



## دراسة إنتاجية العدس المروي بمياه مختلفة الملوحة بتطبيق الري المختلط والري المتناوب Study of The Productivity of Lentil Irrigated with Different Salinity of Water with Application Mixed and Alternating Irrigation

د. أحمد شمس الدين شعبان<sup>(2)</sup>

د. غالية عبد المجيد<sup>(1)</sup>

Dr. Chalia Abdulmajeed<sup>(1)</sup>

Dr. Ahmad Shams Al-Dien Shaaban<sup>(2)</sup>

[shaabany57@gmail.com](mailto:shaabany57@gmail.com)

<https://doi.org/10.66805/AAE-19.1.035055>

Received 16 January 2024; Accepted 27 March 2025

(1) كلية الهندسة الزراعية، جامعة الفرات، الحسكة، سورية.

(1) Faculty of Agriculture, Al-Furat University, Al-Hasakah, Syria.

(2) قسم المحاصيل الحقلية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة حلب، سورية.

(2) Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Aleppo University, Syria.

### الملخص

يعد اللجوء إلى الري بالمياه المالحة خلطاً أو بالتناوب مع المياه العذبة طريقة مفيدة للتخلص من نقص موارد المياه العذبة، لذا نفذت تجربة أصص في البيت المحمي التابع لكلية الهندسة الزراعية بالحسكة خلال موسمي 2023/2022 و 2024/2023 بالتصميم العشوائي الكامل وبثلاث مكررات، هدفت التجربة إلى دراسة استجابة محصول العدس لثمانية نظم ري هي: T1 (الري بمياه عذبة)، و T2، T3، T4 (الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 25%:75%، 50%:50%، 75%:25% على التوالي)، و T5، T6، T7 (الري المتناوب بمياه مالحة ثم بمياه عذبة بتتاليات 1×1، 1×2، 1×3 على التوالي)، T8: الري بمياه مالحة بلغت ملوحتهما (5.97 دسم.م<sup>-1</sup>). أظهرت النتائج عدم وجود فروق معنوية بين موسمي التجربة في أغلب الصفات بينما لوحظت فروق معنوية بين أغلب المعاملات، أدت معاملات الخلط T2، T3، T4 لزيادة وزن البذور بنسبة 79.9% و 69.7% و 25.1%، بينما ارتفع متوسط وزن البذور بنسبة 67.7% و 59.7% في معاملي الري المتناوب T5 و T6 على التوالي وذلك بالمقارنة مع معاملة الري بالمياه المالحة T8. لدى دراسة ملوحة مستخلص عجينة التربة في نهاية الموسم الثاني تبين ارتفاعها بفارق 0.58، 1.04، 1.18 دسم.م<sup>-1</sup> وذلك لدى خلط المياه المالحة مع العذبة بنسبة 25%، 50%، 75% على التوالي. وبمقدار 0.48، 1.07، 1.36 دسم.م<sup>-1</sup> إذا كان عدد الريات المالحة 1، 2، 3 على التناوب مع الري العذبة، في حين أن الري بمياه مالحة بشكل مستمر رفع نسبة الملوحة بمقدار 1.54 دسم.م<sup>-1</sup> مقارنة بالري بمياه عذبة.

الكلمات المفتاحية: العدس، الملوحة، الري المختلط، الري بالتناوب، الإنتاجية.

## Abstract

Resorting to irrigation with saline water mixed or alternately with fresh water is a useful way to under condition of the shortage of fresh water resources, so a pot experiment was carried out in the greenhouse of the Faculty of Agricultural Engineering in Hasakah during the seasons 2022/2023 and 2023/2024 with a complete randomized design with three replicates. The experiment aimed to study the response of lentil crop to eight irrigation systems: T1 (irrigation with fresh water), T2, T3, T4 (irrigation with a mixture of fresh: saline water at a rate of 75%:25%, 50%:50%, 25%:75% respectively), T5, T6, T7 (irrigation alternately with saline water then with fresh water in sequences of  $1 \times 1$ ,  $2 \times 1$ ,  $3 \times 1$  respectively), T8: irrigation with saline water, which reached a salinity of ( $5.97 \text{ ds.m}^{-1}$ ). The results showed no differences between seasons but significant differences was evidence between most of the treatments. Mixing treatments T2, T3, T4 increased seed weight by 79.9%, 69.7% and 25.1%, while the average seed weight increased by 67.7% and 59.7% in the alternating irrigation treatments T5 and T6, respectively, compared to the saline water irrigation treatment T8. When studying the salinity of the soil extract at the end of the second season, it was found that it increased by a difference of 0.58, 1.04,  $1.18 \text{ ds.m}^{-1}$  when mixing saline water with fresh water at a rate of 25%, 50%, 75%, respectively. And by 0.48, 1.07,  $1.36 \text{ ds.m}^{-1}$  if the number of saline irrigations was 1, 2, 3 alternating with fresh irrigation, while irrigation with saline water continuously increased the salinity by  $1.54 \text{ ds.m}^{-1}$  compared to irrigation with fresh water.

**Key words:** Lentil, Salinity, Mixed irrigation, Cycling irrigation, Productivity.

## المقدمة

يواجه قطاع الزراعة في المناطق الجافة وشبه الجافة، مثل دول البحر الأبيض المتوسط، تحديات كبيرة نتيجة ارتفاع الطلب على المياه وتراجع كميتها المتاحة. وفي ظل هذه الظروف، برزت الحاجة إلى استراتيجيات ري مستدامة وموفرة للمياه، ومن بين هذه الاستراتيجيات استخدام المياه المالحة في الري، باعتبارها حلاً فعالاً للتخفيف من أزمة نقص المياه (Navarro *et al.*, 2009)، وتعتمد استدامة الموارد المائية على الإدارة السليمة والاستخدام الفعال للمياه الزراعية، إذ يُجبر المزارعون على اللجوء إلى مصادر مياه ذات جودة رديئة، مثل المياه الجوفية المالحة ومياه الصرف الزراعي والصحي، نتيجة الإفراط في استهلاك المياه العذبة وسوء إدارتها (Fasakhodi *et al.*, 2010; Qureshi, 2014). ونتيجة لذلك، أصبح استغلال موارد المياه غير التقليدية من الخيارات المستقبلية الحتمية الأكثر موثوقية، لذا، أصبح استغلال الموارد المائية غير التقليدية خياراً حتمياً لتحقيق الاستدامة المائية في المستقبل القريب (Vivaldi *et al.*, 2021).

من بين الحلول المطروحة، يُعد الاستخدام المشترك للمياه العذبة والمالحة أحد الاستراتيجيات الفعالة لتعظيم الاستفادة من الموارد المائية المتاحة، سواء من خلال الخلط أو الري بالتناوب بين نوعي المياه (Grattan and Rhoades, 1990)، حيث يسمح هذا النهج بالاستفادة من المياه السطحية والجوفية ذات الجودة المنخفضة، مما يقلل الضغط على الموارد العذبة

(Kaur *et al.*, 2007). وتشير الدراسات إلى أن الخلط والري المتناوب يمثلان حلولاً عملية في ظل ندرة المياه العذبة، إذ يساهمان في الحد من تأثير الملوحة وتحسين إنتاجية المحاصيل (Dudley *et al.*, 2008; Kulkarni, 2011).

يعتمد الخلط على دمج المياه العذبة مع المياه المالحة بحيث يتم تقليل التأثيرات السلبية للملوحة، لا سيما خلال المراحل الحساسة من نمو النبات، مما يخفف من الإجهاد الملحي (Singh, 2014). أما الري بالتناوب، فيقوم على استخدام المياه العذبة والمالحة بشكل متبادل خلال فترات النمو المختلفة، حيث يتم ري النبات بالمياه العذبة خلال المراحل الحرجة لنموه، بينما يمكن استخدام المياه المالحة في المراحل الأقل حساسية (Li *et al.*, 2019a). وقد أكدت الأبحاث أن هذه الاستراتيجية تقلل من الأثر السلبي للملوحة في منطقة الجذور وتحد من تراكم الأملاح في التربة، مما يحافظ على خصوبتها على المدى الطويل (Li *et al.*, 2019b; Rapaport-Rom, 2012).

أفاد (Abdel *et al.*, 2005) أن استخدام المياه العذبة خلال المراحل الحساسة من نمو النبات والمياه المالحة خلال المراحل غير الحساسة يمكن أن يزيد من معدل استخدام المياه المالحة في الري. ووجد (Malash *et al.*, 2005) أنه تحت نظام الري نفسه وطريقة الإدارة، فإن إجمالي محصول البندورة المروي بنسبة خلط 80% من المياه العذبة و20% من المياه المالحة لم يختلف معنوياً عن المروي بالمياه العذبة لوحدها.

