِيدُ وَالْمُكَافَحَةُ:

تَمَّتْ الزراعة بمقدار 140 كغم هـ$^{-1}$ صنف اباء 99 فِي 2018/12/5 وبمسافة 10 سم بَيْنَ خطوط الزراعة وتَمَّ تغطية خطوط الزراعة بالتربة لعمق 0.03 م (جدوع وآخرون، 2017)، كَانَتْ التوصية السمادية المتبعة مِنْ قبل البرنامج الوطني لتنمية زراعة الحنطة فِي العراق هِي 134 كغم N هـ$^{-1}$ و106 كغم P_2O_5 هـ$^{-1}$ و53 كغم K_2O هـ$^{-1}$، واضيفَ سماد كبريتات البوتاسيوم (K_2O %53) بمقدار 100 كغم هـ$^{-1}$ مِنْ كبريتات البوتاسيوم قبل الزراعة وسماد اليوريا (N %46) بمقدار 60 كغم هـ$^{-1}$ مِنْ سماد اليوريا وكل السماد الداب (N %21 وP_2O_5 %53) بمقدار 200 كغم هـ$^{-1}$ مِنْ سماد الداب اثناء الزراعة. تَمَّ ري الحقل مباشرةً بَعْدَ الزراعة وإيصاله الى السعة الحقلية وثُمَّ تتوالى عملية الري وحَسَب حاجة المحصول عند استنفاد 50% مِنْ الماء الجاهز ثُمَّ اضيفت الدفعة الثانية والثالثة مِنْ السماد النايتروجيني ضِمْنَ مراحل مختلفة، وتَمَّ مكافحة الادغال والامراض الفطرية والحشرات كيميائيا، كَمَا جرت عملية التعشيب يدوياً ودورياً للمعاملات كافة طيلة موسم النمو كُلَّمَا ادعت الحاجة.

قِيَاسُ الْمُحْتَوَى الْمَائِيِّ لِلتُّرْبَةِ:

أُعْتُمِدَتْ الطريقة الوزنية Gravimetric Method لقياس ماء التربة وحددَ عمق ماء الري الماء المضاف بَعْدَ استنفاد 50% مِنْ الماء الجاهز. أُوَخِّذَ نماذج مِنْ التربة بوساطة البريمة Auger مِنْ المنطقة الَّتِي تنتشر فِيهَا الجذور الفعالة للنبات قُدِّرَ المحتوى المائي فِي نماذج التربة ولكل مرحلة مِنْ مراحل النمو بتجفيف النماذج فِي فرن المايكروويف عند درجة حرارة 105^{o}م ولمدة عشر دقائق بَعْدَ إِنْ تَمَّ تعيير درجة الحرارة ومدة التجفيف بفرن المايكروويف. تَمَّت عملية الري بإضافة عمق الماء اللازمة للوصول إِلَى المحتوى الحجمي لماء التربة عند السعة الحقلية بَعْدَ استنفاد النسبة المعينة مِنْ الماء الجاهز لتربة الحقل، أُسْتُعْمِلَتْ معادلة Allen *et*

al.(1998) فِي حساب عمق الماء الواجب اضافته لتعويض عمق الماء المستنفدة.

$$\boldsymbol{d = (\theta_{fc} - \theta_I) \times D} \quad \cdots\cdots\cdots \quad (\mathbf{1})$$

إذْ إنَّ:

d: عمق الماء المضاف (مم).

θ_{FC}: المحتوى الحجمي لماء التربة عند السعة الحقلية (سم^3 سم$^{-3}$).

θ_I: المحتوى الحجمي لماء التربة قبل أجراء الري (سم^3 سم$^{-3}$).

D: عمق التربة وهو يساوي عمق المجموع الجذري الفعال (مم).

مؤشرات النمو الخضري والْحَاصِلُ الْكُلِّيُّ (طن هـ$^{-1}$)

تَمَّ قياس ارتفاع النبات بشريط قياس مِنْ قاعدة المحصول وحَتَّى قاعدة السنبلة للساق الرئيس كمعدل لـ25 شطء، مَعَ الْأَخْذِ بِنَظَرِ الْإِعْتِبَارِ تَرْكَ خطوط المحصول المتاخمة لحدود اللوح الشريطي. عُدَّتْ 1000 حبة يدويا ثُمَّ وُزِّنَتْ(غم 1000 حبة) كل عينة بميزان لِكُلِّ وحدة تجريبية. حُسِبَ وزن الحاصل لعينة المحصول المأخوذة مِنْ مساحة 1 م^2 لكل وحدة تجريبية، وكررت العملية بخمس مواقع ضِمْنَ الوحدة التجريبية الواحدة (مِنْ يمين شمال ويسار شمال ووسط ويمين جنوب ويسار جنوب اللوح الشريطي) عند الحصاد، مع الاخذ بنظر الاعتبار ترك خطوط المحصول المتاخمة لحدود اللوح الشريطي وَمِنْ ثُمَّ حولت المساحة مِنْ المتر المربع (5 م^2) إلَى مساحة الهكتار.

