9th Libyan International Conference on Medical, Applied, and Social Sciences
المؤتمر الدولي الليبي التاسع للعلوم الطبية والتطبيقية والانسانية
تحت شعار: تعليم متطور لتحقيق أهداف التنمية المستدامة
Alq J Med App Sci. 2025;8(Supp1):38-52 https://doi.org/10.54361/ajmas.253S06

دراسة تأثير نقع بذور الفول بعدة معاملات على الانبات وبعض مظاهر النمو المورفولوجية والفسيولوجية ومدى تحملها للإجهاد الملحي

سعاد محمد السريتي*، ايه علي، نعيمة محمد
كلية العلوم، جامعة المرقب، ليبيا
suaadomm@yahoo.com

الملخص

في هذه الدراسة تم تقييم اثر نقع بذور نبات الفول *Vicia faba* L. بعدة معاملات لمحاليل كلا من (كلوريد الكالسيوم بتركيزي 1% و0.5% , حامض الجبريليك بتركيزي 1000 و 500 مليجرام / لتر, و حامض السالسليك بتركيزي 0.5% و0.25% , اضافة لمعاملة النقع بالماء) لمدة 24 ساعة مقارنة بالشاهد (بدون نقع), وذلك في محاولة للتقليل من التأثير السلبي لملوحة مياه الري المنعكس على الانبات وبعض مظاهر النمو المورفولوجية والفسيولوجية لنبات الفول. حيث خلصت النتائج الي ان البذور المنقوعة بمحلول كلوريد الكالسيوم بتركيز1% و0.5% سجلت نسبة انبات 100%, حيث عزز النقع بمحلول كلوريد الكالسيوم من قدرة البذور على تحمل الإجهاد الملحي من خلال تحسين بعض الفعاليات الحيوية التي انعكست على استقرار أغشية الخلايا. كما اظهرت البذور بعد انباتها مقاومة للتأثير السلبي للإجهاد الملحي الناتج عن الري بمحلول كلوريد الصوديوم بتركيز 0.1% انعكس على جميع الصفات المدروسة, فكانت اعلى قيمة لطول المجموع الخضري 53 و48.7 سنتيمتر المروي بالماء ومحلول كلوريد الصوديوم 0.1% على التوالي للبذور المنقوعة ب1% كلوريد كالسيوم, كذلك سجلت زيادة ملحوظة في الطول الكلي للنبات والمسافة بين السلاميات والوزن الرطب للمجموع الخضري, وساعد على تحسين سمك الساق مقارنة بمعاملات النقع الأخرى, اضافة للزيادة في المساحة الورقية مقارنة بالشاهد, واخيرا انعكس ذلك على قيمة كلا من كلوروفيل ا وب, مما رفع من قدرة النبات على التمثيل الضوئي , وبالرغم من ان الري بمحلول كلوريد الصوديوم 0.1% ادي إلى خفض هذه القيم مقارنة بمعاملة الري بالماء، مما يشير إلى أن الاجهاد الملحي تسبب في اعاقة التمدد الخلوي، الا ان نقع البذور بمحلول كلوريد الكالسيوم بالتركيزات المناسبة خفف من هذا التأثير, وهو ما يدعم دور الكالسيوم في تعزيز مقاومة النبات للإجهاد الملحي عن طريق زيادة نشاط و فعالية الاغشية الخلوية وتقوية جدران الخلايا. اما بالنسبة لنتائج معاملتي النقع بحامض الجبريليك والسالسليك فقد كانت نسبة الانبات ضعيفة جدا, وقد يرجع ذلك الي ان التراكيز المستخدمة كانت عالية, مما اثر سلبا على انبات البذور.

الكلمات المفتاحية :- نقع البذور- كلوريد الكالسيوم- انبات- الفول –الاجهاد الملحي.

