مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية
المجلد 40 العدد 2 (2024): 136-158

Damascus University Journal of Agricultural Sciences
Vo 40 No.2 (2024): 136-158

تأثير الري بمياه صرف بعض قطاعات عدرا الصناعية في المؤشرات المختلفة لمحصول الشعير

هبه غزال [1]، د. محمود عبد اللطيف[2]، د. يوسف نمر [3]

[1]طالب ماجستير في قسم الهندسة الريفية، قسم الهندسة الريفية، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

[2] مدرس في قسم الهندسة الريفية، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

[3] أستاذ مساعد في قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

الملخص:

نُفِذَت هذه الدراسة في مشتل إدارة المدينة الصناعية بعدرا في ريف دمشق، خلال الموسم الزراعي 2021/2020، بهدف دراسة تأثير الري بمياه صرف بعض قطاعات مدينة عدرا الصناعية على نمو محصول الشعير والتربة المزروع بها، اعتماداً على ري المحصول بنسب مزج مختلفة من المياه الجوفية ومياه الصرف المعالجة وغير المعالجة وعلى بعض المؤشرات: ارتفاع النبات، عدد النباتات في المتر المربع، عدد الحبوب في النبات، وزن الحبوب في النبات، الوزن الجاف للنبات، وزن الألف حبة، الغلة الحبية، الغلة الحيوية، دليل الحصاد. صممت التجربة بطريقة التصميم العشوائي البسيط، بثلاثة مكررات لكل معاملة ري. أظهرت النتائج وجود اختلاف ملحوظ بين معاملات الري بالمياه المعالجة وغير المعالجة، وزيادة لبعض المؤشرات الكيميائية في التربة مثل (الناقلية الكهربائية EC والكبريتات الذائبة SO_4^{-2} والاحتياج الكيميائي للأكسجين COD والاحتياج الحيوي للأكسجين BOD و الكلور Cl^{-1}) عند ري المحصول بالمياه المعالجة حيث كانت القيم (20400 ميكروسمينز/سم، 7000 مغ/ل، 1860 مغ/ل، 968 مغ/ل، 7100 مغ/ل) على التوالي أكثر من ريه بالمياه غير المعالجة حيث كانت القيم (22150 ميكروسمينز/سم، 6830 مغ/ل، 712 مغ/ل، 417 مغ/ل، 1827 مغ/ل) على التوالي، وتفوقت معاملات الري بالمياه غير المعالجة على الري بالمياه المعالجة في معظم المؤشرات المدروسة، وزاد تركيز العناصر الثقيلة في التربة والنبات عن الحد الطبيعي والمسموح به وكان ضمن المحتوى السام، وكانت أعلى نسبة بروتين في حبوب الشعير المروي بالمياه غير المعالجة (10.40) % وأقل نسبة بروتين في حبوب الشعير المروي بالمياه المعالجة (7.7) %.

الكلمات المفتاحية: الناقلية الكهربائية EC، الأملاح الكلية المنحلة TDS، الاحتياج الكيميائي للأكسجين COD، الاحتياج الحيوي للأكسجين BOD، عدرا الصناعية.

تاريخ الايداع:2022/9/13
تاريخ القبول: 2022/10/24

حقوق النشر: جامعة دمشق – سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY-NC-SA 04

ISSN: 2789-7214 (online)
http://journal.damascusuniversity.edu.sy

The effect of irrigation with wastewater of some sectors of Industrial Adra on the different indicators of barley

H.Ghazal [1], **Dr. M. Abd Alltaif** [2], **Dr. Y.Nemer**[3]

[1]Master's Student, Department of Rural Engineering, Faculty of Agriculture, Damascus University, Damascus, Syria.

[2]Instructor, Department of Rural Engineering, Faculty of Agriculture, Damascus University, Damascus, Syria.

[3] Assistant Professor, Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Damascus University, Damascus, Syria.

Abstract:

This study was carried out in the nursery of the administration of the industrial city in Adra of Rif Damascus, during the agricultural season 2020/2021, with the aim of studying the effect of irrigation with wastewater of some sectors in the city on the growth of the barley crop and the soil grown in it, depending on the crop irrigation with different mixing ratios of groundwater, treated and non-treated wastewater. Treatment and on some indicators as: plant height, number of plants per square meter, number of grains per plant, weight of grains per plant, dry weight of the plant, weight of a thousand grains, grain yield, vital yield, harvest guide. The experiment was designed using a simple random design method, with three replications for each irrigation treatment.

The results showed a noticeable difference between irrigation treatments with treated and untreated water, and an increase in some chemical indicators in the soil such as (Electric Conductivity EC, Dissolved Sulfur $SO4^{-2}$, Chemical Oxygen Requirement COD, Biological Oxygen Requirement BOD and Chlorine Cl^{-1}) when irrigating the crop with treated water, the values (20400 µS/cm, 7000 mg/L, 1860 mg/L, 968 mg/L, 7100 mg/L) were respectively more than irrigating it with untreated water where the values were (22150 µS/cm, 6830 mg/L) , 712 mg/l, 417 mg/l, 1827 mg/l) respectively. With untreated water, irrigation treatments with untreated water outperformed irrigation with treated water in most of the studied indicators. The concentration of heavy metals in soil and plants increased above the normal and permissible limit and was within the toxic content. The highest protein content was in barley grains irrigated with untreated water (10.40). The lowest percentage of protein in barley grains irrigated with treated water was (7.7) %.

Key Words: Electrical Conductivity EC, Chemical Oxygen Demand COD, Biological Oxygen Demand BOD, Industrial Adra.

Received: 13/9/2022
Accepted: 24/10/2022

Copyright: Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a CC BY- NC-SA

المقدمة:

استعملت مياه الصرف الصحي بعد معالجتها في مجال الري الزراعي في سورية لسقاية بعض المحاصيل كري مقيد، حيث تجاوزت مساحة الأراضي الزراعية التي تستخدم بها هذه النوعية من المياه 37000 هكتاراً في مختلف المحافظات، والتي تشكل نسبة 2.6% من كامل المساحة المروية (الزعبي وزملاؤه، 2014– أ، 20).

يعتبر الشعير من المحاصيل المتحملة للملوحة، حيث يتحمل حتى 18 ديسيسيمنز/م، وهو الأكثر تحملاً للملوحة من بين المحاصيل الحبية، وإن نمو الشعير في الموقع المدروس يمكن أن يستعمل كمؤشر يساعد في التعرف على مشكلة الملوحة وشدتها (الزعبي وزملاؤه، 2014– ب، 8).

يعد الشعير Hordeum vulgare L في الجمهورية العربية السورية (التي تحتل المركز الثاني عربياً في المساحة المزروعة بعد المغرب والمركز الثالث في الإنتاج بعد المغرب والجزائر) محصولاً رئيسياً، ويأتي في المرتبة الثانية في الأهمية الاقتصادية بعد القمح Triticum، وتكمن أهمية الشعير في سورية في كونه مصدراً غذائياً للمجترات الصغيرة في سورية التي تتمتع بأهمية كبيرة في القطاع الزراعي، ويدخل بشكله الحبي بنحو 75% من تركيبة الخلائط العلفية المركزة، كما يستخدم القش كعلف مالئ على نطاق واسع لدى مربي الماشية، كذلك يستخدم الشعير جزئياً في الصناعات الغذائية، كصناعة البيرة التي تستهلك حوالي 3000 طن من الحبوب سنوياً (يعقوب ونمر، 2011).

مبررات البحث Justifications :

إنّ لمحدودية فرص تنمية الموارد المائية التقليدية وتدهور كميتها ونوعيتها نتيجة الضغط على الموارد المائية المحدودة، وإفراز كميات هائلة ومتزايدة من مياه الصرف الصحي الملوثة للبيئة وللمصادر المائية العذبة أثراً سلبياً لذا لابد من العمل على جمعها ومعالجتها وإعادة استخدامها ولهذه الأسباب وضعت خطة هذا البحث بهدف: إضافة جديدة للموارد المائية المتاحة وتحسين البيئة وتحسين الإنتاج الزراعي للمحاصيل كالمحاصيل العلفية.

أهداف البحث Objectives :

1. الاستفادة من مياه الصرف الصحي الصناعي بتحويلها إلى قيمة اقتصادية كمصدر إضافي للري.
2. تقييم أثر استخدام مياه الصرف الصحي الصناعي لقطاعي الصناعات الغذائية والدباغات في مدينة عدرا الصناعية على نمو وإنتاج محصول الشعير.
3. دراسة تأثير هذا النوع من المياه في الصفات المختلفة للتربة المزروعة.

الدراسة المرجعية Literature Review:

أصبحت إعادة استعمال المياه في بعض المناطق المدنية ضرورة ملحة بسبب الجفاف المائي وندرة المياه (Molden وزملاؤه، 2010، 495؛ Oron وزملاؤه، 2007، 189). إنّ ندرة المياه ليست الدافع الوحيد لهذه الممارسة، حيث توجد مجموعة من الجوانب البيئية التي تشكل حوافز مهمة لإعادة استعمال المياه مثل توفير العناصر الغذائية وتوفير مصادر المياه والمساهمات في الأمن الغذائي والمائي وزيادة الدخل ورفع مستوى المعيشة للمزارعين الفقراء (Bruugen، 2010، 41). يعتبر محتوى مياه الصرف

الصحي من المعادن الثقيلة مصدر قلق بسبب تأثيرها في خصائص التربة والنباتات والمياه الجوفية والبيئية بشكل عام، ويصبح هذا الوضع أكثر أهمية وخطورة إذا اختلطت مياه الصرف الصحي بمياه الصرف الصناعي (Al-Hadithy و Abddlrazzak، 2001، 457).