إِنْتَاجِيَّةُ الْمَاءِ

حُسِبَتْ إنتاجية الماء المحصولي باستعمال معادلة (Allen *et al.* 1998) وحُسِبَتْ إنتاجية الماء الحقلي باستعمال معادلة Panda and Behera (2005) كَالْآتِي

$$CWP = \frac{\boldsymbol{Yield}}{\boldsymbol{ET_a}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

إذْ إنَّ:

CWP: إنتاجية الماء المحصولي (كغم مم$^{-1}$).

Yield: الحاصل الكلي (كغم هـ$^{-1}$).

ET_a: الاستهلاك المائي الفعلي أَوْ التبخر نتح الفعلي (مم هـ$^{-1}$).

$$FWP = \frac{\boldsymbol{Yield}}{\boldsymbol{P+I}} \quad \ldots\ldots\ldots (3)$$

FWP: إنتاجية الماء الحقلي (كغم مم$^{-1}$).

Y: الحاصل الكلي (كغم هـ$^{-1}$).

P: عمق المطر الساقط (مم ه$^{-1}$).

I: عمق ماء الري (مم ه$^{-1}$).

النتائج والمناقشة:

مُؤَشِّرَاتُ نُمُوِّ الْمَحْصُولِ:

يُلَاحَظُ مِنْ جدول3 إنَّ معاملة T_1 أعطت أعلى قيمة مِنْ ارتفاع النبات ووزن الف حبة يتساوى بقيمته مع معاملة T_2 واعلى قيمة من الحاصل الكلي 73.07 سم و40.36 غم 1000 حبة$^{-1}$ و5.442 طن هـ$^{-1}$، عَلَى الترتيب، فِيمَا أعطت معاملة T_2 أقل قيمة مِنْ ارتفاع المحصول ووزن الف حبة يتساوى بقيمته مع معاملة T_1 وأقل قيمة من الحاصل الكلي 71.85 سم و40.36 غم 1000 حبة$^{-1}$ و 5.416 طن هـ$^{-1}$، عَلَى الترتيب. كَانَ الفرق معنوياً في ارتفاع المحصول والحاصل الكلي، وَلَمْ يَكُن الفرق معنوياً فِي وزن الف حبة مَا بَيْنَ مستوى T_1 ومستوى T_2.

إنَّ معاملة L_1 أعطت أَعَلَى قيمة لِكُلِّ مِنْ ارتفاع النبات ووزن الف حبة والحاصل الكلي 79.69 سم و42.20 غم 1000 حبة$^{-1}$ و6.347 طن هـ$^{-1}$، عَلَى الترتيب. فِيمَا أعطت معاملة L_0 أقل قيمة لِكُلِّ مِنْ ارتفاع النبات ووزن الف حبة والحاصل الكلي 62.52 سم و38.81 غم 1000 حبة$^{-1}$ و4.734 طن هـ$^{-1}$، عَلَى الترتيب. كَانَ الفرق معنوياً فِي جميع المؤشرات مَا بَيْنَ مستوى L_0 ومستوىL_1.

أعطت معاملة Q_1 أَعَلَى قيمة لِكُلِّ مِنْ ارتفاع النبات ووزن الف حبة والحاصل الكلي 72.62 سم و10.78 و40.98 غم 1000 حبة$^{-1}$ و5.741 طن هـ$^{-1}$، عَلَى الترتيب. فِيمَا أعطت معاملة Q_2 أقل قيمة لِكُلِّ مِنْ ارتفاع النبات ووزن الف حبة والحاصل الكلي 72.29 سم و39.74 غم 1000 حبة$^{-1}$ و5.116 طن هـ$^{-1}$،%، عَلَى الترتيب. كَانَ الفرق معنوياً فِي مؤشرات النمو الا فِي مؤشر ارتفاع النبات لَمْ يَكُن الفرق معنوياً مَا بَيْنَ مستوى Q_1 ومستوى Q_2.