أجريت العديد من الأبحاث على مستوى العالم حول استراتيجية الري المتناوب على محاصيل مختلفة (Schaan *et al.*, 2003; Choudhary *et al.*, 2006; Murtaza *et al.*, 2006)، دُرست فعالية الري بالتناوب على عدة محاصيل، مثل القطن، الأرز، القمح، الشوندر السكري، البندورة، البطيخ الأصفر، والفسق، وقد أثبتت هذه الطريقة نجاحها في تحقيق إنتاج مستدام (Qadir and Drechsel, 2010)، وتشير نتائج الأبحاث إلى أن الري بالتناوب بنسبة 1:1 يوفر ظروفاً مثالية للنباتات ذات الجذور الضحلة، بينما يكون الري المختلط أكثر ملاءمة للنباتات ذات الجذور العميقة (Zarei *et al.*, 2007).

كما أن الأبحاث المنفذة من قبل (Zhu *et al.*, 2017; Huang *et al.*, 2019) حول الري بالتناوب بالمياه العذبة والمالحة تركزت بشكل أساسي على الري مرة واحدة بالمياه المالحة في إحدى فترات النمو الرئيسية. حيث إن استراتيجية الري مرة واحدة بالمياه المالحة في فترة النمو بأكملها غير مواتية للمناطق التي تعد فيها المياه الجوفية المالحة هي المصدر الرئيسي للري.

أجريت دراسة من قبل (Yohannes *et al.*, 2020) لتقييم تأثير الري المتناوب باستخدام مياه غير مالحة (0.41-0.78 دسم.م<sup>-1</sup>) ومياه متوسطة الملوحة (0.82-2.19 دسم.م<sup>-1</sup>) على محصول البصل وملوحة التربة، أسفرت المعاملة بمياه متوسطة الملوحة باستمرار عن تراكم كبير للملح في قطاع التربة العلوي (0-20 سم). لذلك يوصى بالخيار المتناوب البديل (المتناوب) للتخفيف من مشكلة ملوحة مياه الري وقلة المياه العذبة.

#### أهمية البحث

تكتسب هذه الدراسة أهميتها من تزايد ندرة موارد المياه العذبة في منطقة البحر الأبيض المتوسط، مما يؤثر على زراعة المحاصيل الغذائية، لا سيما البقوليات التي تُعد مصدراً أساسياً للبروتين النباتي. ومع التوسع في زراعة الأراضي المتأثرة بالملوحة أو المروية بالمياه المالحة في المناطق الجافة وشبه الجافة، تبرز الحاجة إلى استراتيجيات ري فعالة للحفاظ على إنتاجية المحاصيل. ونظراً لارتفاع الطلب على العدس كبديل اقتصادي للبروتين الحيواني بسبب ارتفاع أسعار اللحوم، فإن البحث في

تأثيرات الري بالمياه المالحة وآليات التخفيف من آثاره على نمو العدس يعد خطوة ضرورية لضمان استدامة الإنتاج الزراعي في هذه المناطق

### أهداف البحث

- تقييم تأثير الري بالمياه المالحة على نمو وإنتاجية محصول العدس مع تحديد الأطوار الأكثر حساسية للملوحة.
- مقارنة جدوى استراتيجيات الري المختلفة من خلال دراسة تأثير كلٍّ من الخلط والتناوب بين المياه العذبة والمالحة على نمو العدس وإنتاجيته.
- تحليل أثر الري بالمياه المالحة على ملوحة التربة وتحديد نسبة الأملاح المتبقية بعد انتهاء موسم النمو، مما يساعد في اقتراح ممارسات زراعية مستدامة للحد من تراكم الأملاح

### مواد وطرائق البحث

#### موقع تنفيذ الدراسة

نفذت تجربة أخص في البيت المحمي التابع لكلية الزراعة - جامعة الفرات خلال الموسمين الزراعيين 2023-2024، وهي تقع على بعد 3 كم غرب محافظة الحسكة على خط عرض 36.51 شمال خط الاستواء وخط طول 40.72 شرق خط غرينتش، وترتفع 300 م عن سطح البحر، إذ تقع منطقة الدراسة في منطقة الاستقرار الثالثة التي لا يتجاوز معدل الهطول المطري السنوي فيها 270 مم في السنوات المطيرة و150 ملم في سنوات الجفاف.

المادة النباتية: صنف محلي من نبات العدس *Lens culinaris L.* وهو صغير الحبة وهو من الاصناف المتأقلمة مع الظروف البيئية لهذه المنطقة.

#### تصميم التجربة والمعاملات

نفذت التجربة بتصميم كامل العشوائية بثلاث مكررات كالتالي:

T1: الري بمياه عذبة 100%

T2: الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 75%:25%

T3: الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 50%:50%

T4: الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 25%:75%

T5: الري المتناوب (1 × 1): رية بمياه مالحة ثم متناوبة مع رية بمياه عذبة

T6: الري المتناوب (1 × 2): ريتان بمياه مالحة ثم رية بمياه عذبة.

T7: الري المتناوب (1 × 3): ثلاث ريات بمياه مالحة ثم رية بمياه عذبة

T8: الري بمياه مالحة 100%.

جرى الري بنوعين من المياه: المياه العذبة كان توصيلها الكهربائي (EC) 0.78 دسم.م<sup>-1</sup>، أما المياه المالحة فمصدرها

مياه بئر الكلية وكان توصيلها الكهربائي 5.97 دسم.م<sup>-1</sup> مما يشير إلى أن المياه عالية الملوحة.

## تحديد السعة الحقلية للأصص

أُخذ أصيص فارغ وقدر وزنه ثم وضع وزن ثابت من التربة مساويا لـ 4 كغ. وأضيف الماء بمعدل ربع لتر أي 250 مل كل ساعة تقريباً مع تغطية سطح التربة لمنع التبخر، وذلك حتى تتمكن كل حبيبات التربة من التشرب ببطء وهكذا دواليك. حتى جرى رشح الماء من الأصيص. أُخذت عينات قراءة السعة الحقلية للتربة في الأصيص بعد حوالي سبع ساعات وهي الفترة اللازمة لبدية ظهور أول نقطة ماء متجمعة على سطح الأصيص ثم متابعة عملية الوزن وجرت إعادة هذه القراءة عدة مرات للتأكد من ثبات رقم السعة الحقلية للأصيص واعتماده فيما بعد في حساب كمية الري وذلك بعد 48 ساعة، إذ جرى ري الأصص بنسبة 75% من السعة الحقلية أي 975 مل لكل أصيص. كانت تجري عملية قياس وزن الأصص بالميزان وجرت عملية الري في كل مرة عند نفاذ 50% من وزن الصيص أي ما معناه نسبة الاستنفاذ 50%.

## تحضير التراكيز الملحية ونسب الخلط

حُضِر الخليط الملحي لكل معاملة وذلك باستخدام جهاز الملوحة الحقلية (سنسر) للتأكد من صحة التراكيز الملحية قبل عملية الري، كما هو موضح بالجدول (1).

الجدول 1. نسب الإضافة والخلط حسب معاملات التجربة

المعاملة	نوع الري	كمية المياه المضافة لكل رية (مل)	تفاصيل الخلط أو التناوب
T1	مياه عذبة 100%	975 مل	975 مل مياه عذبة لكل رية
T2	خليط مياه عذبة ومالحة (75% : 25%)	975 مل	732 مل عذب + 244 مل مالح
T3	خليط مياه عذبة ومالحة (50% : 50%)	975 مل	488 مل عذب + 488 مل مالح
T4	خليط مياه عذبة ومالحة (75% : 25%)	975 مل	244 مل عذب + 732 مل مالح
T5	ري متناوب (1:1)	975 مل	بالتناوب: رية مياه مالحة ثم رية مياه عذبة
T6	ري متناوب (2:1)	975 مل	بالتناوب: ريتان مياه مالحة ثم رية مياه عذبة
T7	ري متناوب (3:1)	975 مل	بالتناوب: ثلاث ريات مياه مالحة ثم رية مياه عذبة
T8	مياه مالحة 100%	975 مل	975 مل مياه مالحة لكل رية

وقد أجريت عملية الري (الصدّامات الملحية) حسب الجدول (2).