Abstract

This study evaluated the effect of soaking broad bean Vicia faba L. seeds in various treatment solutions (calcium chloride ($CaCl_2$) at 1% and 0.5% concentrations, gibberellic acid (GA) at 1000 and 500 mg/L, salicylic acid (SA) at 0.5% and 0.25%, and water soaking) for 24 hours, compared to a control group (no soaking). The goal was to mitigate the negative impact of irrigation water salinity on seed germination and certain morphological and physiological growth traits of broad beans. The results showed that seeds soaked in 1% and 0.5% calcium chloride solutions achieved a 100% germination rate. Calcium chloride soaking enhanced the seeds' tolerance to salt stress by improving vital metabolic activities, which stabilized cell membranes. Post germination, these seeds also exhibited resistance to the adverse effects of salinity (induced by 0.1% sodium chloride irrigation) across all studied traits. For instance, the highest shoot lengths (53 cm with freshwater irrigation and 48.7 cm with 0.1% NaCl irrigation) were recorded in seeds soaked in 1% $CaCl_2$. Additionally, significant increases were observed in total plant height, internode distance, fresh shoot weight, and stem thickness compared to other treatments, and leaf area compared to the control. These improvements ultimately enhanced chlorophyll (a) and (b) levels, boosting photosynthetic efficiency. Although irrigation with 0.1% NaCl reduced these values compared to freshwater irrigation, indicating that salt stress hindered cell expansion, seed soaking in optimal $CaCl_2$ concentrations alleviated this effect. This supports calcium's role in enhancing plant salt tolerance by strengthening cell membranes and wall. In contrast, seeds treated with gibberellic acid and salicylic acid showed very poor germination, likely due to the excessive concentrations used, which negatively impacted seed viability.

Keywords: Seed Soaking, Calcium Chloride, Germination, Beans, Salt Stress.

Copyright *Author (s) 2025. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0*
Received: *16-03-2024* - ***Accepted***: *11-05-2025* - ***Published***: *12-07-2025*

Alq J Med App Sci. 2025;8(Supp1):38-52 https://doi.org/10.54361/ajmas.253S06

المقدمة

أصبح القطاع الزراعي يواجه العديد من التحديات في السنوات الأخيرة ، وخاصة في المجتمعات النامية، ومن بين هذه التحديات هي الإجهادات الحيوية وغير الحيوية التي تسبب الاضطراب الوظيفي (الفسيولوجي) للنبات فتؤثر في نموه وهو ما يسمى بالإجهاد أو الشد النباتي، ومن بين هذه الاجهادات غير الحيوية الملوحة, الجفاف، التغدق، الرياح الشديدة، الارتفاع والانخفاض الحراري، فقر عوامل التربة ومستويات الحموضة وغيره [3]. وعادة ما تقلل الاجهادات اللاحيوية من كمية الانتاج الزراعي ونوعيته على مستوى العالم [4] لدي اضحي من الضروري البحث عن طرق وبدائل تخفف من التأثير السلبي للملوحة على النباتات [10]. حيث اجريت في السنوات الاخيرة العديد من الابحاث بهدف زيادة الانتاج وتحسين نوعية المحاصيل الزراعية لكثير من النباتات، وذلك بمعاملة البذور بالهرمونات النباتية قبل زراعتها, وقد خلصت نتائج هذه البحوث الي أن المعاملة بالهرمونات النباتية حسنت من صفات المحصول وزادت من إنتاجيته [1] تؤكد هذه الدراسات مجتمعة أهمية استخدام تقنيات وممارسات زراعية مبتكرة، مثل المعالجات الكيميائية كاستخدام كلوريد الكالسيوم وأحماض الجبرلين والساليسيليك والسيليكون، لتحسين إنتاجية المحاصيل وتعزيز تحملها للملوحة [9], حيث وجد أن معاملة بذور القمح بالكاينتين مع البوتاسيوم, وحمض الجبريليك مع البوتاسيوم أدت إلى تحسين أداء الصفات المورفولوجية لصنفي القمح Krassie و Bohoot 210 تحت تأثير الملوحة [25]. كما ان عملية نقع البذور قبل الزراعة [8]، أو رش النباتات الكاملة بعد زرعتها بأحد محاليل منظمات النمو الكيميائية تعد من أهم التطبيقات البيوتيكنيكية المستخدمة في رفع قدرة النباتات على تحمل الإجهادات اللاحيوية خاصة حمضي الجبرلين والساليسليك [8], حيث ثبت ان حامض الساليسليك من اهم المركبات الفينولية المؤثرة تنظيميا للعديد من العمليات الفسيولوجية المسببة للنمو والتزهير، اضافة لدوره الهام في امتصاص المغذيات والتوازن الهرموني وزيادة سرعة عملية البناء الضوئي وزيادة الكتلة الحيوية, وذلك لإسهامه في تشكيل صبغات الكلوروفيل والكاروتين، مما يساعد على تحمل النبات للإجهاد الملحي الناتج عن التطرف في درجة الحرارة والانجماد والجفاف والملوحة [16], وعمله كهرمون مثبط للنمو (تصنيع الاثيلين)، والذي يقوم بتكسير أو إغلاق الثغور أو تثبيط نمو جزء محدد من النبات لأغراض إيجابية ، مما يكسب النباتات المناعة الجهازية من المسببات المرضية [11] ,[6]. في حين يعتبر الجبرلين هرمون نباتي منظم ومحفز للنمو، كزيادة طول الأفرع الناتج عن انقسام الخلايا واستطالتها، و تأثيره الفريد في توجيه النبات نحو الإزهار [14].