جدول3. تأثير الآت الحراثة والانحدار والتصريف فِي ارتفاع النبات (سم) ووزن الف حبة (غم 1000 حبة-1) والحاصل الكلي (طن هـ-1)

المعاملة	أرتفاع المحصول	وزن ألف حبة	الحاصل الكلي
T1	73.07	40.36	5.44
T2	71.85	40.36	5.42
L0	62.52	38.81	4.73
L1	79.69	42.20	6.35
L2	75.16	40.07	5.20
Q1	72.62	40.98	5.74
Q2	72.29	39.74	5.12
T1L0	63.42	38.54	4.67
T1L1	80.15	42.50	6.48
T1L2	75.64	40.04	5.18
T2L0	61.63	39.09	4.80
T2L1	79.24	41.90	6.22
T2L2	74.68	40.10	5.23
T1Q1	74.65	41.09	5.80
T1Q2	71.48	39.62	5.09
T2Q1	70.59	40.88	5.69
T2Q2	73.10	39.85	5.14
L0Q1	62.78	39.49	5.09
L0Q2	62.27	38.14	4.38
L1Q1	79.80	42.65	6.64
L1Q2	79.59	41.75	6.05
L2Q1	75.28	40.82	5.49
L2Q2	75.03	39.32	4.92
T1L0Q1	64.60	39.10	4.98
T1L0Q2	62.23	37.97	4.35
T1L1Q1	82.02	43.07	6.81
T1L1Q2	78.27	41.93	6.15
T1L2Q1	77.32	41.10	5.60
T1L2Q2	73.95	38.97	4.76
T2L0Q1	60.96	39.87	5.21
T2L0Q2	62.30	38.30	4.40
T2L1Q1	77.57	42.23	6.48
T2L1Q2	80.90	41.57	5.95
T2L2Q1	73.24	40.53	5.38
T2L2Q2	76.11	39.67	5.08
L.S.D (0.05)			
L	0.94	0.13	0.025
T	0.77	0.11	0.020
Q	0.77	0.11	0.020
TL	1.33	0.19	0.035
QL	1.33	0.19	0.035
QT	1.09	0.15	0.029
QTL	1.89	0.26	0.049

أعطت معاملة التداخل الثنائي T_1L_1 أَعَلَى قيمة لِكُلٍّ مِنْ ارتفاع النبات ووزن الف حبة والحاصل الكلي 80.15 سم و42.50 غم 1000 حبة$^{-1}$ و6.480 طن هـ$^{-1}$، عَلَى الترتيب. فِيمَا أعطت معاملة T_2L_0أقل قيمة مِنْ ارتفاع النبات 61.63 سم، وأعطت معاملة T_1L_0 أقل قيمة لِكُلٍّ مِنْ ووزن الف حبة والحاصل الكلي 38.54 غم 1000 حبة$^{-1}$ و4.665 طن هـ$^{-1}$، عَلَى الترتيب، كَانَ الفرق معنوياً فِي ارتفاع النبات ، مَا بَيْنَ مستوى T_1L_1 ومستوى T_2L_0. كَانَ الفرق معنوياً فِي مؤشرات النمو المتبقية مَا بَيْنَ مستوى T_1L_1 ومستوى T_1L_0.

أعطت معاملة التداخل الثنائي T_1Q_1 أَعَلَى قيمة لِكُلٍّ مِنْ ارتفاع النبات ووزن الف حبة والحاصل الكلي 74.65 سم و41.09 غم 1000 حبة$^{-1}$ و5.796 طن هـ$^{-1}$، عَلَى الترتيب. فِيمَا أعطت معاملة T_2Q_1 أقل قيمة لارتفاع النبات بقيمة 70.59 سم، وأعطت معاملة T_1Q_2 أقل قيمة لِكُلٍّ مِنْ ووزن الف حبة والحاصل الكلي 39.62 غم 1000 حبة$^{-1}$ و5.087 طن هـ$^{-1}$، عَلَى الترتيب، كَانَ الفرق معنوياً في ارتفاع المحصول مَا بَيْنَ مستوى T_1Q_1 ومستوى T_2Q_1، ووزن الف حبة والحاصل الكلي مَا بَيْنَ مستوى T_1Q_1 ومستوى T_1Q_2 .

أعطت معاملة التداخل الثنائي L_1Q_1 أَعَلَى قيمة لِكُلٍّ مِنْ ارتفاع النبات ووزن الف حبة والحاصل الكلي 79.80 سم و42.65 غم 1000 حبة$^{-1}$ و6.644 طن هـ$^{-1}$، عَلَى الترتيب. فِيمَا أعطت معاملة L_0Q_2 أقل قيمة لِكُلٍّ مِنْ ارتفاع النبات ووزن الف حبة والحاصل الكلي 62.27 سم و38.14 غم 1000 حبة$^{-1}$ و4.375 طن هـ$^{-1}$، عَلَى الترتيب. كَانَ الفرق معنوياً فِي جميع مؤشرات النمو مَا بَيْنَ مستوى L_1Q_1 ومستوى L_0Q_2.

