الجمهورية العربية السورية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة دمشق-كلية الزراعة

قسم الهندسة الريفية

تأثير الري بمياه صرف بعض قطاعات مدينة عدرا الصناعية في محصول الشعير

The Effect of Irrigation with Wastewater from Some Parts of the Industrial City of Adra on Barley Crop

رسالة أعدت لنيل درجة الماجستير في الهندسة الريفية تخصص هندسة ريفية

إعداد

هبه محمد غزال

إشراف

د. محمود عبد اللطيف

مدرس في قسم الهندسة الريفية

كلية الزراعة- جامعة دمشق

مشرفاً رئيساً

د. يوسف نمر

أستاذ مساعد في قسم المحاصيل الحقلية

كلية الزراعة- جامعة دمشق

مشرفاً مشاركاً

2022م

قُدّمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات نيل درجة الماجستير في علوم الهندسة الريفية، كلية الزارعة، جامعة دمشق.

This thesis has been submitted as a partial fulfilment of the requirements for master's degree in Rural Engineering Sciences, Faculty of Agriculture, Damascus University.

لجنة الحكم:

د. إيهاب جناد: الأستاذ المساعد في قسم الهندسة الريفية، كلية الزراعة، جامعة دمشق عضواً

د. محمود عبد اللطيف: المدرس في قسم الهندسة الريفية، كلية الزراعة، جامعة دمشق عضواً مشرفاً

د. محمد منهل الزعبي: الباحث في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية عضواً

نوقشت وأجيزت هذه الرسالة بتاريخ:

شهادة

نشهد بأن العمل الموصوف في هذه الاطروحة، نتيجة بحث علمي قامت به المرشحة **هبه محمد غزال** بإشراف **الدكتور محمود عبد اللطيف** المدرس في قسم الهندسة الريفية، **والدكتور يوسف نمر** الأستاذ المساعد في قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، وإن أية مراجع أخرى بحثت في هذه الرسالة موثقة في النص.

المرشح	المشرف الرئيس	المشرف المشارك
هبه محمد غزال	الدكتور محمود عبد اللطيف	الدكتور يوسف نمر

Certificate

We herby certify that the work described in this thesis is the result of a scientific research performed by the researcher **Hiba Mohammed Ghazal** under the supervision of, **Dr. Mahmoud Abd Alltaif,** teacher in Department of Rural Engineering, **Dr. Youssef Nemer,** Associate Professor Agronomy Department, Faculty of Agriculture, Damascus university agriculture, Damascus university, all reference books resorted by the researcher has been checked by the text.

Candidate: Hiba Mohammed Ghazal

Chairman: Dr. Mahmoud Abd Alltaif

Chairman: Prof. Dr. Youssef Nemer

تصريح

أصرح بأن البحث الموصوف في هذه الأطروحة تحت عنوان: " **تأثير الري بمياه صرف بعض قطاعات مدينة عدرا الصناعية في محصول الشعير** " لم يسبق أن قُدم للحصول على أية درجة جامعية أخرى، وغير مقدم حالياً لذلك، وأن الأعمال، والنتائج المذكورة كلها هي جهودي الشخصية، وبتوجيه من المشرفين العلميين الدكتور **محمود عبد اللطيف** والدكتور **يوسف نمر**، وأية معلومات أو نتائج أخرى ذكرت في الأطروحة قد نسبت إلى مصادرها ومؤلفيها في النص وفي قائمة المراجع.

المرشح

هبه محمد غزال

Declaration

I declare that the present research work entitled **" The Effect of Irrigation with Wastewater from Some Parts of The Industrial City of Adra on Barley Crop"** is a new research work, and that has never been studied by any other researchers for any other degree, and currently it is not submitted by any one for any degree. All the mention results are my own efforts, and done by the direct supervision of my guides, Dr. **Mahmoud Abd Alltaif** and Dr. **Youssef Nemer**. All the referred literature are cited, and well-documented in the list of references.

Candidate

Hiba Mohammed Ghazal

كلمة شكر Acknowledgment

كان هذا العمل بتوفيق من الله سبحانه وتعالى، ثم جهود الأساتذة في كلية الزراعة وأخص بالذكر الأستاذ الدكتور محمود عبد اللطيف والأستاذ الدكتور يوسف نمر لتفضلهم بالإشراف على هذا البحث.

أتقدم بجزيل الشكر إلى عمادة كلية الزراعة ممثلة بالسيد العميد الأستاذ الدكتور أحمد هدال، ورئيس قسم الهندسة الريفية الأستاذ الدكتور أحمد قباطي على حسن رعايتهم لهذا العمل.

كما أتقدم بجزيل الشكر وعميق الامتنان إلى إدارة مدينة عدرا الصناعية ممثلة بالسيد المدير العام فارس فارس والأستاذ عادل هلال والأستاذ كمال دوماني وجميع الزملاء في الإدارة لتشجيعهم ودعمهم لهذا البحث.

إهدائي لن أعتز وأفتخر بأن دماؤه تجري في عروقي أبي الغالي رحمه الله وإلى أجمل وأطهر إنسانة من أرى من خلال ثغرها الباسم جمال الكون ولذته أمي الحبيبة وإلى النور والأمل في حياتي حبيبي أخي الوحيد وإلى زهرات العمر وفرح قلبي أخواتي الجميلات.

فهرس المحتويات

الملخص باللغة العربية	XIV
المقدمة Introduction	1
إشكالية البحث Research Problem	1
تساؤلات البحث Research Questions	2
فرضيات البحثResearch Hypothesis	3
أهداف البحثResearch Objectives	3
أهمية موضوع البحث Research Relevance	3
مسوغات البحثResearch Justifications	5
1 الدراسة المرجعية Literature Review	7
1.1 التصنيف العلمي	7
2.1 أهمية زراعة محصول الشعير	8
3.1 فوائد ومخاطر الري بمياه الصرف	10
4.1 التجارب المدروسة باستخدام مياه الصرف في ري الشعير	14
2 مواد البحث وطرائقه Materials and Methods	25
1.2 المادة النباتية Plant Material	25
2.2 موقع تنفيذ التجربة Research Site	25
3.2 طريقة الزراعة Planting method	26
4.2 المعاملات المدروسة	27
5.2 التحاليل الكيميائية للمياه المستخدمة في الري	28
1.5.2 تحليل عينة من مياه دخل وخرج محطة معالجة الدباغات في عدرا الصناعية	30
2.5.2 التحاليل الكيميائية للتربة المدروسة قبل وبعد الزراعة	32
6.2 التحاليل الفيزيائية للتربة قبل الزراعة	33
1.6.2 تحديد الكثافة الظاهرية	33
2.6.2 تحديد السعة الحقلية	34
3.6.2 تحديد قوام التربة	35
7.2 حساب الاحتياج المائي لمحصول الشعير	36
1.7.2 معامل المحصول Kc	36

2.7.2 تحديد الاحتياج المائي المرجعي ETo	37
3.7.2 تحديد الاحتياج المائي الفعلي ETc	38
4.7.2 الأمطار والأمطار الفعالة	38
5.7.2 جدولة الري	39
8.2 تحليل البروتين في حبوب الشعير Grain protein content (GPC)	41
9.2 تحاليل الكيميائية للعناصر الثقيلة في النبات والتربة	42
1.9.2 تحليل المعادن الثقيلة في التربة	42
2.9.2 تحليل المعادن الثقيلة في النبات	42
10.2 المؤشرات المدروسة Investigated traits	42
1.10.2 عدد النباتات في مرحلة الحصاد (مليون نبات. هكتار$^{-1}$)	42
2.10.2 ارتفاع النبات Plant length (سم)	42
3.10.2 عدد الحبوب في النبات (حبة. نبات$^{-1}$) Grain numbers. Plant^{-1}	43
4.10.2 وزن الحبوب في النبات (غ. نبات$^{-1}$) Grain weight. Plant^{-1}	43
5.10.2 وزن النبات الجاف (غ) Dry weight	43
6.10.2 وزن الألف حبة (غ) 1000 Kernel weight	43
7.10.2 الغلة الحبية (غ. م$^{-2}$) Grain yield. m^{-2}	43
8.10.2 الغلة الحيوية (غ. م$^{-2}$) Vital yield	43
9.10.2 دليل الحصاد Harvest Index (%)	44
11.2 التحليل الإحصائي	44
النتائج والمناقشة	46
1.3 نتائج التحاليل الكيميائية للمياه المستخدمة أثناء الري	46
1.1.3 نتائج تحاليل المياه الجوفية	46
2.1.3 نتائج تحاليل مياه الصرف غير المعالجة المستخدمة أثناء الري	47
3.1.3 نتائج تحاليل مياه الصرف المعالجة المستخدمة أثناء الري	47
2.3 نتائج التحاليل الكيميائية للتربة قبل الزراعة وبعد الحصاد	49
3.3 الصفات الإنتاجية لمحصول الشعير	51
1.3.3 عدد النباتات في مرحلة الحصاد	51
2.3.3 ارتفاع النبات	53
3.3.3 متوسط عدد الحبوب في النبات	54

4.3.3 متوسط وزن الحبوب في النبات	56
5.3.3 وزن النبات الجاف	57
6.3.3 وزن الألف حبة	59
7.3.3 الغلة الحبية	60
8.3.3 الغلة الحيوية	62
9.3.3 دليل الحصاد	63
4.3 نتائج التحاليل الكيميائية للعناصر الثقيلة في التربة والنبات	65
1.4.3 نتائج تحاليل المعادن الثقيلة في التربة	65
1.1.4.3 قيم الكروم في التربة	65
2.1.4.3 قيم الرصاص في التربة	66
2.4.3 نتائج تحاليل المعادن الثقيلة في النبات	68
1.2.4.3 قيم الكروم في النبات	68
2.2.4.3 قيم الرصاص في النبات	70
5.3 نسبة البروتين في حبوب الشعير Grain protein content (GPC)	71
4 خاتمة البحث Research Conclusion	73
1.4 نتائج البحث Research Results	74
2.4 التوصيات والمقترحات Suggestions and Recommendations	75
المراجع العربية	76
المراجع الأجنبية	79
الملخص باللغة الانكليزية	-

فهرس الأشكال

رقم الشكل	الموضوع	الصفحة
1	عمليات زراعة محصول الشعير	25
2	موقع مشتل مدينة عدرا الصناعية في سورية	26
3	التصميم الحقلي للمعاملات المدروسة في التجربة موضحاً التوزع العشوائي للقطع التجريبية	27
4	الأجهزة المستخدمة في إجراء التحاليل	30
5	محطة معالجة الدباغات بعدرا الصناعية	30
6	تحضير مستخلص التربة 5:1 في مخبر إدارة المدينة الصناعية بعدرا	33
7	مراحل تجربة الكثافة الظاهرية	34
8	مراحل تجربة قياس السعة الحقلية	35
9	مراحل عمل تجربة الهيدرومتر	35
10	منحني معامل المحصول لمحصول الشعير	37
11	تأثير المعاملات المدروسة في صفة عدد النباتات بمرحلة الحصاد (مليون نبات. هكتار$^{-1}$)	52
12	تأثير المعاملات المدروسة في صفة متوسط ارتفاع النبات (سم)	54
13	تأثير المعاملات المدروسة في صفة عدد الحبوب في السنبلة (حبة. نبات$^{-1}$)	55
14	تأثير المعاملات المدروسة في صفة متوسط وزن الحبوب في السنبلة (غ)	57
15	تأثير المعاملات المدروسة في صفة متوسط وزن النبات الجاف (غ)	58
16	تأثير المعاملات المدروسة في صفة متوسط وزن الألف حبة (غ)	60
17	تأثير المعاملات المدروسة في صفة متوسط الغلة الحبية (غ)	61

18	**تأثير المعاملات المدروسة في صفة متوسط وزن الغلة الحيوية (غ)**	63
19	**تأثير المعاملات المدروسة في صفة متوسط دليل الحصاد (%)**	64
20	**تأثير المعاملات المدروسة في كمية الكروم في التربة**	66
21	**تأثير المعاملات المدروسة في كمية الرصاص في التربة**	67
22	**تأثير المعاملات المدروسة في كمية الكروم في النبات**	69
23	**تأثير المعاملات المدروسة في كمية الرصاص في النبات**	71
24	**تأثير المعاملات المدروسة في نسبة البروتين في الحبوب (%)**	72

فهرس الجداول

رقم الشكل	الموضوع	الصفحة
1	التصنيف العلمي لنبات الشعير	8
2	مساحة، إنتاج، غلة الشعير وتطورها على مستوى القطر خلال المدة (2011-2020)	10
3	معاملات التجربة وفق نسب المزج بين أنواع المياه المستخدمة في التجربة	28
4	نتائج تحليل المياه الداخلة والخارجة من المحطة أثناء الري	32
5	نتائج تجربة الكثافة الظاهرية	34
6	نتائج تجربة السعة الحقلية	35
7	قيم معامل محصول الشعير	36
8	طول مدة مراحل النمو المختلفة لمحصول الشعير	37
9	قيم الأمطار والأمطار الفعالة في المنطقة	39
10	حساب RAW، PAW	40
11	موعد وكمية الري في المسكبة الواحدة	41
12	نتائج تحاليل المياه الجوفية المستعملة خلال أشهر نمو الشعير	46
13	نتائج تحاليل مياه الصرف غير المعالجة من قطاع الصناعات الغذائية المستعملة خلال أشهر نمو الشعير	47
14	نتائج تحاليل مياه الصرف المعالجة من محطة الدباغات بعدرا المستعملة خلال أشهر نمو الشعير	48
15	التركيب الكيميائي لتربة موقع الدراسة قبل الزراعة وعند الحصاد	50
16	نتائج التحاليل الكيميائية للتربة المدروسة قبل الزراعة وبعد الحصاد	50

17	تأثير المعاملات المدروسة في صفة عدد النباتات بمرحلة الحصاد (مليون نبات. هكتار$^{-1}$)	52
18	تأثير المعاملات المدروسة في صفة ارتفاع النبات	53
19	تأثير المعاملات المدروسة في عدد الحبوب في السنبلة	55
20	تأثير المعاملات المدروسة في صفة وزن الحبوب في السنبلة	56
21	تأثير المعاملات المدروسة في صفة متوسط وزن النبات الجاف (غ)	58
22	تأثير المعاملات المدروسة في صفة متوسط وزن الألف حبة	59
23	تأثير المعاملات المدروسة في الغلة الحبية	61
24	تأثير المعاملات المدروسة في صفة الغلة الحيوية (غ)	62
25	تأثير المعاملات المدروسة في صفة دليل الحصاد (%)	64
26	كمية الكروم في التربة المدرسة قبل وبعد الزراعة	65
27	كمية الرصاص في التربة المدرسة قبل وبعد الزراعة	67
28	كمية الكروم في حبوب الشعير	69
29	كمية الرصاص في حبوب الشعير	70
30	نسبة البروتين في حبوب الشعير	72

قائمة الاختصارات Abbreviations

الاختصار	المرادف الإنكليزي	المرادف العربي
TW	Tap Water	مياه الشرب
TMW	Treated Municipal Wastewater	مياه الصرف الصحي المعالجة
EC	Electrical Conductivity	الناقلية الكهربائية
BOD	Biological Need for Oxygen	الاحتياج البيولوجي للأكسجين
COD	Chemical Oxygen Demand	الاحتياج الكيمائي للأكسجين
FWW	Full-irrigation Using Treated Wastewate	الري الكامل باستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة
SWW	Supplementary-irrigation Using Treated Wastewater	الري التكميلي باستخدام الصرف الصحي المعالجة
FSW	Supplementary-irrigation Using Fresh Water	الري التكميلي باستخدام المياه العذبة
RF	Rainfed	الري بعلاً
FW	Ground Water	مياه جوفية
TWW	Treated Wastewater	مياه صرف صحي معالجة
WWm	Mixed Wastewater and fresh Water	مزيج من المياه العذبة بمياه الصرف الصحي غير المعالجة
APE	Anionic Polyelectrolyte	بولي الكتريت شرسبي
APE	Cationic Polyelectrolyte	بولي الكتريت كاتيوني
Kc	Crop Coefficient	معامل المحصول
ETc	Reference Crop Evapotranspiration	الاحتياج المائي المرجعي
ETo	Actual Crop Evapotranspiration	الاحتياج المائي الفعلي
L.S.D	Least Significant Difference	أقل فرق معنوي
% C.V	Coefficient of Variation	معامل التباين

الملخص

نُفِذَت هذه الدراسة في مشتل إدارة المدينة الصناعية بعدرا، خلال الموسم الزراعي 2021/2020، بهدف دراسة تأثير الري بمياه صرف بعض قطاعات مدينة عدرا الصناعية على نمو محصول الشعير وصفات التربة 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 والكلور Cl^{-1} عند ري المحصول بالمياه المعالجة أكثر من ريه بالمياه غير المعالجة، وتفوقت معاملات الري بالمياه غير المعالجة على الري بالمياه المعالجة في كافة المؤشرات المدروسة، وكانت أعلى إنتاجية للنبات عند الري بالمياه غير المعالجة 3610 كغ/هكتار وزاد تركيز المعادن 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) %.

يوصى من هذه الدراسة بإجراء مزيد من الدراسات والأبحاث العلمية عن إمكانية استخدام مياه الصرف المعالجة وغير المعالجة في الري الزراعي والاستفادة منها للحصول على العناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات لزيادة إنتاجية المحاصيل مع الأخذ بالحسبان أن تكون المعادن الثقيلة في النبات ضمن الحدود المسموح بها.

الكلمات المفتاحية: الناقلية الكهربائية EC، الاحتياج الكيميائي للأكسجين COD، الاحتياج الحيوي للأكسجين BOD، المعادن الثقيلة.

المقدمة Introduction

أدت الزيادة السكانية إلى زيادة الطلب على المياه وزيادة المنافسة بين القطاعات الاقتصادية المختلفة مما دعا إلى التوجه نحو استثمار المياه الجوفية التي تدهورت نوعيتها، وأصبحت مسألة استهلاك المياه وتنمية الموارد المائية من أهم المسائل المطروحة حالياً لمواجهة الطلب المتزايد على المياه (الشاطر وبلدية، 2014).

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

يستخدم الشعير في بعض المناطق الآسيوية الفقيرة كغذاء رئيس، فحبوب الشعير تحتوي على 10- 12.2 % بروتين، 75.6- 77.2 % نشاء، 1.5- 2.4 % دهن، 4.6- 5.2 % رماد (FAO، 2013).

يعتبر الشعير من المحاصيل المتحملة للملوحة حيث يتحمل حتى 18 ديسيسيمنز/م، وهو الأكثر تحملاً للملوحة من بين المحاصيل الحبية، ويعتبر نمو الشعير في موقع معين كمؤشر يساعد في التعرف على مشكلة الملوحة وشدتها (الزعبي وزملاؤه ب، 2014).

إشكالية البحث Research Problem:

تعد منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا من أكثر مناطق العالم ندرةً في المياه، ويزداد الوضع سوءاً بسبب تأثيرات النزاعات وتغيرات المناخ والصعوبات الاقتصادية، وباتت أزمة المياه تشكل تهديداً لاستقرار المنطقة وكذلك للتنمية البشرية والنمو المستدام فيها.

تمثل حصة الفرد من الموارد المائية في المنطقة ما يعادل سدس المتوسط العالمي فقط، وهي آخذة في الانخفاض، وتعاني جميع بلدان المنطقة من مشكلة استنزاف المياه الجوفية في ظل معدلات السحب العالية للغاية من المياه

السطحية والجوفية على حد سواء، وهذا يعني أن قطاع الزراعة يتنافس على المياه مع قطاع الصناعة، وإضافة إلى ذلك أدى المناخ إلى زيادة تكرار مواسم الجفاف (منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، a 2018).

تعد مسألة نقص المياه والحاجة الماسة له للري وعدم الاستفادة من الكميات الكبيرة من المياه الناتجة عن الصرف الصحي الصناعي لجميع القطاعات ضمن المدينة الصناعية بعدرا، التي تصرف دون معالجة باستثناء قطاع الدباغات حيث توجد محطة لمعالجة مياه صرف هذا القطاع، من أهم المشاكل الواجب حلّها من خلال تعزيز التعاون بين مؤسسات الدولة المختصة في مجال البيئة والمنظمات الدولية التي تهتم بحل المشكلات البيئية على التمويل اللازم لإنشاء محطات معالجة رئيسية وثالثية ضمن عدرا الصناعية تستقبل منصرفات الصرف الصحي الصناعي كلها لحماية البيئة والمنطقة من التلوث الصناعي.

تساؤلات البحث Research Questions:

1. ما مدى تحويل مشكلة التلوث البيئي الذي تحدثه مياه الصرف الصحي الصناعي إلى منافع ذات قيمة اقتصادية وبيئية بمعالجتها وإعادة استخدامها كأحد المصادر غير التقليدية للمياه؟
2. ما مدى مساهمة معالجة مياه الصرف الناتجة عن المصانع وإعادة الاستخدام الآمن لها في تحسين البيئة في سورية، ومنع الضرر بصحة الإنسان والكائنات الحية الأخرى المعرضة لخطر تلوث الموارد المائية العذبة بهذه المياه؟
3. ما هي الفوائد المجنية سواء المادية أو المعنوية من إعادة استخدام المياه العادمة المعالجة في الإنتاج الزراعي؟
4. ما مدى تقبل المزارعين لإعادة استخدام مياه الصرف الناتجة عن المصانع في الزراعة؟
5. ما هو أثر المؤسسات ذات العلاقة في تطوير مثل هذه المشاريع؟

فرضيات البحث Research Hypothesis:

تفترض الدراسة إمكانية وجود علاقة معنوية بين استخدام مياه الصرف الصحي الصناعي المعالجة وغير المعالجة في زراعة الشعير وزيادة الناتج المحلي الإجمالي منه، إضافة لوجود علاقة بين استخدام هذا النوع من المياه العادمة وخفض عجز الموارد المائية في سورية، كما تفترض وجود أثر إيجابي لاستعمال هذه المياه في تقليل التلوث البيئي. وتفترض أن مياه صرف قطاع الصناعات الغذائية ذات حمولة عضوية ومحتوى من العناصر المعدنية والغذائية تُغني عن استخدام التسميد العضوي والمعدني للنبات المزروع، وتفترض أن مياه صرف الدباغات المعالجة صالحة للزراعة ولا تسبب أي ضرر للمحصول.

أهداف البحث Research 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 محصول الشعير وإنتاجه.
3. دراسة تأثير هذا النوع من المياه في الصفات المختلفة للتربة المزروعة.

أهمية موضوع البحث Research Relevance:

تضاعفت الحاجة للموارد العلفية في السنوات الأخيرة بسبب قلة الهطولات المطرية وما نتج عنه من قلة إمكانية حصاد المحاصيل المزروعة في مناطق الاستقرار الثانية والثالثة والرابعة في القطر العربي السوري، إضافة إلى ضعف نمو النباتات الرعوية في أراضي البادية، الأمر الذي انعكس سلباً على الثروة الحيوانية بالقطر سواء على مستوى أعدادها أو تذبذب أسعارها إضافة إلى الحاجة لاستيراد أعلاف بالعملة الصعبة، ونتيجة لزيادة الطلب على مصادر المياه في

العالم خاصةً في المناطق الجافة وشبه الجافة أجبر ذلك المزارعين على استعمال مياه ذات نوعية متدنية للري كمياه الصرف الزراعي والمياه الجوفية المالحة (الزعبي وزملاؤه ب، 2014).