المواد وطرق البحث:

اجريت هذه الدراسة داخل معمل النبات, بقسم الاحياء, كلية العلوم- الخمس, جامعة المرقب, ليبيا, حيث تم استعمال بذور صنف محلي لنبات الفول، تم الحصول عليها من مراكز معتمدة لبيع البذور بمدينة الخمس , تم فرز واختيار بذور سليمة ومتقاربة الحجم, عقمت بمحلول الكلوركس1%, غسلت بالماء المقطر عدة مرات واجري اختبار الحيوية لها بوضعها في اطباق بتري معقمة بواقع 10 بذور لكل طبق وثلاث مكررات , حفظت بدرجة حرارة الغرفة ل5 ايام وسجلت النتائج [31] حسبت النسبة المئوية للإنبات لكل طبق وفقاً للمعادلة التالية [22]: النسبة المئوية للإنبات = عدد البذور/ العدد الكلى للبذور*100. وكانت نسبة الانبات 100% لذا اعتمدت هذه البذور في هذه الدراسة. تم جلب تربة زراعية من مدينة الخمس غربلت ونقيت من الشوائب وجففت هوائيا ثم عبئت في الأصص بواقع 250 جرام لكل اصيص تجهيزا للزراعة بواقع 3 مكررات لكل معاملة نقع, وزعت المعاملات و المكررات بطريقة التصميم العشوائي الكامل .

وتم تحضير محاليل معاملات نقع البذور كالتالي:- محلول حامض الجبريليك GA بتركيزي (1000 مليجرام /لتر$^{-1}$, 500 مليجرام /لتر$^{-1}$) وذلك بإذابة 2.5جرام من حامض الجبريليك التجاري ($C_{19}H_{22}O_6$) في 100 مل من الكحول الايثيلي 70%, تم اكمال الحجم بالماء المقطر الي لتر, فاصبح التركيز 1000 مليجرام /لتر$^{-1}$, ثم حضر منه تركيز 500 ملي جرام /لتر $^{-1}$, وذلك بالتخفيف بالماء المقطر بنسبة 50%, محلول حامض الساليسليك (SA) تركيزي 0.5% و 0.25%, محلول كلوريد الكالسيوم ($CaCL_2$) تركيزي 1% و 0.5%. اما محاليل معاملات الري فكانت:-

Copyright Author (s) 2025. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0
Received: 16-03-2024 - **Accepted**: 11-05-2025 - **Published**: 12-07-2025