أعطت معاملة التداخل الثلاثي $T_1L_1Q_1$ أَعَلَى قيمة لِكُلٍّ مِنْ ارتفاع النبات ووزن الف حبة والحاصل الكلي 82.02 سم و43.07 غم 1000 حبة$^{-1}$ و6.809 طن هـ$^{-1}$، عَلَى الترتيب. فِيمَا أعطت معاملة $T_2L_0Q_1$ أقل قيمة لارتفاع النبات بارتفاع 60.96 سم، وأعطت معاملة $T_1L_0Q_2$ وأقل قيمة لِكُلٍّ مِنْ ووزن الف حبة والحاصل الكلي 37.97 غم 1000 حبة$^{-1}$ و4.348 طن هـ$^{-1}$، عَلَى الترتيب. كَانَ الفرق معنوياً فِي ارتفاع النبات مَا بَيْنَ مستوى $T_1L_1Q_1$ ومستوى $T_2L_0Q_1$ ووزن الف حبة والحاصل الكلي مَا بَيْنَ مستوى $T_1L_1Q_1$ ومستوى $T_1L_0Q_2$.

يُلَاحِظُ مِمَّا سبق تأثير استعمال التسوية مِنْ عدمها في مؤشرات نمو محصول الحنطة، إِذْ عملت التسوية الليزرية عَلَى زيادة مؤشرات اداء الري وهذا ادى الى زيادة مؤشرات نمو محصول الحنطة، وَكُلَّمَا كَانَ انحدار التسوية الليزرية قليل كُلَّمَا ارتفعت مؤشرات اداء الري وهَذَا ينعكس فِي زيادة مؤشرات نمو محصول الحنطة، أي إِنَّ مستوى معاملة انحدار التسوية بنسبة انحدار 0.15% يعمل عَلَى زيادة مؤشرات نمو محصول الحنطة.

إِنَّ الآت الحراثة كَانَ لها تأثير فِي مؤشرات ارتفاع النبات والحاصل إِذْ كان ارتفاع محصول الحنطة مَعَ الحراثة بواسطة المحراث المطرحي أكبر ارتفاعاً، إِذْ إِنَّ المحراث المطرحي يعمل عَلَى زيادة درجة تفكك التربة وزيادة مسامية التربة وهَذَا ينعكس فِي ارتفاع المحصول وزيادة الحاصل. كما إِنَّ الحراثة بواسطة المحراث المطرحي تزيد مِنْ سعة التربة لمسك الماء وبالتالي تقلل مِنْ تبخر ماء التربة (Lampurlanés *et al.*, 2016). اِنَّ متوسط عمق ماء الري المخزون فِي التربة عَلَى طول اللوح الشريطي يَكُون أكبر مَعَ الحراثة بواسطة المحراث المطرحي مقارنة مَعَ الحراثة بواسطة المحراث الحفار، وعَمِلَ معدل التصريف 16 لتر ثا$^{-1}$ عَلَى زيادة تناسق توزيع الري مقارنة مَعَ معدل التصريف 24 لتر ثا$^{-1}$، وهَذَا انعكس فِي زيادة مؤشرات نمو محصول الحنطة. اذ إِنَّ لمعدل التصريف دور فعال ورئيس فِي خفض عمق الماء المستعمل لغرض الري، إِذْ عمل معدل التصريف 16 لتر ثا$^{-1}$ عَلَى تقليل عمق ماء الري المستعمل عَنْ طريق زيادة معامل كريستيانسن وتناسق توزيع مَعَ معدل التصريف هَذَا ولاسيما ارتفاع تناسق توزيع الري مقارنة مَعَ معدل التصريف 24 لتر ثا$^{-1}$، وهَذَا أَدَّى إِلَى زيادة عمق الماء المخزون فِي تربة المنطقة الجذرية مَعَ معدل التصريف 16 لتر ثا$^{-1}$، وهَذَا انعكس فِي تقليل عمق الاستهلاك المائي الفعلي (نصر واخرون، 2020).