درس Almohisen و alsharari (2021، 743) آثار ثلاثة مصادر الري على النمو والغلة ومحتوى حبوب الشعير من العناصر المعدنية في السعودية، حيث تم إجراء تجربة حقلية لتقييم إنتاجية الشعير المزروع من خلال ري عشر سلالات من الشعير بثلاثة مصادر لمياه الري (مياه الشرب TW، المياه الجوفية UM، ومياه الصرف الصحي المعالجة TMW). تم تحليل تربة الموقع لأجل تحديد (الرقم الهيدروجيني pH والناقلية الكهربائية EC) وتراكيز (الحديد Fe^{+3} والرصاص Pb^{+1} والنحاس Cu^{+2} والكلور Cl^{-1}) وكانت القيم (8.46، 0.37 $ds.m^{-1}$، 11.98 $mg.kg^{-1}$، 0 $mg.kg^{-1}$، 5.11 $mg.kg^{-1}$، 2.00 $mg.kg^{-1}$) على التوالي، وأظهرت النتائج وجود تأثيراً معنوياً لطبيعة أو مصدر المياه في الصفات المدروسة، حيث كان ارتفاع النبات الأعلى معنوياً عند الري بمياه الصرف المعالجة (93.59) سم وبفروقات معنوية مع الري باستخدام مياه الشرب والمياه الجوفية (73.55، 59.81) سم على التوالي، وكان طول السنبلة للمعاملات (TW، UM، TMW) هو (8.52، 6.81، 10.32) سم على التوالي، وبلغ وزن السنبلة (1.50، 1.23، 1.96) غ على التوالي، وعدد السنابل على النبات (7.43، 5.16، 10.33) على التوالي، ووزن الألف حبة (9.16، 6.96، 12.10) غ على التوالي، والغلة الحبية (11.11، 6.47، 20.50) غ على التوالي. علاوةً على ذلك بين التفاعل بين معاملات الري والأصناف المحلية وجود تفوق معنوي عند الري بالمياه المعالجة حيث سجل أعلى ارتفاع وطول السنبلة وعدد الحبوب في السنبلة. وزاد تركيز العناصر الأساسية في حبوب الشعير المروية بمياه الصرف الصحي المعالجة TMW لكنها بقيت ضمن الحدود الآمنة باستثناء تركيز الكاديوم والحديد مقارنة بمصادر المياه الأخرى.

قامت الباحثة Alawasy وزملاؤها (2018، 519) في دراسة تأثير الري بمياه الصرف على نمو النبات والغلة وتراكم العناصر الغذائية في حبوب محصولي الشعير Hordeum vulgare L والذرة الصفراء Zea mays L في العراق، وتم استخدام خمس معاملات مختلفة من مياه الصرف الصحي ومصدرها محطة معالجة الديوانية كنسبة مئوية من مياه النهر (0، 25، 50، 75، 100) %. زرعت حبوب الذرة في موسم والشعير في الموسم التالي وبعد الحصاد تم أخذ عينات من التربة قبل زراعة الشعير للتحليل الكيميائي اللازم وأخذت قياسات النمو المطلوبة، وتم فحص الظروف لموسمين متتاليين. وكان أعلى التراكيز للعناصر الغذائية (الحديد Fe^{+3}، الرصاص Pb^{+1}، النحاس Cu^{+2}) في التربة عند المعاملة 100% حيث كانت (47.10، 4.2، 14.13) مغ. ل$^{-1}$ على التوالي، وكان ارتفاع النبات والوزن الجاف أعلى في المعاملات (50، 75، 100) % هو (56– 49– 49) سم على التوالي و(4.9– 5.4– 5.8) غ على التوالي، ولوحظت زيادة معنوية في جميع مؤشرات النمو المدروسة لمحصول الشعير لجميع المعاملات مقارنة مع الشاهد لكلا الموسمين. وازداد تراكم الرصاص Pb في الشعير عند المعاملة (75–100) % والتي كانت (4.8– 5.4) مغ/ل وكانت تراكيز جميع المعادن الثقيلة تقع ضمن الحدود الطبيعية المسموح بها ولا تصل إلى الحدود الحرجة أو السامة التي تسبب تلوث التربة والنبات.

وفي دراسة قام بها الزعبي وزملاؤه (2018) عن تأثير الري بمياه بالصرف الصحي المعالجة في إنتاجية ونوعية بعض المحاصيل العلفية، من خلال تنفيذ تجربة حقلية في مركز بحوث السلمية على محصولي التريتكالي Triticale والسيسبان Sesbania aculeata ضمن دورة زراعية، بالتعاون بين المركز العربي (أكساد) والهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية باستخدام طريقتين من

طرائق الري (تنقيط، وسطحي) ونوعيتين من المياه (مياه جوفية FW، ومياه صرف صحي معالجة TWW)، حللت التربة والمياه قبل الزراعة وأظهرت النتائج زيادة غلة المحاصيل العلفية من حب وقش (التريتكالي والسيسبان) عند الري بالتنقيط مقارنة بالري السطحي، كذلك عند الري بالمياه المعالجة مقارنة بالري بالمياه الجوفية. وأدى استعمال المياه المعالجة إلى زيادة محتوى التربة من المادة العضوية والآزوت والفوسفور والبوتاسيوم عند الري بالمياه المعالجة مقارنة بالري بالمياه العذبة. ولم يلاحظ وجود أي فروق معنوية في تراكم المعادن الثقيلة في التربة عندي الري بنوعي المياه، وكذلك بين طريقتي الري، كما لم يلحظ أي فروق معنوية لتراكم المعادن الثقيلة في النسج النباتية لمحصول التريتكالي، بينما تراكمت المعادن الثقيلة (الرصاص Pb^{+1}، الكروم Cr^{+2}) في المجموع الخضري لمحصول السيسبان عند الري بالمياه المعالجة (16.67، 5.73) مغ. كغ$^{-1}$ على التوالي مقارنة بالري بالمياه الجوفية (12.5، 3.4) مغ. كغ$^{-1}$ على التوالي إلا أن تراكيز هذه المعادن في النبات هي ضمن الحدود المسموح بها.

كما درس Ilker و Yaganoglu (2012، 5) آثار تطبيق مياه الصرف على الغلة الحبية ومحتواها من العناصر الثقيلة في الشعير المزروع تحت ظروف المناخ الجاف في تركيا خلال المواسم 2005–2007، حيث تم في هذه الدراسة استخدام مياه الصرف بمعدل (0، 4، 8، 12) طن. يوم$^{-1}$ من محطة معالجة في أنقرة. وتم ري الشعير ثلاث مرات عند الزراعة ومرحلة استطالة الساق ومرحلة التسنبل وتمت دراسة الصفات التالية: ارتفاع النبات وطول السنبلة وعدد الحبوب في السنبلة ووزن الألف حبة. وأظهرت النتائج تفوق المعدل 12 طن.يوم$^{-1}$ في الصفات المدروسة مقارنة مع المعدلات الأخرى (0، 4، 8، 12) مثل: الارتفاع (80.11، 85.38، 84.72، 86.83) سم على التوالي، طول السنبلة (6.70، 7.02، 6.76، 6.92) سم على التوالي، عدد الحبوب في السنبلة (17.18، 17.44، 17.42، 17.91) على التوالي، وزن الألف حبة (51.84، 52.83، 52.74، 52.58) غ على التوالي، الغلة الحبية (205.56، 274.00، 318.68، 339.48) كغ.يوم$^{-1}$ على التوالي، الغلة الحيوية (517.99، 658.34، 697.31، 768.46) كغ.يوم$^{-1}$ على التوالي، وكان تركيز الرصاص Pb^{+1} في الحبوب (3.67، 3.48، 3.8، 3.9) ppm أي ضمن الحدود المسموحة.

ذكر Hatamian وزملائه (2020، 321) أن الري بكل من مياه الصرف المعالجة، ومزيج من مياه الصرف غير المعالجة مع مياه الآبار أدى إلى تراكم الرصاص Pb^{+1} في التربة وحبوب محاصيل القمح Triticum والشعير Hordeum vulgare L في إيران. تم فحص عينة واحدة من كل معاملة كل عشرة أيام لتقييم الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه الواردة (بإجمالي تسع عينات لكل معاملة)، ثم أخذ 30 نبات من كل محصول للتحليل إضافة إلى 30 عينة عشوائية من تربة الحقل. أظهرت النتائج أن تركيز معدن الرصاص في حبوب الشعير أعلى من المعايير المدرجة في منظمة الصحة العالمية، مما يشير إلى أن الحبوب المنتجة في هذا المجال ضارة بالاستهلاك الحيوي.

مواد البحث وطرائقه:

1. المادة النباتية Plant Material:

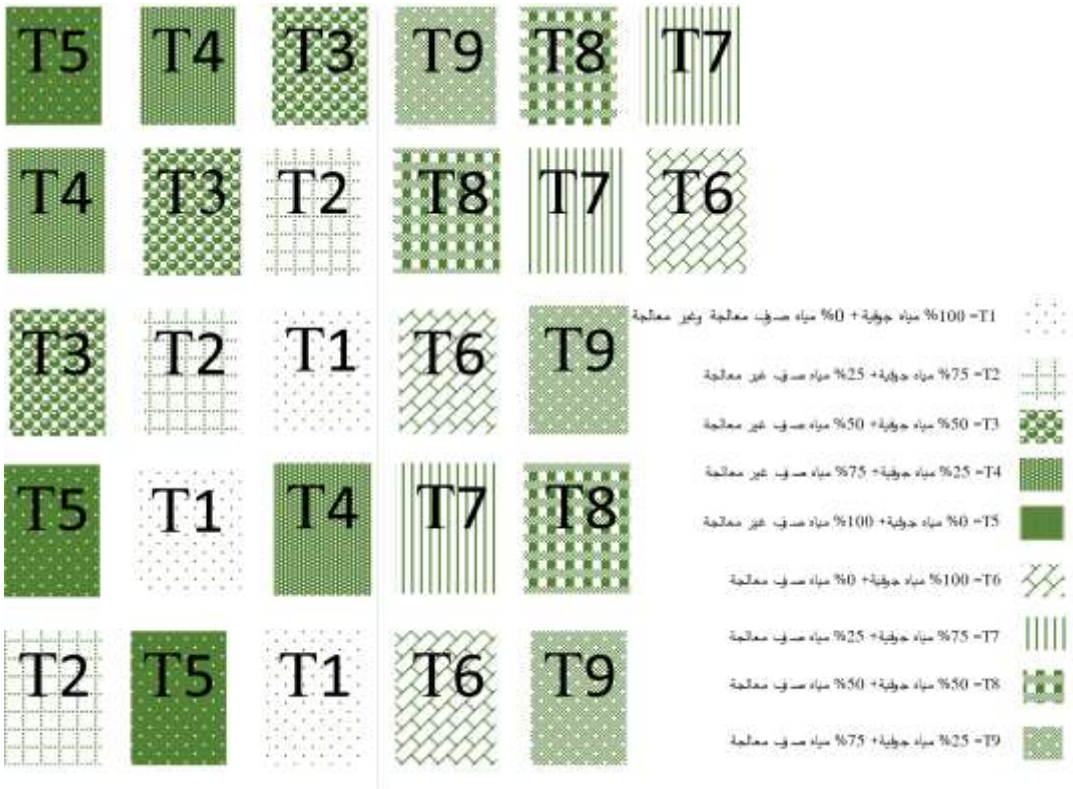
نفذت الدراسة على محصول الشعير وقد تم اختيار صنف الشعير العربي الأبيض.