Alq J Med App Sci. 2025;8(Supp1):38-52 https://doi.org/10.54361/ajmas.253S06

الماء المقطر و محلول كلوريد الصوديوم (NaCl) بتركيز 0.1% , حضر وفقا ل [18] . بعد نقع البذور المعقمة لمدة 24 ساعة في محاليل النقع تم غسلها بالماء المقطر بعد اخراجها من محاليل النقع, لكي لا تكون عازلا على غلاف البذرة, ثم زرعت في الاصص بواقع 5 بذور بكل اصيص بعمق 3 سم, وبواقع 3 مكررات لكل معاملة, وتم الري بمعاملتي الماء المقطر, ومحلول كلوريد صوديوم 0.1%, استمرت متابعة التجربة 30 يوم مع الري من حين لأخر, وبعد انهاء التجربة درست الصفات المورفولوجية والفسيولوجية التالية:- نسبة الانبات, طول المجموع الخضري و الجذري والطول الكلي للنبات بالسنتيمتر, الوزن الرطب للمجموع الخضري و الجذري والوزن الرطب الكلي للنبات بالجرام. والوزن الجاف المطلق للمجموع الخضري والجذري, والوزن الجاف المطلق للنبات بالكامل بالجرام, حيث استخدم الميزان الحساس لتقدير الوزن الرطب للعينات, تم جففت باستخدام الفرن الكهربائي عند درجة 106º مئوية حتي ثبات الوزن, وتم حساب الوزن الجاف المطلق للعينات وفقا ل [36] باستخدام المعادلة التالية :- الوزن الجاف المطلق % = الوزن الجاف/الوزن الرطب*100. كما تم حساب المسافة بين السلاميات باستخدام المسطرة , و سمك الساق باستخدام القدمة ذات الورنية ,ايضا المساحة الورقية بالسنتميتر المربع, بالطريقة الوزنية. واخيرا تم تقدير نسبة الكلوروفيل بالأوراق وفقا لطريقة (Makinny , Arnon), حيث تم أخذ 2غرام من كل وريقة لكل معاملة, سحقت باستخدام هاون خزفي بعد اضافة 20 مل من الأسيتون 70% , تم فصل الراشح عن الراسب المتبقي وتمت قراءة الامتصاصية لكل عينة على الطولين الموجيين (665 و645) نانوميتر بوسطة Spectrophotometer (UV), وحسبت كمية الكلوروفيل a و b والكلوروفيل الكلي (a+b) باستخدام المعادلات التالية:-

$$Chl.a = (20.2(A665) - 8.02(A645)) / V*W$$

$$Chl.b = (35.2(A645) - 15.2(A665)) / V*W$$

حيث:- A= قراءة الكثافة الضوئية للكلوروفيل المستخلص عند الطولين الموجيين 665 و 645 نانوميتر على التوالي. V= حجم الاسيتون النهائي بتركيز70%. و W = وزن العينة الرطب بالجرام.