مُؤَشِّرُ عُمْقِ الْجَذْرِ:

يُلَاحَظُ مِنْ جدول 4 إنَّ معاملة T_2 أعطت أَعَلَى عمق جذر 0.58 و20.16 و57.37 و61.83 سم، بَعْدَ مرور 10 و60 و110 و160 يوم، عَلَى الترتيب. فِيمَا أعطت معاملة T_1 أقل عمق جذر 0.57 و19.36 و54.15 و58.19 سم، بَعْدَ مرور 10 و60 و110 و160 يوم، عَلَى الترتيب. إنَّ معاملة L_0 أعطت أَعَلَى عمق جذر 0.60 و20.98 و62.60 و67.60 سم، بَعْدَ مرور 10 و60 و110 و160 يوم، عَلَى الترتيب. فِيمَا أعطت معاملة L_1 أقل عمق جذر 0.51 و18.20 و48.45 و52.01 سم، بَعْدَ مرور 10 و60 و110 و160 يوم، عَلَى الترتيب. أعطت معاملة Q_2 أَعَلَى عمق جذر 0.58 و19.83 و56.91 و61.33 سم، بَعْدَ مرور 10 و60 و110 و160 يوم، عَلَى الترتيب. فِيمَا أعطت معاملة Q_1 أقل عمق جذر 0.57 و19.69 و54.61 و58.69 سم، بَعْدَ مرور 10 و60 و110 و160 يوم، عَلَى الترتيب.

أعطت معاملة التداخل الثنائي T_2L_0 أَعَلَى عمق جذر 0.60 و21.35 و64.10 و69.35 سم، بَعْدَ مرور 10 و60 و110 و160 يوم، عَلَى الترتيب. فِيمَا أعطت معاملة T_1L_1 أقل عمق جذر 0.50 و17.63 و46.38 و49.63 سم، بَعْدَ مرور 10 و60 و110 و160 يوم، عَلَى الترتيب. أعطت معاملة التداخل الثنائي T_2Q_2 عمق جذر بعمق 0.58 و20.08 و58.42 و63.00 سم، بَعْدَ مرور 10 و60 و110 و160 يوم عَلَى الترتيب. وَهُوَ أَعَلَى عمق بَعْدَ مرور جميع المدد الا بعد مدة مرور 60 يوم كَانَ تسلسله الثاني بعد أَعَلَى عمق مَعَ مستوى T_2Q_1 بعمق 20.23 مم. فِيمَا أعطت معاملة T_1Q_1 أقل عمق جذر 0.56 و19.15 و 52.90 و56.73 سم، بَعْدَ مرور 10 و60 و110 و160 يوم عَلَى الترتيب. أعطت معاملة التداخل الثنائي Q_2L_0 أَعَلَى عمق جذر 0.60 و21.10 و 64.10 و69.35 سم، بَعْدَ مرور 10 و60 و110 و160 يوم، عَلَى الترتيب. فِيمَا أعطت معاملة L_1Q_1 أقل عمق جذر 0.50 و18.13 و47.38 و50.75 سم، بَعْدَ مرور 10 و60 و110 و160 يوم، عَلَى الترتيب.

أعطت معاملة التداخل الثلاثي $T_2L_0Q_2$ أَعَلَى عمق جذر 0.60 و21.60 و65.60 و71.10 سم، بَعْدَ مرور 10 و60 و110 و160 يوم، عَلَى الترتيب. فِيمَا أعطت معاملة $T_1L_1Q_1$ أقل عمق جذر 0.50 و17.25 و45.25 و48.25 سم، عَلَى الترتيب.

لِذَا فانَّ اوج نشاط نمو الجذر كَانَ أَعَلَى مَعَ التسوية التقليدية مقارنة مَعَ التسوية الليزرية، فكَانَ نشاط نمو الجذر مَعَ مستوى معاملة نسبة انحدار التسوية بنسبة انحدار 0.15% أقل نشاط نمو بَيْنَ مستويات معاملة نسبة انحدار التسوية، وهَذَا يُوضِحُ تأثير التسوية الليزرية فِي عمق الجذر ونشاط نمو الجذر وانعكاس مؤشرات اداء الري الأفضل فِي خفض عمق الجذر ونشاط نموه. وَكَانَ عمق الجذر نشاط نموه أَعَلَى مَعَ الحراثة بواسطة المحراث الحفار مقارنة مَعَ الحراثة بواسطة المحراث المطرحي، وهَذَا يُوضِحُ تأثير نوع الآت الحراثة فِي عمق الجذر ونشاط نمو الجذر وانعكاس مؤشرات اداء الري الأفضل فِي خفض عمق الجذر ونشاط نموه. كَمَا إنَّ معدل التصريف بمعدل 16 لتر ثا$^{-1}$ سَجَّلَ مؤشرات اداء ري أفضل وهَذَا انعكس فِي خفض عمق الجذر ونشاط نموه، إذْ إنَّ انخفاض نسبة الماء فِي طبقات التربة يزيد مِنْ عمق الجذر (شهاب وشاكر، 2001)، إذْ إنَّ الجذور دوماً تبحث عَنْ الماء وتبتعد عَنْ الطبقات السطحية الجافة مِنْ التربة، وَإنَّ ازدياد الماء فِي التربة يؤدي إلَى توقف نمو الجذور احياناً بشَكْلٍ نهائي بسبب عدم توفر الأكسجين (www.Wikipedia.org).