تصنف سورية مع الدول الفقيرة بالمياه وفق التصنيف العالمي (أقل من 1000م^3/الفرد/السنة) وبلغ العجز في الموازنة المائية المتجددة بحدود 3 مليار م^3 سنوياً. لذلك تولي الحكومة تقانات إدارة المياه و التقانات التي توفر المياه العذبة اهتماماً بالغاً، وتتعرض الزراعة في سورية إلى تحديات كبيرة في مواجهة النقص الحاصل في الموارد المائية، ويشكل شح المياه في سورية مشكلة شائعة تنذر بالخطر، إذ يهدد شح المياه المتفاقم التنمية الاقتصادية والاستقرار في كثير من المناطق، إضافة إلى ذلك إن فرص الحصول على مصادر جديدة للمياه تعد محدودة اليوم، وبالتالي أصبح التغلب على هذا الوضع يمثل تحدياً اقتصادياً واجتماعياً كبيراً، لذا فقد أصبحت إدارة الموارد المائية بصفة عامة واستخدام الموارد المائية غير التقليدية من المهام الرئيسية لكل من يهتم بالتنمية (منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، 2017).

تعاني سورية عامةً، والمناطق الزراعية خاصةً من نقص في الموارد المائية المتاحة، وفي ظل تزايد عدد السكان والأوضاع الاقتصادية والمستوى المعيشي للسكان؛ فإن هناك حاجة ملحة إلى ري المحاصيل الزراعية وزيادة إنتاجها، وبذلك تظهر أهمية إعادة استخدام المياه العادمة في هذا المجال، الأمر الذي قد يسهم في التخفيف من مشكلة نقص المياه، وزيادة مساحات الأراضي المروية، والأمن الغذائي، وحماية البيئة من التلوث، والتخفيف من الفقر من خلال خلق فرص عمل جديدة، على الرغم من قلة الدراسات المحلية حول هذا الموضوع.

تكمن أهمية الدراسة في تسليط الضوء على إمكانية استخدام مياه الصرف الصحي الصناعي المعالجة وغير المعالجة في ري المزروعات واستثمار المياه الناتجة عن المدن الصناعية كمصدر آخر للري وزيادة رقعة المساحات المزروعة حول هذه المدن وتحسين العائد الزراعي لبعض المحاصيل ولا سيما الشعير، والتعرف على الآثار الإيجابية والسلبية لهذه العملية على التربة والنبات والبيئة، فتعمل معالجة مياه الصرف الصحي على استدامة الزراعة من خلال

معالجة هذه المياه وإعادتها إلى الطبيعة مرة ثانية، وتساعد في حفظ الأمن القومي المائي للدول من خلال تكرير المياه وإعادة استخدامها وتحقيق الاكتفاء الذاتي لديها من مصادر المياه التي تمتلكها.

مسوغات البحث Research Justifications:

مع الزيادة المستمرة في عدد السكان وعودة الحياة الصناعية في سورية، والزيادة في معدلات استهلاك المياه وزيادة استخدام المنظفات والمواد الكيميائية المختلفة التي يصرف أغلبها مع مخلفات الصرف الصحي والصناعي مما يجعل من المخلفات السائلة مشكلة كبيرة، وتؤدي قلة الكفاءة في إدارة مشاريع معالجة هذه المخلفات إلى تفاقم آثارها عاماً بعد عام وظهور عديد من المشكلات سواء نقل الأمراض أو تلويث المياه الجوفية والتربة الزراعية إضافة إلى تلويث المسطحات المائية (منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، 2018 b).

تهتم الحكومة السورية بالمحافظة على بيئة نظيفة وتعطي أولوية قصوى لمواجهة مختلف التحديات البيئية الناتجة من الممارسات السلبية للإنسان والمؤسسات والهيئات الخدمية مما يلوث البيئة ويمثل خطراً على صحة الإنسان واستنزاف للثروات الطبيعية وخاصة المياه التي يجب الحفاظ عليها من التلوث بجانب الاستفادة الآمنة من مياه الصرف الصناعي المعالجة في الزراعة.

وضعت مبررات هذا البحث نتيجة وجود عجز مائي في معظم المحافظات السورية ومنها محافظة ريف دمشق التي تقع فيها مدينة عدرا الصناعية وتوفر كميات كبيرة من مياه الصرف الصحي المعالجة وغير المعالجة التي يمكن استخدامها كمورد مائي للري بعد تقييمها.

الفصل الأول

الدارسة المرجعية

Literature Review

1. الدراسة المرجعية Literature Review

لقد تحول الشعير (Hordeum vulgare L.) خلال آلاف السنين من كونه محصولاً غذائياً إلى محصول علفي ويستخدم حوالي 85% من الإنتاج العالمي حالياً في تغذية الحيوان (Ullrich، 2002). ويمكن أن يستخدم علفاً أخضر للحيوانات، أو تحش النباتات قبل النضج وتستخدم في تصنيع السيلاج (Baum وزملاؤه، 2004).

نظراً لمحدودية الموارد المائية في الجمهورية العربية السورية وما يترتب على ذلك من عجز تراكمي متزايد في الموارد المائية المتاحة للأغراض الزراعية، كان لابد من البحث عن مصادر مائية رديفة تدعم الموازنة المائية الحالية، عبر إعادة استعمال مياه الصرف الصحي بعد معالجتها في مجال الري الزراعي، وإدخال هذا النوع من المياه غير التقليدية كمورد مائي إضافي متجدد ضمن الموازنة المائية الوطنية (جزدان، 2000).

يجب دراسة التأثيرات المختلفة التي يسببها استعمال المياه العادمة بسبب احتوائها على كميات كبيرة من الملوثات، لأنها أساساً فضلات بشرية، وحيوانية، وتؤثر سلباً على صحة الانسان، فهناك نسبة كبيرة من الأمراض التي يصاب بها مواطن العالم الثالث، تعود أساساً إلى التلوث في الماء، والغذاء (البيئة والتنمية، 1997).

تشكل المياه العادمة والمعالجة مصدراً مائياً رديفاً لا يستهان به في الكمية، وتجدر دراسة نتائج استعماله في الري الزراعي (عبد السلام، 1986).

1.1 التصنيف العلمي:

ينتمي الشعير إلى العائلة النجيلية Poaceace التي تعد أكبر فصيلة في النباتات أحادية الفلقة والرتبة Poales والجنس Hordeum المؤلف من 32 نوعاً (Bothmer وزملاؤه، 1991) ويصنف الشعير كما في الجدول (1):

جدول (1): التصنيف العلمي لنبات الشعير.

Kingdom	Plantae
Subkingdom	Viridiplantae
Infrakingdom	Streptophyta
Superdivision	Embryophyta
Division	Tracheophyta
Subdivision	Spermatophytina
Class	Magnoliopsida
Superorder	Lilianae
Order	Poales
Family	Poaceae
Genus	Hordeum L.
Species	Hordeum vulgare L.

2.1 أهمية زراعة محصول الشعير:

يزرع الشعير ويستخدم حول العالم منذ قرون عديدة في تغذية الإنسان، وكعلف للماشية والدواجن وقد كان للشعير أهمية بالغة خلال مئات أو آلاف السنين خلال مرحلة انتقال الإنسان من الصيد إلى التجمع في نمط الحياة الزراعية في منطقة الهلال الخصيب في العراق، ويعد الهلال الخصيب الأول من بين المراكز الزراعية الأصلية السبع في العالم (Smith، 1998).

كما يزرع الشعير بسبب مقدرته على النمو وإعطاء غلة حبية جيدة في البيئات الهامشية Marginal environments التي غالباً ما تتسم بالجفاف، وارتفاع درجات الحرارة (Ceccarelli وGrando، 1996)، وعادة ما يكون المحصول الحبي الوحيد الذي يمكن أن ينجح في البيئات الجافة التي يقل فيها معدل الهطول المطري السنوي عن 350 مم (Ceccarelli، 1994).

عرفت مناطق زراعة الشعير في أعالي أثيوبيا وجنوب شرق آسيا، وسجلت زراعته في مصر عام 5000 قبل الميلاد، وعام 3000 قبل الميلاد في شمال غرب أوروبا وعام 2000 قبل الميلاد في الصين. يعد محصول الشعير Hordeum vulgare L رابع أهم المحاصيل النجيلية الحبية بعد القمح Triticum، الرز Cedrus، والذرة الصفراء Zea mays L، ويتميز بقدرة تكيفية عالية إذ ينمو ضمن مدى واسع من الظروف البيئية. بصورة عامة يمكن أن يزرع الشعير في الأراضي الضعيفة التي لا تجود فيها زراعة القمح، وفي الأراضي التي تعاني مشاكل الملوحة في التربة والمياه، وفي حال التأخر في موعد زراعة القمح، ويجود الشعير في المناطق الباردة وهو أكثر تحملا للعطش والملوحة من القمح، وتقل الاحتياجات المائية للشعير عما يحتاجه القمح بمقدار 10–15 %، وتجري زراعته في المناطق التي تعتمد على الأمطار والمياه السطحية، وتتفاوت الاحتياجات المائية حسب نوع التربة، وموعد الزراعة، والظروف الجوية، وملوحة المياه (باسماعيل وسعيد، 2016).

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 رئيساً، 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، وتتراوح الكميات المستهلكة منه في هذه الصورة بين 0.7–1.3 مليون طن سنوياً، 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)، ويمكن أن يستخدم مع القمح في صناعة الخبز (Mishra وShivakumar، 2000).

تنتشر زراعة الشعير في غالبية دول العالم، ويعود ذلك إلى استعمالاته العديدة، وإلى تعدد أصنافه القادرة على تحمل الشروط البيئية المختلفة بما في ذلك القطب الشمالي والمناطق القريبة من خط الاستواء، وبلغت المساحة

الحالية المزروعة بالشعير في القطر العربي السوري (1502926 هكتار)، والإنتاج (2245791 طن)، والغلة (1494 كغ/هـ) وذلك وفق إحصائيات وزارة الزراعة لعام 2020. يبين الجدول (2) واقع زراعة محصول الشعير في القطر خلال السنوات العشرة الأخيرة (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2020).

جدول (2): مساحة، إنتاج، غلة الشعير وتطورها على مستوى القطر خلال المدة (2011–2020).

البيان	سقي Irrigated			بعل Non- Irrigated			المجموع Total		
	مساحة	إنتاج	غلة	مساحة	إنتاج	غلة	مساحة	إنتاج	غلة
الواحدة	هكتار	طن	كغ/هـ	هكتار	طن	كغ/هـ	هكتار	طن	كغ/هـ
2011	69643	97761	1404	1222992	569003	465	1292635	666764	516
2012	63320	95188	1503	1069555	632863	592	1132875	728051	643
2013	48935	94939	1940	1213943	815981	672	1262878	910920	721
2014	53541	110498	2064	1167018	489606	420	1220559	600104	492
2015	61558	115177	1871	1058787	1499707	1416	1120345	1614883	1441
2016	62234	124842	2006	1182033	829638	702	1244267	954480	767
2017	64478	128380	1991	1116515	861674	772	1180993	990054	838
2018	74196	160851	2168	1113038	247259	222	1187234	408110	344
2019	66693	195844	2936	1414193	2857280	2020	1480886	3053124	2062
2020	60227	163232	2710	1442699	2082559	1444	1502926	2245791	1494

المصدر: وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، المجموعة الإحصائية السنوية، 2021.

3.1 فوائد ومخاطر الري بمياه الصرف:

يعد الري بمياه الصرف سواء المعالجة أو ضعيفة المعالجة أو المخففة وحتى الخام ممارسة منتشرة في المناطق المدنية وشبه المدنية في معظم البلدان (Hamilton وزملاؤه، 2007؛ Scott وزملاؤه،2004).

أصبحت إعادة استعمال المياه في بعض المناطق المدنية ضرورة ملحة بسبب الجفاف وندرة المياه (Molden وزملاؤه، 2010؛ Oron وزملاؤه، 2007). إنّ ندرة المياه ليست الدافع الوحيد لهذه الممارسة، وتوجد مجموعة من الجوانب البيئية التي تشكل حوافز مهمة لإعادة استعمال المياه مثل توفير العناصر الغذائية وتوفير مصادر المياه والقرب من المزارعين الحضريين في المناطق المحيطة والمساهمات في الأمن الغذائي والمائي وزيادة الدخل ورفع مستوى المعيشة للمزارعين الفقراء (Khouri وزملاؤه، 1994؛ Bruugen، 2010). يمكن أن تساعد إعادة استعمال المياه أيضاً في التخفيف من آثار تغير المناخ في إنتاجية المحاصيل وموارد المياه المتضائلة (Misra، 2014).

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

يُحدد تأثير مياه الصرف الصحي على نمو النبات من خلال عدة عوامل: التركيب الكيميائي للمياه ونوع أو طريقة المعالجة المطبقة على هذه المياه ومستوى إضافتها ونوع المحصول المزروع وظروف التربة والظروف المناخية السائدة خلال الموسم الزراعي (Abdullrzzakmani، 2011؛ Patsios و Karabelas، 2007).

أكد الشاطر (1998) أن حمأة الصرف الصحي تعد مصدراً مهماً للمادة العضوية والعناصر المغذية للنبات، لكنها تحتوي على بعض المعادن الثقيلة التي قد تشكل عائقاً في الاستخدام الزراعي الواسع لها.

يعد استخدام المياه العادمة في أراضي المحاصيل والغابات خياراً مهماً للتخلص منها، إضافة إلى أنه يمكن أن يُحسن الخصائص الفيزيائية للتربة ومحتواها من العناصر الغذائية. يوفر الري بمياه الصرف الآزوت والفوسفور والمواد العضوية للتربة ولكن هناك قلق بشأن تراكم العناصر السامة مثل الكاديوم والنحاس والحديد والمنغنيز والرصاص والزنك من كلا المصادر المحلية والصناعية (Kiziloglu وزملاؤه، 2008).

يجب التحقق من تحاليل مياه الصرف قبل استخدامها في الزراعة إضافة إلى تحليل مكونات التربة للأنواع المروية قبل استخدام هذه المياه في الزراعة، ويجب أن تكون هذه التحاليل تتضمن تراكيز المعادن الثقيلة والميكروبات الخطيرة، ومدى قدرة المحاصيل المزروعة المراد ريها بهذه المياه على تحمل وتراكم الملوثات الموجودة، وبخصائص التربة وأساساً قدرة الجذور على امتصاص الملوثات (El-Nahhal وزملاؤه، 2013).

إنَّ تحديد تراكم المعادن الثقيلة من الحمأة أو من مياه الصرف بعد تطبيقها على التربة مهم جداً للممارسة الزراعية، ويسمح ذلك بتقييم المعدل الذي تنتقل به إلى التربة والذي يهيئ امتصاص النبات لها (Gondek، 2010).

أشار معظم الباحثين إلى احتمال ضئيل لتلوث التربة والنباتات بالمعادن الثقيلة ومسببات الأمراض خاصة عند استخدام طرق إدارة التربة والمياه المناسبة (Ioukopoulos وKalavrouziotis، 2008؛ Angelakis وLazarova، 2003).

بيّن Andrea وزملاؤه (2015) أنَّ استخدام مياه الصرف المعالجة للري الزراعي في أمريكا اللاتينية أصبح مكوناً أساسياً لإدارة موارد المياه إدارة أكثر استدامة وتكاملاً، لاسيما في المناطق التي تعاني من ندرة المياه، وتروى أكثر من 20 مليون هكتار بمياه الصرف في جميع أنحاء العالم من قبل حوالي 200 مليون مزارع. وأظهر أن عيوب إعادة استخدام مياه الصرف ترتبط بالاستخدام غير المنضبط لها الذي يعزز انتشار مسببات الأمراض والمواد الكيميائية والمكونات الأخرى غير المرغوب بها وتراكم المعادن الثقيلة التي يمكن أن تؤثر سلباً على الإنتاج الزراعي على المدى الطويل، فإنّ استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة له إمكانات كبيرة ولكن لا يمكن التعامل معه بمعزل عن أنظمة إدارة المياه والصرف الصحي المحلية والإقليمية والعالمية.

ذكرت الباحثة Lahlou وزملاؤها (2021) من خلال دراسة إعادة استخدام المياه العادمة لري علف الماشية كممارسة مستدامة في قطر أنَّ إعادة استخدام المياه العادمة في زراعة علف الحيوانات تمثل فرصة لتخفيف الضغط على قطاعي المياه والطاقة مع تعزيز إنتاج الغذاء بفضل زيادة الغلات التي جرى الحصول عليها من هذه الممارسة،

وأن طرق الري المستخدمة في زراعة محاصيل الأعلاف ونوع التربة تؤثر على تراكم الملوثات، وعلى السمية البيئية والسمية البشرية لهذه الممارسة، ونظراً لأن علف الماشية لا يتطلب مياه الصرف الصحي عالية النقاء، يمكن إدخال تعديل تقني في محطات معالجة مياه الصرف الصحي، مما سيقلل من تكلفة المعالجة ويعزز الفائدة الاقتصادية المرتبطة بإعادة استخدام مياه الصرف الصحي لزراعة محاصيل الأعلاف.

قيّم Vergine وزملاؤه (2017) مدى ملاءمة إعادة استخدام النفايات السائلة الصناعية الزراعية لأغراض الري، لأنّ إعادة استخدام المياه العادمة المعالجة لري المحاصيل تسهم في التخفيف من الإجهاد المائي، لا سيما في بلدان البحر الأبيض المتوسط، اختبرت معاملات على نطاق واسع في موقع صناعي زراعي في بوليا (إيطاليا) بالاعتماد على الترشيح الفائق للأغشية والتطهير بالأشعة فوق البنفسجية وقامت محطة معالجة مياه الصرف الصحي بمعالجة المياه الناتجة عن مصنع تعليب الخضار، واستخدمت النفايات السائلة المعالجة في اختبارات الري الميدانية. أظهرت النتائج أنه لم يكن لاستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة الزراعية أي آثار مثبطة على نمو النباتات، ولم ينتج أي تلوث بالمواد الصلبة على المحاصيل.

بيّن Babayan وزملاؤه (2012) أن استخدام المياه العادمة المعاد تدويرها تعد إحدى أهم الطرق لتعظيم موارد المياه الحالية وتوسيع إمدادات المياه الحالية في المناطق المدنية في إيران. والتي يؤدي الري فيها أثراً حيوياً في زيادة غلة المحاصيل واستقرار الإنتاج وخصوصاً في المناطق القاحلة وشبه القاحلة، ويعد الري ضرورياً للزراعات المجدية اقتصادياً. بينت الدراسة أنه يمكن استخدام المياه العادمة بنجاح لري وتعزيز نمو المحاصيل العلفية، ويمكن الحصول على غلات عالية من المحاصيل العلفية مثل الذرة والبيقية عن طريق الري بمياه الصرف الصحي. علاوة على ذلك، تقدم المياه المعالجة إضافات أخرى للتربة كعناصر الآزوت والفوسفور التي تؤدي إلى تحسين إنتاج المحاصيل من خلال تحسين خصوبة التربة والمواد العضوية فيها. كما أن الاستخدام المستمر لمياه الصرف الصحي قد يؤدي إلى تراكم المغذيات النباتية والمعادن الثقيلة إلى مستويات عالية غير مرغوب فيها في المحاصيل، وبالتالي تقليل جودتها

وقيمتها الغذائية كمحاصيل علفية لتغذية الحيوانات. لذلك يجب اختيار المحاصيل بعناية لتقليل أي تأثير ضار محتمل على جودتها. كما تتطلب مراقبة دورية لمعايير جودة المحاصيل عند استخدام مياه الصرف في الري.

لاحظ Carr وزملاؤه (2011) أن إعادة استخدام المياه العادمة المعالجة (المياه المستصلحة) للري تعد استراتيجية قيمة للاستفادة من موارد المياه المتاحة، وقاموا بإجراء مقابلات شبه منظمة مع مزارعين أردنيين لاستكشاف كيفية إدراكهم لجودة المياه المستصلحة، بين بعض المزارعين الذين يروون بالمياه المعالجة بالقرب من محطات المعالجة مباشرة أن الري كان ذا أثر إيجابي وخاصة بالنسبة للعناصر الغذائية الناجمة عن الري بالمياه المستصلحة، في المقابل نظر آخرون يستخدمون المياه المستصلحة استخداماً غير مباشر من خلال مزجها بالمياه العذبة إلى هذا المورد المائي مزجاً سلبياً. أوضحت النتائج أنه يجب مراعاة قدرة المزارعين على إدارة التحديات الزراعية المرتبطة بالمياه المستصلحة (الملوحة وأضرار نظام الري وتسويق المنتجات) والتحديات الفعلية والمتصورة والقدرة على التحكم في مكان وزمان استخدام المياه المستصلحة، وتأثيرها على جودة المياه التي يجري توصيلها إلى المزرعة.

4.1 التجارب المدروسة باستخدام مياه الصرف في ري الشعير:

قامت الحايك (2022) بدراسة مدى استجابة محصولي الشعير والسيسبان للري الناقص وكيفية رفع إنتاجية الاحتياج المائي الصافي وإنتاجية مياه الري ومدى تأثير نوعية المياه في خصائص التربة الكيميائية وتراكم المعادن الثقيلة فيها وعلى إنتاجية ونوعية المحصول في مركز البحوث العلمية الزراعية في السلمية حيث نُفذت التجربة وفق تصميم القطع تحت المنشقة بثلاثة مكررات، وبمعاملتي نوع المياه (مياه عذبة، مياه صرف صحي معالجة)، وبمعاملتي تسميد، وبثلاثة مستويات للري (50%، 75%، 100%). أدى استعمال مياه الصرف الصحي المعالجة في الري إلى زيادة معنوية في الغلتين الحبية والحيوية بنسبة 3.6% مقارنة مع الري بمياه عذبة، وزيادة محتوى التربة زيادة معنوية من حيث الآزوت المعدني 17% والمعادن الثقيلة: الرصاص 156%، والكروم 116%، والكاديوم 1100، لكن كانت أقل بكثير من الحدود المسموحة للمعادن في التربة، بينما لم يؤثر الري بمياه معالجة معنوياً في خصائص التربة الكيميائية الأخرى،

كما زاد الري بمياه معالجة محتوى حبوب الشعير من تراكيز الرصاص والكروم والكاديوم زيادة معنوية، لكن كانت جميعها بالحدود الآمنة لتراكيز هذه الحدود في النبات.

درس Almohisen و Alsharari (2021) تأثير ثلاثة مصادر للري على النمو والغلة ومحتوى حبوب الشعير من العناصر المعدنية في بعض مناطق المملكة العربية السعودية التي تعاني من ندرة المياه، وأجرى 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). حللت تربة الموقع لأجل تحديد (الرقم الهيدروجيني pH والناقلية الكهربائية EC) وتراكيز (الحديد Fe والرصاص Pb والنحاس Cu والكلور Cl^{-1}) وكانت القيم (8.46، 0.37 ds/m، 11.98 mg/kg، 0 mg/kg، 5.11 mg/kg، 2.00 mg/l) على التوالي، وأظهرت النتائج وجود تأثير معنوي لطبيعة أو مصدر المياه في الصفات المدروسة، وكان 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/ نبات على التوالي. علاوةً على ذلك بين التفاعل بين معاملات الري والأصناف المحلية وجود تفوق معنوي عند الري بالمياه المعالجة وسجل أعلى ارتفاع وطول السنبلة وعدد الحبوب في السنبلة. وزاد تركيز المعادن الثقيلة في حبوب الشعير المروية بمياه الصرف الصحي المعالجة TMW لكنها بقيت ضمن الحدود الآمنة باستثناء تركيز الكاديوم والحديد مقارنة بمصادر المياه الأخرى. تشير النتائج إلى أن الري بمياه الصرف يمكن أن يكون مصدراً بديلاً منخفض التكلفة وقابل للتطبيق لإنتاج المحاصيل وخاصة بعض الأصناف من الشعير مع ضرورة التركيز على زراعة الصنف الأكثر

تكيفاً للري بمياه الصرف الصحي ومراعاة الحدود الآمنة من مستوى المعادن الثقيلة الموجودة في الحبوب أو الأجزاء النباتية الأخرى التي يستهلكها الإنسان أو الحيوان.