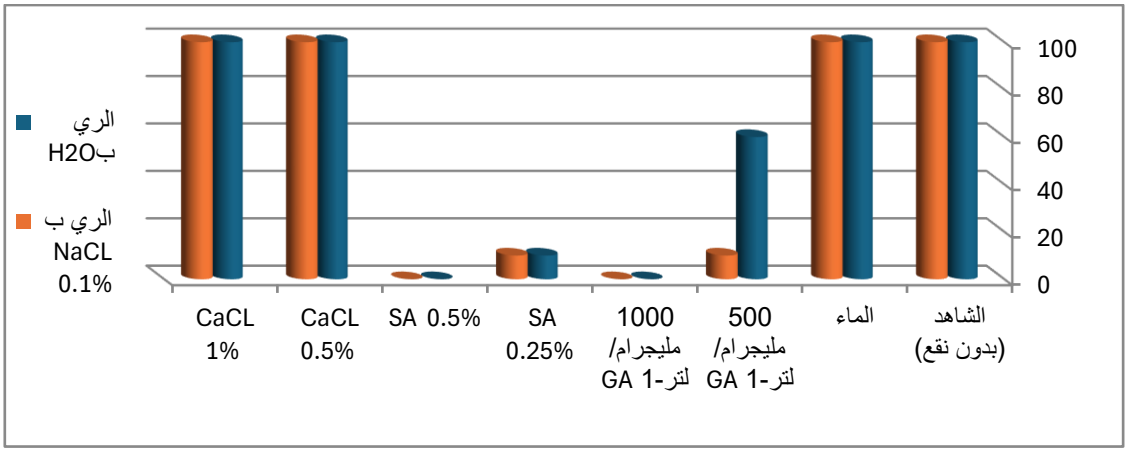
النتائج والمناقشة

أظهرت النتائج المبينة في الشكل (1) تأثير معاملات النقع المختلفة لبذور الفول المروية بمعاملتي (الماء ومحلول كلوريد الصوديوم 0.1%) على نسبة الانبات% حيث كانت نسبة الإنبات 100% في حالتي الري بالماء والري بالمحلول الملحي (كلوريد الصوديوم) لمعاملة الشاهد (بدون نقع) و ذلك يظهر أن البذور غير المعالجة لديها قدرة إنبات طبيعية ولا تتأثر بالمحلول الملحي. كذلك كانت نسبة الإنبات 100% لمعاملة النقع بالماء في الحالتين، مما يشير إلى أن النقع بالماء لم يُحدث تغييرًا ملحوظًا مقارنةً بالشاهد (بدون نقع), كما كانت نسبة الإنبات 0% عند نقع البذور بمحلول حمض السالسليك (SA) بتركيزي 0.5% و 0.25% لمعاملتي الري(الماء ومحلول كلوريد الصوديوم 0.1%), وهذا يتفق مع [26] الذي بين أن حمض السالسليك قد يُحدث تأثيرًا سامًا عند تراكيز عالية، بفعل تأثيره على العمليات الفسيولوجية مثل التنفس والإنتاج الطبيعي للإنزيمات، خاصةً في البيئات الملحية. اما بالنسبة لمعاملة النقع بحمض الجبريليك (500 مليجرام/ لتر$^{-1}$) كانت نسبة الإنبات 60% في حالة الري بالماء أما في حالة الري بالمحلول الملحي كانت نسبة الانبات 10%، مما يُظهر تأثيرًا إيجابيًا جزئيًا لتحفيز الإنبات بهذا التركيز. بينما نسبة الإنبات كانت 0% في لمعاملة النقع بحمض الجبريليك (1000 مليجرام/ لتر$^{-1}$) لمعاملتي الري ، مما يشير إلى التأثير السام للتركيز المرتفع لحمض الجبريليك (1000 مليجرام/ لتر$^{-1}$), [8], اما عند التركيز المنخفض لحمض الجبريليك (500 مليجرام/ لتر$^{-1}$)، فقد حسّن من الإنبات بنسبة 60%، وهو ما يدعم ما ورد في دراسة [34] الذي ذُكر أن حمض الجبريليك يعزز تحفيز نمو الجنين عن طريق تفعيل الإنزيمات اللازمة لتحلل الكربوهيدرات المخزنة، أما النقع عند التركيز المرتفع لحمض الجبريليك (1000 مليجرام/ لتر$^{-1}$)، فقد تسبب في تثبيط كامل للإنبات. ويمكن تفسير ذلك وفقًا لدراسة [27] التي أشارت إلى أن التراكيز العالية من الجبريليك قد تتسبب في خلل في توازن الهرمونات داخل البذور, وعند معاملة البذور بالنقع بمحلول كلوريد الكالسيوم بتركيزي 0.5% و1% ,كانت نسبة الإنبات 100% عند معاملتي الري، مما يُظهر الدور الايجابي لكلوريد الكالسيوم في تحسين الإنبات، حتى في الظروف الملحية، وهذا يتفق مع ما توصل

Copyright Author (s) 2025. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0
Received: 16-03-2024 - **Accepted**: 11-05-2025 - **Published**: 12-07-2025