جدول4. تأثير الآت الحراثة والانحدار والتصريف فِي عمق الجذر (سم)

المعاملة	بعد 10 يوم	بعد 60 يوم	بعد 110 يوم	بعد 160 يوم
T1	0.57	19.36	54.15	58.19
T2	0.58	20.16	57.37	61.83
L0	0.60	20.98	62.60	67.60
L1	0.51	18.20	48.45	52.60
L2	0.60	20.10	56.23	60.41
Q1	0.57	19.69	54.61	58.69
Q2	0.58	19.83	56.91	61.33
T1L0	0.60	20.60	61.10	65.85
T1L1	0.50	17.63	46.38	49.63
T1L2	0.60	19.85	54.98	59.10
T2L0	0.60	21.35	64.10	69.35
T2L1	0.53	18.78	50.53	54.40
T2L2	0.60	20.35	57.48	61.73
T1Q1	0.57	19.15	52.90	56.73
T1Q2	0.57	19.57	55.40	59.65
T2Q1	0.57	20.23	56.32	60.65
T2Q2	0.58	20.08	58.42	63.00
L0Q1	0.60	20.85	61.10	65.85
L0Q2	0.60	21.10	64.10	69.35
L1Q1	0.50	18.13	47.38	50.75
L1Q2	0.53	18.28	49.53	53.28
L2Q1	0.60	20.10	55.35	59.48
L2Q2	0.60	20.10	57.10	61.35
T1L0Q1	0.60	20.60	59.60	64.10
T1L0Q2	0.60	20.60	62.60	67.60
T1L1Q1	0.50	17.25	45.25	48.25
T1L1Q2	0.50	18.00	47.50	51.00
T1L2Q1	0.60	19.60	53.85	57.85
T1L2Q2	0.60	20.10	56.10	60.35
T2L0Q1	0.60	21.10	62.60	67.60
T2L0Q2	0.60	21.60	65.60	71.10
T2L1Q1	0.50	19.00	49.50	53.25
T2L1Q2	0.55	18.55	51.55	55.55
T2L2Q1	0.60	2060	56.85	61.10
T2L2Q2	0.60	20.10	58.10	62.35

أَنْتَاجِيَّةُ الْمَاءِ:

يُلَاحَظ مِنْ جدول 5 تأثير نوع الآت الحراث ونسبة الانحدار للتسوية الليزرية ومقارنتها بالتسوية التقليدية ومعدل التصريف في إنتاجية الماء المحصولي والحقلي، إنَّ أَعَلَى انتاجية ماء محصولي وحقلي كانت مَعَ معاملة T_1 إذ أعطت أَعَلَى إنتاجية ماء 13.294 و13.571 كغم مم$^{-1}$، عَلَى الترتيب. فِيمَا أعطت معاملة T_2 أقل

إنتاجية ماء 11.949 و11.988 كغم مم$^{-1}$، عَلَى الترتيب. أعطت L_1 أَعَلَى إنتاجية ماء 15.079 و15.407 كغم مم$^{-1}$، عَلَى الترتيب. فِيمَا أعطت معاملة L_0 أقل إنتاجية ماء 13.457 و13.667 كغم مم$^{-1}$، عَلَى الترتيب. أعطت معاملة Q_1 أَعَلَى إنتاجية ماء 11.735 و11.825 كغم مم$^{-1}$، عَلَى الترتيب. فِيمَا سَجَّلَ مستوى Q_2 أقل إنتاجية ماء 12.427 و10.962 كغم مم$^{-1}$، عَلَى الترتيب.