أكد Samarah وزملاؤه (2020) تفوق مياه الصرف الصحي المعالجة على المياه العذبة عند استخدامها في ري الشعير في الأراضي الجافة في الأردن حيث أُجريت تجربتين ميدانيتين في موقعي محطة معالجة مياه الرمثا ومحطة معالجة مياه الصرف الصحي في جامعة العلوم والتكنولوجيا الأردنية (JUST) لدراسة الصفات الفسيولوجية، ونمو النبات، والغلة الحبية لأربعة أصناف من الشعير (أكساد 176، روم، أثروه، اليرموك) جرى الحصول عليها من المركز الوطني للبحوث الزراعية في الأردن، ثم ريها بأربع معاملات ري: 1. الري الكامل باستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة (FWW)، 2. الري التكميلي باستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة (SWW)، 3. الري التكميلي باستخدام المياه العذبة (FSW)، 4. معاملة بدون ري (الري بعلاً RF)، لم يستخدم أي أسمدة على المواقع. حللت المعادن الثقيلة في كلا الموقعين وكانت قيم الرصاص Pb للمعاملات (FWW، SWW، FSW، RF) هي على التوالي (11.1، 9.7، 11.9، 10.9) ميكروغرام/غرام تم تطبيق مياه الري باستخدام طريقة الري بالتنقيط وتمت مراقبة كمية المياه التي تطبق على كل قطعة أرض في كل معالجة باستخدام عداد مياه حجمي مركب على خطوط أنابيب الري، أدى الري الكامل أو التكميلي باستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة إلى زيادة معدل التمثيل الضوئي للنبات، وارتفاع النبات، وإنتاجية الحبوب ووزن الألف حبة مقارنة بظروف الزراعة المطرية. أعطت النباتات المزروعة تحت الري التكميلي باستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة غلة حبية أعلى معنوياً مقارنة مع استخدام الري التكميلي باستخدام المياه العذبة وتفوق صنف روم معنوياً على بقية الأصناف المزروعة، أما في ظل الظروف الزراعة المطرية فقد تفوق صنف روم وأكساد 176 على بقية الأصناف. أدى الري التكميلي باستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة إلى تحسين الغلة الحبية للشعير ويمكن أن يكون خياراً جيداً للحفاظ على المياه وتقليل مخاطر تكاثر النبات في نهاية موسم النمو، ولم تتراكم المعادن الثقيلة كالرصاص في التربة أو الحبوب المحصودة.

ذكر Hatamian وزملاؤه (2020) أن الري بكل من مياه الصرف المعالجة، ومزيج من مياه الصرف غير المعالجة مع مياه الآبار أدى إلى تراكم كل من الرصاص Pb والكادميوم Cd في التربة وحبوب محاصيل القمح Triticum والشعير Hordeum vulgare L في إيران. فحصت عينة واحدة من كل معاملة كل عشرة أيام لتقييم الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه الواردة (بإجمالي تسع عينات لكل معاملة)، ثم أخذ 30 نباتاً من كل محصول للتحليل إضافة إلى 30 عينة عشوائية من تربة الحقل. أظهرت النتائج أن قيم (الناقلية الكهربائية EC، الاحتياج البيولوجي للأكسجين BOD، الاحتياج الكيمائي للأكسجين COD، الرصاص Pb) كانت أكثر في خليط مياه الآبار والمياه غير المعالجة مقارنة بالمياه المعالجة، كما لم تكن الفروق معنوية بالنسبة لمتوسط تراكيز الرصاص في التربة المزروع بها كلا المحصولين. وكان تركيز معدن الرصاص في حبوب الشعير أعلى من الحدود المسموح بها في منظمة الصحة العالمية، مما يشير إلى أن الحبوب المنتجة في هذا المجال ضارة بالاستهلاك الحيوي.

قامت الباحثة Alawasy وزملاؤها (2018) 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، واستخدم 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 أخذت عينات من التربة قبل زراعة الشعير للتحليل الكيميائي اللازم فكانت pH= 7.44، EC= 3.9 ds/m، N= 47 mg/l ، P= 8.9 mg/l، K= 149mg/l، Cd= 0.18 mg/l ، Fe= 16.5 mg/l، Cu= 4.8 mg/l، Pb= 2.7 mg/l وأخذت قياسات النمو المطلوبة، فحصت الظروف لموسميين متتاليين. لوحظ زيادة الناقلية الكهربائية EC زيادة معنوية عند المعاملة 100% وكانت 7.40 ds/m وكانت قيم ال pH قبل التجربة وبعدها تتراوح بين (7.38– 7.52) أي أنها قريبة من التعادل ولا تتأثر بمياه الصرف الصحي، وكان أعلى التراكيز للعناصر الغذائية (الحديد Fe، الرصاص Pb، النحاس Cu) في التربة عند المعاملة 100% فكانت (47.10، 4.2، 14.13) مغ/ل 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) % التي 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، الكروم Cr) في المجموع الخضري لمحصول السيسبان عند الري بالمياه المعالجة (16.67، 5.73) مغ/كغ على التوالي مقارنة بالري بالمياه الجوفية (12.5، 3.4) مغ/كغ على التوالي إلا أن تراكيز هذه المعادن في النبات هي ضمن الحدود المسموح بها.

في تجربة قام بها Punith وزملاؤه (2017) عن تأثير الري بالنفايات السائلة لصناعة المشروبات على نمو الشعير وإنتاجيته وخصائص التربة عام 2012 بالقرب من بنغالورو في الهند جمعت النفايات السائلة في وجود الجبس

الخاص بصناعة المشروبات كل 60 يوماً من الشركة وكانت هذه النفايات ذات وسط pH قريباً من 7، ومتوسطة في الناقلية الكهربائية EC (1.59 ديسيسيمنز/سم) والاحتياج البيولوجي للأكسجين BOD (42.2 مغ/ل) والاحتياج الكيميائي للأكسجين COD (143 مغ/ل) ولكنها منخفضة في محتوى المغذيات النباتية. وروي الشعير بالمياه العذبة فقط لمدة 15 يوماً بعد الزراعة لتجنب التأثير الضار لمخلفات صناعة المشروبات وحللت عينات المياه والتربة باتباع الإجراءات المعيارية لعشرة معاملات. كانت مؤشرات النمو (ارتفاع النبات، الوزن الجاف) أعلى بكثير في معاملة الري T_{10} (مياه عذبة + مخلفات صناعة المشروبات + جبس+ وقود مشتق من النفايات الصناعية) 85.2 سم و118.3 غ على التوالي مقارنة مع بقية المعاملات، كما لوحظ انخفاض القش والمادة الجافة في بقية المعاملات.

قارن Wojciech وزملاؤه (2016) إضافة كمية من مياه صرف المجاري للشعير الربيعي في بولندا مع كمية مكافئة من الأسمدة المعدنية في تجربة ميدانية أجريت في تربة ثقيلة، بعد تطبيق مياه الصرف حدثت تغيرات إيجابية طفيفة في الخواص الكيميائية للتربة ولم يتجاوز المحتوى المعدني للعناصر الثقيلة الحدود المسموح بها في الاستخدام الزراعي لمياه الصرف الصحي وأدت إلى زيادة محصول حبوب الشعير الربيعي والقش بنسبة 14 و13% على التوالي، مقارنة بالتسميد المعدني، واحتوى الشعير الربيعي المروي بمياه الصرف على عناصر معدنية أكثر من الشعير المزروع بالاعتماد فقط على الأسمدة المعدنية وكان محتوى الحبوب من المعادن الثقيلة ضمن الحدود المسموحة بها. تبين أن استخدام مياه الصرف الصحي كان له تأثير معنوي في زيادة خصوبة التربة وامتصاص الشعير الربيعي للعناصر الغذائية وأدى إلى تحسين الإنتاجية.

نفذّ Abdel-Aziz (2015) دراسة لاستخدام مياه الصرف المعالجة في الري وتأثيرها على خواص التربة الكيميائية وإنتاجية المحاصيل في مصر وزُرعت ثلاثة محاصيل من الحبوب وريها بمياه صرف صناعي معالجة ومياه جوفية، تم تحليل عينات من المياه والتربة في مرحلة ما قبل الزراعة وبعد حصاد المحاصيل الحقلية. أظهرت النتائج عند الري بمياه الصرف الصناعي أن الرقم الهيدروجيني للتربة pH قبل الزراعة كان 8.2 انخفض انخفاضاً طفيفاً إلى 7.6،

والناقلية الكهربائية للتربة EC كانت 0.34 وارتفعت إلى 0.42 ds/m، وكانت تراكيز العناصر في التربة مثل الحديد Fe والنحاس Cu (7452، 29) ملغ/كغ على التوالي وزادت زيادة كبيرة إلى (9246، 57) ملغ/كغ على التوالي، بينما كان تركيز الكروم Cr 3 ملغ/كغ وزاد زيادة طفيفة إلى 11 ملغ/كغ، وانخفض تركيز الرصاص Pb في التربة من 49 إلى 21 ملغ/كغ عند الري بنوعي المياه. إن استخدام المياه العادمة المعالجة أظهر تحسناً في الخصائص الفيزيائية والكيمائية للتربة وفي إنتاجية المحاصيل مقارنة باستخدام المياه الجوفية، إضافة إلى توافر المواد الغذائية وزيادة خصوبة التربة ونمو أفضل للمحاصيل، وأدى إلى توفير مصادر المياه للري مما يفيد الإنتاج الزراعي ويقلل من كمية المياه التي يجب استخراجها من الموارد المائية.

أشار Khalaphalah وزملاؤه (2014) إلى حلول بديلة من خلال معالجة المواد المتوفرة محلياً مع عينات مياه الصرف الصحي المعالجة التي تجمع يومياً من حرم جامعة جنوب الوادي في مصر واستخدامها للري، لأنّ استخدام موارد مائية بديلة مثل مياه الصرف الصحي المعالجة أمر مهم للغاية لإنتاج المحاصيل مثل الشعير Hordeum vulgare L نتيجة لنقص مياه الري، خاصة في المناطق القاحلة وشبه القاحلة مثل صعيد مصر. وهدفت الدراسة إلى معرفة أثر الري بمياه الصرف الصحي المعالجة (WWt)، ومزيج من مياه الشرب ومياه الصرف غير المعالجة (WWm)، ومياه الشرب (TW) على محصول الشعير العلفي وجودته في ظل ظروف مختلفة. وصفّيت عينات المياه العادمة وقياس المؤشرات الفيزيائية والكيميائية (الناقلية الكهربائية EC، الاحتياج البيولوجي للأكسجين BOD، الرقم الهيدروجيني pH، الاحتياج الكيميائي للأكسجين COD) فكانت القيم لمياه الشرب (0.5 ds/m، 0 mg/l، 7.4، 0 mg/l) على التوالي، وكانت القيم للمياه المعالجة (1.15 ds/m، 10 mg/l، 7.8، 25 mg/l) على التوالي، وكانت القيم لمزيج مياه الشرب والمياه غير المعالجة (1.5 ds/m، 480 mg/l، 7.63، 1120 mg/l) على التوالي. بينت النتائج إلى أنّ عملية الترشيح هي عملية ذات فعالية مباشرة في تقليل مستويات العناصر المعدنية الضارة، والمعادن

الثقيلة، والكائنات الحية الدقيقة، وأنّ استخدام المياه العادمة المعالجة في ري الشعير العلفي هو طريقة بديلة مفيدة للاستفادة من مياه الصرف الصحي دون التعرض لخطر تراكم المعادن الثقيلة في التربة والمحافظة على البيئة.

كما قام Mansourihzadeh وLaghari (2014) بإجراء تجربة في جامعة ياسوج آزاد الإسلامية في إيران خلال المدة 2010–2011 من أجل دراسة تأثير الري بمياه الصرف الصحي المعالجة على النمو الخضري لثلاثة أصناف من الشعير (Izeh, Mahoor, Makooei) بثلاثة مستويات للري (1. الري بماء عادي 2. الري المتناوب لمياه الصرف الصحي والمياه العادية 3. الري بمياه الصرف الصحي). خلصت نتائج الدراسة إلى أن الري بمياه الصرف الصحي أدى إلى زيادة معنوية في طول النبات في أصناف الشعير الثلاثة ويعزى ذلك إلى أن الآزوت الموجود في مياه الصرف أمّن حاجة نبات الشعير من هذا العنصر (75 و76.66 و82.33) سم على التوالي. كما لوحظ زيادة معنوية في الوزن الجاف للنبات من خلال الري المتناوب لمياه الصرف الصحي والمياه العادية، ويعزى ذلك إلى ارتفاع النبات. في حين بينت نتائج تحليل التباين أن الري بمياه الصرف لم يؤثر معنوياً في تراكم المعادن الثقيلة (الزنك Zn والرصاص Pb والكادميوم Cd) في الأعضاء النباتية الخضرية، وتم الاستنتاج من خلال هذه الدراسة إلى أن المياه العادمة يمكن أن تحل محل المياه العادية بشرط ألا تتجاوز نسبتها 50٪ من مياه الري. وأنّ الصنف Makoee يتكيف جيداً مع هذا النوع من الري بمياه الصرف الصحي مقارنة بصنفَي Mahoor وIzeh.

كما درس Ilker وYaganoglu (2012) آثار تطبيق مياه الصرف على الغلة الحبية ومحتواها من المعادن الثقيلة في الشعير المزروع تحت ظروف المناخ الجاف في تركيا خلال المواسم 2005–2007، وجرى في هذه الدراسة استخدام مياه الصرف بمعدل (0، 4، 8، 12) طن/يوم من محطة معالجة في أنقرة على خصائص ومؤشرات الإنتاج ومكونات الغلة ومحتوى حبوب الشعير من المعادن الثقيلة تحت الظروف المناخية القاحلة. وروي الشعير ثلاث مرات عند الزراعة ومرحلة استطالة الساق ومرحلة التسنبل ودرست الصفات التالية: ارتفاع النبات وطول السنبلة وعدد الحبوب في السنبلة ووزن الألف حبة. وأظهرت النتائج تفوق المعدل 12 طن/يوم 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/دونم على التوالي، الغلة الحيوية (517.99، 658.34، 697.31، 768.46) كغ/دونم على التوالي، وكان تركيز الرصاص Pb في الحبوب (3.67، 3.48، 3.8، 3.9) ppm أي ضمن الحدود المسموحة. نتيجة لذلك تعد حمأة مياه الصرف الصحي طريقة فعالة لتحسين الغلة ومؤشرات الإنتاج والمحتوى المعدني للشعير، وهذا الوضع يعتمد على الظروف والأنواع البيئية وينبغي إجراء مزيد من الدراسات لتقييم آثار حمأة المجاري على ري الأنواع النباتية، ولتقليل الآثار السلبية لمياه الصرف على التربة يجب مراعاة خصائص هذه المياه وفقاً للتركيزات الحرجة.

أجرى Mojiri و Hamidi (2011) دراسة لمعرفة تأثير مياه الصرف الصحي على تراكم المعادن الثقيلة في التربة وحبوب القمح Triticum بطريقتي الري بالتنقيط والري بالغمر في إيران عام 2010، تضمنت الدراسة أربع معاملات وقيست خصائص التربة مثل الرقم الهيدروجيني pH والناقلية الكهربائية EC قبل الاختبار وبعده. تشير الدلائل التي قدمتها هذه التجربة إلى أن مياه الصرف الصحي في المناطق المدنية تسببت في زيادة المعادن الثقيلة في القمح بكلتا طريقتي الري، وكان تراكم المعادن الثقيلة وزيادة تراكيزها في القمح في نظام الري بالغمر كان أكثر منه في نظام الري بالتنقيط، وازدادت المواد العضوية في التربة بكلا الطريقتين.

أجريت دراسة في سلطنة عمان عن استخدام مياه الصرف المعالجة ثلاثياً في إنتاج المحاصيل العلفية (الذرة الصفراء Zea والذرة الرفيعة Sorghum bicolor والشعير Hordeum vulgare والقمح Triticum) وريها باستخدام المياه المعالجة ثلاثياً من محطة المنومة التي حُللت نوعية المياه منها مختبرياً وكذلك تربة التجربة للصفات الفيزيائية والكيميائية وكانت تربة سلتية رملية وكان pH= 7.7-8.3، EC= 7.00-12.1 ds/m، N= 0.01-0.02 mol/l،

P= 0.13-0.32، K= 5.60-14.7 mol/l، وخضعت جميع البيانات للتحليل الإحصائي لمعرفة الفروق المعنوية بين المعاملات المختلفة وأظهرت النتائج أن (طول النبات، كمية العلف الأخضر، المادة الجافة) قد ازداد عند الري بالمياه المعالجة (87.47 سم، 47.43 طن/هكتار، 10.88 طن/هكتار) على التوالي وقد انعكس ذلك إيجابياً على نمو هذه المحاصيل، مما أدى زيادة في الغلة من العلف الأخضر والوزن الجاف، ويعزى ذلك إلى ما تحويه هذه المياه من العناصر المعدنية وخاصة الآزوت الذي يسهم بنمو النبات مما يزيد عملية التمثيل الضوئي، وفيما يتعلق بالمعادن الثقيلة فقد وجد أن تركيز المعادن الثقيلة في هذه المحاصيل كان آمناً وضمن مستوى المواصفات القياسية العمانية حيث كان تركيز الرصاص Pb في الشعير 0.6 ppm وتركيز الكروم Cr 1.9 ppm. أكدت هذه الدراسة أن المياه المعالجة ثلاثياً تشكل مصدراً مهماً ورافداً يمكن استخدامه لتحسين حالة ندرة المياه فضلاً عن زيادة المساحة المزروعة بالقمح والأعلاف وإنتاج المحاصيل للزراعة المستدامة (علي وزملاؤه، 2011).

الفصل الثانـي

مواد البحث وطرائقه

Materials and Methods

2 مواد البحث وطرائقه Materials and Methods

1.2 المادة النباتية Plant Material:

نفذت الدراسة على محصول الشعير واختير صنف الشعير العربي الأبيض الذي حُصل على بذاره من الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية– إدارة بحوث المحاصيل الحقلية ويبين (الشكل 1) مراحل نمو محصول الشعير.



(الشكل 1): عمليات زراعة محصول الشعير

2.2 موقع تنفيذ التجربة Research Site:

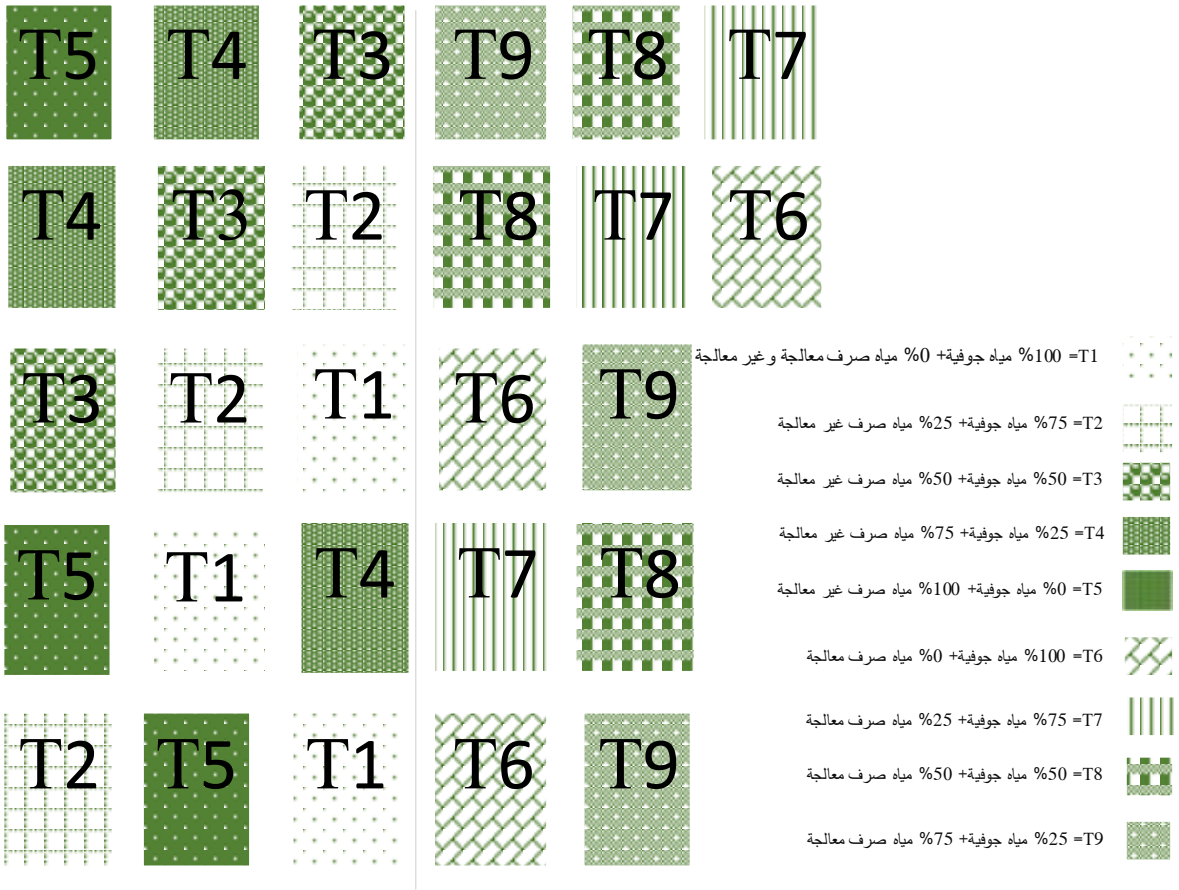
نُفذَّ هذا البحث خلال الموسم الزراعي 2020– 2021 م في مشتل المدينة الصناعية بعدرا في محافظة ريف دمشق، الذي يقع عند التقاء خط عرض (33.37 درجة شمالاً) وخط طول (36.36 درجة شرقاً) وارتفاع 643 م عن سطح البحر (شكل 2)، ويصنف هذا الموقع ضمن منطقة الاستقرار الرابعة بمعدل هطول مطري سنوي 222 مم.



(الشكل 2): موقع مشتل مدينة عدرا الصناعية في سورية.

3.2 طريقة الزراعة Planting method:

جُهزت الأرض وتم تسويتها وتقسيمها إلى قطعتين بمساحة 133 م^2 لكل قطعة كما في (الشكل 3)، وقسمت كل قطعة إلى مساكب، وترك مسافة 0.5 م بين المسكبة والأخرى للحد من انتقال الرطوبة أو المياه في الري، وكانت مساحة المسكبة 3 م^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$^{-1}$، واعتمد على المياه القادمة من مخلفات الصناعات الغذائية والمياه الجوفية بنسب مزج مختلفة في ري محصول الشعير في القسم الأول في حين استخدمت المياه القادمة من محطة المعالجة في قطاع الدباغات والمياه الجوفية بنفس نسب المزج في الري في القسم الثاني.



(الشكل 3): التصميم الحقلي للمعاملات المدروسة في التجربة موضحاً التوزع العشوائي للقطع التجريبية

4.2 المعاملات المدروسة:

استعملت ثلاثة أنواع من مياه الري خلال التجربة وهي:

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

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

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

وخلطت المياه الجوفية مع مياه الصرف الصحي المعالجة وغير المعالجة بنسب مختلفة عند استخدامها في ري محصول الشعير كما هو مبين في الجدول (3):

جدول (3): 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

5.2 التحاليل الكيميائية للمياه المستخدمة في الري:

أُخذت عينات من مياه الشبكة العامة التي تُغذى من الآبار المحيطة بالمدينة الصناعية في عدرا بالنسبة للمياه الجوفية ومن نهاية مجرى قطاع الصناعات الغذائية (مقابل معمل أندومي) بالنسبة للمياه غير المعالجة ومن خط الصرف الخارج من محطة معالجة مياه صرف الدباغات وذلك بمعدل عينة شهرياً خلال مدة نمو المحصول لتقييم نوعية المياه المستخدمة في الري ومدى مطابقتها للمواصفة القياسية السورية رقم 2752. حُللت المياه المستعملة في الري في مخبر إدارة المدينة الصناعية في عدرا باستخدام الأجهزة التالية (شكل 4):

أ- أجهزة مقياس الطيف الضوئي التي تعطي أقصى قدر من المرونة في التحليل مع المسح الضوئي ذي الطول الموجي عالي السرعة عبر الأشعة فوق البنفسجية والطيف المرئي وهي ثلاثة أجهزة:

1- جهاز Dr5000: يستخدم لقياس العينات ذات التراكيز المرتفعة في مجال الصرف الصحي والصناعي والزراعي وتقاس به تراكيز العناصر التالية: (الكلور Cl^{-1}، النحاس Cu^{+2}، الفلور F^{+1}، الكروم الكلي Cr^{+2}، الرصاص Pb^{+1}) والرقم الهيدروجيني pH وذلك باستخدام كواشف جاهزة للعناصر المدروسة.