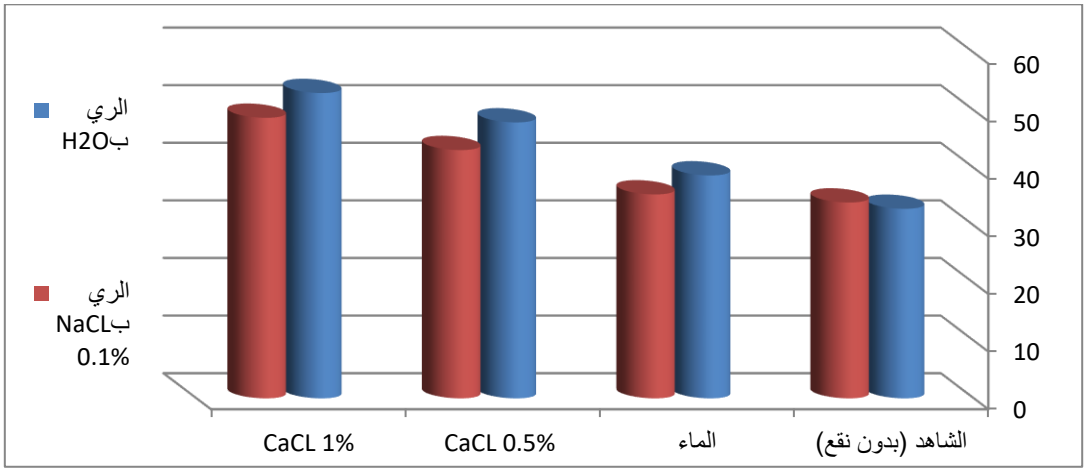
Alq J Med App Sci. 2025;8(Supp1):38-52 https://doi.org/10.54361/ajmas.253S06

إليه [30]، الذي بين أن الكالسيوم يلعب دورًا حيويًا في تقوية جدران الخلايا النباتية وتقليل الإجهاد الأكسدي الناتج عن الإجهاد الملحي. تم استبعاد نتائج معاملات النقع بكلا من حمض الجبريلين وحمض السالسليك لضعف الانبات و النمو في اغلبها بسبب التأثير السلبي للتراكيز المستعملة.



شكل رقم (1) يوضح تأثير معاملات النقع المختلفة لبذور الفول المروية بمعاملتي الماء ومحلول كلوريد الصوديوم 0.1% على نسبة الانبات%

يظهر الشكل (2) تأثير معاملات النقع المختلفة لبذور الفول المروية بمعاملتي (الماء ومحلول كلوريد الصوديوم 0.1%) على طول المجموع الخضري بالسنتيمتر, حيث بلغ الطول اعلى معدلاته ليصل الي 53 سم عند معاملة النقع بمحلول كلوريد الكالسيوم بتركيز 1% عند الري بالماء و48.7 سم عند الري بمحلول كلوريد الصوديوم 0.1% , في المقابل سجلت معاملة الشاهد (بدون نقع) أقل قيم، حيث كان طول المجموع الخضري 32.9 سم عند الري بالماء و34 سم عند الري بالمحلول الملحي. اما بالنسبة لتأثير النقع بمحلول كلوريد الكالسيوم 0.5% كان أيضًا إيجابيًا، حيث لوحظت زيادة في طول المجموع الخضري مقارنةً بالشاهد (بدون نقع)، ولكنه كان أقل من تأثير معاملة النقع بمحلول كلوريد الكالسيوم بتركيز 1%. كما لوحظ ان الري بمحلول كلوريد الصوديوم 0.1% أثر سلبًا على نمو المجموع الخضري في جميع معاملات النقع، ولكن التأثير كان أقل عند معاملة النقع بمحلول كلوريد الكالسيوم بتركيزات أعلى، خاصة في معاملة النقع ب محلول كلوريد الكالسيوم 1 %. وهذا يتفق مع دراسة [29] التي أوضحت أن الملوحة تؤدي إلى انخفاض قدرة النباتات على امتصاص الماء والعناصر الغذائية اللازمة للنمو، ما يؤدي إلى تقليص نمو المجموع الخضري والجذري. لكن، من المهم ملاحظة أن التأثير السلبي للملوحة كان أقل عند نقع البذور بمحلول كلوريد الكالسيوم بتركيز1% ، وهو ما يعكس تأثير الكالسيوم في تحسين تحمل النباتات للإجهاد الملحي.