### الجدول 2. تاريخ الريات في موسمي التجربة

رقم السقاية	مرحلة النمو	هدف الري	الموسم الأول	الموسم الثاني
1	الزراعة والإنبات	ري أولي لبدء الإنبات	2022/11/30	2023/11/27
2	بداية النمو الخضري	دعم الإنبات والتأسيس	2022/12/13	2023/12/8
3	النمو الخضري	الحفاظ على رطوبة متوازنة	2023/1/5	2024/1/10
4	نمو خضري متقدم	تقليل التأثير الملحي	2023/2/10	2024/2/14
5	بدء الإزهار	دعم تكوين الأزهار والقرون	2023/3/3	2024/2/29
6	الإزهار الكامل	زيادة دقة الري لمنع الإجهاد	2023/3/17	2024/3/13
7	بدء تكوين القرون	مرحلة حرجة تحتاج لرطوبة ثابتة	2023/3/27	2024/3/25
8	تكوين القرون	مرحلة حرجة تحتاج لرطوبة ثابتة	2023/4/3	2024/4/2
9	امتلاء القرون	تخفيف الري تدريجياً	2023/4/13	2024/4/16
10	بداية النضج	تقليل الري لمنع الرطوبة الزائدة	2023/4/20	2024/4/22
11	نضج متقدم	ري خفيف عند الحاجة	2023/4/28	2024/4/29

قياسات درجة ملوحة مياه الري: أجريت باستخدام جهاز الملوحة الحقلية لمعرفة تركيز الأملاح في المياه قبل عملية الري.

الزراعة: عُقمت البذار بمعقمات فطرية، وزرعت 15 حبة في كل أصيص، ثم جرت عملية التفريد لتخفيف عدد النباتات وأخذت القراءات التالية طيلة فترة النمو والموضحة في الجدول (3).

### الجدول 3. أهم القراءات المأخوذة ومواعيدها خلال موسمي التجربة

القراءة المأخوذة	موسم 2023/2022	موسم 2024/2023
الزراعة	2022/11/30	2023/11/27
الإنبات	2022/12/15	2023/12/10
الترقيع	2022/12/22	2023/12/15
التفريد	2023/1/7	2023/12/30
عدد الأفرع	2023/3/16	2024/3/20
طول المجموع الخضري	2023/3/22	2024/3/20
بدء الإزهار	2023/3/28	2024/3/25
العقد	2023/4/7	2024/4/4
بدء النضج	2023/5/2	2024/4/30
الحصاد	2023/5/30	2024/5/25

## قياسات التربة المدروسة

أخذ قياس الناقلية الكهربائية (EC) لمياه الري في كل معاملات الخلط، وكذلك الناقلية الكهربائية (EC) لمستخلص التربة كل معاملة على حدة بنسبة 1:5 في نهاية موسم النمو الثاني بعد الحصاد. مع العلم أن التربة المستخدمة في البحث كانت طينية وبيّن الجدول (4) مواصفات التربة. احتوى كل أصيص على 4 كغ تربة. حيث تم تحضير كمية كافية من التربة في بداية التجربة وتجزئتها لقسمين استخدم كل قسم منها في كل موسم على حدة.

## الجدول 4. خصائص التربة المستخدمة في التجربة

% الماء المتاح	نقطة الذبول (%)	السعة الحقلية (%)	التحليل الميكانيكي للتربة (%)			EC	pH
			طين	سلت	رمل		
52	16.5	35	50	26	24	0.66	7.7

## قراءات النبات وإجراءات الحصاد

حُسبت نسبة الإنبات في بداية التجربة، في مكررات إضافية تحوي عدداً أكبر من البذور لتوقعنا بأن ملوحة مياه الري سوف تقلل فرص نجاح الإنبات، وبالتالي جرى توحيد عدد النباتات في كل أصيص بعد الإنبات حتى قراءات الحصاد (أي جرت المحافظة على عدد موحد من النباتات في كل أصيص عند القراءات التالية لقراءة الإنبات)، كما أُخذت قراءات عدد الأفرع والأزهار على النبات وارتفاع النبات في مرحلة الإزهار، أما في مرحلة النضج فقد جرى حساب عدد القرون والبذور على النبات ووزن النبات الجاف وذلك في نهاية كل موسم إذ جرى حصاد كامل نباتات كل مكرر وكل معاملة على حدة، ووزنت ثم فرطت البذور يدوياً ووضعت البذور في أكياس لأخذ وزنها على أساس النبات الواحد.

## التحليل الإحصائي

أجري تحليل التباين Two Way ANOVA وجرى مقارنة المتوسطات باستخدام قيمة أقل فرق معنوي L.S.D عند مستوى معنوية 5% بواسطة برنامج GenStat V12.0.

## النتائج والمناقشة

## نسبة الإنبات (%)

تراوحت نسبة الإنبات لبذور العدس بين 46.7% و90.0% في الموسم الأول، وبين 44.4% و85.6% في الموسم الثاني. وكان متوسط نسبة الإنبات للموسمين 70.9%، مع تفوق واضح للموسم الأول (72.9%) مقارنةً بالموسم الثاني (69.0%) (الجدول 5). أظهرت النتائج فروقاً معنوية بين المعاملات، حيث انقسمت إلى مجموعتين رئيسيتين:

- المجموعة الأولى (أعلى نسبة إنبات): تضمنت المعاملات T1، T2، T3، T5، T6، وسجلت نسب إنبات تراوحت بين 82.96% و87.78%، مما يشير إلى أن الري بالمياه العذبة أو الخلط الجزئي بمياه مالحة أو التناوب بمعدل منخفض لم يؤثر سلباً على الإنبات بشكل كبير.

- المجموعة الثانية (أدنى نسبة إنبات): شملت المعاملات T4، T7، T8، وسجلت نسبةً منخفضة بين 45.55% و48.68%، مما يعكس التأثير السلبي للملوحة العالية، سواءً بالري المستمر بالمياه المالحة أو عند زيادة عدد الريات المالحة في نظام التناوب.

#### تحليل تأثير المعاملات

- أعلى نسبة إنبات (T1) - الري بالمياه العذبة 100%: حققت 90.0% في الموسم الأول و85.6% في الموسم الثاني، مما يدل على أن المياه العذبة هي الخيار الأمثل لإنبات ناجح.

- تأثير الخلط بين المياه العذبة والمالحة:

• عند 75% عذبة - 25% مالحة (T2) و50% عذبة - 50% مالحة (T3)، بقيت نسب الإنبات مرتفعة 85.7% و83.4% على التوالي، مما يشير إلى أن نسبة الملوحة المعتدلة لم تؤثر بشدة على الإنبات.

• عند 25% عذبة - 75% مالحة (T4)، انخفضت نسبة الإنبات إلى 48.3%، مما يدل على أن هذه النسبة من الملوحة تؤثر بشكل واضح على البذور.

- تأثير الري المتناوب:

• عندما كان التناوب (1 × 1) أو (2 × 1)، ظلت نسبة الإنبات مرتفعة نسبيًا 85.2% و83.0%.

• عندما زادت الريات المالحة إلى (3 × 1)، انخفضت نسبة الإنبات إلى 48.7%، ما يعني أن كثرة الريات المالحة دون تعويض كافٍ بالمياه العذبة يؤدي إلى تدهور الإنبات.

- أدنى نسبة إنبات (T8) - الري بالمياه المالحة 100%: سجلت 46.7% في الموسم الأول و44.4% في الموسم الثاني، مما يوضح التأثير السلبي الواضح للري المستمر بالمياه المالحة.

الجدول 5. نسبة الإنبات (%)

متوسط الموسمين	2024/2023	2023/2022	المعاملات
87.8 ± 9.54	85.6 ± 10.62	90.0 ± 10.00	T1 الري بمياه عذبة 100%
85.7 ± 6.90	83.0 ± 6.25	88.3 ± 7.64	T2 الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 75%: 25%
83.4 ± 12.41	81.8 ± 14.23	85.0 ± 13.23	T3 الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 50%: 50%
48.3 ± 9.27	46.6 ± 10.30	50.0 ± 10.00	T4 الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 25: 75%
85.2 ± 7.09	82.1 ± 6.18	88.3 ± 7.64	T5 الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 1 رية بمياه مالحة
83.0 ± 12.43	80.9 ± 14.10	85.0 ± 13.23	T6 الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 2 رية بمياه مالحة
48.7 ± 8.43	47.4 ± 8.50	50.0 ± 10.00	T7 الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 3 ريات بمياه مالحة
45.6 ± 5.70	44.4 ± 6.65	46.7 ± 5.77	T8 الري بمياه مالحة 100%
70.9 ± 20.3	69.0 ± 19.98	72.9 ± 20.85	المواسم
المواسم × المعاملات	المعاملات	المواسم	
9.77	6.908	3.454	L.S.D 5%

## عدد الأفرع على النبات

كان متوسط عدد الأفرع على النبات متقاربًا بين الموسمين، حيث تراوح بين 4.3 إلى 6.7 فرعًا لكل نبات في الموسم الأول، وبين 4.0 إلى 6.4 فرعًا لكل نبات في الموسم الثاني. لم تُظهر النتائج فروقًا معنوية بين الموسمين، حيث بلغ متوسط عدد الأفرع في الموسم الأول 5.8 فرع/نبات، بينما كان في الموسم الثاني 5.4 فرع/نبات، مما يدل على أن تأثير الملوحة كان ثابتًا نسبيًا بين الموسمين (الجدول 6).