2- جهاز Photo Flex: يستخدم لقياس العينات ذات التراكيز المنخفضة وتقاس به تراكيز العناصر التالية: (الكبريتات SO_4^{-2}، الأمونيوم NH_4^{+1}، الفوسفات PO_4^{-2}، النترات NO_3^{-1}، البوتاسيوم K^{+1}، الحديد Fe^{+3}) والاحتياج الكيميائي للأكسجين COD وذلك باستخدام كواشف جاهزة للعناصر المدروسة.

3- جهاز WTW: وهو جهاز كهربائي مزود بإلكترود يعطي القراءة مباشرة ب مغ/ل ويستخدم لتحديد تراكيز الأملاح الكلية المنحلة TDS والناقلية الكهربائية EC.

ب- جهاز قياس الأكسجين المستهلك حيوياً Lenova: الذي يقيس كمية الأكسجين اللازم لأكسدة المركبات العضوية الكربونية في الماء بواسطة البكتريا الموجودة في المياه وذلك بطريقة قياس الضغط من خلال وضع العينة بحوجلة زجاجية خاصة بالجهاز ويُضاف لها هيدروكسيد البوتاسيوم KOH وذلك لامتصاص الاحتياج الكيميائي للأكسجينCOD ثم يُضاف مانع النترجة ويغلق الحساس ويصفر بواسطة الضغط على الأزرار ويكتب على زجاجة الـ BOD (حجم العينة، تاريخ الحضن، اسم العينة) ويتأكد من (درجة حرارة الحاضنة، المغناطيس) وثم تحضن العينة. يمكن قراءة الاحتياج البيولوجي للأكسجين BOD كل يوم وتعطي القيمة بـ مغ/ل بعد خمسة أيام حضن.



جهاز DR 5000 | جهاز WTW



جهاز Photo Flex | جهاز Lenova

(الشكل 4): الأجهزة المستخدمة في إجراء التحاليل

1.5.2 تحليل عينة من المياه الداخلة والخارجة من محطة معالجة الدباغات في عدرا الصناعية:

خُصصت منطقة خاصة بعمليات دباغة الجلود في عدرا الصناعية حيث يوجد حوالي /30/ دباغة حالياً وجهزت هذه المنطقة بشبكة من خطوط الصرف التي تنتهي بمحطة معالجة الدباغات (شكل 5):



(الشكل 5): محطة معالجة الدباغات بعدرا الصناعية

تقوم هذه المحطة باستقبال مياه الصرف من الدباغات كلها بطاقة استيعابية تقدر ب 5000 متر مكعب يومياً قابلة للتوسع إلى 10000 متر مكعب يومياً، وتقوم المحطة بمعالجة مياه صرف الدباغات معالجة فيزيائية وكيميائية وتخفض قيمة التلوث فيها وصولاً إلى المواصفة القياسية السورية /2580/ المسموح بإلقائها إلى شبكة الصرف العامة وذلك وفقاً للمراحل التالية: (المصافي الميكانيكية، محطة رفع المياه، المصافي الدقيقة الدوارة، حجرة إزالة الرمال والشحوم، خزان الاتزان، خزان التهوية الأولي، خزان المعالجة الكيميائية (1) تعديل pH، خزان المعالجة الكيميائية (2) معالجة الكروم السداسي، خزان التعديل، خزان تجميع الندف، خزان الترسيب، خزان التهوية النهائي، خزان تركيز الحمأة، المكبس الميكانيكي للحمأة)، وتستخدم في مراحل المعالجة المواد الكيميائية التالية:

1- ماءات الكالسيوم $Ca(OH)_2$ وسلفات الألمنيوم (الشبة) $AL_2(SO_4)_3.18H_2O$ وبولي الكتريت شرسبي Anionic Polyelectrolyte (APE) وحمض الكبريت المركز H_2SO_4 وميتا بيسلفيت الصوديوم $NA_2S_2O_5$ تضاف إلى خزان المعالجة الكيميائية (1) تعديل pH.

2- سلفات المنغنيز $MnSO_4$ تضاف إلى خزان الاتزان.

3- بولي الكتريت كاتيوني Cationic Polyelectrolyte (APE) تضاف إلى المكبس الميكانيكي للحمأة.

حُللت عينة واحدة من مياه الدخل والخرج في الري فازداد الرقم الهيدروجيني pH في خرج المحطة مقارنة بقيمته في دخل المحطة كما تناقصت الناقلية الكهربائية EC وتركيز الكبريتات SO_4^{-2} والأمونيوم NH_4^{+1} والفوسفات PO_4^{-2} والاحتياج البيولوجي للأكسجين BOD والاحتياج الكيميائي للأكسجين COD والكلور Cl^{-1} والكروم الكلي Cr^{+2} كما يبين الجدول رقم (4).

جدول (4): نتائج تحليل المياه الداخلة والخارجة من المحطة أثناء الري.

اسم العنصر	الرمز	دخل المحطة	خرج المحطة	الواحدة
رقم الحموضة	pH	6	8	
الناقلية الكهربائية	EC	27000	19600	ميكروسمينز/سم
الكبريتات	SO_4^{-2}	8000	6900	مغ/ل
الأمونيوم	NH_4^{+1}	45	35	مغ/ل
الفوسفات	PO_4^{-2}	13	9	مغ/ل
الاحتياج البيولوجي للأكسجين	BOD	2000	1000	مغ/ل
الاحتياج الكيميائي للأكسجين	COD	5000	2000	مغ/ل
الكلور	Cl^{-1}	9000	6300	مغ/ل
الكروم	Cr^{+2}	5	0.55	مغ/ل

2.5.2 التحاليل الكيميائية للتربة المدروسة قبل وبعد الزراعة:

أُخذت عينات من التربة قبل الزراعة وبعد الزراعة على عمق 0–20 سم وحُضر مستخلص التربة المائي بنسبة 5:1 وأضيف 100 مل من الماء المقطر بالمخبار المدرج أي نسبة وزن التربة إلى وزن الماء 100:20 أي 5:1 وخلطت العينة الترابية مع التقليب المستمر ثم يقلب بساق زجاجية 20 دقيقة ويرشح المعلق في دورق ونسده بسدادة نظيفة وأُجريت القياسات للعناصر الكيميائية باستخدام مجموعة الأجهزة المذكورة سابقاً وباستخدام كواشف جاهزة للعناصر كما يبين (الشكل 6):



(الشكل 6): تحضير مستخلص التربة 5:1 في مخبر إدارة المدينة الصناعية بعدرا

6.2 التحاليل الفيزيائية للتربة قبل الزراعة:

1.6.2 تحديد الكثافة الظاهرية:

هي وزن التربة الجافة إلى الحجم الكلي للتربة ويعبر عنها بالمعادلة (1):

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

Pb: الكثافة الظاهرية للتربة (g/cm^3).

Ws: الوزن الجاف للعينة (g).

Vb: الحجم الكلي للعينة (cm^3).

أُخذت اسطوانة معروفة الحجم (الشكل 7)، 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: $160.23\ cm^3$ =**Vb=πr2h**.



(الشكل 7): مراحل تجربة الكثافة الظاهرية

يبين الجدول (5) نتائج قياس الكثافة الظاهرية للتربة وبلغ متوسط الكثافة الظاهرية للأعماق المدروسة 1.27 (g/cm^3).

جدول (5): نتائج تجربة الكثافة الظاهرية.

العمق (cm)	الوزن الجاف (g)	الكثافة الظاهرية (g/cm^3)
10	200.28	1.25
20	203.49	1.27
30	205.09	1.28

2.6.2 تحديد السعة الحقلية:

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

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

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 (الشكل 8)، بعد 48 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.



(الشكل 8): مراحل تجربة قياس السعة الحقلية

يبين الجدول (6) نتائج تجربة السعة الحقلية:

جدول (6): 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

3.6.2 تحديد قوام التربة:

حُدد قوام التربة باستخدام جهاز الهيدرومتر (مكثاف التربة) (Soil Hydrometre) التي يعتمد على قياس كثافة معلق التربة في أوقات محددة عند نسبة معينة بين التربة والماء، كما في (الشكل 9).



(الشكل 9): مراحل عمل تجربة الهيدرومتر

تم الحصول على النسب التالية باستخدام الهيدرومتر:

1- الرمل= 56.72 **%**

2- الطين= 4.36 %

3- السلت= 38.91 %

وبالاعتماد على مثلث قوام التربة حسب التصنيف الأمريكي والنسب الناتجة، كانت التربة رملية لومية.

7.2 حساب الاحتياج المائي لمحصول الشعير

1.7.2 معامل المحصول Kc:

وهو نسبة الاستهلاك المائي الفعلي للمحصول ETc إلى الاستهلاك المائي المرجعي ETo (المعادلة 3):

$$Kc = ETc / ETo \qquad (3)$$

Kc= معامل المحصول.

ETc= الاستهلاك المائي الفعلي ($mm.d^{-1}$).

ETo= الاستهلاك المائي المرجعي ($mm.d^{-1}$).

تتراوح قيمة معامل المحصول بين (1.3- 0.2) وهو يعكس الخصائص الرئيسية للمحصول التي تميزه عن النبات الأخضر وتتعلق قيمتها بنوع المحصول ومرحلة النمو. يبين الجدول (7) قيم معامل محصول الشعير في المرحلة الابتدائية ومرحلة منتصف الموسم ومرحلة نهاية الموسم (Allen وزملاؤه، 1998).

جدول (7): قيم معامل محصول الشعير.

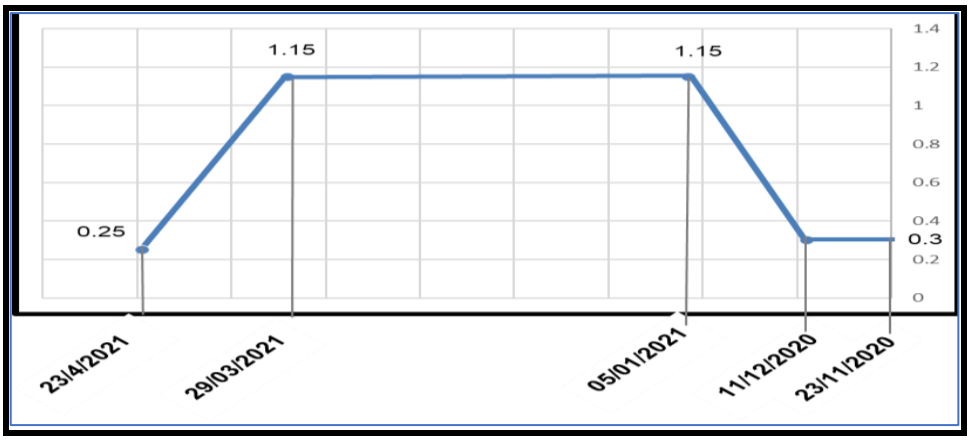
	معامل محصول الشعير عند المرحلة الابتدائية $K_{c\ ini}$[1]	معامل محصول الشعير عند مرحلة منتصف النمو $K_{c\ mid}$	معامل محصول الشعير عند مرحلة نهاية الموسم $K_{c\ end}$
Kc	0.3	1.15	0.25

ويبين الجدول (8) طول فترة مراحل النمو المختلفة لمحصول الشعير التي أُخذت من القياسات الحقلية في الحقل خلال موسم النمو مقاسة باليوم:

جدول (8): طول مدة مراحل النمو المختلفة لمحصول الشعير.

	المرحلة الابتدائية	مرحلة تطور المحصول	مرحلة منتصف الموسم	مرحلة نهاية الموسم
طول مدة مرحلة النمو (يوم)	18	25	85	31

ويبين (الشكل 10) منحني معامل محصول الشعير خلال مراحل النمو وفقاً لطول فترة مراحل النمو وقيم معامل المحصول:



(الشكل 10): منحني معامل المحصول لمحصول الشعير

2.7.2 تحديد الاحتياج المائي المرجعي ETo:

يعرف الاحتياج المائي المرجعي ETo بأنه الاستهلاك المائي لعشب أخضر ارتفاعه عن سطح الأرض 12 سم موجود في ظروف مثالية في الرطوبة والسماد وخالي من الأمراض ولا يخضع لإجهاد مائي، وحددت قيم الاستهلاك المائي المرجعي ETo للنبات المزروع من قاعدة البيانات **WaPOR** الإلكترونية.

قاعدة بيانات **WaPOR. FAO** أعدت من قبل منظمة الأغذية والزراعة لمراقبة إنتاجية المياه في أفريقيا والشرق الأوسط ويتوفر فيها عديد من البيانات مثل الاحتياج المائي والهطولات المطرية المحددة من مكان الاستشعار عن بعد، وتساعد البلدان في مراقبة إنتاجية المياه، وتحديد فجوات إنتاجية المياه، واقتراح حلول لتقليل هذه الفجوات

والمساهمة في زيادة مستدامة للإنتاج الزراعي. في الوقت نفسه، يأخذ في الحسبان النظم البيئية والاستخدام العادل لموارد المياه، الذي من شأنه أن يؤدي في النهاية إلى تقليل شامل للإجهاد المائي. أُطلق الإصدار التجريبي لـ **WaPOR** في 20 نيسان 2017 وقد أصبحت متاحة في حزيران 2018. توفر قاعدة بيانات **WaPOR** عدة عناصر بالاستناد على بيانات الاستشعار عن بعد أهمها: التبخر والنتح المرجعي اليومي والشهري والسنوي والهطولات المطرية اليومية والشهرية والسنوية وبيانات أخرى.

3.7.2 تحديد الاحتياج المائي الفعلي ETc:

حُدد الاحتياج المائي الفعلي من خلال ضرب قيم معامل المحصول Kc بقيم الاستهلاك المائي المرجعي ETo (المعادلة 4):

$$ETc = Kc \times ETo \qquad (4)$$

ETc = الاحتياج المائي الفعلي ($mm.d^{-1}$).

Kc = معامل المحصول.

ETo = الاستهلاك المائي المرجعي ($mm.d^{-1}$).

4.7.2 الأمطار والأمطار الفعالة:

استعمل مقياس يدوي لقياس الأمطار وحُسبت الأمطار الفعالة باستخدام المعادلة (5):

$$Peff = (p - 5) \times 0.75 \qquad (5)$$

Peff: الهطول المطري الفعال (mm).

p: الهطول المطري (mm). هنالك حالتين للأمطار:

- P> 5 mm فإن الهطول المطري يؤدي إلى تغير في رطوبة التربة.
- P< 5 mm فإن الهطول المطري لا يؤدي إلى تغير في رطوبة التربة.

يبين الجدول رقم (9) قيم الأمطار والأمطار الفعالة الهاطلة على المنطقة خلال فترة الزراعة:

جدول (9): قيم الأمطار والامطار الفعالة في المنطقة.

التاريخ	الأمطار (mm)	الأمطار الفعالة (mm)
2020/11/26	8	2.25
2020/12/6	10	3.75
2020/12/15	20	11.25
2020/12/16	7	1.5
2020/12/24	6	0.75
22021/1/17	12	5.2
2021/1/18	60	41.2
2021/1/20	10	3.75
2021/1/30	7	1.5
2021/1/31	10	3.75
2021/2/5	8	2.3
2021/2/18	28	17.25
2021/2/20	8	2.25
2021/3/23	12	5.25
المجموع	206	101.95

5.7.2 جدولة الري:

حُسبت قيمة الماء سهل الامتصاص (RAW) بعد تحديد قيمة الماء المتاح للنبات (PAW) وفق المعادلات (6 و7) التالية:

$$\mathbf{PAW = Drz\left(\frac{Fc - Wp}{100}\right)} \qquad (6)$$

PAW: الماء المتاح للنبات (mm).

Drz: عمق الجذور الفعال (mm).

Fc: السعة الحقلية الحجمية (نسبة مئوية).

Wp: حد الذبول الحجمي (نسبة مئوية).

$$\mathbf{RAW = PAW \times MAD} \qquad \mathbf{(7)}$$

RAW: الماء سهل الامتصاص (mm).

MAD: النسبة ما بين الماء سهل الامتصاص والماء المتاح للنبات.

ويبين الجدول (10) قيم RAW، PAW المحسوبة خلال موسم الري:

جدول (10): حساب RAW، PAW.

RAW (mm)	MAD	PAW (mm)	Drz (mm)
24	0.6	40	40

وكانت هذه القيم ثابتة طوال الموسم وأُخذ متوسط عمق الجذور الفعال التي يستفيد منها النبات لكل الموسم.

وتمت جدولة الري باستعمال النهج المتبع لمعادلة الموازنة المائية (Allen وزملاؤه، 1998) وحُددت الموازنة المائية يومياً وفي طريقة الري السطحي المتبعة بهذا البحث فُرضت كفاءة الري= 0.4 وحُسب مقنن الري الصافي من خلال طرح الاستهلاك المائي الفعلي ETc من الماء المتوفر في التربة مع أخذ هطول الأمطار بالحسبان وحُدد مقنن الري الفعلي من المعادلة (8):

$$\mathbf{D = dn/e_i} \qquad \mathbf{(8)}$$

D= مقنن الري الفعلي (mm).

dn= مقنن الري الصافي (mm).

$\mathbf{e_i}$= كفاءة الري.

ويبين الجدول (11) 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):

جدول (11): موعد وكمية 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**
المجموع	**213**	**532**	**1596**

8.2 تحليل البروتين في حبوب الشعير Grain protein content (GPC):

قُدر محتوى الحبوب من البروتين من كل معاملة ومكرر على حدة باستخدام جهاز كلداهل (Kjeldahl، 1883؛ Bremner، 1996)، في مخبر قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة– جامعة دمشق وذلك على ثلاث مراحل: المرحلة الأولى (الهضم Digestion)، المرحلة الثانية (التقطير Distillation)، المرحلة الثالثة (المعايرة Titration) وحُسبت نسبة الآزوت في العينات النباتية وفق المعادلة (8) ونسبة البروتين الكلي وفق المعادلة (9):

نسبة النتروجين الكلي= (حجم المعايرة× نظامية للحمض× 1.4 عامل تحويل للآزوت) /وزن العينة (8)

نسبة البروتين الكلي= النتروجين الناتج× 5.75 للحبوب (Woodman وEngledow، 1924). (9)

9.2 تحاليل الكيميائية للعناصر الثقيلة في النبات والتربة:

أُخذت عينات من حبوب الشعير عند الحصاد وعينات من التربة المدروسة قبل الزراعة وعند الحصاد وتم إجراء تحاليل لعنصري الكروم والرصاص في مخبر قسم علوم التربة، كلية الزراعة– جامعة دمشق.

1.9.2 تحليل المعادن الثقيلة في التربة:

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

2.9.2 تحليل المعادن الثقيلة في النبات:

أُخذت عينات من حبوب الشعير من كل معاملة ومكرر على حدة وطُحنت وهُضمت وأُخذ 0.5 غ نبات لكل معاملة وإضافة 15 مل حمض الكبريت المركز ووضعها في دورق سعة 100 مل وبعد ساعتين ثم الترشيح وقيست المعادن الثقيلة باستخدام جهاز الامتصاص الذري.

10.2 المؤشرات المدروسة Investigated traits:

1.10.2 عدد النباتات في الهكتار بمرحلة الحصاد [مليون نبات. هكتار$^{-1}$]:

جُمعت النباتات من كل مكرر ومن كل معاملة ومن ثم عدّ النباتات وتحويلها إلى مليون نبات. هكتار$^{-1}$.

2.10.2 ارتفاع النبات Plant length [سم]:

سُجل ارتفاع النبات من أسفل الساق حتى نهاية السنبلة دون السفا.

3.10.2 عدد الحبوب في النبات [حبة. نبات$^{-1}$] Grain numbers. Plant^{-1}:

أُخذ متوسط عدد حبوب في سنابل موجودة في عشر نباتات وتقسيمها على عدد النباتات للحصول على المتوسط (حبة. نبات$^{-1}$).

4.10.2 وزن الحبوب في النبات [غ. نبات$^{-1}$] Grain weight. Plant^{-1}:

جُمعت الحبوب من جميع النباتات المأخوذة ووزنها بميزان حساس ومن ثم تقسيم الوزن على 10 لحساب متوسط وزن الحبوب (غ. نبات$^{-1}$).

5.10.2 وزن النبات الجاف Dry weight [غ]:

وُزنت النباتات المأخوذة على الميزان الحساس بعد فصل السنابل منها ومن ثم تقسيم الوزن على 10 لحساب وزن النبات الجاف (غ).

6.10.2 وزن الألف حبة [غ] 1000 Kernel weight:

حُسِبَ وزن 250 حبة من كل معاملة ثم ضُرِبَ الناتج ب 4 لحساب وزن الألف حبة.

7.10.2 الغلة الحبية [غ. م$^{-2}$] Grain yield. m^{-2}:

قُدرت بحساب متوسط وزن الحبوب لجميع النباتات المحصودة في المتر المربع من الأرض ضمن كل قطعة تجريبية.

8.10.2 الغلة الحيوية [غ. م$^{-2}$] Vital yield:

قُدرت بحساب متوسط الوزن الجاف الكلي (حب+ قش) لجميع النباتات المحصودة في المتر المربع من الأرض ضمن كل قطعة تجريبية.

9.10.2 دليل الحصاد Harvest Index [%]:

يعبر عن النسبة المئوية بين وزن الحبوب إلى الغلة الحيوية (حبوب+ تبن).

11.2 التحليل الإحصائي

صممت التجربة بطريقة التصميم العشوائي البسيط وحُللت 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.

الفصل الثالث

النتائج والمناقشة

Results and Discussion

3 النتائج والمناقشة Results and Discussion:

1.3 نتائج التحاليل الكيميائية للمياه المستخدمة في الري:

1.1.3 نتائج تحاليل المياه الجوفية:

يبين الجدول (12) نتائج تحليل المياه الجوفية في موقع مدينة عدرا الصناعية التي أخذت خلال أشهر (تشرين الثاني– كانون الأول– كانون الثاني– شباط– آذار)، يتبين من هذه النتائج أن قيم (pH والأمونيوم NH_4^{+1} والفوسفات PO_4^{-2} والاحتياج الكيميائي للأكسجين COD والفلور F^{+1} والنحاس Cu^{+2} والحديد Fe^{+3} والرصاص Pb^{+1} والكروم الذائب 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.

جدول (12): نتائج تحاليل المياه الجوفية خلال أشهر نمو الشعير.