أعطت معاملة التداخل الثنائي T_1L_1 أَعَلَى إنتاجية ماء 16.220 و16.719 كغم مم$^{-1}$، عَلَى الترتيب. فِيمَا سَجَّلَ مستوى T_2L_0 أقل إنتاجية ماء 10.318 و10.220 كغم مم$^{-1}$، عَلَى الترتيب. أعطت معاملة التداخل الثنائي T_1Q_1 أَعَلَى إنتاجية ماء 14.326 و14.685 كغم مم$^{-1}$، عَلَى الترتيب. فِيمَا أعطت معاملة T_2Q_2 أقل إنتاجية ماء 11.238 و11.233 كغم مم$^{-1}$، عَلَى الترتيب. أعطت معاملة التداخل الثنائي L_1Q_1 أَعَلَى إنتاجية ماء 15.959 و16.374 كغم مم$^{-1}$، عَلَى الترتيب. فيما أعطت معاملة L_0Q_2 أقل إنتاجية ماء 9.769 و9.734 كغم مم$^{-1}$، عَلَى الترتيب. أعطت معاملة التداخل الثلاثي $T_1L_1Q_1$ أَعَلَى إنتاجية ماء 17.220 و17.811 كغم مم$^{-1}$، عَلَى الترتيب. فِيمَا أعطت معاملة $T_2L_0Q_2$ أقل إنتاجية ماء 9.379 و9.255 كغم مم$^{-1}$، عَلَى الترتيب.

يُلَاحَظُ مِنْ خلال مَا تَقَدَّمَ تأثير التسوية الليزرية فِي زيادة إنتاجية الماء مقارنة مَعَ التسوية التقليدية، وَإِنَّ معاملة التسوية مَعَ مستوى انحدار بنسبة 0.15% عمل عَلَى زيادة إنتاجية الماء، هَذَا نتيجة لما ذُكْرَ سابقاً هُوَ نتيجة تسجيل هَذَا المستوى مؤشرات اداء ري أفضل وهَذَا عمل عَلَى تقليل عمق الماء الواصل للحقل ما ادى الى تقليل عمق الاستهلاك المائي الفعلي، وَإِنَّ ارتفاع قيم مؤشرات اداء اري انعكست فِي زيادة حاصل محصول الحنطة مِمَّا أدى إلَى زيادة قيمة إنتاجية الماء مَعَ استعمال التسوية الليزرية بشَكْلٍ عام. يُلَاحَظُ إِنَّ

الحراثة بواسطة المحراث المطرحي مقارنة مَعَ الحراثة بواسطة المحراث الحفار سَجَّلَتْ إنتاجية ماء أَعَلَى بشَكْلٍ عام، إِذْ إِنَّ الحراثة بواسطة المحراث المطرحي سَجَّلَتْ تناسق ري أفضل نسبياً، مِمَّا أَدَّى ذَلِكَ إلَى تقليل عمق الاستهلاك المائي الفعلي نتيجة لقلة عمق الماء الواصل للحقل، مِمَّا أَدَّى إلَى زيادة إنتاجية الماء مَعَ الحراثة بواسطة المحراث المطرحي، إِنَّ ارتفاع مؤشرات اداء الري انعكست في زيادة حاصل محصول الحنطة فبالتالي ارتفعت قيمة إنتاجية الماء مقارنة مَعَ الحارثة بواسطة المحراث الحفار. الحاصل مَعَ الحراثة بواسطة المحراث المطرحي كَانَ أَعَلَى مقارنة مَعَ الحراثة بواسطة المحراث الحفار.

سَجَّلَ معدل التصريف بمعدل 16 لتر ثا$^{-1}$ إنتاجية ماء أَعَلَى مقارنة مَعَ معدل التصريف بمعدل 24 لتر ثا$^{-1}$، إِذْ إِنَّ معدل التصريف بمعدل 16 لتر ثا$^{-1}$ سَجَّلَ تناسق ري أفضل نسبياً، مِمَّا أَدَّى ذَلِكَ فِي تقليل عمق الاستهلاك المائي الفعلي نتيجة لقلة عمق الماء الواصل للحقل، إِنَّ ارتفاع مؤشرات اداء الري انعكست في زيادة حاصل محصول الحنطة فبالتالي ارتفعت قيمة إنتاجية الماء مقارنة مَعَ معدل التصريف بمعدل 24 لتر ثا$^{-1}$.

جدول5. تأثير الآت الحراثة والانحدار والتصريف فِي إنتاجية الماء المحصولي والحقلي (كغم مم$^{-1}$)