2. موقع تنفيذ التجربة Research Site:

نُفذَّ هذا البحث خلال الموسم الزراعي 2020– 2021 م في مشتل المدينة الصناعية بعدرا، الذي يقع عند خط عرض (33.37 درجة شمالاً) وخط طول (36.36 درجة شرقاً) وارتفاع 643 م عن سطح البحر، وتصنف ضمن منطقة الاستقرار الثانية بمعدل هطول مطري سنوي 222 مم.

3. طريقة الزراعة Planting method:

تم تجهيز الأرض وتسويتها وتقسيمها إلى قسمين بمساحة 133 م^2 لكل قسم كما في (الشكل 1)، حيث تم تقسيم كل قسم إلى مساكب، وترك مسافة 0.5 م بين المسكبة والأخرى للحد من انتقال الرطوبة أثناء الري، وكانت مساحة المسكبة 3م^2 وتحتوي كل مسكبة على 5 خطوط لكل مكرر، طول الخط 3 م، المسافة بين الخط والأخر 20 سم، وتمت الزراعة بمعدل 15 كغ. دونم$^{-1}$.



(الشكل 1): التصميم الحقلي للمعاملات المدروسة في التجربة موضحاً التوزع العشوائي للقطع التجريبية

4. المعاملات المدروسة:

تم استخدام ثلاثة أنواع من مياه الري خلال التجربة:

1-مياه جوفية: هي مياه الشبكة التي تُغذى من الآبار المحيطة بالمدينة الصناعية في عدرا.

2-مياه الصرف الصحي المعالجة: وهي المياه المأخوذة من خط الصرف الخارج من محطة معالجة مياه صرف الدباغات التي بدأت العمل في مطلع عام 2010 م.

3-مياه الصرف الصحي غير المعالجة: وهي المياه المأخوذة من نهاية مجرى قطاع الصناعات الغذائية.

وتم خلط المياه الجوفية مع مياه الصرف الصحي المعالجة وغير المعالجة بنسب مختلفة عند استخدامها في ري محصول الشعير كما هو مبين في الجدول (1):

الجدول (1): معاملات التجربة وفق نسب المزج بين أنواع المياه المستخدمة في التجربة.

معاملات التجربة	نسبة المزج المائي
T_1	100% مياه جوفية+ 0% مياه صرف صحي (معالجة وغير معالجة)
T_2	75% مياه جوفية+ 25% مياه صرف صحي غير معالجة من مخلفات الصناعات الغذائية
T_3	50% مياه جوفية+ 50% مياه صرف صحي غير معالجة من مخلفات الصناعات الغذائية
T_4	25% مياه جوفية+ 75% مياه صرف صحي غير معالجة من مخلفات الصناعات الغذائية
T_5	0% مياه جوفية + 100% مياه صرف صحي غير معالجة من مخلفات الصناعات الغذائية
T_6	75% مياه جوفية+ 25% مياه صرف صحي معالجة من محطة معالجة الدباغات
T_7	50% مياه جوفية+ 50% مياه صرف صحي معالجة من محطة معالجة الدباغات
T_8	25% مياه جوفية+ 75% مياه صرف صحي معالجة من محطة معالجة الدباغات
T_9	0% مياه جوفية + 100% مياه صرف صحي معالجة من محطة معالجة الدباغات

وتم الاعتماد على المياه القادمة من مخلفات الصناعات الغذائية والمياه الجوفية بنسب مزج مختلفة في ري محصول الشعير في القسم الأول في حين تم استخدام المياه القادمة من محطة المعالجة في قطاع الدباغات والمياه الجوفية بنفس نسب المزج في الري في القسم الثاني وذلك باستخدام طريقة الري السطحي وتحديد الاحتياج المائي للمحصول حيث تمت جدولة الري باستعمال النهج المتبع لمعادلة الموازنة المائية (Allen وزملاؤه، 1998) وحُددت الموازنة المائية يومياً ويوضح الجدول (2) كميات مياه الري المضافة للمحصول ومواعيد إضافتها في موسم النمو للمسكبة الواحدة حيث بلغ عدد الريات الكلية خلال الموسم ولجميع المعاملات المائية عشر ريات ومن ثم تم فطام الشعير بعد الرية الأخيرة (2021/3/22) إلى أن حُصد في (2021/5/1):

الجدول (2): كمية الري في المسكبة الواحدة.

التاريخ	مقنن الري الصافي (mm)	مقنن الري الفعلي (mm)	المقنن المطلوب إضافته (L)
2020/12/31	19.1	47.75	143
2021/1/10	19.9	49.75	149
2021/2/1	20.7	51.75	155
2021/2/9	19.5	48.75	146
2021/2/15	20.7	51.75	155
2021/2/28	22.6	56.5	170
2021/3/7	21.4	53.5	161
2021/3/12	24	60	180
2021/3/17	22.3	55.75	167
2021/3/22	22.7	56.75	170

1. <u>المؤشرات المدروسة Investigated Indicators:</u>

1. عدد النباتات في مرحلة الحصاد [مليون نبات. هكتار$^{-1}$].
2. ارتفاع النبات Plant length [سم].
3. عدد الحبوب في النبات [حبة. نبات$^{-1}$] Grain numbers. Plant^{-1}.
4. وزن الحبوب في النبات [غ. نبات$^{-1}$] Grain weight. Plant^{-1}.
5. وزن النبات الجاف Dry weight [غ].
6. وزن الألف حبة [غ] 1000 Kernel weight.
7. الغلة الحبية [غ. م$^{-2}$] Grain yield. m^{-2}.
8. الغلة الحيوية [غ. م$^{-2}$] Vital yield.
9. دليل الحصاد Harvest Index [%].

2. <u>التحاليل الفيزيائية للتربة قبل الزراعة:</u>

1. تحديد الكثافة الظاهرية:

هي وزن الجزء الصلب إلى الحجم الكلي للتربة ويعبر عنها بالمعادلة (1):

$$Pb = Ws / Vb \quad (1)$$

Pb: الكثافة الظاهرية للتربة (g/cm^3).

Ws: الوزن الجاف للعينة (g).

Vb: الحجم الكلي للعينة (cm^3).

أُخذت اسطوانة معروفة الحجم وأخذت عدة عينات من التربة قبل الزراعة بواسطة الأسطوانة وجُففت في الفرن لمدة 24 ساعة عند درجة حرارة 105 ووُزنت بعد التجفيف للحصول على الوزن الجاف، حددت الكثافة الظاهرية لكل عينة وكان حجم الأسطوانة المستخدمة: $Vb=\pi r2h= 160.23\ cm^3$.

يبين الجدول (3) نتائج قياس الكثافة الظاهرية للتربة وبلغ متوسط الكثافة الظاهرية للأعماق المدروسة 1.27 (g/cm^3).

الجدول (3): نتائج تجربة الكثافة الظاهرية.

العمق (cm)	الوزن الجاف (g)	الكثافة الظاهرية (g/cm^3)
10	181.18	1.25
20	183.38	1.27
30	190.05	1.28

2. تحديد السعة الحقلية:

نعرف السعة الحقلية بأنها رطوبة التربة التي يمكن أن تحتفظ فيها التربة ضد قوى الجاذبية الأرضية ولها علاقة ببناء التربة وقوامها وأقطار المسامات ويعبر عنها بالمعادلة (2):

$$Pcv= Pb. Fcw \qquad (2)$$

Pcv: السعة الحقلية الحجمية (cm^3/cm^3).

Pb: الكثافة الظاهرية (g/cm^3).

Fcw: السعة الحقلية الوزنية (g/g).

اختير موقع تنفيذ التجربة قبل الزراعة وبناء أكتاف ترابية حول الموقع وإضافة الماء حتى تغمر ارتفاعاً محدداً من الأكتاف وتغطية الحوض بغطاء بلاستيكي لمنع التبخر، بعد48 ساعة تمت إزالة الغطاء البلاستيكي وأخذ عدة عينات تربة من أعماق مختلفة ومن أماكن مختلفة وقيس وزنها وهو الوزن الرطب Wb ومن ثم جففت في الفرن لمدة 24 ساعة بدرجة حرارة 105° ووزنها بعد التجفيف للحصول على الوزن الجاف Ws، ووزن الماء بطرح الوزن الجاف من الوزن الرطب، يبين الجدول (4) نتائج تجربة السعة الحقلية:

الجدول (4): نتائج تجربة السعة الحقلية.

العمق (cm)	السعة الحقلية الوزنية (g/g)	السعة الحقلية الحجمية (cm^3/cm^3)
10	18.3	23
20	18.6	24
30	19.6	25

3. تحديد قوام التربة:

حُدد قوام التربة باستخدام جهاز الهيدرومتر (مكثاف التربة) (Soil Hydrometre) التي تعتمد على قياس كثافة معلق التربة في أوقات محددة عند نسبة معينة بين التربة والماء، تم الحصول على النسب التالية باستخدام الهيدرومتر: الرمل= 56.72 **%**، الطين= 4.36 %، السلت= 38.91 %. وبالاعتماد على مثلث قوام التربة حسب التصنيف الأمريكي والنسب الناتجة، فإن التربة رملية لومية.

3. التحاليل الكيميائية للتربة قبل الزراعة:

يبين الجدول (5) قيم تراكيز العناصر الكيميائية المقاسة في التربة قبل الزراعة وكانت قيم المؤشرات الكيميائية التالية: (الناقلية الكهربائية EC والكبريتات SO_4^{-2} والكلور Cl^{-1}) أعلى من الحدود المسموح بها أما بقية المؤشرات كانت ضمن الحدود المسموح بها.

الجدول (5): نتائج تحاليل لتربة موقع الدراسة قبل الزراعة.