## تحليل تأثير المعاملات

- أعلى عدد للأفرع على النبات: سُجل أعلى عدد أفرع في المعاملتين (T1) الري بمياه عذبة 100% و(T5) الري المتناوب 1 × 1: رية بمياه مالحة ثم رية بمياه عذبة، حيث بلغ متوسط عدد الأفرع 6.5 و6.4 فرعًا لكل نبات على التوالي. تفوق هاتان المعاملتان بشكل معنوي على المعاملات الأخرى، مما يشير إلى أن المياه العذبة أو التناوب المتوازن (1:1) يساهمان في تحسين التفرع النباتي.

- أدنى عدد للأفرع على النبات: كانت المعاملة (T4) الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة (25%:75%) الأقل في عدد الأفرع، حيث بلغ متوسطها 4.2 فرع/نبات. يشير هذا إلى أن زيادة الملوحة تقلل من معدل التفرع، مما قد يعكس تأثير الإجهاد الملحي على العمليات الفسيولوجية للنبات.

توافقت هذه النتائج مع ما أشار إليه (Liaghat and Esmaili, 2003) من عدم وجود فرق كبير بين المعاملات 1:1 والمختلطة في المادة الجافة من حبوب الذرة. على الرغم من أن الإجهاد الملحي يؤثر على النمو الطبيعي للنباتات ويقلل من الغلة عن طريق تعطيل العمليات الفسيولوجية، ولا سيما التمثيل الضوئي (Ashraf, 2004)، مما قد ينعكس على تشكل الأعضاء الجديدة كالأفرع والأوراق أو نموها وتطورها.

الجدول 6. عدد الأفرع على النبات

متوسط الموسمين	2024/2023	2023/2022	المعاملات
6.5 ± 1.89	6.4 ± 2.12	6.7 ± 2.08	T1 الري بمياه عذبة 100%
5.8 ± 0.91	5.6 ± 0.99	6.0 ± 1.00	T2 الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 25%:75%
5.6 ± 1.33	5.4 ± 1.42	5.7 ± 1.53	T3 الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 50%:50%
4.2 ± 1.30	4.0 ± 1.35	4.3 ± 1.53	T4 الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 25%:75%
6.4 ± 0.52	6.2 ± 0.43	6.7 ± 0.58	T5 الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 1 رية بمياه مالحة
5.9 ± 0.94	5.7 ± 1.07	6.0 ± 1.00	T6 الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 2 رية بمياه مالحة
4.9 ± 1.78	4.8 ± 1.97	5.0 ± 2.00	T7 الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 3 ريات بمياه مالحة
5.6 ± 2.84	5.4 ± 3.13	5.7 ± 3.21	T8 الري بمياه مالحة 100%
5.6 ± 1.64	5.4 ± 1.63	5.8 ± 1.67	المواسم
المواسم × المعاملات	المعاملات	المواسم	
2.95	2.086	1.043	L.S.D 5%

## ارتفاع النبات (سم)

أظهرت النتائج أن متوسط ارتفاع النبات كان متقاربًا بين الموسمين، حيث تراوح بين 24.3 إلى 34.0 سم في الموسم الأول، و23.1 إلى 32.2 سم في الموسم الثاني. لم تكن هناك فروق معنوية بين الموسمين، حيث بلغ متوسط الارتفاع 28.0 سم في الموسم الأول و26.4 سم في الموسم الثاني، مما يشير إلى تأثير طفيف للعوامل الموسمية على هذا المؤشر (الجدول 7).

## تحليل تأثير المعاملات

- أعلى ارتفاع للنبات: سجلت المعاملة (T1) الري بمياه عذبة 100%: أعلى متوسط ارتفاع بلغ 33.1 سم، تلتها وبدون فروق معنوية المعاملة (T5) الري المتناوب 1×1: رية بمياه مالحة ثم رية بمياه عذبة، والمعاملة (T2) الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة (75%:25%)، حيث بلغ متوسط ارتفاع النبات فيهما 30.6 سم و29.4 سم على التوالي. يشير ذلك إلى أن استخدام المياه العذبة بشكل مستمر أو التناوب المتوازن يساعد في تحسين نمو النبات.

- أقل ارتفاع للنبات: أظهرت المعاملتان (T7) الري المتناوب 1×3: ثلاث ريات بمياه مالحة ثم رية بمياه عذبة، و(T8) الري بمياه مالحة 100% أدنى ارتفاع للنبات، حيث بلغ 23.7 سم و24.0 سم على التوالي.

يعكس ذلك التأثير السلبي للملوحة العالية على معدل النمو، حيث تؤدي إلى انخفاض الامتصاص الغذائي وتعطيل العمليات الفسيولوجية الأساسية للنبات. تتلاءم النتائج السابقة مع ما اتفق عليه العديد من الباحثين الذين بينوا تفوق طريقة الري بالتناوب على طريقة الخلط (Minhas *et al.*, 2007; Singh, 2014) من حيث إنها أسهل في التطبيق ولا تحتاج إلى خزان للخلط، ويمكن أيضًا تقليل ملوحة التربة في الوقت الحرج للنمو الفسيولوجي (Chanduvi, 1997). مما قد ينعكس على مؤشرات النمو كارتفاع النبات.

## الجدول 7. ارتفاع النبات (سم)

متوسط الموسمين	2024/2023	2023/2022	المعاملات
33.1 ± 4.69	32.2 ± 4.64	34.0 ± 5.57	T1 الري بمياه عذبة 100%
29.4 ± 2.27	28.5 ± 2.25	30.3 ± 2.31	T2 الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 75%:25%
26.5 ± 7.76	26.0 ± 8.76	27.0 ± 8.54	T3 الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 50%:50%
24.8 ± 2.11	23.9 ± 2.1	25.7 ± 2.08	T4 الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 25%:75%
30.6 ± 2.01	29.5 ± 2.04	31.7 ± 1.53	T5 الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 1 رية بمياه مالحة
25.7 ± 2.90	25.0 ± 3.24	26.3 ± 3.06	T6 الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 2 رية بمياه مالحة
23.7 ± 1.96	23.1 ± 1.76	24.3 ± 2.31	T7 الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 3 ريات بمياه مالحة
24.0 ± 9.80	23.2 ± 10.22	24.7 ± 11.59	T8 الري بمياه مالحة 100%
27.2 ± 5.68	26.4 ± 5.48	28.0 ± 5.88	المواسم
المواسم × المعاملات	المعاملات	المواسم	
9.56	6.76	3.38	L.S.D 5%

## عدد الأزهار على النبات:

أوضحت نتائج التحليل الإحصائي (الجدول 8) عدم وجود فروق معنوية بين الموسمين، حيث بلغ متوسط عدد الأزهار لكل نبات 18.1 زهرة في الموسم الأول و17.1 زهرة في الموسم الثاني.

تحليل تأثير المعاملات

- أعلى عدد من الأزهار: سجلت المعاملات (T1) الري بمياه عذبة 100%، (T2) (75% عذبة: 25% مالحة)، و(T5) الري المتناوب 1:1 أعلى متوسط لعدد الأزهار، حيث بلغ 24.7، 22.6، و21.5 زهرة/نبات على التوالي. تفوقت هذه المعاملات بشكل واضح على المعاملات الأخرى، مما يدل على أن الري بالمياه العذبة أو التناوب المتوازن يحسن من تكوين الأزهار.

- أقل عدد من الأزهار: لوحظ أدنى متوسط لعدد الأزهار في المعاملات (T4) (25% عذبة: 75% مالحة)، (T7) الري المتناوب 3:1، و(T8) ري بمياه مالحة 100%، حيث بلغ 13.8، 13.0، و13.0 زهرة/نبات على التوالي. يشير ذلك إلى أن زيادة نسبة المياه المالحة تقلل بشكل كبير من عدد الأزهار نتيجة تأثيرها السلبي على النمو الفسيولوجي للنبات.