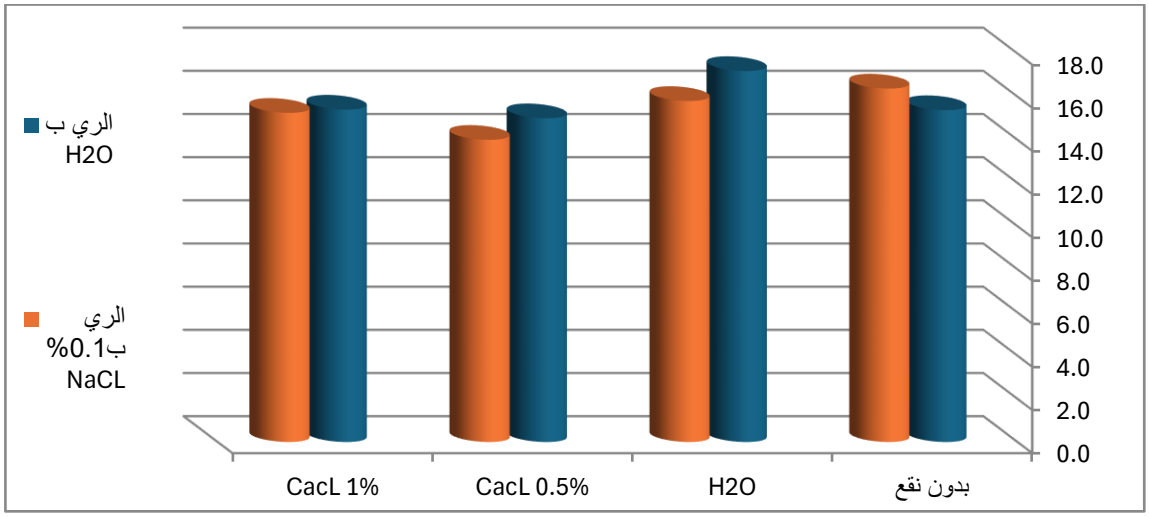


شكل رقم (2) يوضح تأثير معاملات النقع المختلفة لبذور الفول المروية بمعاملتي (الماء ومحلول كلوريد الصوديوم 0.1%) على طول المجموع الخضري بالسنتيمتر.

Copyright Author (s) 2025. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0
Received: 16-03-2024 - **Accepted**: 11-05-2025 - **Published**: 12-07-2025

Alq J Med App Sci. 2025;8(Supp1):38-52 https://doi.org/10.54361/ajmas.253S06

يوضح الشكل (3) تأثير معاملات النقع المختلفة لبذور الفول المروية بمعاملتي (الماء ومحلول كلوريد الصوديوم0.1%) على طول المجموع الجذري بالسنتيمتر, حيث سجل أعلى معدل لنمو الجذور في الطول عند معاملة النقع بالماء والري بالماء بطول 17.2 سم, كما كان أقل معدل لنمو الجذور في الطول عند معاملة النقع بمحلول كلوريد الكالسيوم 0.5%، حيث سجل الطول14 سم عند الري بالماء و15 سم عند الري بالمحلول الملحي. بينما ادي الري بالمحلول الملحي إلى انخفاض طفيف في طول الجذور مقارنة بمعاملة الري بالماء، مما يدل على تأثير الملوحة السلبي على امتصاص الماء والعناصر الغذائية. وهذا ما اكدته دراسات عديدة اشارت إلى أن المياه المالحة تقلل من قدرة الجذور على النمو بشكل ملحوظ بسبب التأثيرات السامة للأيونات مثل Na و Cl على الخلايا النباتية. وبالمقابل، بينت دراسة لـ [39] أن الملوحة تسبب تقلصًا في حجم الجذور والمجموع الخضري , لكن لوحظ ان نقع البذور بمحلول كلوريد الكالسيوم زاد من تحمل المحتوي الملحي لمياه الري مما انعكس على طول المجموع الخضري لمعاملتي الري