اسم المؤشر الكيميائي	الرمز	قبل الزراعة	الواحدة	الحد المسموح به
الرقم الهيدروجيني	pH	7.5		>8.5
الناقلية الكهربائية	EC	1750	ميكرو سيمنز/سم	>1600
الأملاح الكلية المنحلة	TDS	1225	مغ/ل	>1280
الكبريتات الذائبة	SO_4^{-2}	400	مغ/ل	>10
الفوسفات	PO_4^{-2}	0.2	مغ/ل	>100
النترات	NO_3^{-1}	0.7	مغ/ل	0.2
الأمونيوم	NH_4^{+1}	0.2	مغ/ل	10−2
البوتاسيوم	K^{+1}	0.65	مغ/ل	>800
الاحتياج الكيميائي للأكسجين	COD	1	مغ/ل	200
الاحتياج الحيوي للأكسجين	BOD	1	مغ/ل	100
الكلور	Cl^{-1}	210	مغ/ل	>8

1- التحاليل الكيميائية للمياه المستخدمة في الري:

1- نتائج تحاليل المياه الجوفية قبل الزراعة:

يبين الجدول (6) نتائج تحليل المياه الجوفية في موقع مدينة عدرا الصناعية أن قيم (pH والأمونيوم NH_4 والفوسفات PO_4 والاحتياج الكيميائي للأكسجين COD والفلور F^{+1} والنحاس Cu^{+2} والحديد Fe^{+3} والرصاص Pb^{+1} والكروم الكلي Cr^{+2}) كانت ضمن الحدود المسموح بها بالمياه العادمة المعالجة المستخدمة لأغراض الري حسب المواصفة القياسية السورية (2752) الصادرة عام 2008 بينما كانت قيم (الناقلية الكهربائية EC والأملاح الكلية المنحلة TDS والكبريتات SO_4^{-2} والكلور Cl^{-1}) أعلى من القيم المسموح بها.

الجدول (6): نتائج تحاليل المياه الجوفية قبل الزراعة.

اسم المؤشر الكيميائي	الرمز	القيمة	الحد المسموح به للري	الواحدة
الرقم الهيدروجيني	pH	7	9-6	
الناقلية الكهربائية	EC	4900	2000-1500	ميكرو سيمنز/سم
الأملاح الكلية المنحلة	TDS	3430	1500	مغ/ل
الكبريتات	SO_4^{-2}	4723	500	مغ/ل
الأمونيوم	NH_4^{+1}	0.15	5	مغ/ل
الفوسفات	PO_4^{-2}	0.3	20	مغ/ل
الاحتياج الكيميائي للأكسجين	COD	3	200	مغ/ل
الكلور	Cl^{-1}	1400	350	مغ/ل
الفلور	F^{+1}	0.21	8.0	مغ/ل
النحاس	Cu^{+2}	0.18	1.0	مغ/ل
الحديد	Fe^{+3}	0.19	20	مغ/ل
الرصاص	Pb^{+1}	0.001	0.5	مغ/ل
الكروم الكلي	Cr^{+2}	0	0.1	مغ/ل

2- نتائج تحاليل مياه الصرف غير المعالجة قبل الزراعة:

يبين الجدول (7) أن قيم (pH والفوسفات PO_4^{-1} والفلور F^{+1} والنحاس Cu^{+2}) كانت ضمن الحدود القصوى المسموح بها بالمياه العادمة المعالجة المستخدمة لأغراض الري حسب المواصفة (2752) أما القيم (الناقلية الكهربائية EC والأملاح الكلية المنحلة TDS والكبريتات SO_4^{-2} والأمونيوم NH_4^{+1} والاحتياج البيولوجي للأكسجين BOD والاحتياج الكيميائي للأكسجين COD والكلور Cl^{-1} والرصاص Pb^{+1} والكروم الكلي Cr^{+2}) زادت عن الحدود المسموح بها.

الجدول (7): نتائج تحاليل مياه الصرف غير المعالجة من قطاع الصناعات الغذائية قبل الزراعة.

اسم المؤشر الكيميائي	الرمز	القيمة	الحد المسموح به للري	الواحدة
الرقم الهيدروجيني	pH	8	9-6	
الكبريتات	SO_4^{-2}	6629	500	مغ/ل
الأمونيوم	NH_4^{+1}	289	5	مغ/ل
الفوسفات	PO_4^{-2}	12	20	مغ/ل
الاحتياج البيولوجي للأكسجين	BOD	348	100	مغ/ل
الاحتياج الكيميائي للأكسجين	COD	697	200	مغ/ل
الكلور	Cl^{-1}	1775	350	مغ/ل
الفلور	F^{+1}	7	8.0	مغ/ل
النحاس	Cu^{+2}	0.31	1.0	مغ/ل
الرصاص	Pb^{+1}	0.8	0.5	مغ/ل
الكروم الكلي	Cr^{+2}	0.3	0.1	مغ/ل

3- نتائج تحاليل مياه الصرف المعالجة قبل الزراعة:

يبين الجدول (8) أن قيم (pH والفوسفات PO_4^{-1} والفلور F^{+1} والنحاس Cu^{+2} والكروم الكلي Cr^{+2}) كانت ضمن الحدود القصوى المسموح بها بالمياه العادمة المعالجة المستخدمة لأغراض الري حسب المواصفة القياسية السورية (2752) الصادرة عام 2008 بينما كانت القيم (الناقلية الكهربائية EC والأملاح الكلية المنحلة TDS والكبريتات SO_4^{-2} والأمونيوم NH_4^{+1} والاحتياج البيولوجي للأكسجين BOD والاحتياج الكيميائي للأكسجين COD والكلور Cl^{-1}) أعلى من الحدود المسموح بها.

الجدول (8): نتائج تحاليل مياه الصرف المعالجة من محطة الدباغات بعدرا قبل الزراعة.

اسم المؤشر الكيميائي	الرمز	القيمة	الحد المسموح به للري	الواحدة
الرقم الهيدروجيني	pH	7.9	6-9	
الأملاح الكلية المنحلة	TDS	13720	1500	مغ/ل
الكبريتات	SO_4^{-2}	6845	500	مغ/ل
الأمونيوم	NH_4^{+1}	34	5	مغ/ل
الفوسفات	PO_4^{-2}	8	20	مغ/ل
الاحتياج البيولوجي للأكسجين	BOD	1360	100	مغ/ل
الاحتياج الكيميائي للأكسجين	COD	2721	200	مغ/ل
الكلور	Cl^{-1}	6214	350	مغ/ل
الفلور	F^{+1}	0.1	8.0	مغ/ل
النحاس	Cu^{+2}	0.2	1.0	مغ/ل
الكروم الكلي	Cr^{+2}	0.54	2.0	مغ/ل
الرصاص	Pb^{+1}	0.3	5	مغ/ل

2-تحاليل الكيميائية للعناصر الثقيلة في النبات والتربة:

تم أخذ عينات من حبوب الشعير عند الحصاد وعينات من التربة المدروسة قبل الزراعة وعند الحصاد وإجراء تحاليل لعنصري الكروم والرصاص في مخبر كلية الزراعة- جامعة دمشق قسم علوم التربة، تم التحليل كما يلي:

1-تحليل العناصر الثقيلة في التربة:

أخذت عينات من التربة المزروعة بالشعير وتم أخذ 10 غ تربة لكل معاملة وإضافة 30 مل محلول DTPA (محلول عضوي) وخض لمدة ساعتين ثم الترشيح وتقاس الرشاحة بواسطة جهاز الامتصاص الذري.

2-تحليل العناصر الثقيلة في النبات:

أخذت عينات من حبوب الشعير من كل معاملة ومكرر على حدة حيث تم طحنها ومن ثم هضمها باستخدام طريقة كلداهل (Kjeldahl، 1883، 366) حيث تم أخذ 0.5 غ نبات لكل معاملة وإضافة 15 مل حمض الكبريت المركز ووضعها في دورق سعة 100 مل وبعد ساعتين ثم الترشيح وتم قياس العناصر الثقيلة باستخدام جهاز الامتصاص الذري.

3- التحليل الإحصائي:

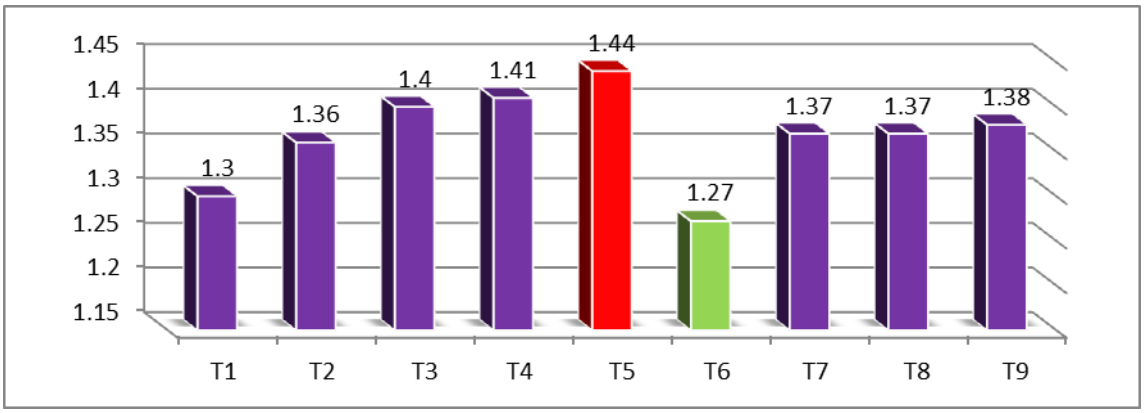
صممت التجربة بطريقة التصميم العشوائي البسيط وتم تحليل البيانات إحصائياً بعد جمعها وتبويبها باستخدام برنامج التحليل الإحصائي Genstat-12 لحساب قيمة أقل فرق معنوي (L.S.D) عند مستوى معنوية 0.05 ومعامل التباين (C.V) بين الصفات السابقة المدروسة.

النتائج والمناقشة:

الصفات الإنتاجية لمحصول الشعير:

1- عدد النباتات في مرحلة الحصاد:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي أنّ عدد النباتات في وحدة المساحة في مرحلة الحصاد كانت الأعلى عند الري بالمعاملة T_5 (0 % مياه جوفية+ 100 % مياه صرف غير معالجة) وبلغ 1.44 (مليون نبات. هكتار$^{-1}$) وكانت هذه الزيادة معنوية عند المقارنة مع المعاملة رقم T_6 (75% مياه جوفية+ 25% مياه صرف صحي معالجة) حيث بلغت 1.27 (مليون نبات. هكتار$^{-1}$) كما هو مبين في الشكل (2) وهذا دليل على أنّ عدد النباتات في مرحلة الحصاد يتأثر بنوعية مياه الري ويعود سبب زيادة عدد النباتات في مرحلة الحصاد عند الري بمياه صرف صحي إلى تركيبها الكيميائي الغني بالمواد العضوية والغذائية مقارنة بالمياه الجوفية.