المعاملة	أنتاجية الماء المحصولي	أنتاجية الماء الحقلي
T1	13.29	13.57
T2	11.95	11.99
L0	10.68	10.69
L1	15.10	15.41
L2	12.12	12.27
Q1	13.46	13.67
Q2	11.74	11.83
T1L0	11.08	11.21
T1L1	16.22	16.72
T1L2	12.72	12.97
T2L0	10.32	10.22
T2L1	14.05	14.24
T2L2	11.57	11.65
T1Q1	14.33	14.69
T1Q2	12.29	12.49
T2Q1	12.67	12.76
T2Q2	11.24	11.23
L0Q1	11.61	11.67
L0Q2	9.77	9.73
L1Q1	15.96	16.37
L1Q2	14.22	14.49
L2Q1	12.92	13.13
L2Q2	11.33	11.44
T1L0Q1	11.98	12.19
T1L0Q2	10.20	10.27
T1L1Q1	17.22	17.81
T1L1Q2	15.24	15.67
T1L2Q1	13.91	14.25
T1L2Q2	11.55	11.74
T2L0Q1	11.27	11.21
T2L0Q2	9.38	9.26
T2L1Q1	14.82	15.09
T2L1Q2	13.30	13.42
T2L2Q1	12.03	12.14
T2L2Q2	11.13	11.17

التوصيات:

على ضوء نتائج الدراسة الحية نوصي باستعمال المحراث المطرحي لأنهُ أكثر إنتاجاً وإنتاجية عِنْدَ مقارنته مَعَ المحراث الحفار. والتسوية بنسبة انحدار 0.15% بدل عَنْ التسوية التقليدية، لإنَّهَا تحقق مؤشر تناسق توزيع أفضل وإنتاجية ماء أَعَلَى. واستعمال معدل التصريف 16 لتر ثا$^{-1}$ يؤدي إِلَى زيادة إنتاجية الماء.

المصادر:

الراوي، خاشع محمود، وخلف الله عبدالعزيز محمد. (1980). تصميم وتحليل التجارب الزراعية. *مؤسسة دار الكتب للطباعة والنشر*. جامعة الموصل، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جمهورية العراق.

جدوع، خضير عباس، ومحمد فوزي حمزة، وجمال وليد محمود. (2017). نمو ونشوء الحنطة. *بسام للتحضير الطباعي*. جامعة بغداد، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جمهورية العراق.

شهاب، الهام محمود، وبشرى خليل شاكر، (2001). تأثير الشد المائي عَلَى انبات ونمو صنفين مِنْ حنطة الخبز (*Triticum astivum L.*). *مجلة علوم الرافدين*، 1(12): 42-50.

نصر، مروان موسى والآء صالح عاتي وعبدالخالق صالح نعمة. (2020). تأثير التسوية الليزرية للأرض والحراثة والتصريف في الاستهلاك المائي الفعلي والحاصل وانعكاس ذلك في الجدوى الاقتصادية لإنتاج محصول الحنطة (*Triticum aestivum* L.). مقبول للنشر. مجلة علوم التربة العراقية. العدد (435) في 2020/9/8.

Ahmad, M., D. Chakraborty, P. Aggarwal, R. Bhattacharyya & R. Singh. (2018). Modelling soil water dynamics and crop water use in a soybean-wheat rotation under chisel tillage in a sandy clay loam soil. *Geoderma*. 327: 13-24.

Allen, R., L. Pereira, D. Raes and M. Smit. (1998). Crop Evapotranspiration. Irrigation and Drainage. Paper 65. *Rome*. FAO.

Black, C. 1965. Methods of soil analysis. Am. Soc. Agron. NO. 9part 1. Madison. USA.

De Almeida, W., E. Panachuki, de P. Oliveira, M. da Silva, T., Sobrinho, and D. de Carvalho. (2018). Effect of soil tillage and vegetal cover on soil water infiltration. *soil and Tillage Research*. 175: 130-138.

Kumar, V., R. Naresh, S. Kumar, S. Kumar, A. Kumar, R. Gupta, and N. Mahajan. (2018). Efficient Nutrient Management Practices for Sustaining Soil Health and Improving Rice-Wheat Productivity: A Review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 7(1): 585-597.

Lampurlanés, J., D. Plaza-Bonilla, J. Álvaro-Fuentes and C. Cantero-Martínez. (2016). Long-term analysis of soil water conservation and crop yield under different tillage systems in Mediterranean rainfed conditions. *Field crops research*. 189: 59-67.

Panda, P., and S. Behera. (2005). Irrigation water management strategy for peanut under deficit conditions. *Zeitschrift-fur-Bewasserungswirtschaft*. 40: 91-114.

Richards, A. (1954). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils agriculture. Hand book No. 60. USDA Washington.

Soil Survey. 2014. Keys to soil Taxonomy. Agriculture Dept. (U. S.).

Wikipedia.https://ar.wikipedia.org/w/index.php?title=%D8%AC%D8%B0%D8%B1&action=edit&sect ion=14. Article by Dr. Hossam El-Din Khalasy. Aleppo University-Faculty of Agriculture. Syria.