مقارنة بين المعاملات:

- تفوقت المعاملتان T1 و T2 على T3 (50% عذبة: 50% مالحة) و(T6) الري المتناوب 2:1 حيث بلغ متوسط الأزهار لهما 16.0 و16.3 زهرة/نبات على التوالي.

- لم تُسجل فروق معنوية أخرى بين بقية المعاملات.

نسبة الزيادة في عدد الأزهار مقارنة بالري بالمياه المالحة (T8)

- بلغت نسبة الزيادة في عدد الأزهار عند الري بالمياه العذبة 47.5% مقارنة بالري بالمياه المالحة.

- في معاملات خلط المياه العذبة مع المالحة، كانت الزيادة كالتالي:

- 42.6% عند نسبة 75% عذبة: 25% مالحة
- 19% عند نسبة 50% عذبة: 50% مالحة
- 6.4% عند نسبة 25% عذبة: 75% مالحة

- في معاملات الري المتناوب:

- 39.9% عند الري 1:1 رية بمياه عذبة ثم رية بمياه مالحة.
- 20.4% عند الري 2:1 ريتان بمياه مالحة ثم رية بمياه عذبة

إن تفوق معاملة الري المختلط يتوافق مع ما ذكره (Malash *et al.*, 2005) من أن الري المختلط أعطى نمواً وإنتاجية أعلى من الري المتناوب لإنتاج البندورة.

الجدول 8. عدد الأزهار على النبات

متوسط الموسمين	2024/2023	2023/2022	المعاملات	
24.7 ± 3.67	24.1 ± 3.88	25.3 ± 4.16	الري بمياه عذبة 100%	T1
22.6 ± 8.49	21.8 ± 9.01	23.3 ± 9.87	الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 75%:25%	T2
16.0 ± 4.08	15.6 ± 4.35	16.3 ± 4.73	الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 50%:50%	T3
13.8 ± 4.81	13.3 ± 5.17	14.3 ± 5.51	الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 25%:75%	T4
21.5 ± 6.74	20.7 ± 7.16	22.3 ± 7.77	الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 1 رية بمياه مالحة	T5
16.3 ± 4.88	15.9 ± 5.36	16.7 ± 5.51	الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 2 رية بمياه مالحة	T6
13.0 ± 5.78	12.6 ± 6.22	13.3 ± 6.66	الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 3 ريات بمياه مالحة	T7
13.0 ± 4.31	12.6 ± 4.45	13.3 ± 5.13	الري بمياه مالحة 100%	T8
17.6 ± 6.76	17.1 ± 6.56	18.1 ± 7.05	المواسم	
المواسم × المعاملات	المعاملات	المواسم		
9.229	6.526	3.263	L.S.D 5%	

## عدد القرون على النبات

أوضحت نتائج التحليل الإحصائي (الجدول 9) عدم وجود فروق معنوية بين الموسمين، حيث بلغ متوسط عدد القرون لكل نبات 13.9 قرن في الموسم الأول و13.1 قرن في الموسم الثاني.

## تحليل تأثير المعاملات

- أعلى عدد من القرون: سجلت المعاملات (T1) الري بمياه عذبة 100%، (T2) (75% عذبة: 25% مالحة)، و(T3) (50% عذبة: 50% مالحة) و(T5) الري المتناوب 1:1 أعلى متوسط لعدد القرون، حيث بلغ 19.5، 16.8، 17.4، 18.0 قرن/نبات على التوالي. تفوقت هذه المعاملات بشكل واضح على المعاملات الأخرى، مما يدل على أن الري بالمياه العذبة أو التناوب المتوازن يحسن من تكوين القرون.

- أقل عدد من القرون: لوحظ أدنى متوسط لعدد القرون في المعاملات: (T4) 25% عذبة: 75% مالحة، (T7) الري المتناوب 3:1، و(T8) ري بمياه مالحة 100%، حيث بلغ 9.7، 7.2، 7.5 قرن/نبات على التوالي. يشير ذلك إلى أن زيادة نسبة المياه المالحة تقلل بشكل كبير من عدد القرون نتيجة تأثيرها السلبي على النمو الفسيولوجي للنبات.

## نسبة الزيادة في عدد القرون مقارنة بالري بالمياه المالحة (T8)

- بلغت نسبة الزيادة في عدد القرون عند الري بالمياه العذبة 61.6% مقارنة بالري بالمياه المالحة.

- في معاملات خلط المياه العذبة مع المالحة، كانت الزيادة كالتالي:

- 55.5% عند نسبة 75% عذبة: 25% مالحة.
- 57.0% عند نسبة 50% عذبة: 50% مالحة.
- 22.7% عند نسبة 25% عذبة: 75% مالحة.

- في معاملات الري المتناوب:

- 58.5% عند الري 1:1 رية بمياه عذبة ثم رية بمياه مالحة
- 37.9% عند الري 2:1 ريتان بمياه مالحة ثم رية بمياه عذبة

إن النتائج سالفه الذكر متطابقة مع نتائج العديد من الباحثين الذين أكدوا أن العدس حساس أو متوسط التحمل للإجهاد الملحي. وأن الوزن الجاف للقرون يظهر حساسية نباتات العدس للملوحة. وقد تم تسجيل انخفاض في الوزن الجاف للقرون من قبل (Gadalla *et al.*, 2007) حتى مع أدنى مستوى للملوحة (3 دسم.م<sup>-1</sup>). تبع زيادة الملوحة انخفاض الوزن الجاف للقرون مقارنة بمعاملة المياه العذبة. ولوحظ اتجاه مماثل مع الوزن الجاف للبراعم والجذور وإنتاج البذور لنباتات العدس. أشار مجموع الوزن الجاف للنبات (البراعم + الجذور + البذور) إلى انخفاض حاد مع زيادة الملوحة حتى (9 دسم.م<sup>-1</sup>). بنسبة 32% عن تلك المسجلة مع معاملة المياه العذبة، كما اتفقت هذه النتائج مع (Yasin and Zahid, 2000) اللذان وجدوا أن محصول العدس كان حساساً حتى عند مستوى منخفض من الملوحة.

الجدول 9. عدد القرون على النبات

متوسط الموسم	2024/2023	2023/2022	المعاملات	
19.5 ± 10.55	18.9 ± 11.41	20.0 ± 12.12	الري بمياه عذبة 100%	T1
16.8 ± 4.35	16.3 ± 4.59	17.3 ± 5.03	الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 75%: 25%	T2
17.4 ± 5.16	17.0 ± 5.83	17.7 ± 5.69	الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 50%: 50%	T3
9.7 ± 1.61	9.3 ± 1.77	10.0 ± 1.73	الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 25%: 75%	T4
18.0 ± 7.46	17.3 ± 7.96	18.7 ± 8.62	الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 1 رية بمياه مالحة	T5
12.0 ± 1.41	11.7 ± 1.54	12.3 ± 1.53	الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 2 رية بمياه مالحة	T6
7.2 ± 1.03	7.0 ± 1.11	7.3 ± 1.15	الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 3 ريات بمياه مالحة	T7
7.5 ± 7.11	7.3 ± 7.74	7.7 ± 8.14	الري بمياه مالحة 100%	T8
13.5 ± 7.13	13.1 ± 6.99	13.9 ± 7.40	المواسم	
المواسم × المعاملات	المعاملات	المواسم		
9.193	6.5	3.25	L.S.D 5%	

عدد البذور على النبات

بلغ متوسط عدد البذور 11.8 و11.1 بذرة/نبات<sup>1</sup> لكل من الموسمين الأول والثاني على التوالي دون تسجيل فروق معنوية فيما بينهما (الجدول 10).

مقارنة المعاملات

- تفوقت كل من المعاملات T1 (17.5 بذرة/نبات<sup>1</sup>)، T2 (13.6 بذرة/نبات<sup>1</sup>)، T3 (12.8 بذرة/نبات<sup>1</sup>)، T5 (14.8 بذرة/نبات<sup>1</sup>)، T6 (14.0 بذرة/نبات<sup>1</sup>) على كل من المعاملات T4 (7.4 بذرة/نبات<sup>1</sup>)، T7 (6.1 بذرة/نبات<sup>1</sup>)، T8 (5.5 بذرة/نبات<sup>1</sup>).

- كما تفوقت المعاملة T3 على كل من المعاملتين T7 وT8.