اسم المؤشر الكيميائي	الرمز	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	الحد المسموح به للري	الواحدة
الرقم الهيدروجيني	pH	7	7.1	6.9	7	9-6	
الناقلية الكهربائية	EC	4900	5120	4867	4822	2000-1500	ميكرو سيمنز/سم
الأملاح الكلية المنحلة	TDS	3430	3584	3406	3375	1500	مغ/ل
الكبريتات	SO_4^{-2}	4723	4623	4800	4650	500	مغ/ل
الأمونيوم	NH_4^{+1}	0.15	0.14	0.16	0.15	5	مغ/ل
الفوسفات	PO_4^{-2}	0.3	0.4	0.2	0.3	20	مغ/ل
الاحتياج الكيميائي للأكسجين	COD	3	4	3	4	200	مغ/ل
الكلور	Cl^{-1}	1400	1495	1500	1305	350	مغ/ل
الفلور	F^{+1}	0.21	0.22	0.20	0.21	8.0	مغ/ل
النحاس	Cu^{+2}	0.18	0.19	0.17	0.19	1.0	مغ/ل
الحديد	Fe^{+3}	0.19	0.18	0.20	0.18	20	مغ/ل
الرصاص	Pb^{+1}	0.001	0.003	0.001	0	0.5	مغ/ل
الكروم الذائب	Cr^{+2}	0	0	0.01	0.02	0.1	مغ/ل

2.1.3 نتائج تحاليل مياه الصرف غير المعالجة المستخدمة في الري:

يبين الجدول (13) نتائج تحليل مياه الصرف غير المعالجة في موقع مدينة عدرا الصناعية التي أخذت خلال أشهر (تشرين الثاني– كانون الأول– كانون الثاني– شباط– آذار)، يتبين من هذه النتائج أن قيم (pH والفوسفات PO_4^{-2} والفلور F^{+1} والنحاس Cu^{+2}) كانت ضمن الحدود القصوى المسموح بها بالمياه العادمة المعالجة المستخدمة لأغراض الري حسب المواصفة القياسية السورية (2752) الصادرة عام 2008 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 الذائب Cr^{+2}) زادت عن الحدود المسموح بها.

جدول (13): نتائج تحاليل مياه الصرف غير المعالجة من قطاع الصناعات الغذائية خلال أشهر نمو الشعير.

اسم المؤشر الكيميائي	الرمز	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	الحد المسموح به للري	الواحدة
الرقم الهيدروجيني	pH	8	7.9	8	7.8	9-6	
الناقلية الكهربائية	EC	20951	20985	20967	21105	2000-1500	ميكرو سيمنز/سم
الأملاح الكلية المنحلة	TDS	14666	14689	14676	14773	1500	مغ/ل
الكبريتات	SO_4^{-2}	6629	6738	6599	6645	500	مغ/ل
الأمونيوم	NH_4^{+1}	289	290	278	281	5	مغ/ل
الفوسفات	PO_4^{-2}	12	13	11	12	20	مغ/ل
الاحتياج البيولوجي للأكسجين	BOD	348	300	382	301	100	مغ/ل
الاحتياج الكيميائي للأكسجين	COD	697	601	765	600	200	مغ/ل
الكلور	Cl^{-1}	1775	1812	1693	1810	350	مغ/ل
الفلور	F^{+1}	7	8	7	8	8.0	مغ/ل
النحاس	Cu^{+2}	0.31	0.32	0.31	0.32	1.0	مغ/ل
الرصاص	Pb^{+1}	0.8	0.7	0.9	0.8	0.5	مغ/ل
الكروم الذائب	Cr^{+2}	0.3	0.3	0.4	0.2	0.1	مغ/ل

3.1.3 نتائج تحاليل مياه الصرف المعالجة المستخدمة في الري:

تبين الجدول (14) نتائج تحليل مياه الصرف المعالجة في موقع مدينة عدرا الصناعية التي أخذت خلال أشهر (تشرين الثاني– كانون الأول– كانون الثاني– شباط– آذار)، يتبين من هذه النتائج أن قيم (pH والفوسفات PO_4^{-2} والفلور F^{+1} والنحاس Cu^{+2} والكروم الذائب Cr^{+2} والرصاص Pb^{+1}) 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.

جدول (14): نتائج تحاليل مياه الصرف المعالجة من محطة الدباغات بعدرا المستعملة خلال أشهر نمو الشعير.

اسم المؤشر الكيميائي	الرمز	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	الحد المسموح به للري	الواحدة
الرقم الهيدروجيني	pH	7.9	8	8	7.8	9-6	
الناقلية الكهربائية	EC	19600	19721	19671	19592	2000-1500	ميكرو سيمنز/سم
الأملاح الكلية المنحلة	TDS	13720	13804	13769	13714	1500	مغ/ل
الكبريتات	SO_4^{-2}	6845	6900	6798	6775	500	مغ/ل
الأمونيوم	NH_4^{+1}	34	36	35	33	5	مغ/ل
الفوسفات	PO_4^{-2}	8	9	8	9	20	مغ/ل
الاحتياج البيولوجي للأكسجين	BOD	1360	1422	1345	1401	100	مغ/ل
الاحتياج الكيميائي للأكسجين	COD	2721	2843	2689	2822	200	مغ/ل
الكلور	Cl^{-1}	6214	6322	6124	6315	350	مغ/ل
الفلور	F^{+1}	0.1	0.1	0.2	0.1	8.0	مغ/ل
النحاس	Cu^{+2}	0.2	0.2	0.1	0.2	1.0	مغ/ل
الكروم الذائب	Cr^{+2}	0.54	0.54	0.55	0.53	2.0	مغ/ل
الرصاص	Pb^{+1}	0.3	0.2	0.3	0.2	5	مغ/ل

عند المقارنة بين مياه الري الجوفية والمياه غير المعالجة ومياه الصرف الصحي المعالجة نجد أن رقم الحموضة pH كان نوعاً ما متقارباً في مختلف أنواع المياه، في حين كانت الناقلية الكهربائية EC والأملاح الكلية المنحلة TDS أعلى في مياه الصرف غير المعالجة والمعالجة بنسبة تصل إلى 500 % مقارنة مع المياه الجوفية، وعامةً يمكن القول إنّ نسبة العناصر المعدنية في المياه المعالجة كانت أقل من مياه الصرف غير المعالجة ما عدا الكلور Cl^{-1} الذي ازدادت قيمته في المياه المعالجة نتيجة استخدام مواد ملحية نسبة الكلور المضافة فيها مرتفعة في عملية الدباغة في منشآت الدباغة.

2.3 نتائج التحاليل الكيميائية للتربة قبل الزراعة وبعد الحصاد:

يبين الجداول (12، 13) قيم تراكيز العناصر الكيميائية المقاسة في التربة قبل الزراعة وبعد حصاد المحصول لجميع المعاملات المدروسة وكانت قيم المؤشرات الكيميائية التالية: (الرقم الهيدروجيني pH والناقلية الكهربائية EC للمستخلص المائي (5:1) والأملاح الكلية المنحلة TDS والاحتياج البيولوجي للأكسجين BOD والاحتياج الكيميائي للأكسجين COD والكبريتات الذائبة SO_4^{-2} والكلور Cl^{-1}) بعد الحصاد مرتفعة عن تلك قبل الزراعة في جميع المعاملات المدروسة وأعلى من الحدود المسموح بها حسب دليل تفسير اختبار التربة (Marx وزملائه، 1999) نتيجة لارتفاع قيمة هذه المؤشرات في جميع أنواع مياه الري، وكان تركيز (الفوسفات PO_4^{-2} والنترات NO_3^{-1} والبوتاسيوم K^{+1} والحديد Fe^{+3} والنحاس Cu^{+2}) عند الحصاد منخفضاً في التربة في جميع المعاملات وضمن الحدود المسموح بها حسب دليل تفسير اختبار التربة (Marx وزملائه، 1999) ، لأن تركيز معظم هذه العناصر في مياه الري كان ضمن الحدود السموح بها للري، بينما كان تركيز الأمونيوم NH_4^{+1} في التربة بالمعاملتين (T_1= 100 % مياه جوفية+ 0 % مياه صرف صحي معالجة وغير معالجة و T_6= 75% مياه جوفية+ 25% مياه صرف صحي معالجة) وقبل الزراعة منخفضاً مقارنة بالقيم بعد الحصاد وضمن الحدود المسموح بها حسب دليل تفسير اختبار التربة (Marx وزملائه، 1999) لأن تركيز الأمونيوم في المياه الجوفية كان ضمن الحدود المسموح بها، وكان عالياً جداً في بقية المعاملات وأعلى من الحدود المسموح بها حسب دليل تفسير اختبار التربة (Marx وزملائه، 1999) لأن تركيز الأمونيوم كان أعلى من الحدود المسموح بها في مياه الصرف المعالجة وغير المعالجة.

جدول (15): نتائج تحليل العناصر الكيميائية لتربة موقع الدراسة قبل الزراعة وعند الحصاد.

المعاملة	الرقم الهيدروجيني	الناقلية الكهربائية	الأملاح الكلية المنحلة	الكبريتات الذائبة	الفوسفات	النترات
الرمز	pH	EC	TDS	$SO4^{-2}$	$PO4^{-2}$	$NO3^{-1}$
الحد المسموح به	>8.5	>1600	>1280	>10	>100	>30
الواحدة		ميكرو سيمنز/سم	مغ/ل	مغ/ل	مغ/ل	مغ/ل
قبل الزراعة	7.5	1750	1225	400	2	0.7
بعد الزراعة						
T1= 100% مياه جوفية+ 0% مياه صرف صحي	7.1	5200	3640	5100	3.4	0.1
T2= 75% مياه جوفية+ 25% مياه صرف صحي غير معالجة	7.5	9438	6606	5533	3.75	0.12
T3= 50% مياه جوفية+ 50% مياه صرف صحي غير معالجة	8.1	13675	9573	5965	7.17	0.15
T4= 25% مياه جوفية+ 75% مياه صرف صحي غير معالجة	8.5	17913	12539	6398	10.58	0.17
T5= 0% مياه جوفية + 100% مياه صرف صحي غير معالجة	9	22150	15505	6830	14	0.2
T6= 75% مياه جوفية+ 25% مياه صرف صحي معالجة	7.3	9000	6300	5575	2.75	0.11
T7= 50% مياه جوفية+ 50% مياه صرف صحي معالجة	7.4	12800	8960	6050	5.17	0.13
T8= 25% مياه جوفية+ 75% مياه صرف صحي معالجة	7.5	16600	11620	6525	7.58	0.15
T9= 0% مياه جوفية + 100% مياه صرف صحي معالجة	7.7	20400	14280	7000	10	0.17

جدول (16) نتائج التحاليل الكيميائية للتربة المدروسة قبل الزراعة وبعد الحصاد.

المعاملة	الأمونيوم	البوتاسيوم	الكلور	النحاس	الحديد
الرمز	NH_4^{+1}	K	Cl	Cu	Fe
الحد المسموح به	10-2	>800	>8	>3	>10
الواحدة	مغ/ل	مغ/ل	مغ/ل	مغ/ل	مغ/ل
قبل الزراعة	0.2	0.65	210	0.1	0.16
بعد الزراعة					
T_1= 100% مياه جوفية+ 0% مياه صرف صحي	0.2	0.2	1500	0.2	0.24
T_2= 75% مياه جوفية+ 25% مياه صرف صحي غير معالجة	78	0.2	1582	0.25	0.25
T_3= 50% مياه جوفية+ 50% مياه صرف صحي غير معالجة	155	0.3	1664	0.3	0.27
T_4= 25% مياه جوفية+ 75% مياه صرف صحي غير معالجة	233	0.3	1371	0.35	0.28
T_5= 0% مياه جوفية + 100% مياه صرف صحي غير معالجة	310	0.3	1827	0.4	0.3
T_6= 75% مياه جوفية+ 25% مياه صرف صحي معالجة	9	0.2	2900	0.22	0.24
T_7= 50% مياه جوفية+ 50% مياه صرف صحي معالجة	18	0.2	4300	0.25	0.24
T_8= 25% مياه جوفية+ 75% مياه صرف صحي معالجة	27	0.2	5700	0.27	0.25
T_9= 0% مياه جوفية + 100% مياه صرف صحي معالجة	36	0.2	7100	0.3	0.25

عند المقارنة بين الترب المروية بالمياه الجوفية والمياه غير المعالجة ومياه الصرف الصحي المعالجة نجد ازدياد رقم الحموضة pH والناقلية الكهربائية EC والأملاح الكلية المنحلة TDS والأمونيوم NH_4 عند الري بالمياه غير المعالجة أكثر من الري بالمياه المعالجة والمياه الجوفية، في حين كان الاحتياج الكيميائي للأكسجين COD والاحتياج الحيوي للأكسجين BOD كان أعلى في الترب المروية بالمياه المعالجة أكثر من الترب المروية بالمياه الجوفية والمياه غير المعالجة نظراً لأن قيمته أعلى في المياه المعالجة من المياه غير المعالجة وكانت نسبة العناصر المعدنية في التربة المروية بالمياه المعالجة كانت أقل من مياه الصرف غير المعالجة ما عدا الكلور Cl^{-1}.

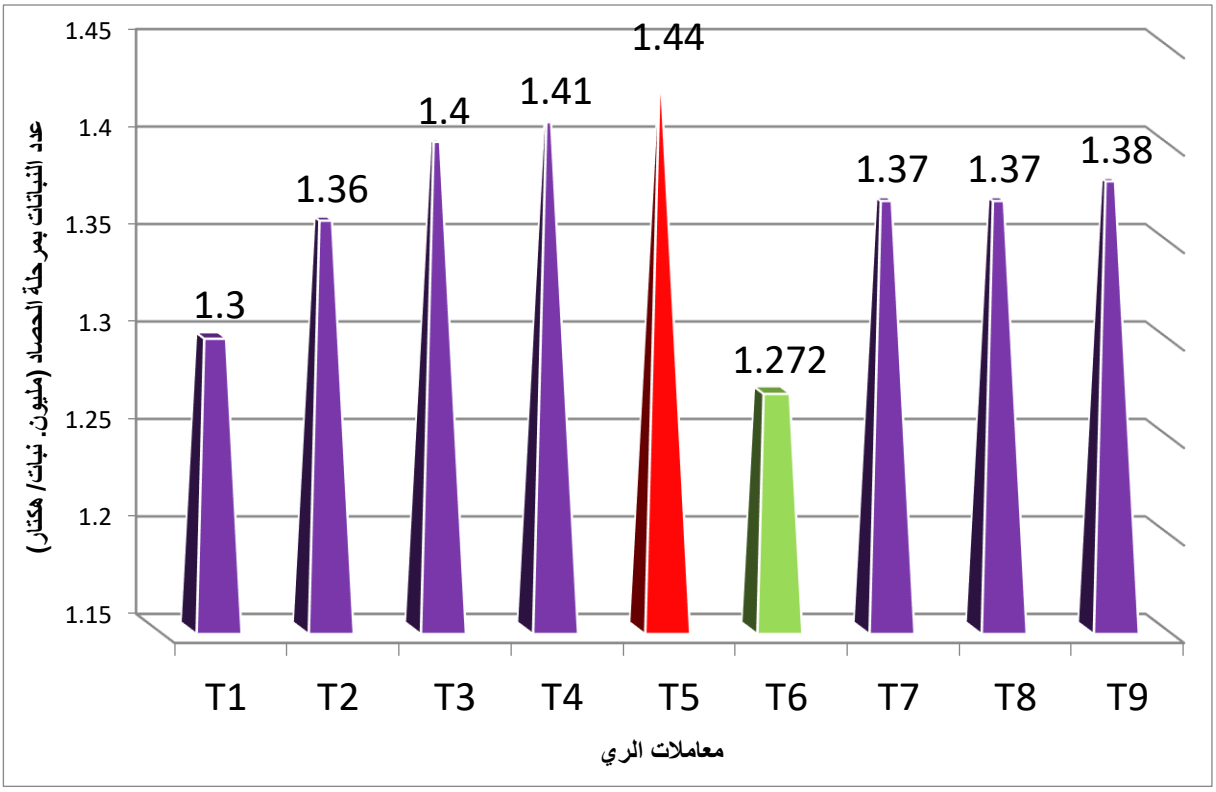
3.3 الصفات الإنتاجية لمحصول الشعير:

1.3.3 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 الجدول (17) والشكل (11) 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.

جدول رقم (17): تأثير المعاملات المدروسة في عدد النباتات بمرحلة الحصاد (مليون نبات. هكتار$^{-1}$).

المعاملة	عدد النباتات بمرحلة الحصاد (مليون نبات. هكتار$^{-1}$)
T_1= 100% مياه جوفية+ 0% مياه صرف صحي	1.30^{ab}
T_2= 75% مياه جوفية+ 25% مياه صرف صحي غير معالجة	1.36^{ab}
T_3= 50% مياه جوفية+ 50% مياه صرف صحي غير معالجة	1.40^{ab}
T_4= 25% مياه جوفية+ 75% مياه صرف صحي غير معالجة	1.41^{ab}
T_5= 0% مياه جوفية + 100% مياه صرف صحي غير معالجة	1.44^{a}
T_6= 75% مياه جوفية+ 25% مياه صرف صحي معالجة	1.27^{b}
T_7= 50% مياه جوفية+ 50% مياه صرف صحي معالجة	1.37^{ab}
T_8= 25% مياه جوفية+ 75% مياه صرف صحي معالجة	1.37^{ab}
T_9= 0% مياه جوفية + 100% مياه صرف صحي معالجة	1.38^{ab}
المتوسط	1.37
LSD 0.05	0.14
C. V. %	6.2



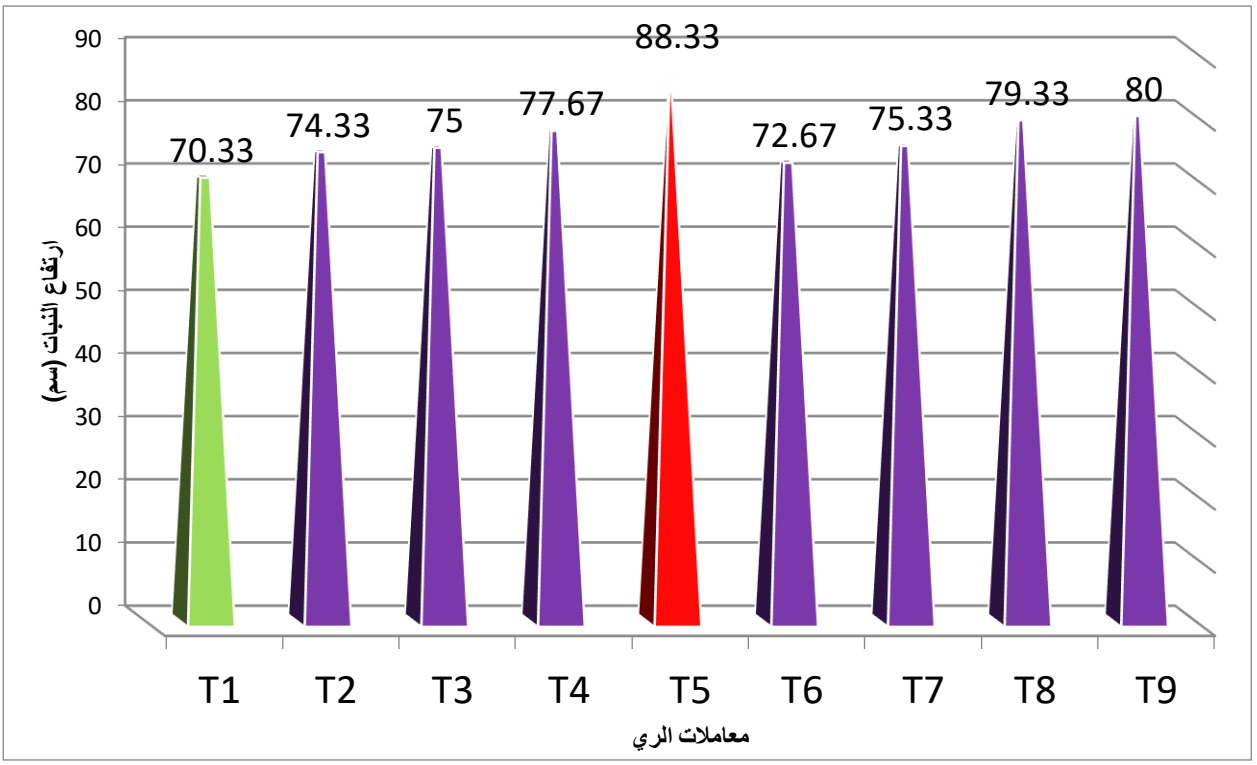
الشكل (11): تأثير المعاملات المدروسة في صفة عدد النباتات بمرحلة الحصاد (مليون نبات. هكتار$^{-1}$)

2.3.3 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 الجدول (18) والشكل (12) 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 وalsharari، 2021 وAlawasy وزملاؤها، 2018 وPunith وزملاؤه، 2017 وMansourihzadeh وLaghari، 2014 وIlker وYaganoglu، 2012 وعلي وزملاؤه، 2011).

جدول (18): تأثير المعاملات المدروسة في صفة ارتفاع النبات.

المعاملة	ارتفاع النبات (سم)
T_1= 100% مياه جوفية+ 0% مياه صرف صحي	70.33^{b}
T_2= 75% مياه جوفية+ 25% مياه صرف صحي غير معالجة	74.33^{b}
T_3= 50% مياه جوفية+ 50% مياه صرف صحي غير معالجة	75.00^{b}
T_4= 25% مياه جوفية+ 75% مياه صرف صحي غير معالجة	77.67^{b}
T_5= 0% مياه جوفية + 100% مياه صرف صحي غير معالجة	88.33^{a}
T_6= 75% مياه جوفية+ 25% مياه صرف صحي معالجة	72.67^{b}
T_7= 50% مياه جوفية+ 50% مياه صرف صحي معالجة	75.33^{b}
T_8= 25% مياه جوفية+ 75% مياه صرف صحي معالجة	79.33^{ab}
T_9= 0% مياه جوفية + 100% مياه صرف صحي معالجة	80^{ab}
المتوسط	76.37
LSD 0.05	8.82
C. V. %	6.7



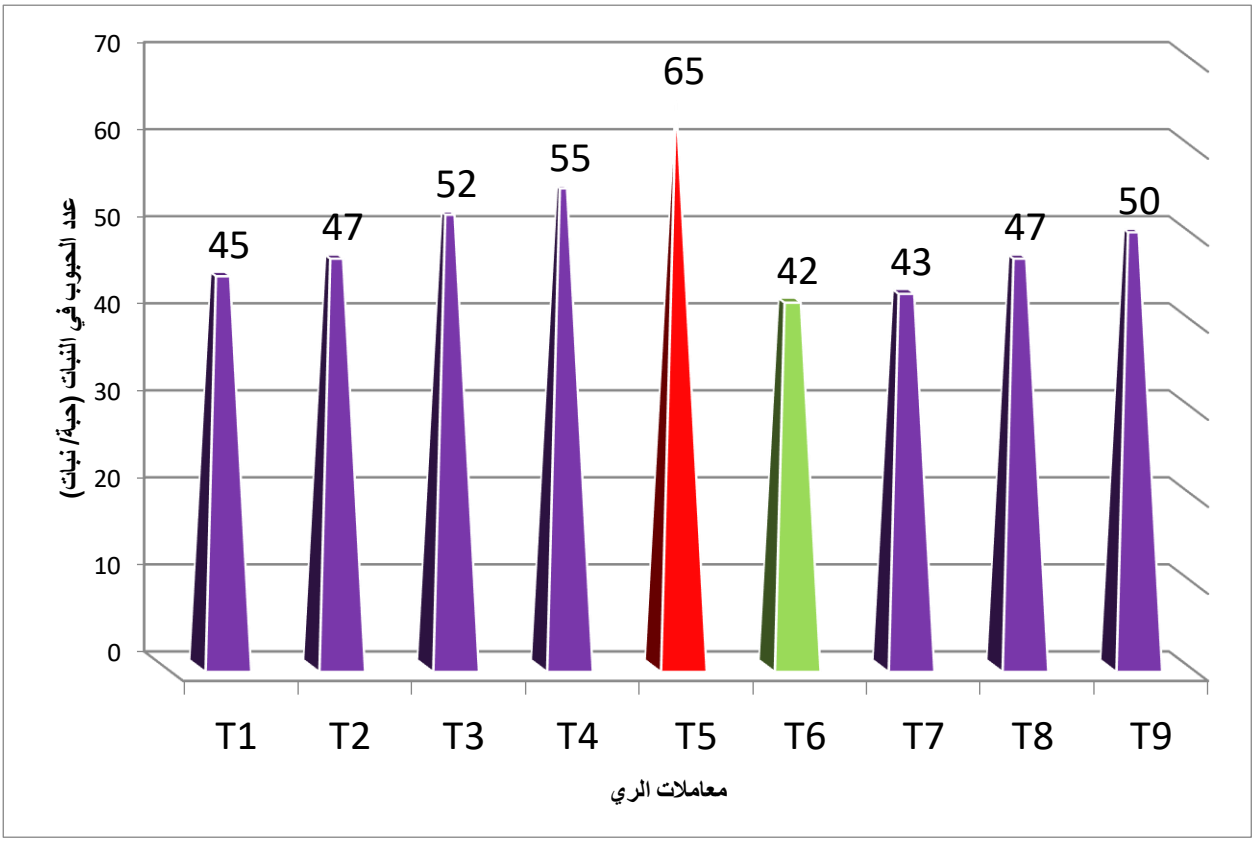
الشكل (12): تأثير المعاملات المدروسة في صفة متوسط ارتفاع النبات (سم)

3.3.3 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 الجدول (19) والشكل (13) 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).