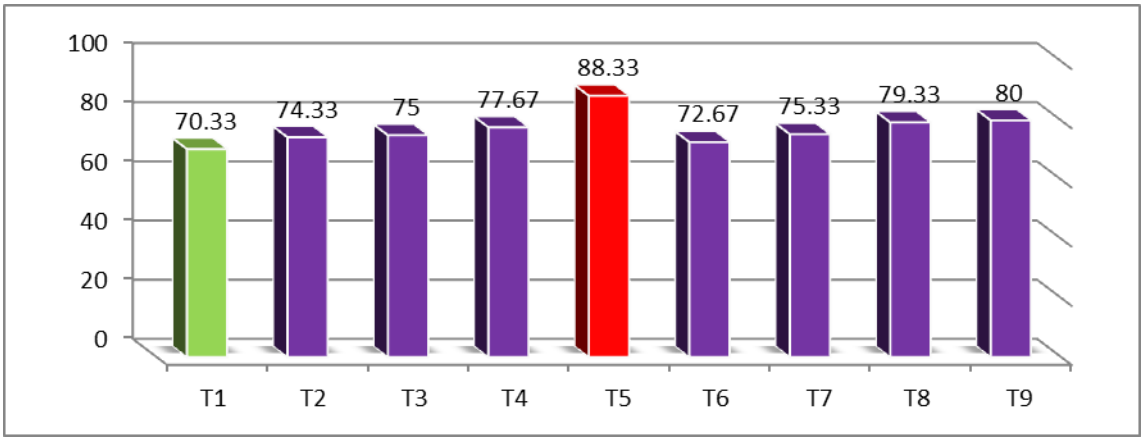


الشكل (2): تأثير المعاملات المدروسة في صفة عدد النباتات بمرحلة الحصاد (مليون نبات. هكتار$^{-1}$)

2- ارتفاع النبات:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي أنّ ارتفاع النبات في مرحلة الحصاد كان الأعلى عند الري بالمعاملة T_5 (0 % مياه جوفية+ 100% مياه صرف صحي غير معالجة) وبلغ 88.33 سم وكانت هذه الزيادة معنوية مقارنة مع بقية معاملات الري المدروسة باستثناء المعاملة T_1 (100% مياه جوفية+ 0% مياه صرف صحي) حيث بلغت 70.33 سم كما هو مبين في الشكل (3) أي أنّ ري النباتات بمياه الصرف المعالجة وغير المعالجة التي تحوي العناصر الغذائية وخصوصاً آزوت بهيئة أمونيوم أدى إلى زيادة معنوية في متوسط ارتفاع النبات من خلال زيادة طول السلاميات الأمر الذي ساعد في زيادة المسافة بين الطوابق الورقية وتحسين

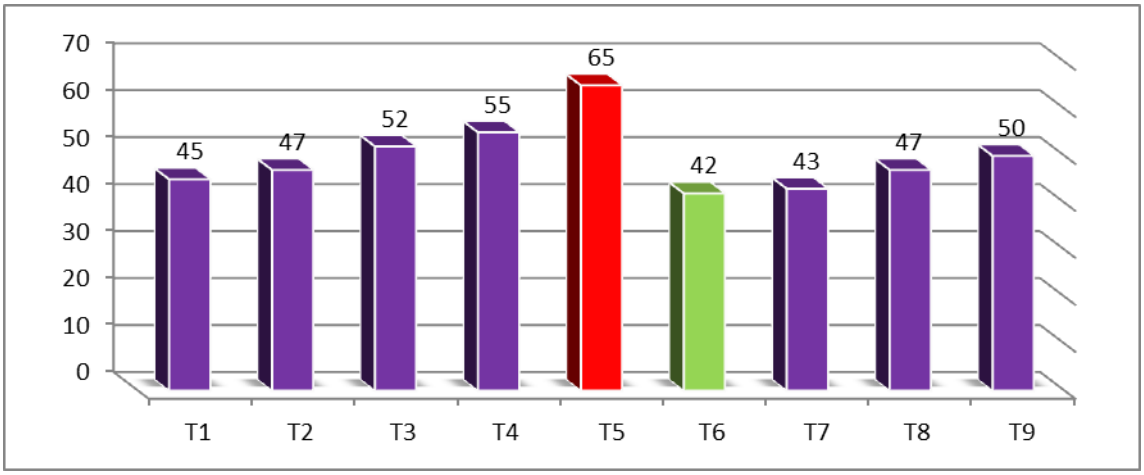
توزيع الأشعة الضوئية ومن ثم زيادة كفاءة النباتات التمثيلية وكمية المادة الجافة المتاحة لنمو أجزاء النباتات المختلفة وتطورها ويأتي ذلك في إطار ما أكده كل من (Almohisen و alsharari، 2021 و Alawasy وزملائها، 2018 و Ilker و Yaganoglu، 2012).



الشكل (3): تأثير المعاملات المدروسة في صفة متوسط ارتفاع النبات (سم)

3-متوسط عدد الحبوب في النبات:

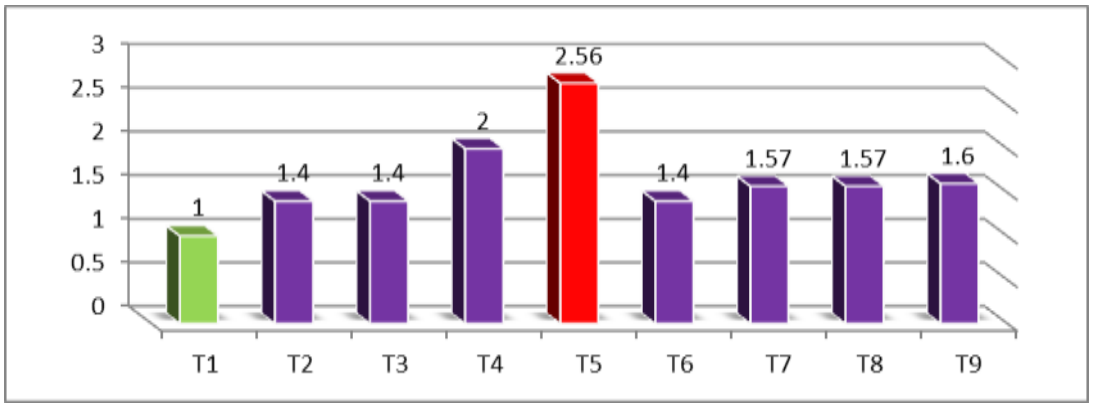
أظهرت نتائج التحليل الإحصائي أنّ عدد الحبوب في السنبلة في مرحلة الحصاد كان الأعلى عند الري بالمعاملة T_5 (0 % مياه جوفية+ 100% مياه صرف صحي غير معالجة) وبلغ 65 (حبة. نبات$^{-1}$) وكانت هذه الزيادة معنوية عند المقارنة مع المعاملة رقم T_6 (75% مياه جوفية+ 25% مياه صرف صحي معالجة) حيث بلغت 42 (حبة. نبات$^{-1}$) فقط كما هو مبين في الشكل (5) وتعزى الزيادة في متوسط عدد الحبوب في السنبلة عند الري بمياه الصرف خلال مرحلتي التسنبل والإزهار معاً إلى توافر العناصر المعدنية المغذية في مياه الصرف وخاصة النتروجين اللازمة لزيادة طول محور السنبلة وتشكل الزهيرات وتطورها ونمو الحبوب المتشكلة الأمر الذي أدى إلى زيادة عدد الحبوب في السنبلة وهذا الأمر يتوافق مع نتائج Ilker و Yaganoglu (2012).



الشكل (5): تأثير المعاملات المدروسة في صفة عدد الحبوب في السنبلة (حبة. نبات$^{-1}$)

4-متوسط وزن الحبوب في النبات:

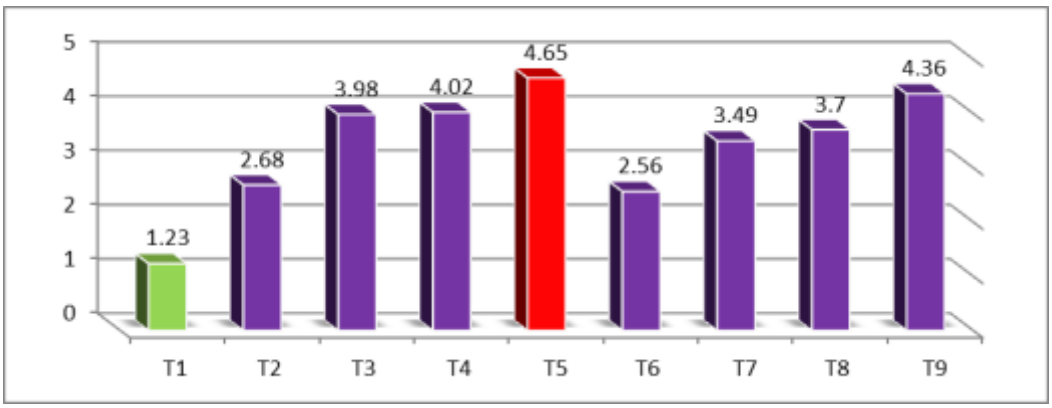
أظهرت نتائج التحليل الإحصائي أنّ وزن الحبوب في السنبلة في مرحلة الحصاد كان الأعلى عند الري بالمعاملة T_5 (0% مياه جوفية+ 100% مياه صرف صحي غير معالجة) وبلغ 2.56 غ. نبات$^{-1}$ وكانت هذه الزيادة معنوية عند المقارنة مع المعاملة رقم T_1 (100% مياه جوفية+ 0% مياه صرف صحي) حيث بلغت 1 غ. نبات$^{-1}$ فقط كما هو مبين في الشكل (6) وتعزى الزيادة في وزن الحبوب في السنبلة إلى زيادة كمية الماء الممتص من قبل النبات عند الري بمياه صرف وبالتالي زيادة عملية التمثيل الضوئي الذي أدى إلى امتلاء الحبة بالمواد الغذائية ومن ثم ارتفاع وزن الحبوب.