- لم تظهر فروق معنوية أخرى.

تدل النتائج السابقة إلى انخفاض مكونات الغلة مع الملوحة وقد أفاد (Arslan *et al.*, 2015) أن انخفاض إنتاج الحمص والعدس والفاصوليا بنسبة 50% حدث عند مستويات ملوحة 4.2 و 4.4 و 5.2 دسم.م<sup>-1</sup> على التوالي. وكان الفول أكثر تحملاً لملوحة مياه الري مقارنة بالعدس والحمص.

الجدول 10. عدد البذور على النبات

المعاملات	2024/2023	2023/2022	متوسط الموسمين
T1 الري بمياه عذبة 100%	17.1 ± 4.95	18.0 ± 5.29	17.5 ± 4.61
T2 الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 75%: 25%	13.2 ± 5.13	14.0 ± 5.29	13.6 ± 4.68
T3 الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 50%: 50%	12.5 ± 2.81	13.0 ± 2.65	12.8 ± 2.45
T4 الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 25%: 75%	7.2 ± 3.07	7.7 ± 3.21	7.4 ± 2.83
T5 الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 1 رية بمياه مالحة	14.3 ± 2.98	15.3 ± 3.06	14.8 ± 2.76
T6 الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 2 رية بمياه مالحة	13.6 ± 3.99	14.3 ± 4.04	14.0 ± 3.61
T7 الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 3 ريات بمياه مالحة	6.0 ± 5.19	6.3 ± 5.51	6.1 ± 4.79
T8 الري بمياه مالحة 100%	5.3 ± 5.74	5.7 ± 6.03	5.5 ± 5.27
المواسم	11.1 ± 5.55	11.8 ± 5.81	11.5 ± 5.63
	المواسم	المواسم	المواسم × المعاملات
	2.706	5.413	7.655
	L.S.D 5%		

وزن البذور على النبات (غ)

أوضحت النتائج الواردة في الجدول (11) عدم وجود فروق معنوية بين الموسمين، حيث بلغ متوسط وزن البذور لكل نبات 1.30 غرام في الموسم الأول و 1.23 غرام في الموسم الثاني، مما يشير إلى استقرار تأثير المعاملات بغض النظر عن التغيرات الموسمية.

تحليل تأثير المعاملات

- أعلى وزن للبذور:

- سجلت المعاملة (T1) 100% مياه عذبة أعلى متوسط وزن بذور، حيث بلغ 2.36 غرام.
  - تلتها المعاملة (T2) 75% عذبة: 25% مالحة بمتوسط وزن 2.17 غرام، التي تفوقت على معظم المعاملات الأخرى، باستثناء المعاملة (T5) الري المتناوب 1:1 التي بلغ متوسطها 1.87 غرام.
- يشير ذلك إلى أن خلط المياه المالحة بنسبة 25% لم يؤثر بشكل معنوي على وزن البذور، بينما أدى استخدام نسب أعلى من المياه المالحة أو الري المتناوب بأكثر من رية مالحة إلى انخفاض كبير في الوزن.

- أقل وزن للبذور:

سجلت أدنى القيم في المعاملات (T4) 25% عذبة: 75% مالحة، (T7) الري المتناوب 3:1، و(T8) 100% مياه مالحة بمتوسطات 0.35، 0.41، و0.43 غرام على التوالي. يعكس ذلك التأثير السلبي الواضح للري بالمياه المالحة أو استخدام نسب مرتفعة من الخلط مع المياه المالحة على وزن البذور.

#### مقارنة بين المعاملات:

- تفوقت المعاملات T1، T2، و T5 بشكل معنوي على بقية المعاملات، مما يشير إلى أن الري بالمياه العذبة أو الخلط المعتدل مع المالحة أو الري المتناوب بنسبة 1:1 يساهم في تحسين وزن البذور.

- سجلت المعاملات (T3) 50% عذبة: 50% مالحة و(T6) الري المتناوب 2:1 أوزاناً أفضل من T7 و T8 و T4، لكنها لا تزال أقل بكثير من القيم المسجلة في المعاملات ذات النسب الأعلى من المياه العذبة.

وقد أظهرت نتائج تجارب العدس التي أجريت في ظروف البيوت المحمية أن أصناف العدس يمكنها تحمل مستويات مختلفة من ملوحة التربة و/أو الماء من 0.63 إلى 6.0 دسم.م<sup>-1</sup> (IAEA، 1995).

#### الجدول 11. وزن البذور على النبات (غ)

المعاملات	2023/2022	2024/2023	متوسط الموسمين
T1	2.41 ± 0.38	2.30 ± 0.39	2.36 ± 0.35
T2	2.23 ± 0.47	2.11 ± 0.49	2.17 ± 0.44
T3	1.46 ± 0.48	1.41 ± 0.49	1.43 ± 0.43
T4	0.36 ± 0.55	0.34 ± 0.51	0.35 ± 0.47
T5	1.93 ± 0.26	1.80 ± 0.28	1.87 ± 0.25
T6	1.11 ± 0.30	1.05 ± 0.28	1.08 ± 0.26
T7	0.42 ± 0.33	0.40 ± 0.32	0.41 ± 0.29
T8	0.45 ± 0.40	0.42 ± 0.37	0.43 ± 0.34
المواسم	1.30 ± 0.87	1.23 ± 0.83	1.26 ± 0.84
	المواسم	المعاملات	المواسم × المعاملات
	0.227	0.454	0.642
	L.S.D 5%		

#### الوزن الجاف للنبات (غ)

أظهرت النتائج الواردة في الجدول (12) عدم وجود فروق معنوية بين الموسمين، حيث تراوح متوسط الوزن الجاف للنبات بين 1.1 - 4.6 غ في الموسم الأول، و4.4 - 1.0 غ في الموسم الثاني، بمتوسط 2.5 غ و 2.3 غ على التوالي، مما يدل على استقرار تأثير المعاملات بغض النظر عن العوامل الموسمية.

## تحليل تأثير المعاملات

- أعلى وزن جاف للنبات:

- سجلت المعاملة (T1) 100% مياه عذبة أعلى متوسط وزن جاف 4.5 غ، وتفوقت بفروق معنوية على جميع المعاملات باستثناء (T2) 75% عذبة: 25% مالحة التي سجلت 3.5 غ.
- تفوقت T2 على معظم المعاملات الأخرى، باستثناء (T5) الري المتناوب 1:1 الذي سجل 3.0 غ، مما يدل على تأثير الري بالمياه العذبة أو الخلط المعتدل مع المالحة في تحسين الوزن الجاف.

- أقل وزن جاف للنبات:

- سجلت أدنى القيم في المعاملات (T4) 25% عذبة: 75% مالحة، (T7) 3:1 مياه مالحة إلى عذبة، و(T8) 100% مياه مالحة، بمتوسطات 1.0، 1.1، و1.5 غ على التوالي، مما يشير إلى التأثير السلبي للري بالمياه المالحة.

- مقارنة بين المعاملات:

- تفوقت المعاملات (T5 (1:1)، (T6 (2:1) على T4، T7، وT8، حيث بلغ متوسط الوزن الجاف 3.0 غ و2.5 غ على التوالي.
- سجلت المعاملة (T3) 50% عذبة: 50% مالحة وزناً جافاً 2.1 غ، متفوقة على T4 وT7، لكن دون فروق معنوية واضحة مع المعاملات الأخرى.