جدول (19): تأثير المعاملات المدروسة في عدد الحبوب في السنبلة.

المعاملة	عدد الحبوب في السنبلة الرئيسة (حبة. نبات$^{-1}$)
T_1= 100% مياه جوفية+ 0% مياه صرف صحي	45^{b}
T_2= 75% مياه جوفية+ 25% مياه صرف صحي غير معالجة	47.33^{ab}
T_3= 50% مياه جوفية+ 50% مياه صرف صحي غير معالجة	51.67^{ab}
T_4= 25% مياه جوفية+ 75% مياه صرف صحي غير معالجة	55^{ab}
T_5= 0% مياه جوفية + 100% مياه صرف صحي غير معالجة	64.67^{a}
T_6= 75% مياه جوفية+ 25% مياه صرف صحي معالجة	42.33^{b}
T_7= 50% مياه جوفية+ 50% مياه صرف صحي معالجة	43.33^{b}
T_8= 25% مياه جوفية+ 75% مياه صرف صحي معالجة	47.33^{ab}
T_9= 0% مياه جوفية + 100% مياه صرف صحي معالجة	50^{ab}
المتوسط	49.8
LSD 0.05	15.83
C. V. %	18.5



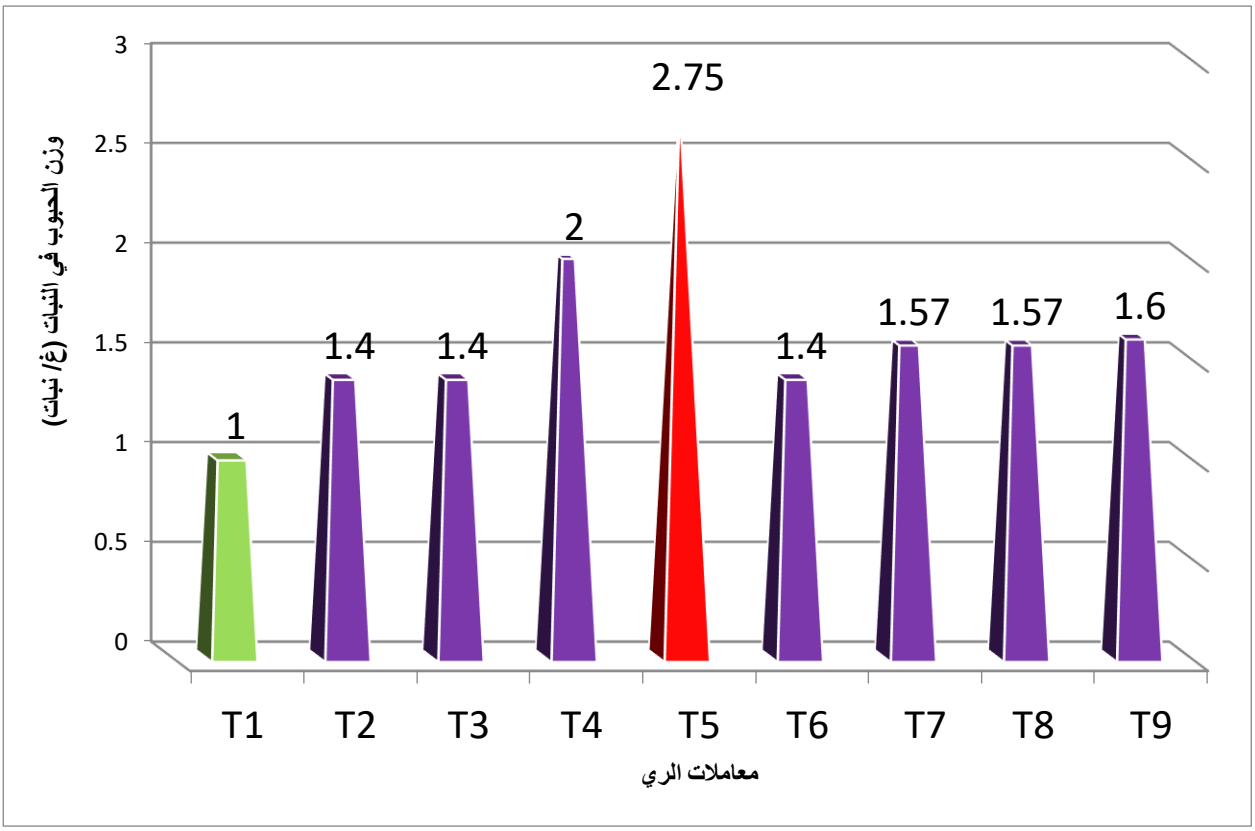
الشكل (13): تأثير المعاملات المدروسة في صفة عدد الحبوب في السنبلة (حبة. نبات$^{-1}$)

4.3.3 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 الجدول (20) والشكل (14) 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.

جدول (20): تأثير المعاملات المدروسة في صفة وزن الحبوب في السنبلة.

المعاملة	وزن الحبوب في السنبلة الرئيسة (غ. نبات$^{-1}$)
T_1= 100% مياه جوفية+ 0% مياه صرف صحي	**0.86^{d}**
T_2= 75% مياه جوفية+ 25% مياه صرف صحي غير معالجة	**1.4^{c}**
T_3= 50% مياه جوفية+ 50% مياه صرف صحي غير معالجة	**1.4^{c}**
T_4= 25% مياه جوفية+ 75% مياه صرف صحي غير معالجة	**2.00^{b}**
T_5= 0% مياه جوفية + 100% مياه صرف صحي غير معالجة	**2.56^{a}**
T_6= 75% مياه جوفية+ 25% مياه صرف صحي معالجة	**1.4^{b}**
T_7= 50% مياه جوفية+ 50% مياه صرف صحي معالجة	**1.56^{c}**
T_8= 25% مياه جوفية+ 75% مياه صرف صحي معالجة	**1.56^{c}**
T_9= 0% مياه جوفية + 100% مياه صرف صحي معالجة	**1.6^{c}**
المتوسط	**1.64**
LSD 0.05	**0.26**
C. V. %	**9.5**



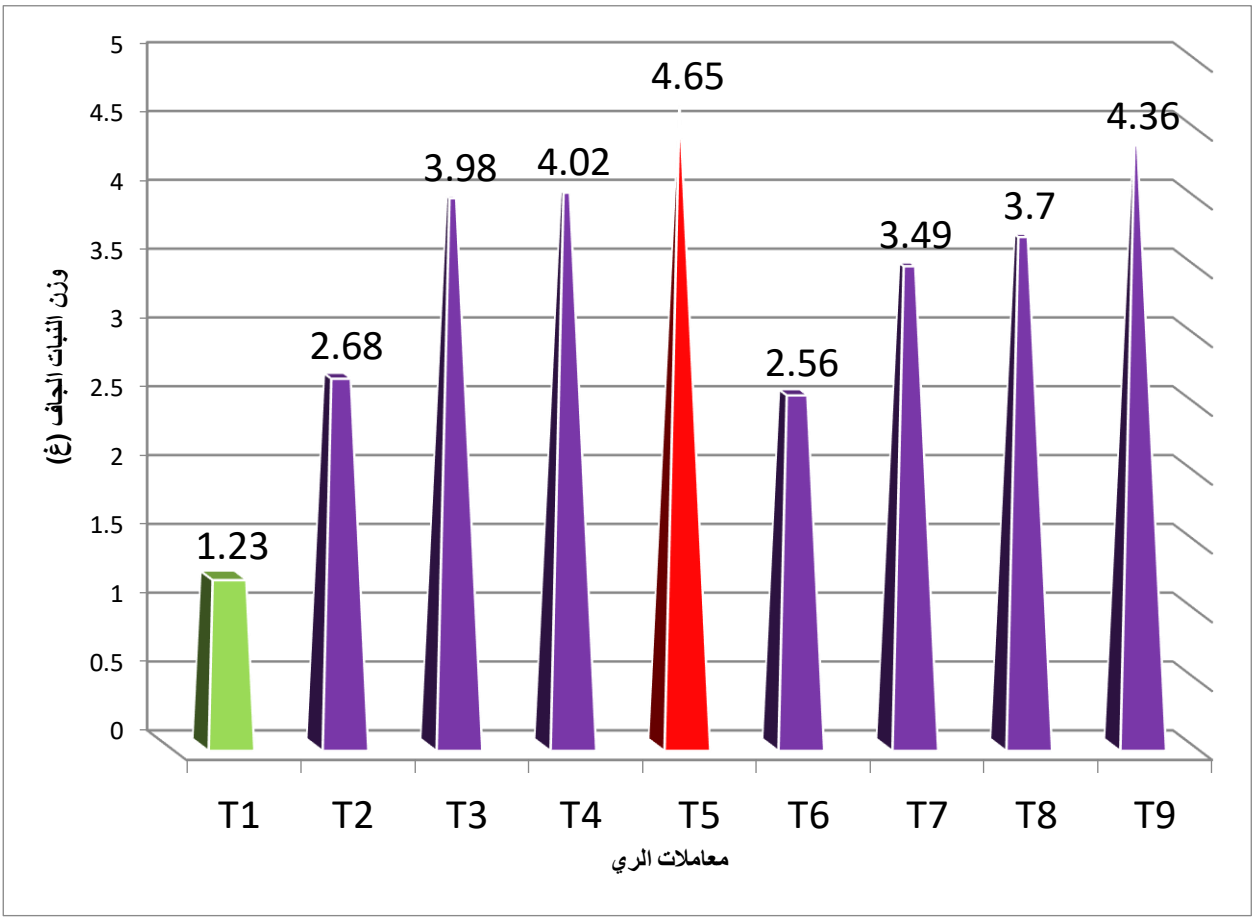
شكل (14): تأثير المعاملات المدروسة في صفة متوسط وزن الحبوب في السنبلة (غ نبات$^{-1}$)

5.3.3 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 الجدول (21) والشكل (15) وتعزى الزيادة في متوسط الوزن الجاف للسنبلة إلى ارتفاع النبات وتشابهت هذه النتائج مع نتائج Alawasy وزملائها (2018) وPunith وزملاؤه (2017) وعلي وزملاؤه (2011) وMansourihzadeh وLaghari (2017).

جدول (21): تأثير المعاملات المدروسة في صفة وزن النبات الجاف.

المعاملة	وزن النبات الجاف (غ)
T_1 =100% مياه جوفية+ 0% مياه صرف صحي	1.233^{f}
T_2 =75% مياه جوفية+ 25% مياه صرف صحي غير معالجة	2.68^{e}
T_3 =50% مياه جوفية+ 50% مياه صرف صحي غير معالجة	3.98^{bc}
T_4 =25% مياه جوفية+ 75% مياه صرف صحي غير معالجة	4.02^{bc}
T_5 =0% مياه جوفية + 100% مياه صرف صحي غير معالجة	4.65^{a}
T_6 =75% مياه جوفية+ 25% مياه صرف صحي معالجة	2.563^{e}
T_7 =50% مياه جوفية+ 50% مياه صرف صحي معالجة	3.49^{d}
T_8 =25% مياه جوفية+ 75% مياه صرف صحي معالجة	3.7^{cd}
T_9 =0% مياه جوفية + 100% مياه صرف صحي معالجة	4.36^{ab}
المتوسط	3.51
LSD 0.05	0.37
C. V. %	6.2



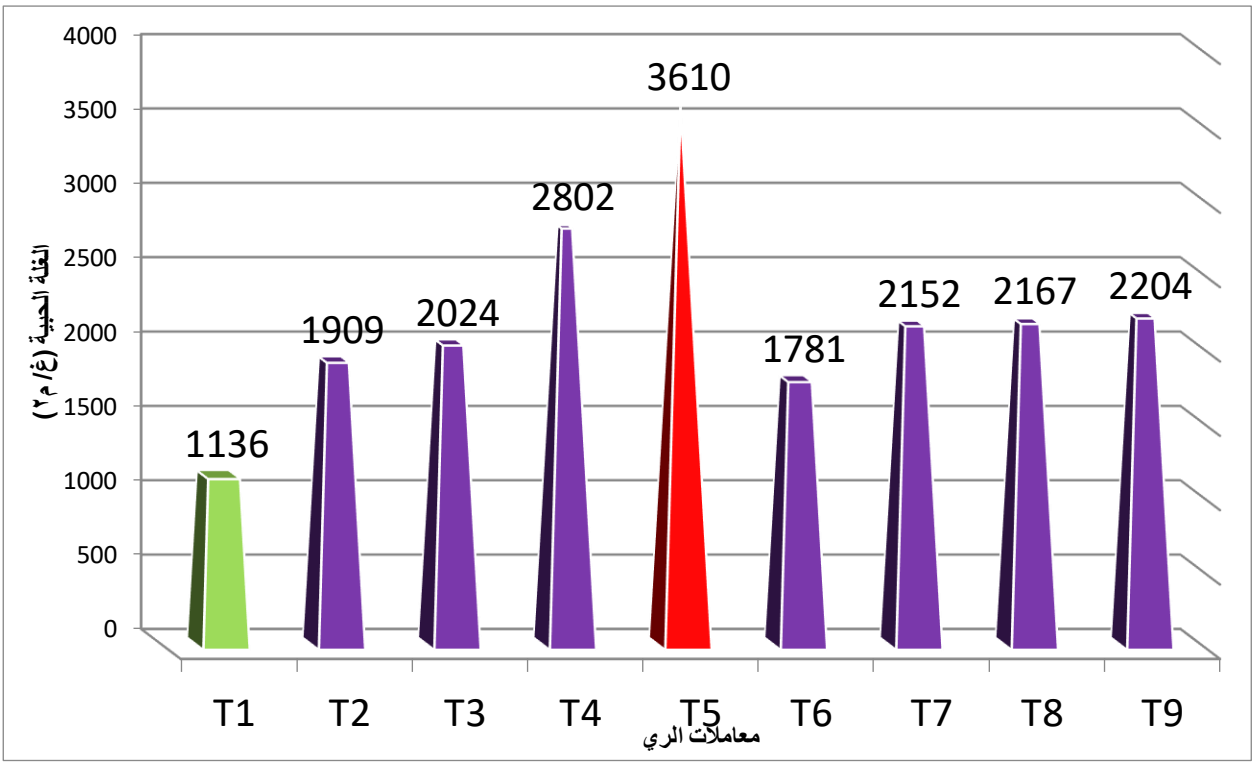
شكل (15): تأثير المعاملات المدروسة في صفة متوسط وزن النبات الجاف (غ)

6.3.3 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 الجدول (22) والشكل (16) 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 و Mansourihzadeh و Laghari، 2014).

جدول (22): تأثير المعاملات المدروسة في صفة وزن الألف حبة.

المعاملة	وزن الألف حبة (غ)
T_1= 100% مياه جوفية+ 0% مياه صرف صحي	**15.75^{c}**
T_2= 75% مياه جوفية+ 25% مياه صرف صحي غير معالجة	**27.37^{bc}**
T_3= 50% مياه جوفية+ 50% مياه صرف صحي غير معالجة	**31.3^{ab}**
T_4= 25% مياه جوفية+ 75% مياه صرف صحي غير معالجة	**40.72^{ab}**
T_5= 0% مياه جوفية + 100% مياه صرف صحي غير معالجة	**42.84^{a}**
T_6= 75% مياه جوفية+ 25% مياه صرف صحي معالجة	**32^{ab}**
T_7= 50% مياه جوفية+ 50% مياه صرف صحي معالجة	**32.33^{ab}**
T_8= 25% مياه جوفية+ 75% مياه صرف صحي معالجة	**37.45^{ab}**
T_9= 0% مياه جوفية + 100% مياه صرف صحي معالجة	**37.54^{ab}**
المتوسط	**33.83**
LSD 0.05	**12.07**
C. V. %	**20.8**



الشكل (16): تأثير المعاملات المدروسة في صفة متوسط وزن الألف حبة (غ)

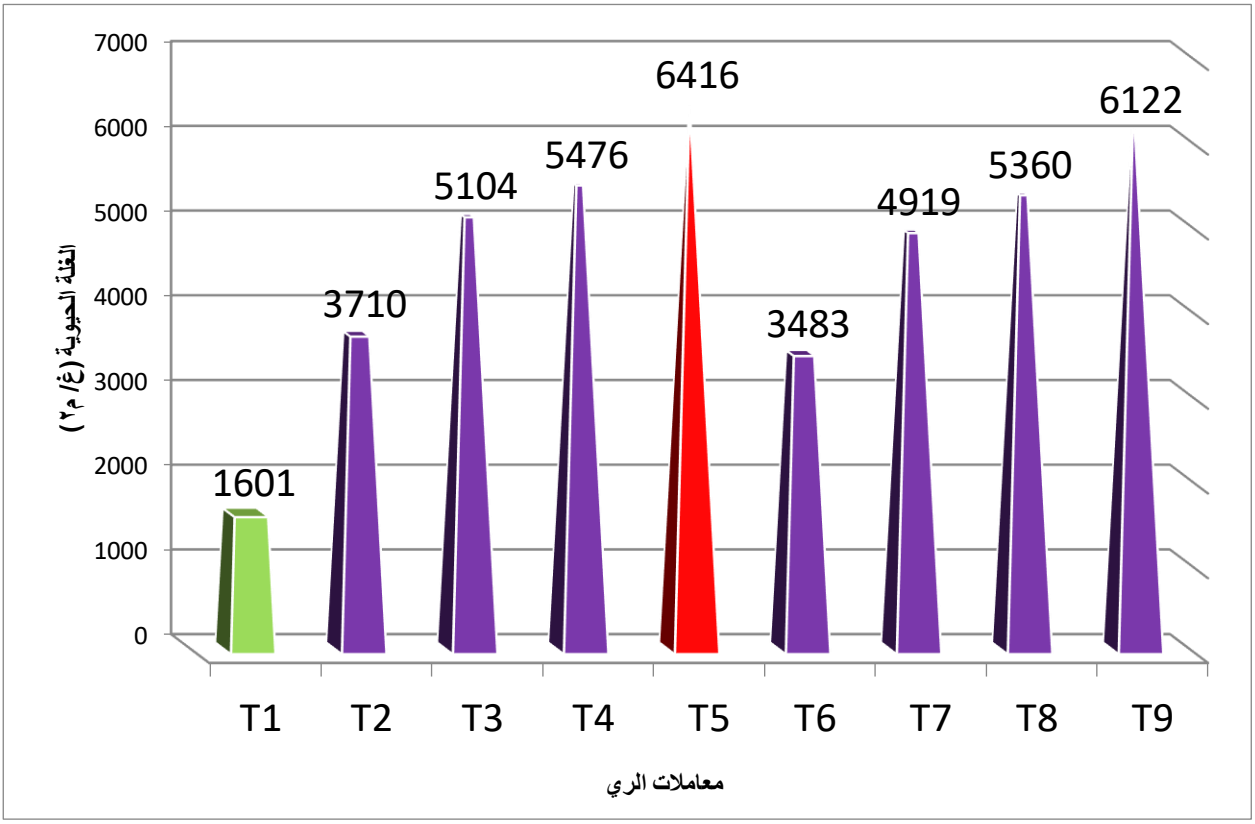
7.3.3 الغلة الحبية:

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 T_1 (100% مياه جوفية+ 0% مياه صرف صحي) حيث بلغت 1136 كغ/هكتار فقط كما هو مبين في الجدول (23) والشكل (17) 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 (الحايك، 2022 وIlker وYaganoglu، 2012 وMansourihzadeh وLaghari، 2014).

جدول (23): تأثير المعاملات المدروسة في صفة الغلة الحبية.

المعاملة	الغلة الحبية (كغ/هكتار)
T_1= 100% مياه جوفية+ 0% مياه صرف صحي	1136^{e}
T_2= 75% مياه جوفية+ 25% مياه صرف صحي غير معالجة	1909^{cd}
T_3= 50% مياه جوفية+ 50% مياه صرف صحي غير معالجة	2024^{cd}
T_4= 25% مياه جوفية+ 75% مياه صرف صحي غير معالجة	2802^{b}
T_5= 0% مياه جوفية + 100% مياه صرف صحي غير معالجة	3610^{a}
T_6= 75% مياه جوفية+ 25% مياه صرف صحي معالجة	1781^{d}
T_7= 50% مياه جوفية+ 50% مياه صرف صحي معالجة	2152^{cd}
T_8= 25% مياه جوفية+ 75% مياه صرف صحي معالجة	2167^{cd}
T_9= 0% مياه جوفية + 100% مياه صرف صحي معالجة	2204^{c}
المتوسط	2260.28
LSD 0.05	364.38
C. V. %	9.4



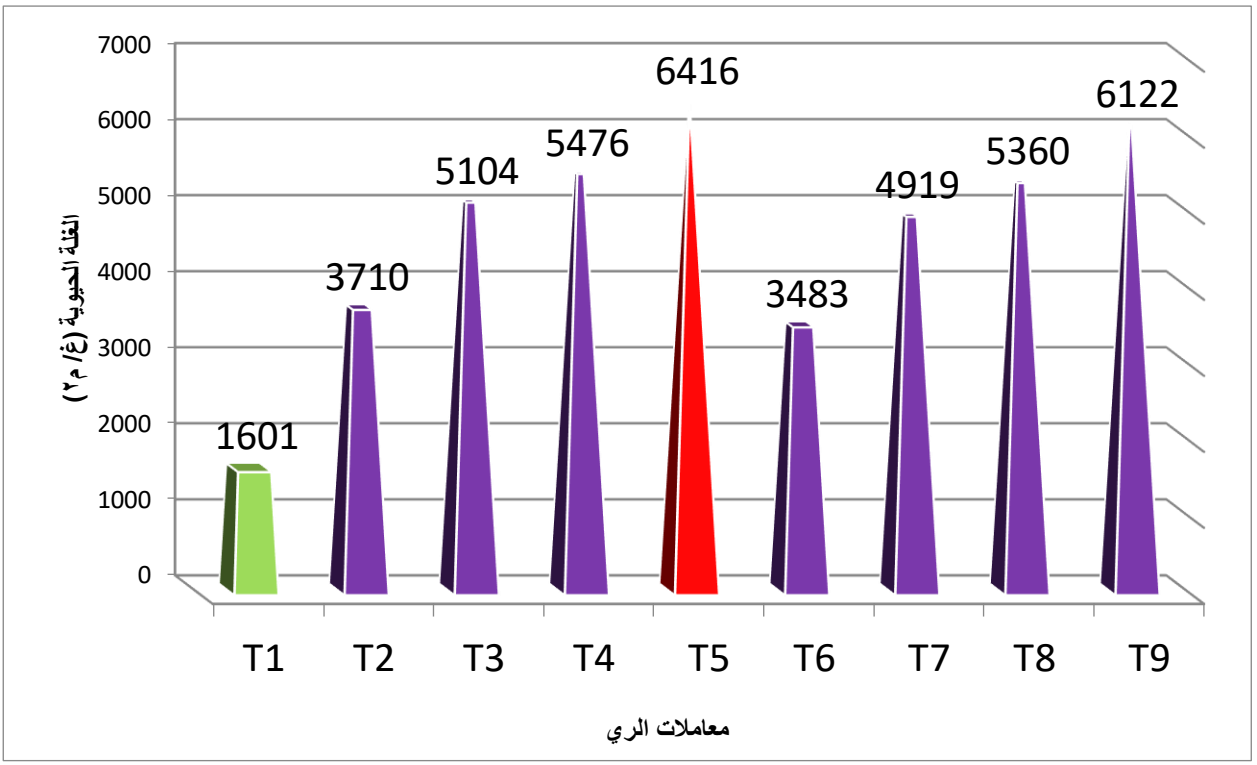
الشكل (17): تأثير المعاملات المدروسة في متوسط الغلة الحبية (غ)

8.3.3 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$^{-2}$ وكانت هذه الزيادة معنوية عند المقارنة مع المعاملة رقم T_1 (100% مياه جوفية+ 0% مياه صرف صحي) حيث بلغت 1601 غ. م$^{-2}$ فقط كما هو مبين في الجدول (24) والشكل (18) 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 الحايك (2022) وIlker و Yaganoglu (2012).