الشكل (6): تأثير المعاملات المدروسة في صفة متوسط وزن الحبوب في السنبلة (غ نبات$^{-1}$)

5-وزن النبات الجاف:

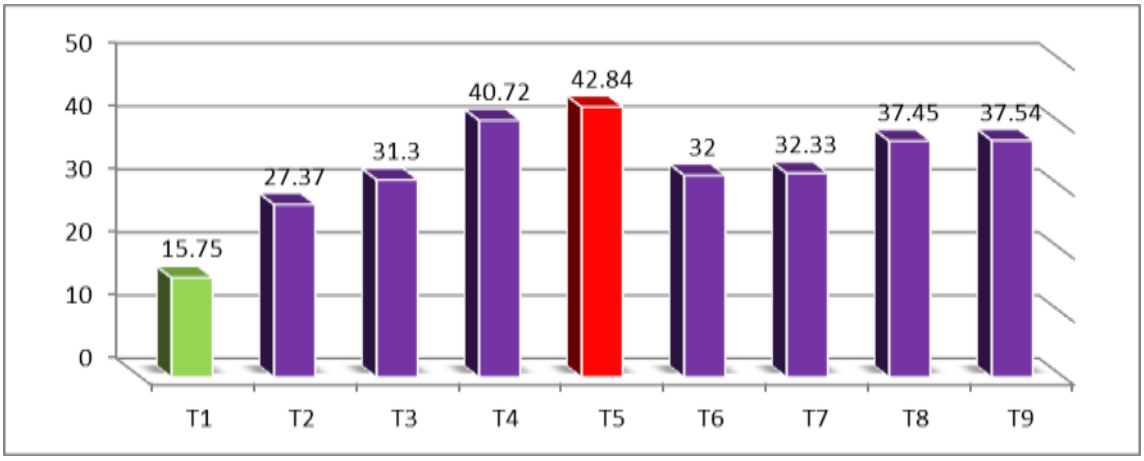
أظهرت نتائج التحليل الإحصائي أنّ وزن النبات في مرحلة الحصاد كان الأعلى عند الري بالمعاملة T_5 (0% مياه جوفية + 100% مياه صرف صحي غير معالجة) وبلغ 4.65 غ وكانت هذه الزيادة معنوية عند المقارنة مع المعاملة رقم T_1 (100% مياه جوفية+ 0% مياه صرف صحي) حيث بلغت 1.23 غ فقط كما هو مبين في الشكل (7) وتعزى الزيادة في متوسط الوزن الجاف للسنبلة إلى ارتفاع النبات وتشابهت هذه النتائج مع نتائج Alawasy وزملائها (2018).



الشكل (7): تأثير المعاملات المدروسة في صفة متوسط وزن النبات الجاف (غ)

7- وزن الألف حبة:

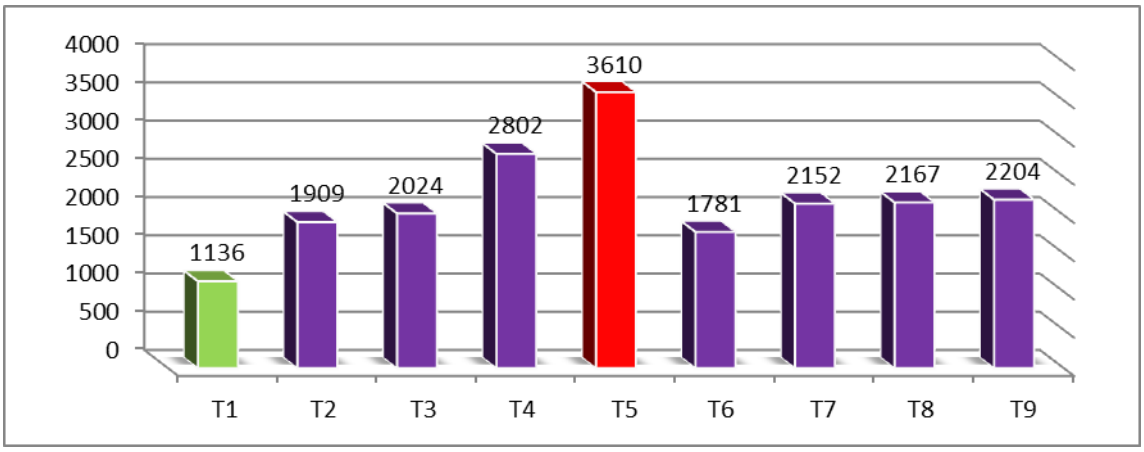
أظهرت نتائج التحليل الإحصائي أنّ وزن الألف حبة في مرحلة الحصاد كان الأعلى عند الري بالمعاملة T_5 (0% مياه جوفية+ 100% مياه صرف صحي غير معالجة) وبلغ 42.84 غ وكانت هذه الزيادة معنوية عند المقارنة مع المعاملة رقم T_1 (100% مياه جوفية+ 0% مياه صرف صحي) حيث بلغت 15.75 غ فقط كما هو مبين في الشكل (8) وتعزى الزيادة في وزن الألف حبة عند الري بمياه الصرف الغنية بالآزوت إلى زيادة معدل التمثيل الضوئي مما يؤدي إلى زيادة الوزن الجاف للسنبلة فتزداد كفاءة السنابل في استجرار نواتج التمثيل الضوئي من المصدر إلى المصب مما يؤدي إلى زيادة معدل تراكم المادة الجافة المصنّعة في الحبوب فيزداد متوسط وزن الحبة الواحدة ومن ثم وزن الألف حبة تتفق هذه النتائج مع (Ilker و Yaganoglu، 2012).



الشكل (8): تأثير المعاملات المدروسة في صفة متوسط وزن الألف حبة (غ)

8- الغلة الحبية:

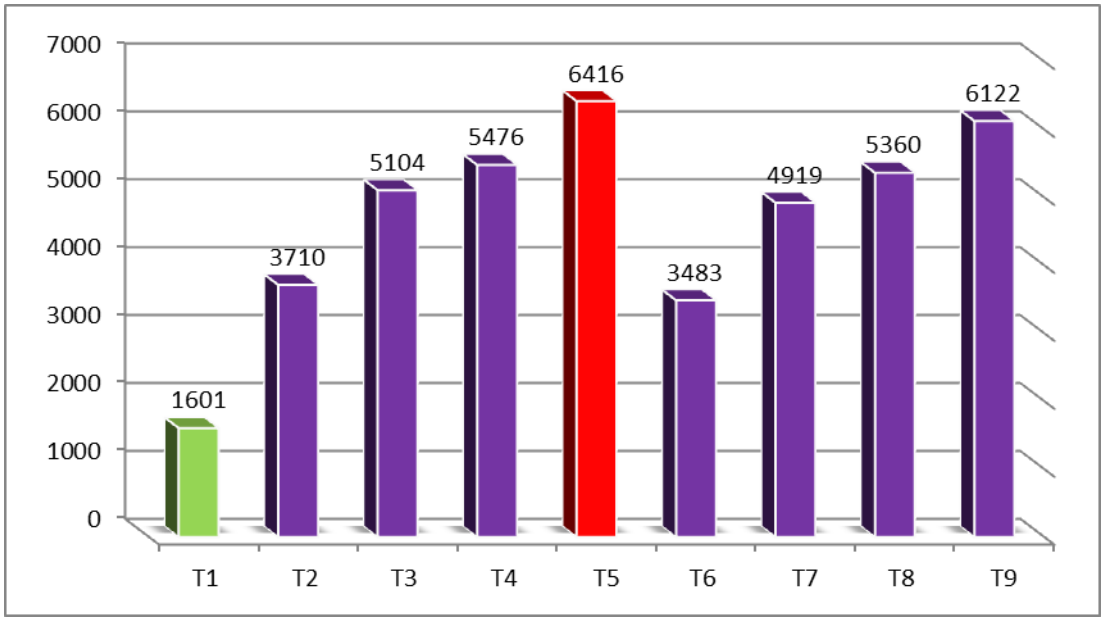
أظهرت نتائج التحليل الإحصائي أنّ الغلة الحبية في وحدة المساحة في مرحلة الحصاد كانت الأعلى عند الري بالمعاملة T_5 (0% مياه جوفية+ 100% مياه صرف صحي غير معالجة) وبلغت 3610 غ. م$^{-2}$ وكانت هذه الزيادة معنوية عند المقارنة مع المعاملة رقم T_1 (100% مياه جوفية+ 0% مياه صرف صحي) حيث بلغت 1136 غ. م$^{-2}$ فقط كما هو مبين في الشكل (9) وتعزى الزيادة في الغلة الحبية عند الري بمياه الصرف الغنية بالعناصر الغذائية وأهمها الآزوت المسؤول عن رفع إنتاجية المحصول لأنه يتدخل في تركيب السكريات والبروتينات التي تزيد المادة الجافة وبالتالي زيادة متوسط وزن الحبة الواحدة ومن ثمّ وزن الألف حبة الأمر الذي سيؤدي إلى زيادة غلة المحصول الحبية لأن متوسط وزن الحبة الواحدة من أهم مكونات غلة محصول القمح الحبية العددية (العودة، 2005) وتنسجم هذه النتائج مع (Ilker و Yaganoglu، 2012).



الشكل (9): تأثير المعاملات المدروسة في متوسط الغلة الحبية (غ)

9-الغلة الحيوية:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي أنّ الغلة الحيوية في وحدة المساحة في مرحلة الحصاد كانت الأعلى عند الري بالمعاملة T_5 (0% مياه جوفية+ 100% مياه صرف صحي غير معالجة) وبلغت 6416 غ. م$^{-2}$ مع المعاملة رقم T_1 (100% مياه جوفية+ 0% مياه صرف صحي) حيث بلغت 1601 غ. م$^{-2}$ فقط كما هو مبين في الشكل (10) وتعزى الزيادة في الغلة الحيوية عند الري بمياه الصرف المعالجة وغير المعالجة الغنية بالآزوت إلى أهمية الكتلة الحية عند النضج في زيادة كمية المادة الجافة المتاحة خلال مرحلة النمو الثمري الأمر الذي أدى إلى زيادة كل من متوسط عدد الحبوب ووزن الألف حبة وبالتالي غلة المحصول الحبية ودليل الحصاد وتتفق هذه النتائج مع ما وجده كل من Ilker و Yaganoglu (2012).