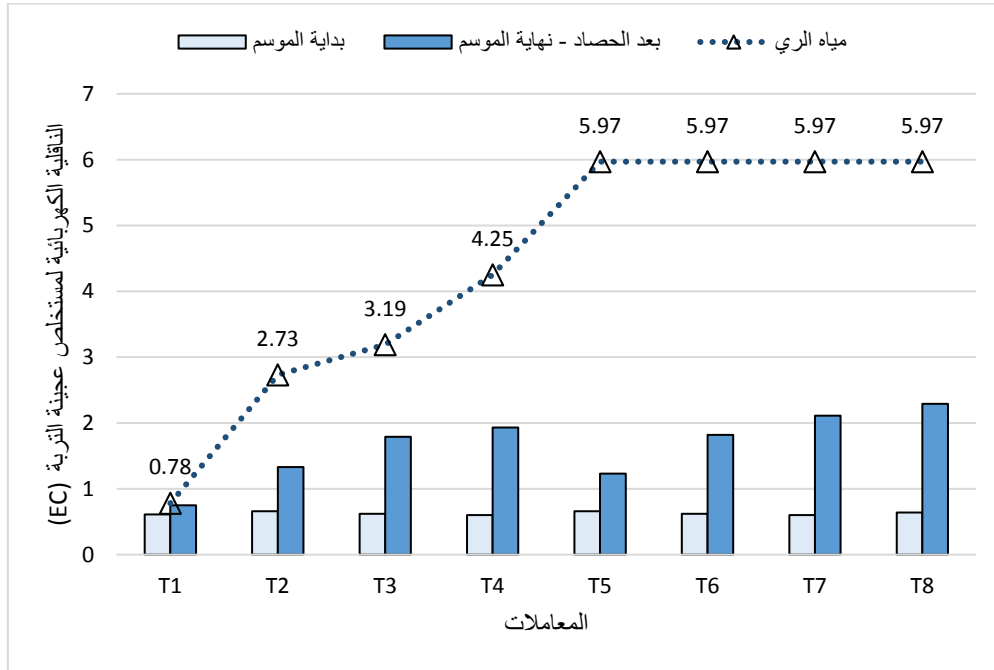
تشابهت النتائج السابقة مع نتائج (Hassanli and Ebrahimian, 2016) التي أكدت أن المعاملة 1:1 كانت الأفضل من حيث إنتاجية المحصول وكفاءة استخدام مياه الري، بالمقارنة مع المعاملات ذات نظام 3:1 أي ثلاثة ريات مالحة وواحدة عذبة، وكذلك 5:1 أي خمسة ريات بالمياه المالحة، حيث إنه في المعاملة 1:1، لم يتغير تركيز الملح في نهاية موسم النمو بشكل كبير مقارنة بحالته الأولية.

الجدول 12. الوزن الجاف للنبات (غ)

المعاملات	2024/2023	2023/2022	متوسط الموسمين
T1 الري بمياه عذبة 100%	4.4 ± 0.64	4.6 ± 0.64	4.5 ± 0.59
T2 الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 75%: 25%	3.4 ± 1.19	3.6 ± 1.20	3.5 ± 1.08
T3 الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 50%: 50%	2.1 ± 0.56	2.2 ± 0.54	2.1 ± 0.50
T4 الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 25: 75%	1.0 ± 0.46	1.1 ± 0.48	1.0 ± 0.42
T5 الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 1 رية بمياه مالحة	2.9 ± 0.88	3.1 ± 0.92	3.0 ± 0.81
T6 الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 2 رية بمياه مالحة	2.4 ± 0.52	2.6 ± 0.51	2.5 ± 0.46
T7 الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 3 ريات بمياه مالحة	1.1 ± 0.44	1.1 ± 0.44	1.1 ± 0.40
T8 الري بمياه مالحة 100%	1.4 ± 1.27	1.5 ± 1.32	1.5 ± 1.16
المواسم	2.3 ± 1.32	2.5 ± 1.39	2.4 ± 1.34
المواسم × المعاملات	المعاملات	المواسم	
	0.984	0.492	1.392
			L.S.D 5%

## ملوحة مستخلص التربة في الموسم الثاني

يظهر الشكل (1) المحتوى الملحي لكل معاملة، والناقلية الكهربائية لكل من مياه الري ومستخلص العجينة للتربة، حيث تبين أن ملوحة مستخلص التربة تتغير بتغير محتواها من الأملاح الموجودة في مياه الري. وقد لوحظ زيادة ملوحة التربة بازدياد ملوحة مياه الري، مما يدل على أن التراكم الملحي هو نتيجة للري المتكرر بالمياه المالحة.



الشكل 1. الناقلية الكهربائية لكل من مياه الري ومستخلص العجينة للتربة في الموسم الثاني

تراوح ملوحة مستخلص العجينة التربة في بداية الموسم بين 0.60-0.66 دسم.م<sup>-1</sup>، بينما اختلف بشكل واضح في نهاية الموسم بحسب المعاملات فبلغ: 0.75 دسم.م<sup>-1</sup> في المعاملة T1، و 1.33 دسم.م<sup>-1</sup> في المعاملة T2، و 1.79 دسم.م<sup>-1</sup> في المعاملة T3، و 1.93 دسم.م<sup>-1</sup> في المعاملة T4، أي ارتفعت ملوحة التربة بفارق 0.58، 1.04، 1.18 دسم.م<sup>-1</sup> وذلك لدى خلط المياه المالحة مع العذبة بنسبة 25%، 50%، 75% على التوالي. بينما بلغت ملوحة عجينة التربة 1.23 دسم.م<sup>-1</sup> في المعاملة T5، 1.82 دسم.م<sup>-1</sup> في المعاملة T6، 2.11 دسم.م<sup>-1</sup> في المعاملة T7، 2.29 دسم.م<sup>-1</sup> في المعاملة T8، أي أن الري بالتناوب يرفع نسبة الملوحة في مستخلص عجينة التربة بمقدار 0.48، 1.07، 1.36 دسم.م<sup>-1</sup> إذا كان عدد الريات المالحة 1، 2، 3 على التناوب مع الري العذبة، في حين أن الري بمياه مالحة بشكل مستمر يرفع نسبة الملوحة في مستخلص عجينة التربة بمقدار 1.54 دسم.م<sup>-1</sup> مقارنة بالري بمياه عذبة، وعلى الرغم من أن القيمة النهائية لمستخلص عجينة التربة (2.29 دسم.م<sup>-1</sup>) لا تزال ضمن الحدود المقبولة لمعظم المحاصيل، إلا أنه بالمقارنة مع ملوحة مستخلص عجينة التربة عند الري بمياه عذبة (0.75 دسم.م<sup>-1</sup>) فيمكن الاستنتاج أن ملوحة التربة تضاعفت بمقدار 3.05 مرة ضمن ظروف التجربة. وهذا يتفق مع نتائج التجربة التي قام بها (Sang *et al.*, 2020) والتي خلصت إلى أن أقل زيادة في ملوحة التربة كان عند الري بالتناوب بالمياه العذبة والمالحة مقارنة بالري بالمياه المالحة وحدها. بالإضافة إلى ذلك، أثرت تسلسلات مختلفة من الري بالتناوب بشكل كبير على تراكم ملوحة التربة.

## الاستنتاجات والتوصيات

### الاستنتاجات

- تأثرت معظم الصفات المحصولية سلباً بزيادة ملوحة مياه الري، ولا سيما خلال مرحلة الإنبات، بداية النمو، وزن البذور، والوزن الجاف للنبات.
- كان لعملية خلط المياه العذبة والمالحة بنسب منخفضة أثر إيجابي على بعض الصفات المحصولية، مثل زيادة وزن البذور والوزن الجاف، كما ساهمت في تحسين نسبة الإنبات عبر مختلف تراكيز الخلط.
- أظهر الري المتناوب بين المياه العذبة والمالحة تأثيراً إيجابياً على الصفات المحصولية المدروسة، لا سيما عند تقليل عدد الريات المالحة، مما يعزز فكرة أن تقليل التعرض المستمر للملوحة يخفف من أثارها الضارة.
- لوحظ تراكم ملحوظ للأملح في التربة في نهاية الموسم، لا سيما في المعاملات التي استخدمت الري بالمياه المالحة، الري المتناوب، أو خلط المياه المالحة بنسب مرتفعة، مما يشير إلى أهمية إجراءات الغسيل للحفاظ على خصوبة التربة.
- حدد البحث أن المراحل الأكثر حساسية للملوحة تشمل: مرحلة الإنبات، حيث يؤثر الإجهاد الملحي على امتصاص الماء ونمو الجذور؛ ومرحلة تشكل القرون وامتلاء البذور والنضج، حيث تؤدي الملوحة إلى ضعف تكوين المحصول وتقليل الإنتاجية.
- لم تكن بعض المعاملات فعالة، خاصة معاملة التناوب (3 × 1) ومعاملة الخلط (25% عذب: 75% مالح)، مما يشير إلى أن التعرض المتكرر للمياه المالحة أو ارتفاع نسبة الأملاح في مياه الري قد يؤدي إلى انخفاض الإنتاجية وعدم تحقيق فائدة زراعية واضحة.