جدول (24): تأثير المعاملات المدروسة في الغلة الحيوية.

المعاملة	الغلة الحيوية (غ. م$^{-2}$)
T_1= 100% مياه جوفية+ 0% مياه صرف صحي	**1601^{e}**
T_2= 75% مياه جوفية+ 25% مياه صرف صحي غير معالجة	**3710^{d}**
T_3= 50% مياه جوفية+ 50% مياه صرف صحي غير معالجة	**5104^{c}**
T_4= 25% مياه جوفية+ 75% مياه صرف صحي غير معالجة	**5476^{bc}**
T_5= 0% مياه جوفية + 100% مياه صرف صحي غير معالجة	**6416^{a}**
T_6= 75% مياه جوفية+ 25% مياه صرف صحي معالجة	**3483^{d}**
T_7= 50% مياه جوفية+ 50% مياه صرف صحي معالجة	**4919^{c}**
T_8= 25% مياه جوفية+ 75% مياه صرف صحي معالجة	**5360^{bc}**
T_9= 0% مياه جوفية + 100% مياه صرف صحي معالجة	**6122^{ab}**
المتوسط	**4820.43**
LSD 0.05	**713.03**
C. V. %	**8.6**



الشكل (18): تأثير المعاملات المدروسة في صفة متوسط وزن الغلة الحيوية (غ)

9.3.3 دليل الحصاد:

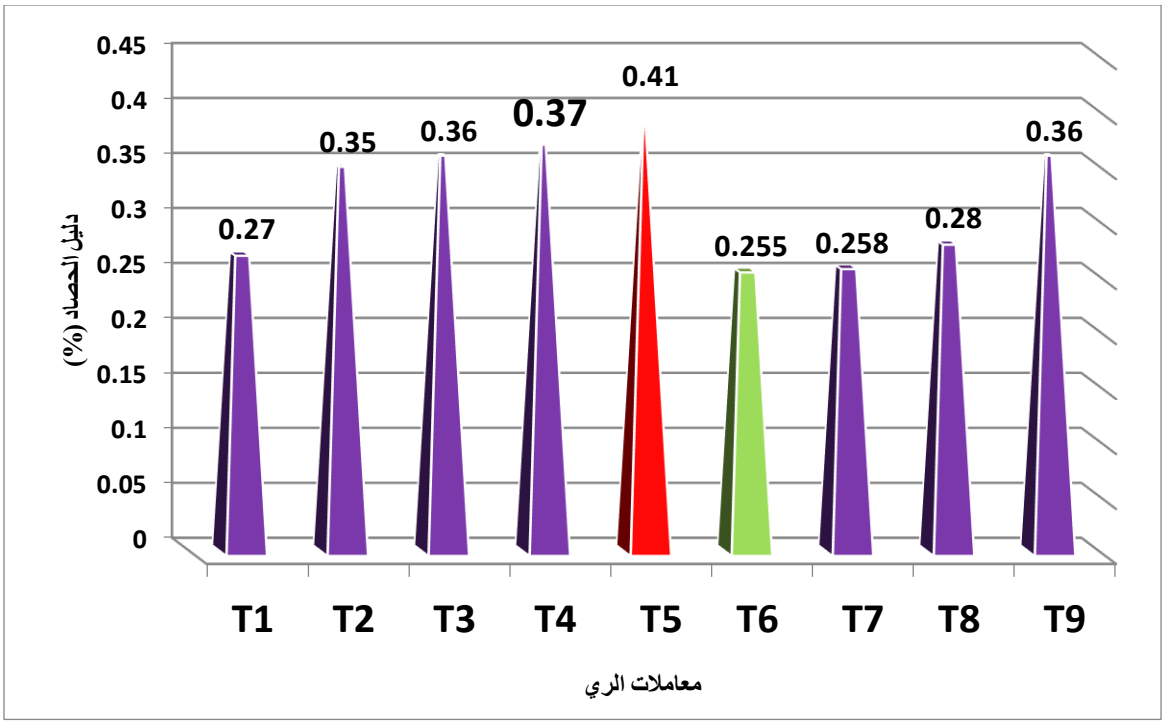
يمثل معامل الحصاد في محاصيل الحبوب نسبة وزن الحبوب إلى الوزن الجاف الكلي للنبات وهو يتأثر بحجم الأجزاء الثمرية (حجم × عدد الحبوب)، ويتأثر أيضاً بمعدل وبطول مدة توزيع نواتج التمثيل الضوئي بين الأجزاء المختلفة من النبات، فكلما كانت كمية المادة الجافة المسخرة لنمو الأجزاء الثمرية أكبر كلما كان عدد الحبوب ووزنها أكبر، وتقل غلة المحصول الحبية عندما يسخر النبات جزءً أكبر من المادة الجافة لنمو المجموعتين الهوائية والأرضية، وعموماً تحت ظروف الجفاف فإن الطرز الوراثية التي تتمتع بكفاءة تسخير أكبر باتجاه الأجزاء الثمرية، ستكون أقدر على إعطاء غلة حبية أكبر، أي أكثر من وجهة نظر اقتصادية على تحمل الجفاف (نقلاً عن العودة وزملائه، 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 الجدول (25) والشكل (19) وتعزى الزيادة في دليل الحصاد عند الري بمياه الصرف الصحي المعالجة وغير المعالجة إلى الزيادة في الغلة الحبية ومكوناتها العددية.

جدول (25): تأثير المعاملات المدروسة في صفة دليل الحصاد.

المعاملة	دليل الحصاد (%)
T_1= 100% مياه جوفية+ 0% مياه صرف صحي	0.27[d]
T_2= 75% مياه جوفية+ 25% مياه صرف صحي غير معالجة	0.35[b]
T_3= 50% مياه جوفية+ 50% مياه صرف صحي غير معالجة	0.36[b]
T_4= 25% مياه جوفية+ 75% مياه صرف صحي غير معالجة	0.37[b]
T_5= 0% مياه جوفية + 100% مياه صرف صحي غير معالجة	0.41[a]
T_6= 75% مياه جوفية+ 25% مياه صرف صحي معالجة	0.255[d]
T_7= 50% مياه جوفية+ 50% مياه صرف صحي معالجة	0.258[d]
T_8= 25% مياه جوفية+ 75% مياه صرف صحي معالجة	0.28[d]
T_9= 0% مياه جوفية + 100% مياه صرف صحي معالجة	0.36[b]
المتوسط	0.33
LSD 0.05	0.034
C. V. %	6.1



الشكل (19): تأثير المعاملات المدروسة في صفة متوسط دليل الحصاد (%)

4.3 نتائج التحاليل الكيميائية المعادن الثقيلة في التربة والنبات:

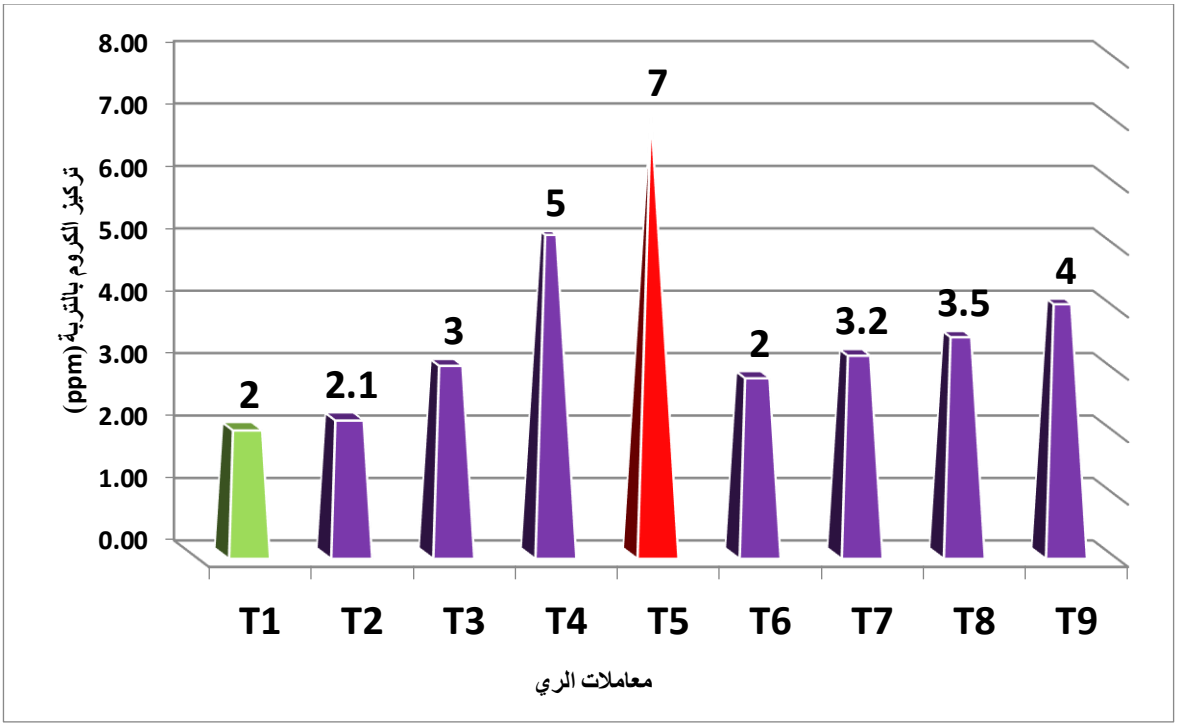
1.4.3 نتائج تحاليل المعادن الثقيلة في التربة:

1.1.4.3 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 (Adriano، 1986) كما هو مبين في الجدول (26) والشكل (20) 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 وتشابهت هذه النتائج مع نتائج الحايك (2022) وWojciech وزملائه (2016).

جدول (26): كمية الكروم في التربة المدرسة قبل بعد الزراعة.

Cr (ppm)	المعاملة	
150 -10	الحد المسموح به	
1.75	قبل الزراعة	
2.03^{i}	T_1= 100% مياه جوفية + 0% مياه صرف صحي معالجة وغير معالجة	بعد الزراعة
2.19^{h}	T_2= 75% مياه جوفية+ 25% مياه صرف صحي غير معالجة	
3.06^{f}	T_3= 50% مياه جوفية+ 50% مياه صرف صحي غير معالجة	
5.13^{b}	T_4= 25% مياه جوفية+ 75% مياه صرف صحي غير معالجة	
7.05^{a}	T_5= 0% مياه جوفية + 100% مياه صرف صحي غير معالجة	
2.86^{g}	T_6= 75% مياه جوفية+ 25% مياه صرف صحي معالجة	
3.22^{e}	T_7= 50% مياه جوفية+ 50% مياه صرف صحي معالجة	
3.51^{d}	T_8= 25% مياه جوفية+ 75% مياه صرف صحي معالجة	
4.03^{c}	T_9= 0% مياه جوفية + 100% مياه صرف صحي معالجة	
0.12	المتوسط	
0.26	LSD 0.05	
2.3	C. V. %	



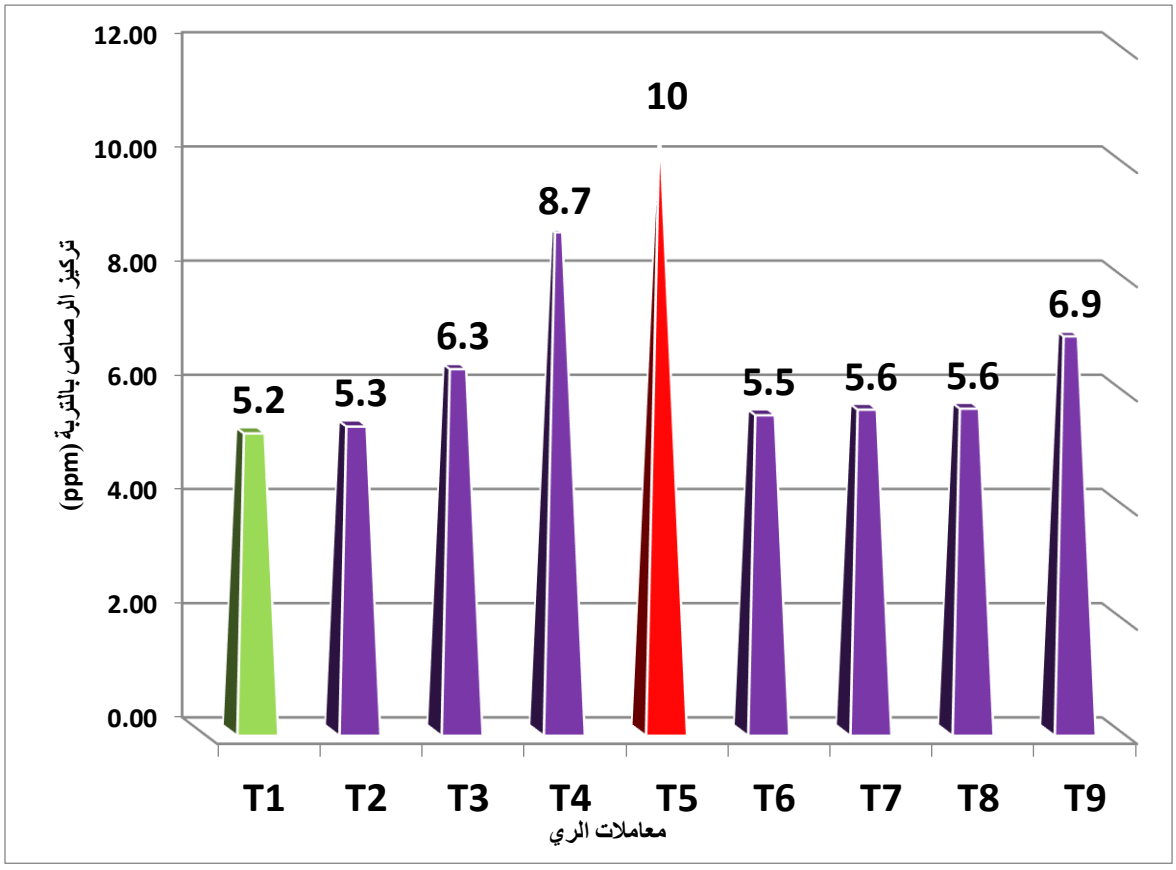
الشكل (20): تأثير المعاملات المدروسة في كمية الكروم في التربة

2.1.4.3 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 (Adriano، 1986) كما هو مبين في الجدول (27) والشكل (21) 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 (الحايك، 2022 و Alawasy وزملائها، 2018 و Hatamian وزملائه، 2020) وتختلف مع نتائج Wojciech وزملائه (2016).

جدول (27): كمية الرصاص في التربة المدرسة قبل وبعد الزراعة.

Pb (ppm)	المعاملة	
200 -2	الحد المسموح به	
4.29	قبل الزراعة	
5.25 g	T_1 = 100% مياه جوفية + 0% مياه صرف صحي معالجة وغير معالجة	بعد الزراعة
5.37fg	T_2= 75% مياه جوفية+ 25% مياه صرف صحي غير معالجة	
6.38d	T_3= 50% مياه جوفية+ 50% مياه صرف صحي غير معالجة	
8.74b	T_4= 25% مياه جوفية+ 75% مياه صرف صحي غير معالجة	
10.59a	T_5= 0% مياه جوفية + 100% مياه صرف صحي غير معالجة	
5.57ef	T_6= 75% مياه جوفية+ 25% مياه صرف صحي معالجة	
5.66e	T_7= 50% مياه جوفية+ 50% مياه صرف صحي معالجة	
5.68e	T_8= 25% مياه جوفية+ 75% مياه صرف صحي معالجة	
6.94c	T_9= 0% مياه جوفية + 100% مياه صرف صحي معالجة	
4.13	المتوسط	
8.76	LSD 0.05	
17.1	C. V. %	



الشكل (21): تأثير المعاملات المدروسة في كمية الرصاص في التربة.

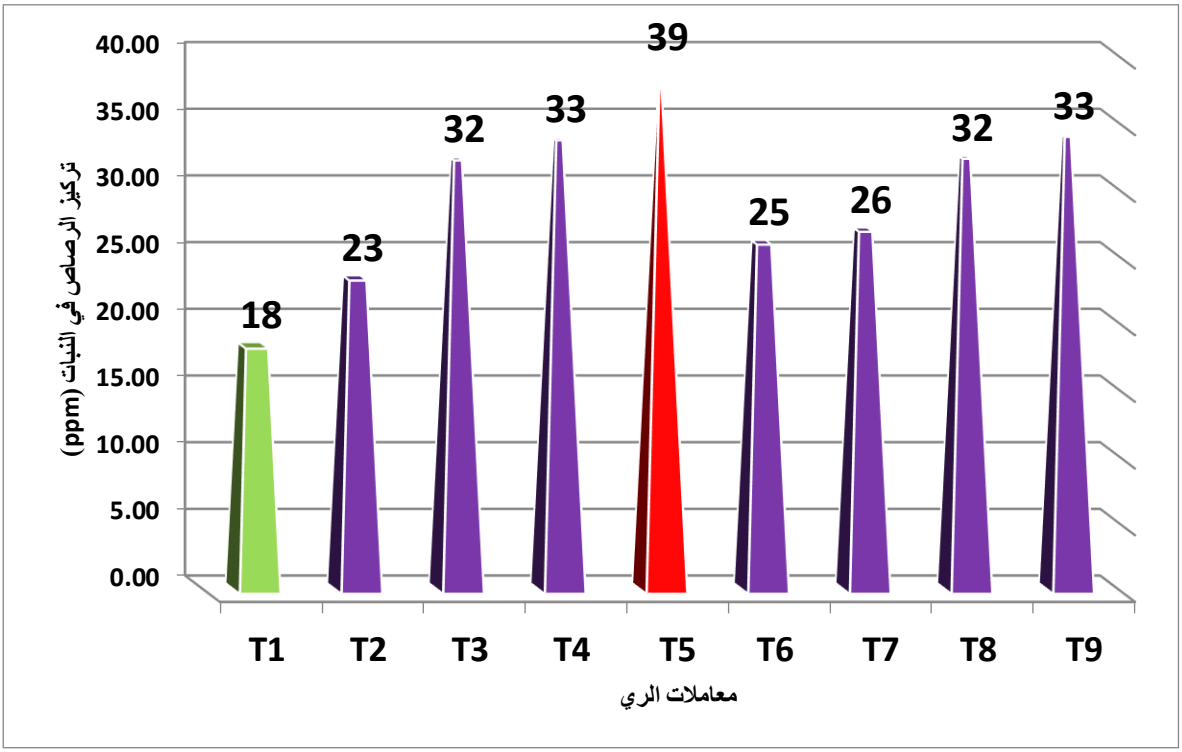
2.4.3 نتائج تحاليل المعادن الثقيلة في النبات:

1.2.4.3 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 حسب الحدود المسموحة للمعادن في النبات (Adriano، 1986 وProst، 1997 وKalra، 1998) كما هو مبين في الجدول (28) والشكل (22) 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 فإنّ الكروم من أكثر المعادن 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 التي 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 أ، 2014)، وتتفق هذه النتائج مع نتائج Hatamian وزملائه (2020) وتختلف هذه النتائج مع ما توصل إليه (الحايك،2022 والزعبي وزملاؤه، 2018 وVergine وزملاؤه، 2017 وعلي وزملاؤه، 2011) فأكدوا على أن كمية عنصر الكروم في حبوب الشعير بعد ريه بمياه الصرف كانت ضمن الحدود المسموح بها.

جدول (28): كمية الكروم في حبوب الشعير.

المعاملة	Cr (ppm)
المحتوى الطبيعي	2 -0.5
المحتوى السام	30 -5
T1=100% مياه جوفية + 0% مياه صرف صحي معالجة وغير معالجة	18.21^{d}
T_2= 75% مياه جوفية+ 25% مياه صرف صحي غير معالجة	23.27^{cd}
T_3= 50% مياه جوفية+ 50% مياه صرف صحي غير معالجة	32.19^{abc}
T_4= 25% مياه جوفية+ 75% مياه صرف صحي غير معالجة	33.69^{ab}
T_5= 0% مياه جوفية + 100% مياه صرف صحي غير معالجة	39.82^{a}
T_6= 75% مياه جوفية+ 25% مياه صرف صحي معالجة	25.94^{bcd}
T_7= 50% مياه جوفية+ 50% مياه صرف صحي معالجة	26.89^{bcd}
T_8= 25% مياه جوفية+ 75% مياه صرف صحي معالجة	32.32^{abc}
T_9= 0% مياه جوفية + 100% مياه صرف صحي معالجة	33.94^{ab}
المتوسط	0.008
LSD 0.05	0.017
% .C. V	0



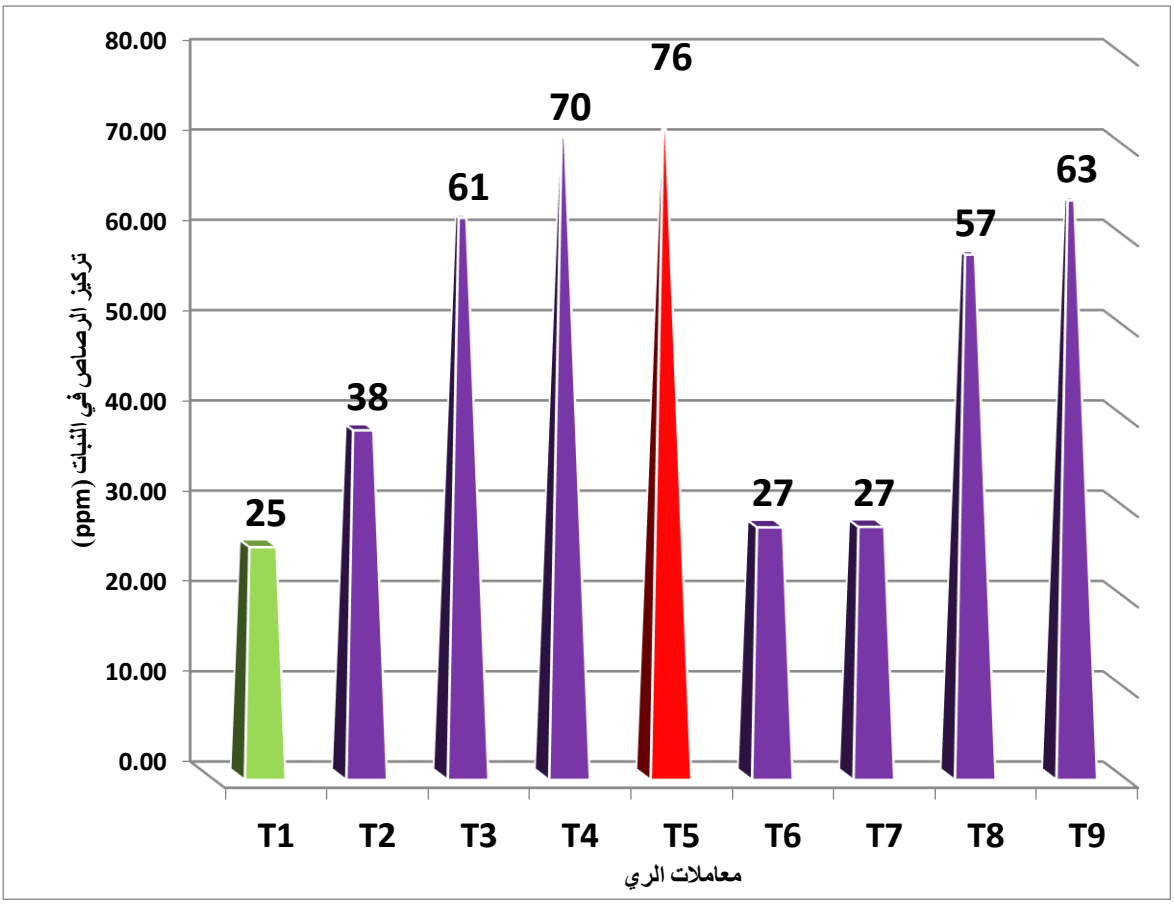
الشكل (22): تأثير المعاملات المدروسة في كمية الكروم في النبات

2.2.4.3 كمية الرصاص في النبات:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي أن كمية الرصاص الأعلى في حبوب الشعير في المعاملة T_5 (0% مياه جوفية + 100% مياه صرف صحي غير معالجة) حيث بلغت 76.11 ppm وكانت هذه الزيادة معنوية عند المقارنة مع المعاملة T_1 (100% مياه جوفية+ 0% مياه صرف صحي) حيث بلغت 25.58 ppm وهي أعلى من حدود المحتوى الطبيعي في النسج النباتية وضمن المحتوى السام في النبات حسب الحدود المسموحة للمعادن في النبات (Adriano، 1986 وProst، 1997 وKalra، 1998) كما هو مبين في الجدول (29) والشكل (23) وتشير هذه النتائج إلى ارتفاع كمية الرصاص في النبات مع زيادة المزج المائي بالمياه المعالجة وغير المعالجة الأمر الذي يؤكد امتصاص الشعير للرصاص وتراكمه ضمن الحبوب وتتفق هذه النتائج مع نتائج Hatamian وزملائه (2020) وتختلف هذه النتائج مع ما توصل إليه (الحايك،2022 والزعبي وزملاؤه، 2018 وVergine وزملاؤه، 2017 وعلي وزملاؤه، 2011 وIlker وYaganoglu، 2012).