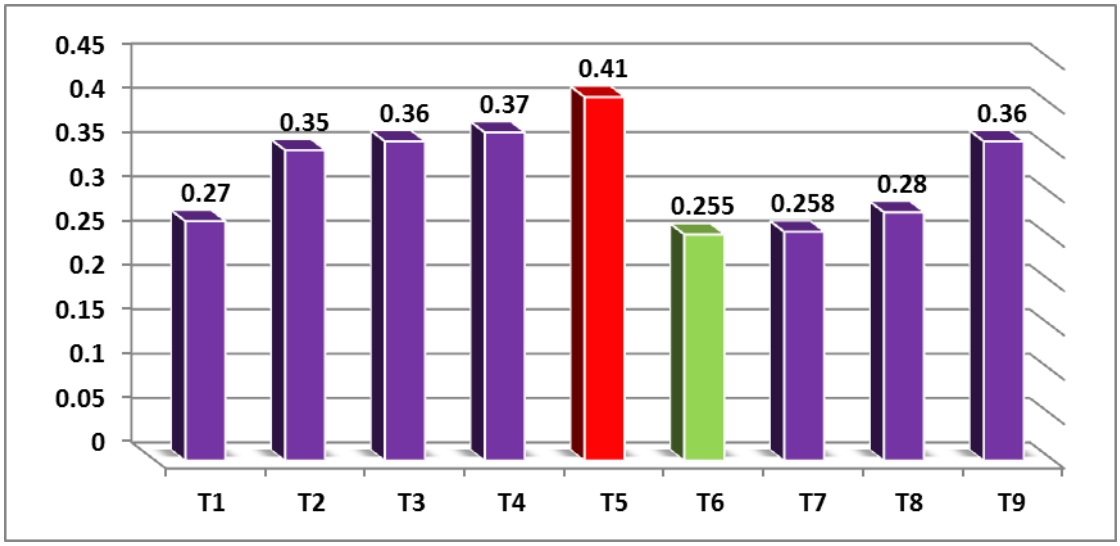


الشكل (10): تأثير المعاملات المدروسة في صفة متوسط وزن الغلة الحيوية (غ)

10- دليل الحصاد:

يمثل معامل الحصاد في محاصيل الحبوب نسبة وزن الحبوب إلى الوزن الجاف الكلي للنبات وهو يتأثر بحجم الأجزاء الثمرية (حجم × عدد الحبوب)، ويتأثر أيضاً بمعدل وبطول فترة توزيع نواتج التمثيل الضوئي بين الأجزاء المختلفة من النبات، فكلما كانت كمية المادة الجافة المسخرة لنمو الأجزاء الثمرية أكبر كلما كان عدد الحبوب ووزنها أكبر (نقلاً عن العودة وزملاؤه، 2016).

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي أنّ دليل الحصاد في وحدة المساحة في مرحلة الحصاد الأعلى معنوياً عند الري بالمعاملة T_5 (0% مياه جوفية+ 100% مياه صرف صحي غير معالجة) وبلغ 0.41 % وكانت هذه الزيادة معنوية عند المقارنة مع المعاملة رقم T_6 (75% مياه جوفية+ 25% مياه صرف صحي معالجة) حيث بلغت 0.255 % فقط كما هو مبين في الشكل (11) وتعزى الزيادة في دليل الحصاد عند الري بمياه الصرف الصحي المعالجة وغير المعالجة إلى الزيادة في الغلة الحبية ومكوناتها العددية.



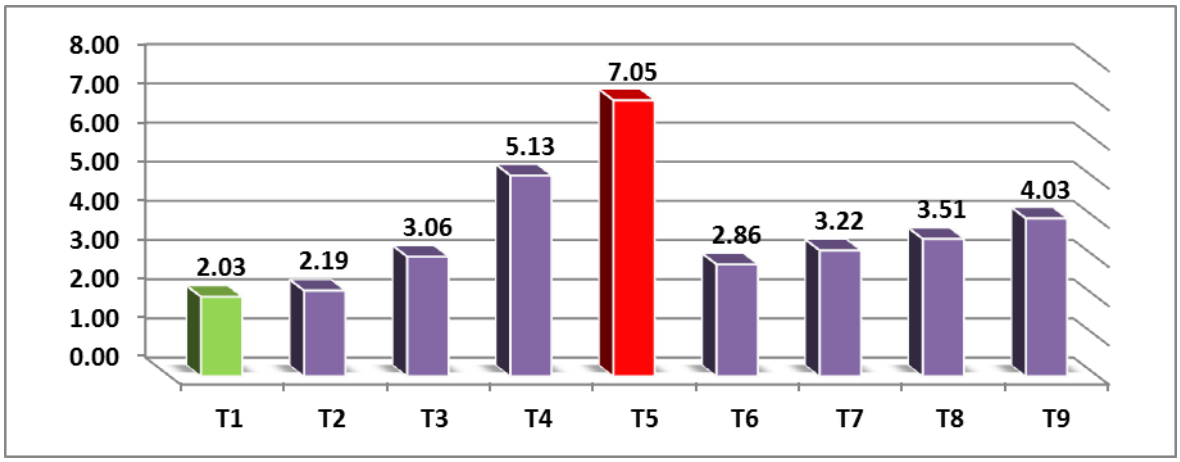
الشكل (11): تأثير المعاملات المدروسة في صفة متوسط دليل الحصاد (%)

11- نتائج التحاليل الكيميائية العناصر الثقيلة في التربة والنبات:

1- نتائج تحاليل العناصر الثقيلة في التربة:

1- كمية الكروم في التربة:

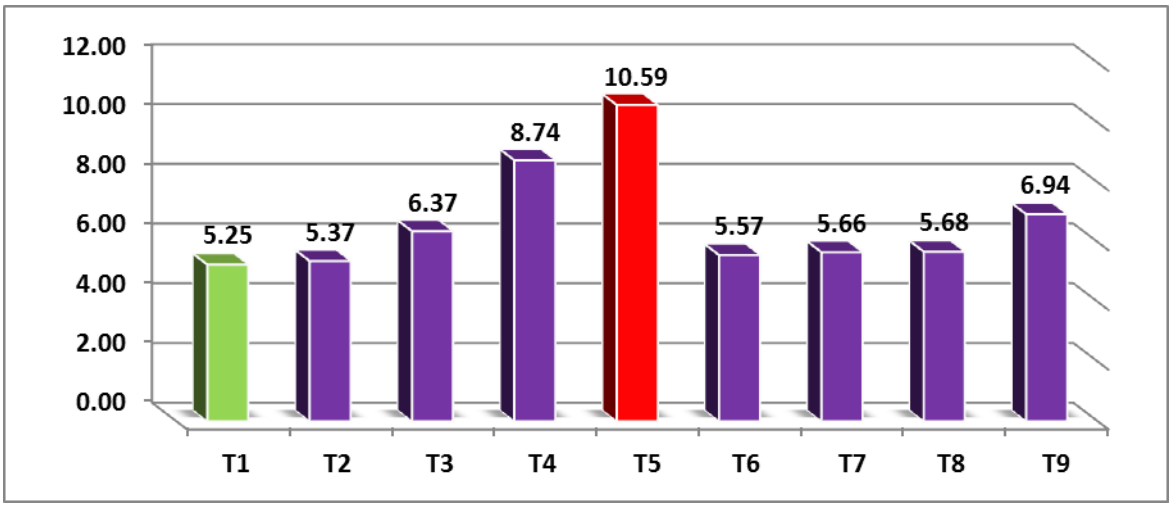
أظهرت نتائج التحليل الإحصائي أن كمية الكروم الأعلى في التربة المروية بمياه صرف غير معالجة في المعاملة T_5 (0% مياه جوفية + 100% مياه صرف صحي غير معالجة) حيث بلغت 7.05 ppm وكانت هذه الزيادة معنوية عند المقارنة مع المعاملة T_1 (100% مياه جوفية + 0% مياه صرف صحي) حيث بلغت 2.03 ppm في التربة المروية بالمياه الجوفية وهي ضمن الحدود المسموح بها حسب الكميات القصوى للعناصر المعدنية المسموح بها في التربة الحراجية كما هو مبين في الشكل (12) وتشير هذه النتائج إلى ارتفاع كمية الكروم مع زيادة المزج المائي بالمياه المعالجة وغير المعالجة الأمر الذي يؤكد التأثير التراكمي لهذا العنصر في التربة وخاصة أن الكروم يأخذ سلوكاً تراكمياً يتناسب مع كميات الري المستعملة.



الشكل (12): تأثير المعاملات المدروسة في كمية الكروم في التربة

2-كمية الرصاص في التربة:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي أن كمية الرصاص الأعلى في التربة المروية بمياه صرف غير معالجة في المعاملة T_5 (0% مياه جوفية + 100% مياه صرف صحي غير معالجة) حيث بلغت 10.59 ppm وكانت هذه الزيادة معنوية عند المقارنة مع المعاملة T_1 (100% مياه جوفية+ 0% مياه صرف صحي) حيث بلغت 5.25 ppm في التربة المروية بالمياه الجوفية وهي ضمن الحدود المسموح بها حسب الكميات القصوى للعناصر المعدنية المسموح بها في التربة الحراجية كما هو مبين في الشكل (13) وتشير هذه النتائج إلى ارتفاع كمية الرصاص مع زيادة المزج المائي بالمياه المعالجة وغير المعالجة الأمر الذي يؤكد التأثير التراكمي للرصاص في التربة وتتفق هذه النتائج مع (Alawasy وزملائها، 2018 و Hatamian وزملائه، 2020).