### التوصيات

- إمكانية تطبيق الري المتناوب (العذب مع المالح) في المناطق التي تعاني من ملوحة مياه الري، خاصة خلال المراحل الحساسة من عمر النبات مثل الإنبات، الإزهار، تشكل القرون، وامتلاء البذور، حيث ثبتت فعاليته في التقليل من الأثر السلبي للملوحة مع الحفاظ على إنتاجية مقبولة.
- إجراء دراسات إضافية لاختبار تأثير المياه المالحة في أنواع مختلفة من التربة الزراعية وفي مناطق مختلفة، بهدف تحديد عتبة الملوحة الملائمة، احتياجات الغسيل، والمعدلات المائية المثلى لكل تربة.
- إجراء تحاليل دورية لمتابعة ملوحة التربة لضمان عدم تجاوز الحدود الحرجة لنمو المحاصيل، والتدخل بطرق الغسيل عند الضرورة.
- دراسة تأثير الملوحة على العقد الجذرية للنباتات البقولية، من حيث عددها، حجمها، وقدرتها على تثبيت النيتروجين، وذلك لتحقيق فهم أفضل لدور الإجهاد الملحي في تقليل خصوبة التربة وتحسين استراتيجيات التسميد الحيوي

## المراجع

- Abdel, G.G., A. Arslan, A. Gaihbe, F. Kadouri and R. Ragab. (2005). The effects of saline irrigation water management and salt tolerant tomato varieties on sustainable production of tomato in Syria (1999-2002). *Agric. Water Manag.*, 78:39–53.
- Arslan A., G.A. Majid, K. Abdallah, P. Rameshwaran, R. Ragab, M. Singh and M. Qadir. (2015). Evaluating the productivity potential of chickpea, lentil and faba bean under saline water irrigation systems. *Irrig. Drain*, 65 (1):19-28.
- Ashraf, M. (2004). Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plants. *Flora*, 199:361-376.
- Chanduvi, F. (1997). Water management for salinity control. In: *Proceedings of the Regional Workshop on Management of Salt Affected Soils in the Arab Gulf States, Abu Dhabi, UAE 29 Oct. to 2 Nov. 1995*, FAO Regional Office for the North East, Cairo, P:63-65.
- Choudhary, O.P., B.S. Ghuman, A.S. Josan and M.S. Bajwa. (2006). Effect of alternating irrigation with sodic and non-sodic waters on soil properties and sunflower yield. *Agricultural Water Management*, 85(1-2):151-156.
- Dudley, L.M., A. Ben-Gal and U. Shani. (2008). Influence of plant, soil and water properties on the leaching fraction. *Vadose Zone J.* 7: 420-425.
- Fasakhodi A.A., S.H. Nouri and M. Amini. (2010). Water resources sustainability and optimal cropping pattern in farming systems; a multi-objective fractional goal programming approach. *Water Resour. Manag.*, 24(15):4639-4657.
- Gadalla, A.M., A. Hamdy and Y.G.M. Galal. (2007). Use of saline irrigation water for production of some legumes and tuber plants. In: Lamaddalena N. (ed.), Bogliotti C. (ed.), Todorovic M. (ed.), Scardigno A. (ed.). *Water saving in Mediterranean agriculture and future research needs [Vol. 2]*. Bari : CIHEAM, p. 85-97 (Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherché; n. 56 Vol. II)
- Grattan, S.R. and J.D. Rhoades. (1990). Irrigation with saline ground water and drainage water. In: Tanji KK. *Agricultural Salinity Assessment and Management*. ASCE Manual and Reports on Engineering Practices, 71:432-449.
- Hassanli, M. and H. Ebrahimian. (2016). Cyclic use of saline and non-saline water to increase water use efficiency and soil sustainability on drip irrigated maize. *Spanish Journal of Agricultural Research*, Volume 14, Issue 4, e1204.
- Huang, M., Z. Zhang, Z. Sheng, C. Zhu, Y. Zhai and P. Lu. (2019). Effect on Soil Properties and Maize Growth by Alternate Irrigation with Brackish Water. *Trans. ASABE*, 62:485-493.

- IAEA, (1995). Management strategies to utilize salt affected soil. Isotopic and conventional research methods. IAEA-TECDOC-814. Vienna, Austria.
- Kan, I. and M. Rapaport-Rom. (2012). Regional blending of fresh and saline irrigation water: Is it efficient?. Water Resour. Res., 48:1-14.
- Kaur, R., M. Paul and R. Malik. (2007). Impact assessment and recommendation of alternative conjunctive water use strategies for salt affected agricultural lands through a field scale decision support system-a case study. Environ Monit. Assess, 129: 257-270.
- Kulkarni, S. (2011). Innovative technologies for water saving in irrigated agriculture. Int. J. Water Resour. Arid Environ, 1(3): 226-231.
- Li, J., J. Chen, Z. Qu, S. Wang, P. He and N. Zhang. (2019a). Effects of alternating irrigation with fresh and saline water on the soil salt, soil nutrients, and yield of tomatoes. Water, 11 (8):1693.
- Li, J.S., Y.M. Gao, X.Y. Zhang, P. Tian, J. Li and Y.Q. Tian. (2019b). Comprehensive comparison of different saline water irrigation strategies for tomato production: Soil properties, plant growth, fruit yield and fruit quality. Agric. Water Manag., 213:521-533.
- Liaghat, A.M. and S.H. Esmaili. (2003). The effect of fresh and saline water conjunction on corn yield and salt concentration in the root zone. J. Agric. Sci. Nat. Resour., 10(2):159-170 [In Persian, Abstract in English].
- Malash, N., T.J. Flowers and R. Ragab. (2005). Effect of irrigation systems and water management practices using saline and non-saline water on tomato production. Agric. Water Manag., 78:25-38.
- Minhas, P.S., S.K. Dubey and D.R. Sharma. (2007). Comparative effects of blending, intra/inter-seasonal cyclic uses of alkali and good quality waters on soil properties and yields of paddy and wheat. Agricultural Water Management, 87(1):83-90.
- Murtaza, G., A. Ghafoor and M. Qadir. (2006). Irrigation and soil management strategies for using saline-sodic water in a cotton–wheat rotation. Agricultural Water Management, 81(1-2):98-114.
- Navarro, A., S. AÁlvarez, M. Castillo, S. Bañón and M.J. Sánchez-Blanco. (2009). Changes in tissue-water relations, photosynthetic activity, and growth of *Myrtus communis* plants in response to different conditions of water availability. J. Hortic. Sci. Biotechnol., 84 (5):541-547
- Qadir, M. and P. Drechsel. (2010). Managing salts while irrigating with wastewater. CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources, 5(016): 1-11.
- Qureshi, A.S. (2014). Conjunctive water management in the fixed rotational canal system: A case study from Punjab Pakistan. Irrigation and Drainage Systems Engineering, 3, 122.

- Sang, H., W. Guo, Y. Gao, X. Jiao and X. Pan. (2020). Effects of Alternating Fresh and Saline Water Irrigation on Soil Salinity and Chlorophyll Fluorescence of Summer Maize. *Water*, 12, 3054;
- Schaan, C.M., D.A. Devitt, R.L. Morris and L. Clark. (2003). Cyclic irrigation of Turfgrass using a shallow saline aquifer. *Agronomy Journal*, 95(3):660-667.
- Singh, A. (2014). Conjunctive use of water resources for sustainable irrigated agriculture. *Journal of Hydrology*, 519:1688-1697.
- Vivaldi, G.A., S. Camposeo, C. Romero-Trigueros, F. Pedrero, G. Caponio, G. Lopriore and S. AÁlvarez. (2021). Physiological responses of almond trees under regulated deficit irrigation using saline and desalinated reclaimed water. *Agric. Water Manage*, 258, 107172.
- Yasin, M. and M. Ashraf Zahid. (2000). Genotypic behavior of lentil cultivars towards salinity. *Book of Abstract on ispsa*, April 10-12, 2000, Islamabad, Pakistan.
- Yohannes, D.F., C.J. Ritsema, S. Habtu, J.C. Van Dam and J. Froebrich. (2020). Effect of cyclic irrigation using moderately saline and non-saline water on onion (*Allium cepa* L.) yield and soil salinization in semi-arid areas of Northern Ethiopia. *Irrig. and Drain.*;1-13.
- Zarei, M.A., S.H. Tabatabai, H. Shayannejad and H. Beigi-Harchegani. (2007). Salinity distribution in soil profiles under three irrigation regime in basin irrigation in east of Isfahan. *J. Res. Agric. Sci.* 3(2):196-206 [In Persian, Abstract in English].
- Zhu, C.L., M.Y. Huang, Y.M. Zhai, Z.Y. Zhang, J.Y. Zheng and Z.X. Liu. (2017). Response of gas exchange and chlorophyll fluorescence of maize to alternate irrigation with fresh- and brackish water. *Acta Agric. Scand. Sect. B Plant Soil Sci.*, 67:474-484.

**N° Ref: 1197**