جدول (29): كمية الرصاص في حبوب الشعير.

المعاملة	Pb (ppm)
المحتوى الطبيعي	**20 -3**
المحتوى السام	**300 -30**
T1= 100% مياه جوفية + 0% مياه صرف صحي معالجة وغير معالجة	**25.58^{i}**
T_2= 75% مياه جوفية+ 25% مياه صرف صحي غير معالجة	**38.42^{f}**
T_3= 50% مياه جوفية+ 50% مياه صرف صحي غير معالجة	**61.78^{d}**
T_4= 25% مياه جوفية+ 75% مياه صرف صحي غير معالجة	**70.65^{b}**
T_5= 0% مياه جوفية + 100% مياه صرف صحي غير معالجة	**76.11^{a}**
T_6= 75% مياه جوفية+ 25% مياه صرف صحي معالجة	**27.76^{h}**
T_7= 50% مياه جوفية+ 50% مياه صرف صحي معالجة	**27.81^{g}**
T_8= 25% مياه جوفية+ 75% مياه صرف صحي معالجة	**57.74^{e}**
T_9= 0% مياه جوفية + 100% مياه صرف صحي معالجة	**63.7^{c}**
المتوسط	**0.06**
LSD 0.05	**0.14**
% .C. V	**0.9**



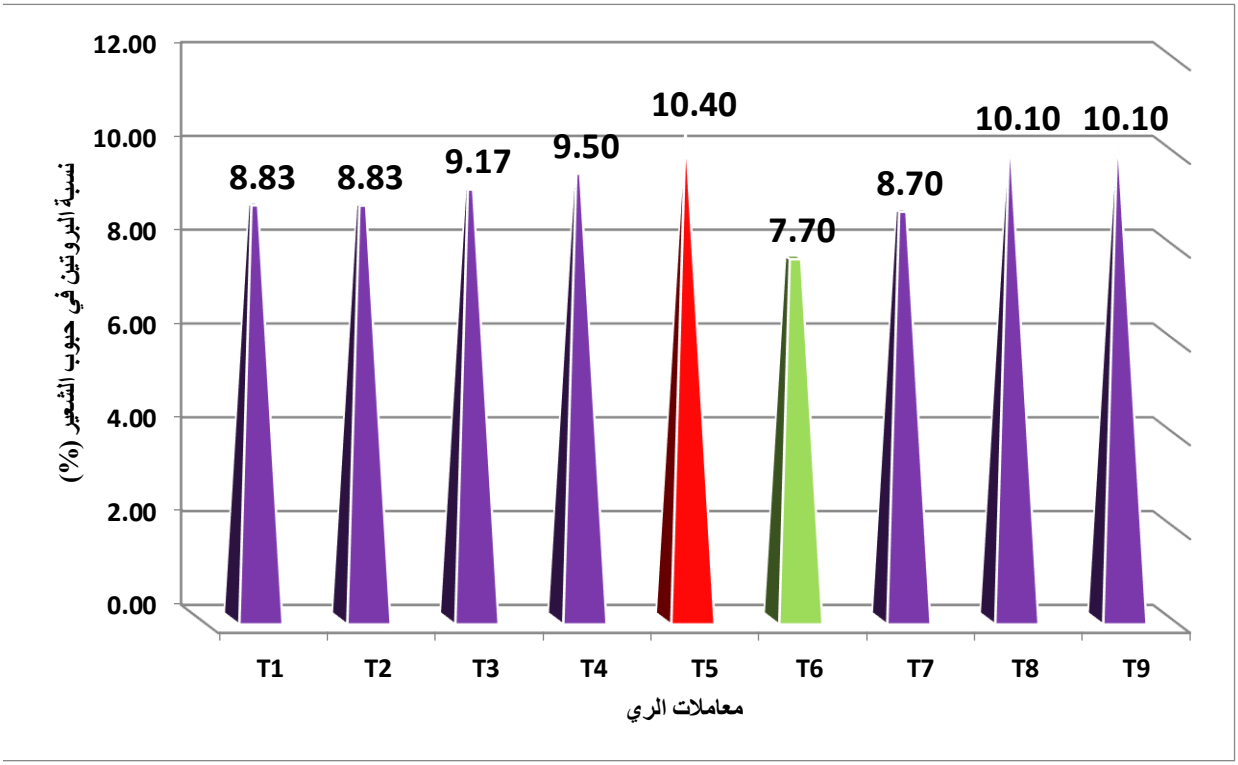
الشكل (23): تأثير المعاملات المدروسة في كمية الرصاص في النبات

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

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 (FAO، 2013) كما هو مبين في الجدول (30) والشكل (24) 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.

جدول (30): نسبة البروتين في حبوب الشعير.

المعاملة	قيمة البروتين %
الحد المسموح به	12-10
T_1 = 100% مياه جوفية + 0% مياه صرف صحي معالجة وغير معالجة	8.833 e
T_2= 75% مياه جوفية+ 25% مياه صرف صحي غير معالجة	8.833e
T_3= 50% مياه جوفية+ 50% مياه صرف صحي غير معالجة	9.167d
T_4= 25% مياه جوفية+ 75% مياه صرف صحي غير معالجة	9.5c
T_5= 0% مياه جوفية + 100% مياه صرف صحي غير معالجة	10.4a
T_6= 75% مياه جوفية+ 25% مياه صرف صحي معالجة	7.7f
T_7= 50% مياه جوفية+ 50% مياه صرف صحي معالجة	8.7e
T_8= 25% مياه جوفية+ 75% مياه صرف صحي معالجة	10.1b
T_9= 0% مياه جوفية + 100% مياه صرف صحي معالجة	10.1b
المتوسط	0.019
LSD 0.05	0.041
C. V. %	0.6



الشكل (24): تأثير المعاملات المدروسة في نسبة البروتين في الحبوب (%)

4 خاتمة البحث Research Conclusion

بينت الدراسة وجود تباين واضح في نتائج ري محصول الشعير بمياه جوفية وبمياه معالجة وغير معالجة، وكانت الفروق معنوية وغير معنوية بين الصفات المدروسة حيث كان هناك تفوق واضح للري بالمياه غير المعالجة على الري بالمياه المعالجة في كافة الصفات المدروسة، ويعزى تفوق المياه غير المعالجة في ري محصول الشعير على المياه المعالجة إلى أنه عند خلط المياه غير المعالجة بالمياه الجوفية أدى إلى انخفاض حمل التلوث الناتج عن الصناعات الغذائية وبالتالي أعطت نتائج أفضل بينما يعزى سبب غياب تفوق الري بالمياه المعالجة لكثرة الأملاح والمواد الكيميائية المستخدمة من قبل الدباغين في عملية الدباغة، ونظراً لأن محتوى المعادن الثقيلة في التربة والنبات كان مرتفعاً عند الري بكلا المياه المعالجة وغير المعالجة فهذا يعني فقِد صلاحية هذه المياه المعالجة وغير المعالجة للري لأن إضافتها يزيد من مستوى تركيز المعادن الثقيلة في التربة والنبات وبالتالي تمثل خطراً على الحيوان وذلك لسمية المعادن الثقيلة بالنسبة للحيوان ويكمن خطرها على صحة الإنسان في تلوث النبات بحبيبات التربة الملوثة بالمعادن الثقيلة التي يمكن أن يتناولها الإنسان وحيوانات الرعي.

1.4 نتائج البحث Research Results

1. كانت معاملة الري T_5 (0% مياه جوفية+ 100% مياه صرف صحي غير معالجة) الأعلى معنوياً في كافة الصفات الإنتاجية المدروسة.
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. ازداد محتوى التربة من المعادن الثقيلة (الكروم Cr، الرصاص Pb) باستخدام المياه المعالجة وغير المعالجة في ري محصول الشعير ولكنها بقيت ضمن الحد المسموح به.
4. أدى الري بمياه الصرف الصحي إلى تجاوز نسبة العناصر الثقيلة للحد المسموح به في حبوب الشعير.
5. زادت نسبة البروتين في حبوب الشعير بزيادة نسب مياه الصرف المعالجة وغير المعالجة في مياه الري لاحتوائها على المواد العضوية الغنية بالآزوت.
6. عدم صلاحية مياه صرف عدرا الصناعية المستخدمة (المعالجة وغير المعالجة) للري الزراعي لمحتواها العالي من الأملاح الكلية المنحلة وبعض العناصر الكيميائية مقارنة بالحد المسموح به قياسياً.

2.4 التوصيات والمقترحات Suggestions and Recommendations

1. التوقف عن ري المحاصيل بمياه صرف عدرا الصناعية 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 مع مراقبة نوعية المياه لأنها تلوث وتملح التربة.
3. تحسين كفاءة معالجة محطة معالجة صرف الدباغات في مدينة عدرا الصناعية.

المراجع References

المراجع العربية

1. **البيئة والتنمية. 1997.** المجلة البيئية الإقليمية الأولى في العالم العربي المجلد الثاني – العدد 7– 1997.
2. **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.
3. **المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية (2021).** الجمهورية العربية السورية، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، مديرية التخطيط، الجدول (13).
4. **الزعبي، منهل، أويديس ارسلان ورياض حاجي الشاهر ب. 2014.** المحاصيل العلفية المتحملة للملوحة– منشورات الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية.
5. **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.
6. **الشاطر، محمد ورياض بلدية. 2014.** أنظمة الري والتسميد–منشورات جامعة دمشق، كلية الهندسة الزراعية.
7. **الشاطر، محمد سعيد. (1998).** أثر إضافة المخلفات المدينة على تطور المعادن الثقيلة في التربة. مجلة الخليج العربي للأبحاث العلمية 16 (3) من الصفحة 621– 642.
8. **العودة، أيمن، مأمون خيتي؛ ريما رباح نصر (2016).** فسيولوجيا المحاصيل الحقلية، منشورات جامعة دمشق. صفحة 306.

9. **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.

10. **الحايك، رابعة (2022).** استجابة محصولي "الشعير والسيسبان" العلفيين للإجهاد المائي عند الري بمياه صرف صحي معالجة في منطقة السّلميّة. رسالة أعدت لنيل درجة الدكتوراه في الهندسة الريفية، كلية الزارعة، جامعة دمشق، سورية.

11. **باسماعيل، سعيد. 2016.** وصف محصول الشعير. الشعير واستخداماته في التغذية. ص 11–12.

12. **جزدان، عمر. 2000.** دراسة تأثير الري بالمياه العادمة المعالجة وغير المعالجة في خصائص التربة الفيزيائية والهيدروفيزيائية والكيميائية وفي إنتاجية بعض الخضر والمحاصيل باستعمال الأحواض الليزيمترية. رسالة أعدت لنيل درجة الماجستير في علوم التربة واستعمالات المياه، كلية الزارعة، جامعة دمشق، سورية.

13. **عبد السلام، عادل. 1986.** تلوث نهر بردى وغوطة دمشق حوض بردى والأعوج من الناحية الجغرافية –الندوة العلمية– نقابة المهندسين، فرع دمشق، دمشق، سوريا.

14. **علي، حميد، سيف الخميسي وأحمد البكري. 2011.** استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً في إنتاج المحاصيل العلفية تحت ظروف سلطنة عمان، المجلة الأردنية في العلوم الزراعية، المجلد 7, العدد (3) 2011.

15. **منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، 2017.** البرنامج الدولي للمياه والتنمية الزراعية المساندة. منشورات الفاو.

16. **منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، 2018 a.** إدارة المياه في النظم الهشة –ورقة مشتركة صادرة عن منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة والبنك الدولي. منشورات الفاو.

17. **منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، 2018 b**. الإدارة الفعالة للموارد المائية في العالم العربي مفتاح النمو المستقبلي والاستقرار. منشورات الفاو.

18. **يعقوب، رلى ويوسف نمر. 2011**. تقانات إنتاج المحاصيل الحبوب والبقول (الجزء النظري). منشورات جامعة دمشق، عدد الصفحات 298.

المراجع الإنجليزية

1. **Abdel-Aziz, R. 2015.** Impact of treated wastewater irrigation on soil chemical properties and crop productivity. International Journal of Water Resources and Arid Environments. 4(1): 30-36.
2. **Andriano, D.C.1986.** Trace Elements in The Terrestrial Enviroment. Springer_Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo.536P.
3. **Andrea, M., G.J. Ariela Salas Barboza, Valeria Garcés, María S. Rodríguez Alvarez, Martín A. Iribarnegaray, Viviana I. Liberal, Graciela E. Fasciolo, Jules B. van Lier, and Lucas Seghezzo. 2015.** The use of (treated) domestic wastewater for irrigation: current situation and future challenges. International Journal of Water and Wastewater Treatment. 12: 1-10.
4. **Abdullrzzakmani. (2011).** Membranes bioreactor sewage treatment for sustainable effluents reused MBR WWTPs.
5. **Angelakis, A. N. L. and Bontoux V. Lazarova. 2003.** Challenges and prospectives for water recycling and reuse in EU countries. Water Sci. Technol. Water Supply, 3(4), 59-68.
6. **Amin, M., and A. Hamidi. 2011.** Effect of municipal wastewater on accumulation of heavy metals in soil and wheat (triticum aestivum L.) with two irrigations. Nardi Fundulea, Romania Romanian Agricultural Research. (28).
7. **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.
8. **Allen Richard G., Luis S. Pereira, Dirk Raes, Martin Smith. 1998.** Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements: FAO Irrigation and drainage paper 56.
9. **Almohisen, Ibrahim A.A, Alsharari, Sultan F.** 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.

10. **Bothmer, V. R., N. Jacobsen, C. Baden, R.B. Jorgensen and I. Lindelaursen. 1991.** Anecogeographical study of the genus Hordeum. International Board for Plant Genetic Resources, Rome. P. 127.
11. **Bruggen, van der B. 2010.** The global water recycling situation. Sustainability Sci Eng 2: 41-62.
12. **Baum M., S. Grando, S. Ceccarelli, G. Backes and A. Jahoor. 2004.** Localization of quantitative traits loci for dry characters in barley by linkage mapping. In: "Challenges and strategies for dry land agriculture". CSSA. Special Puplication. 32:191-202.
13. **Babayan, M., Javaheri, M., Tavassoli, A., & Esmaeilian, Y. 2012.** Effects of using wastewater in agricultural production. African Journal of Microbiology Research, 6(1), 1-9.
14. **Bremner, J. M. 1996.** Total Nitrogen. In: Sparks, D.L.(Ed.), Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods, SSSA Book Series 5, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, pp.1085-1122.
15. **Carr, G, Potter, R.P and Nortcliff S. 2011.** Water reuse for irrigation in Jordan: Perceptions of water quality among farmers, Agricultural Water Management 98, P 847–854.
16. **Ceccarelli, S. (1994).** Specific adaptation and breeding for marginal conditions. Euphytica. 77:205-2019.
17. **Ceccarelli, S. and S. Grando. 1996**. Drought as a challenge for the plant breeder. Plant Growth Reg. 20: 149-155.
18. **FAO. 2013.** FAOSTAT. Statistics of Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.
19. **Fatima-Zahra Lahlou, Hamish R. Mackey and Tareq Al-Ansari. 2020.** Wastewater reuse for livestock feed irrigation as a sustainable practice: A socio-environmental-economic review, Journal of Cleaner Production, 294 (2021) 126331.

20. **Gondek, k. 2010.** Zinc and Cadmium accumulation in maze (Zea mays L.) and the concentration of mobile forms of these metals in soil after application of farmyard manure and sewage sludge. J. Elementol., 15(4): 639-652.
21. **Hamilton AJ, Stagnitti F, Xiong X, Kreidl SL, Benke KK, et al. 2007.** Wastewater irrigation: the state of play. Vadose Zone J 6:823-840.
22. **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.
23. **El-Nahhal, I. M., S. M. Zourab, F. S.. Kodeh et al.** "Nanostructured zinc oxide-cotton fibers: synthesis, characterization and applications," Journal of Materials in electronics, vol. 24, no. 10, pp. 3970-3975, 2013.
24. **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.
25. **Ioukopoulos, B. I. K. Kalavrouziotis. 2008.** Reuse of municipal reclaimed wastewater for the irrigation in soils and plants: Aitoloakarnania in Western Greece as an example. Fresenius Environ. Bull., 17(4), 434-438.
26. **Kjeldahl, J. 1883.** A New Method for the Determination of Nitrogen in Organic Matter. Zeitschrift für Analytische Chemie, 22, 366-382.
27. **Khalaphalah, R, Adiel, M; Farrag, E. 2014.** Wastewater treatment and reuse for irrigation green barley fodder in south valley university-Egypt. Journal of Agricultural Science, Vol. 3(11) pp. 379-386, November.
28. **Kiziloglu F.M., Turan, M., Sahin, U., Kuslu, Y. and Dursun, A. 2008.** Effects of untreated and treated wastewater irrigation on some chemical properties of cauliflower (Brassica oleracea L.var. botrytis) and red cabbage (Brassica oleracea L. var. rubra) grown on calcareous soil in Turkey. Agriculture Water Management, 95: 716-724.

29. **Kalra, P. Y. 1998**. Reference Methods for Plant Analysis CRC Press, Boca Raton, D. C.
30. **Khouri N. Kalbermatten J.M, Bartone C.R. 1994.** Reuse of wastewater in agriculture: a guide for planners. The World Bank, Washington DC.
31. **Mansourizadeh, Z. laghari, K. 2014.** Effect of Treated Municipal Wastewater on the Growth of Three Cultivars of Barely, Journal of Applied Environmental and Biological Sciences. 4(3s) P101-105.
32. **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.
33. **Mirsha, B. N. and B. G. Shivakumar. 2000.** Barley. In: Techniques and Managements of Field Crop Production. Agrobios. India.
34. **Misra AK. (2014).** Climate change and challenges of water and food security. Int J Sustainable Built Environ 3: 153-165.
35. **Marx, E.S., Hart, J. and Stevens, R.G.** Soil Test Interpretation Guide. Oregon state university. P. 1-6.
36. **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.
37. **Prost, R. (ed). 1997.** Contaminated Soils, proceeding of the 3ed International Conference on the Biogeochemistry of Trace Elements, May 15-19, 1995. INRA – Paris, Versailles 78026, France.
38. **Patsios, S. I. and A.J. Karabelas. 2007.** Advanced wastewater treatment processes: membrane bioreactors for water reuse "Modern Technologies for Water and Wastewater Treatment" Workshop.
39. **Punith Raj, T.S., C.A. Srinivasamurthy, S. Bhaskar, Prabhudev Dhumgond and S.S. Prakash.** Effect of beverage industry effluent irrigation on growth and yield of barley. Int.J. Curr.Microbiol. App.Sci (2017) 6(4): 2403-2413.

40. **Samarah, N, Bashabsheh, K and Mazahrih, N. 2020.** Treated wastewater outperformed freshwater for barley irrigation in arid lands, Italian journal of agronomy. vol (15): 1610.
41. **Smith, B. D. 1998.** The emergence of agriculture. New York, NY, USA: W.H. Freeman Press.
42. **Scott CA, Faruqui NI, Rashid-Sally L. 2004.** Wastewater use in irrigated agriculture: conforonting the livelihood and environmental realities. CABI Publishing, Wallingford, UK.
43. **Ullrich, S.E. 2002.** Genetics and breeding of barley feed quality attributes in: Barley Science: Recent advances from molecular biology to agronomy of yield and quality, Slafer, G.A., J. L. Molina- CANO, R. Savin, J. L. Araus, and I. Romagosa. Food products Press, An Imprint of the Haworth Press, Inc New York. Pp 115-141.
44. **Vergine, P., Salerno, C., Libutti, A., Beneduce, L., Gatta, G., Berardi, G., & Pollice, A. 2017.** Closing the water cycle in the agro-industrial sector by reusing treated wastewater for irrigation. Journal of Cleaner Production. 164: 587-596.
45. **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.
46. **Watanab, N. 1998.** Amethod to distinguish leaf color variation in Syrian barley (Hordeum vulgare L.) Journal of Genetic and Breeding (Italy). 52(4):289-293.
47. **Wojciech Kêpka, Jacek Antonkiewicz, Czes£Awa Jasiewicz, Florian Gambuoe, Robert Witkowicz. 2016.** The Effect of Municipal Sewage Sludge on the Chemical Composition of Spring Barley. Soil Science Annual, Vol. 67 No. 3/2016: 124–130.
48. **Woodman, H.E and Engledow, F.L. (1924).** A chemical study of the development of the wheat grain. Journal of Agricultural sciences 14,563-586.

Abstract

This study was carried out in the nursery of the administration of the industrial city in Adra, during the agricultural season 2020/2021, with the aim of studying the effect of irrigation with wastewater of some sectors of the industrial city of Adra 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: 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 more than irrigating it with untreated water. With untreated water, irrigation treatments with untreated water outperformed irrigation with treated water in all the studied indicators. The highest yield of the plant when irrigated with untreated water was 3610 kg/ha. 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%).

It is recommended from this study to conduct further studies and scientific research on the possibility of using treated and untreated wastewater in agricultural irrigation and benefiting from it to obtain the nutrients necessary for plant growth to increase

crop productivity, taking into account that the heavy elements within the plant are within the permissible limits.

Key words: Electrical Conductivity Ec, Chemical Oxygen Demand COD, Biological Oxygen Demand BOD, Heavy elements.

The Syrian Arab Republic

Ministry of Higher Education

Damascus University, Faculty of Agriculture

Department of Rural Engineering

The Effect of Irrigation with Wastewater from Some Parts of the Industrial City of Adra on Barley Crop

A thesis prepared for obtaining a master's degree in rural engineering, specializing in rural engineering

By

Hiba Mohammed Ghazal

Supervision

Dr. Mahmoud Abd Alltaif
Department of Rural Engineering
Faculty of Agriculture
Damascus University
(Supervision)

Prof. Dr. Youssef Nemer
Department of Field Crops
Faculty of Agriculture
Damascus University
(Co-supervision)

2022