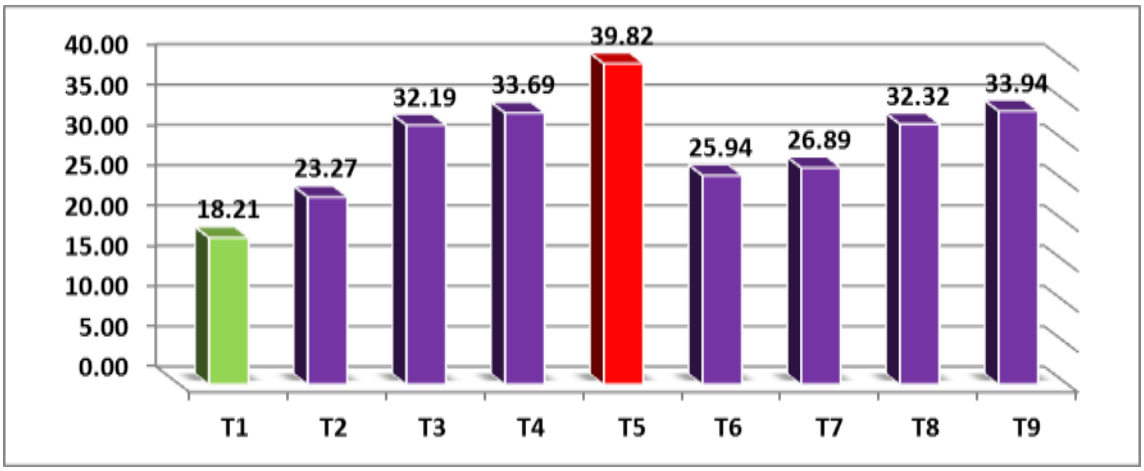


الشكل (13): تأثير المعاملات المدروسة في كمية الرصاص في التربة

2- نتائج تحاليل العناصر الثقيلة في النبات:

1- كمية الكروم في النبات:

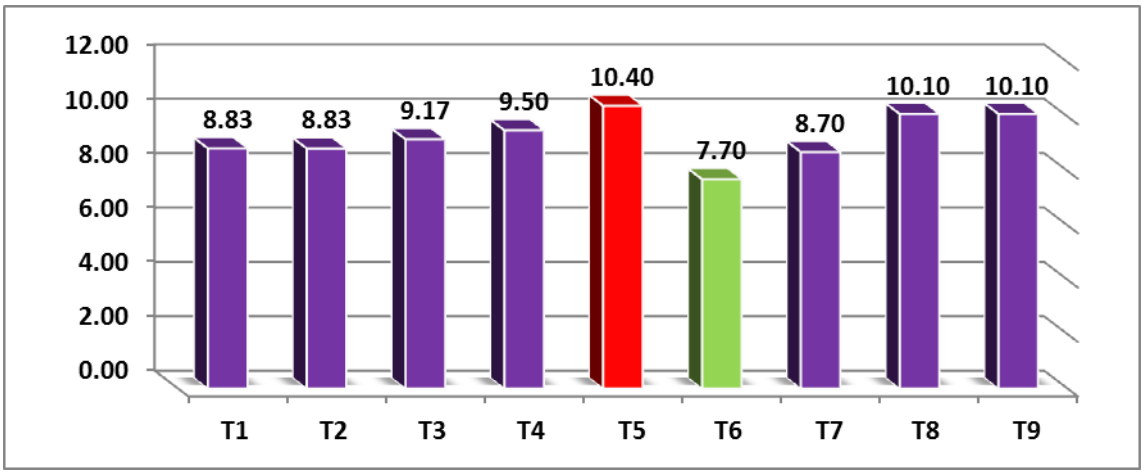
أظهرت نتائج التحليل الإحصائي أن كمية الكروم الأعلى في حبوب الشعير في المعاملة T_5 (0% مياه جوفية + 100% مياه صرف صحي غير معالجة) حيث بلغت 39.82 ppm وكانت هذه الزيادة معنوية عند المقارنة مع المعاملة T_1 (100% مياه جوفية+ 0% مياه صرف صحي) حيث بلغت 18.21 ppm وهي أعلى من حدود المحتوى الطبيعي في النسج النباتية وضمن المحتوى السام في النبات كما هو مبين في الشكل (14) وتشير هذه النتائج إلى ارتفاع كمية الكروم في النبات مع زيادة المزج المائي بالمياه المعالجة وغير المعالجة الأمر الذي يؤكد امتصاص الشعير للكروم وتراكمه ضمن الحبوب حيث أنّ الكروم من أكثر العناصر الثقيلة التي تتراكم في المحاصيل نتيجة لريها بمياه الصرف ويسبب الري بالمياه العادمة في حالات كثيرة ظهور حالات من السمية النباتية المرتبطة باستعمال هذه المياه والتي تتوقف حدتها على كمية العنصر وحساسية المحصول النامي وزمن تعرضه لهذا المستوى إذ تتفاوت النباتات في قدرتها على امتصاص العنصر الثقيل وتخزينه في أنسجتها من جهة وتبعاً لطبيعة التربة من قوام ودرجة pH وعمر النبات ومدى الجاهزية الحيوية للعنصر السام نفسه (الزعبي وزملاؤه ، 2014- أ)، وتختلف هذه النتائج مع ما توصل إليه (الزعبي وزملائه، 2018) حيث أكدوا على أن كمية عنصر الكروم في حبوب الشعير بعد ريه بمياه الصرف كانت ضمن الحدود المسموح بها.



الشكل (14): تأثير المعاملات المدروسة في كمية الكروم في النبات

12- نسبة البروتين في حبوب الشعير (GPC) Grain protein content:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي أنّ نسبة البروتين الأعلى في حبوب الشعير كانت في المعاملة T_5 (0 % مياه جوفية+ 100 % مياه صرف صحي غير معالجة) حيث بلغت 10.40 % وكانت هذه الزيادة معنوية عند المقارنة مع المعاملة T_6 (75% مياه جوفية+ 25 % مياه صرف صحي معالجة) حيث بلغت 7.70% وهي ضمن المحتوى الطبيعي للبروتين في حبوب الشعير (10-12) % كما هو مبين في الشكل (16) وتشير هذه النتائج إلى ارتفاع نسبة البروتين مع زيادة المزج المائي بالمياه المعالجة وغير المعالجة ويعزى ذلك إلى أن مياه الصرف غنية بالمواد العضوية ومنها الآزوت فالنتيجة هي زيادة نسبة الآزوت وبالتالي زيادة نسبة البروتين.



الشكل (16): تأثير المعاملات المدروسة في نسبة البروتين في الحبوب (%)

نتائج البحث Research Results:

1. عدم صلاحية أنواع المياه المستخدمة (المعالجة وغير المعالجة) للري الزراعي لمحتواها العالي من الأملاح الكلية المنحلة وبعض العناصر الكيميائية مقارنة بالحد المسموح به قياسياً.
2. ازدادت نسبة الأمونيوم في التربة عند استخدام مياه صرف غير معالجة من مخلفات الصناعات الغذائية نتيجة استخدام مواد كيميائية غنية بالأمونيوم من قبل هذه المعامل.
3. كانت معاملة الري 0% مياه جوفية+ 100% مياه صرف صحي غير معالجة الأعلى معنوياً في كافة الصفات الإنتاجية المدروسة.
4. ازداد محتوى التربة من العناصر الثقيلة (الكروم Cr، الرصاص Pb) باستخدام بالمياه المعالجة وغير المعالجة في ري محصول الشعير.
5. ساهم الري بمياه الصرف الصحي في رفع نسبة العناصر الثقيلة في حبوب الشعير.
6. زادت نسبة البروتين في حبوب الشعير بزيادة نسب مياه الصرف المعالجة وغير المعالجة في مياه الري لاحتوائها على المواد العضوية الغنية بالآزوت.

التوصيات والمقترحات Suggestions and Recommendations:

1. التوقف عن ري المحاصيل بمياه الصرف من أجل منع تلوث التربة والنباتات بالمعادن الثقيلة وزيادة الملوحة في طبقات التربة العليا.
2. اقتصار الري بمياه الصرف على النباتات غير المستخدمة في التغذية كالنباتات المخصصة لإنتاج الأخشاب على سبيل المثال وفي أماكن بعيدة عن التجمعات السكنية والأراضي الزراعية ومصادر المياه.

References:

1. الزعبي، منهل، جزدان، عمر، مجر، أحمد، حبوب، ناصر هالا درويش ومحمد حقون أ. 2014. استعمال مياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة– منشورات الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية.
2. الزعبي، منهل، أويديس ارسلان ورياض حاجي الشاهر ب. 2014. المحاصيل العلفية المتحملة للملوحة– منشورات الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية.
3. يعقوب، رلى ويوسف نمر. 2011. تقانات إنتاج المحاصيل الحبوب والبقول (الجزء النظري). منشورات جامعة دمشق، عدد الصفحات 298.
4. الزعبي، منهل، ديوب، معمر، عدلة، وسيم، الحايك، رابعة، بدا، مصطفى، غيبة، ندى، عمر جزدان وإلهام طعمة. 2018. استعمال المياه غير التقليدية في إنتاج محاصيل علفية آمنة. المجلة السورية للبحوث الزراعية. 5 (2): 189-179.
5. العودة، أيمن (2005). بعض الرؤى الفيزيولوجية لتحسين غلة محصول القمح الحبية ضمن الظروف البيئية المناسبة. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد 21، العدد 2، الصفحات 37–50.
6. العودة، أيمن، مأمون خيتي؛ ريما رباح نصر (2016). فسيولوجيا المحاصيل الحقلية، منشورات جامعة دمشق. صفحة 306.
7. Molden D. de Fraiture C. Wichelns D. 2010. Investing in water for food, ecosystems, and livelihoods: An overview of the comprehensive assessment of water management in agriculture. Agric Water Manage 97: 495-501.
8. Oron G, Gillerman L, Bick A, Mnaor Y, Buriakovsky N, et al. 2007. Advanced low quality waters treatment for unrestricted use purposes: imminent challenges. Desalination 213: 189-198.
9. Bruggen, van der B. 2010. The global water recycling situation. Sustainability Sci Eng 2: 41-62.
10. Al-Hadithy, A. H., A. B and S.M. Abddlrazzak. 2001. Effect of Rustumiay sewage water on micronutrient content in soil and plant. Seventh Iraqi Technological Conference, Baghdad. p. 457-468.
11. Almohisen, Ibrahim A.A., Sultan F. Alsharari. Impacts of three irrigation water sources on growth, yield and grain elements content of some Saudi Arabia barley (Hordeum vulgare L.) landraces, Pak. J. Agri. Sci., Vol. 58(3), 743-751;2021.
12. Wafaa Sahib Abbood Alawasy, Lama abdalalah sagban Alabadi, Hussein M. Khaeim. 2018. Effect of sewage water irrigation on growth performance, biomass and nutrient accumulation in maise and barley.
13. Ilker, A and Yaganoglu, A. Vahap. 2012. Effects of Sewage Sludge Application on Yield, Yield Parameters and Heavy Metal Content of Barley Grown Under Arid Climatic Conditions. Vol. 14, No. 5, 2012.
14. Hatamian, L., Rafati, M., & Farsad, F. 2020. Effect of irrigation with wastewater on lead and cadmium accumulations in the soils and plants of wheat and barley. Water and Irrigation Management, 9(2), 321-332.
15. Kjeldahl, J. 1883. A New Method for the Determination of Nitrogen in Organic Matter. Zeitschrift für Analytische Chemie, 22, 366-382.