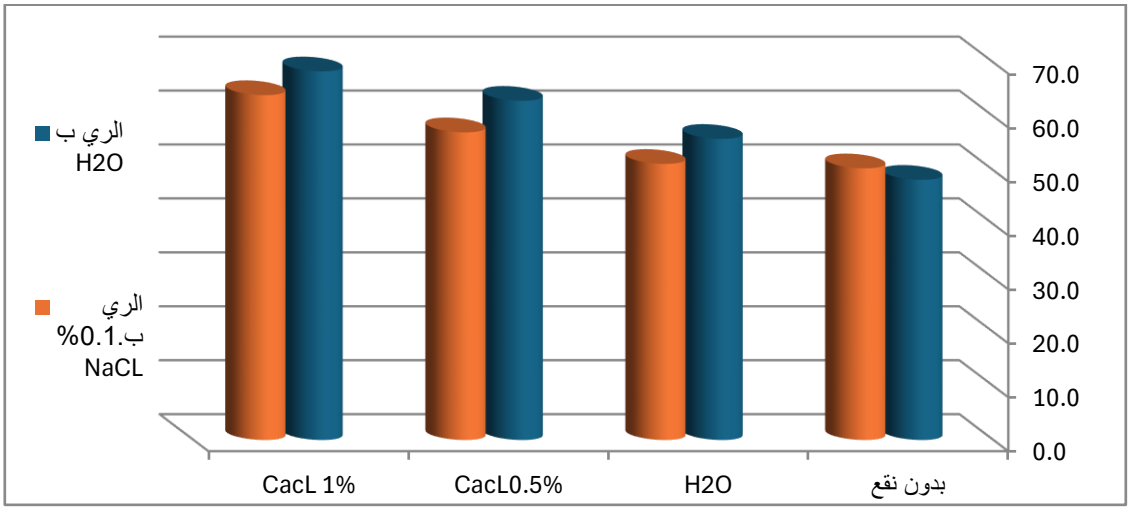


شكل رقم (3) يوضح تأثير معاملات النقع المختلفة لبذور الفول المروية بمعاملتي (الماء ومحلول كلوريد الصوديوم 0.1%) على طول المجموع الجذري بالسنتيمتر

يبين الشكل (4) تأثير معاملات النقع المختلفة لبذور الفول المروية بمعاملتي (الماء ومحلول كلوريد الصوديوم 0.1%) على الطول الكلي لنبات الفول بالسنتيمتر, حيث اختلف الطول الكلي لنبات الفول باختلاف معاملة النقع للبذور، فكانت الاطوال كما يلي: معاملة الشاهد (بدون نقع) و الري بالماء كان الطول الكلي في ادنى مستوياته فكان48.3 سم اما معاملة النقع بمحلول كلوريد الكالسيوم بتركيز1%, فسجلت 68.4 سم عند نفس معاملة الري. أما عند الري بمحلول كلوريد الصوديوم 0.1% سجل ادني طول للشاهد فكان 50.4 واعلى قيمة للطول كانت 64 سم لمعاملة النقع بمحلول كلوريد الكالسيوم بتركيز 1% عند نفس معاملة الري. حيث يتضح أن بذور الفول التي تم نقعها في محلول كلوريد الكالسيوم (بتركيز 1%) اعطت اعلى طول كلي للنبات مقارنةً بمعاملات النقع الأخرى. و كما يلاحظ في جميع المعاملات كانت هناك زيادة في الطول ولكن الزيادة كانت اكثر لمعاملة الري بالماء عن معاملة الري بالمحلول الملحي، مما قد يشير إلى تأثير سلبي نسبي للملح على نمو النبات مقارنةً بالماء النقي. كما أثبتت النتائج أن نقع البذور بمحلول كلوريد الكالسيوم حسّنت النمو، خاصةً عند تركيز 1% وهذا يتوافق مع أبحاث سابقة اشارت إلى أن الكالسيوم يقلل من تأثير الإجهاد الملحي ويحسن من امتصاص الماء والعناصر الغذائية. ومع ذلك، يجب اختبار ما إذا كانت الجرعات الأعلى قد تسبب تأثيرًا سامًا على النبات عند تركيزات أعلى من 1%. تؤكد النتائج أن نقع البذور في الماء فقط أدى إلى أدنى معدل نمو مقارنةً بالمعاملات الأخرى وهذا يشير إلى أن المعالجة الكيميائية يمكن أن تكون مفيدة لتعزيز نمو البذور وتحسين الإنتاجية.

Copyright Author (s) 2025. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0
Received: 16-03-2024 - **Accepted**: 11-05-2025 - **Published**: 12-07-2025

Alq J Med App Sci. 2025;8(Supp1):38-52 https://doi.org/10.54361/ajmas.253S06

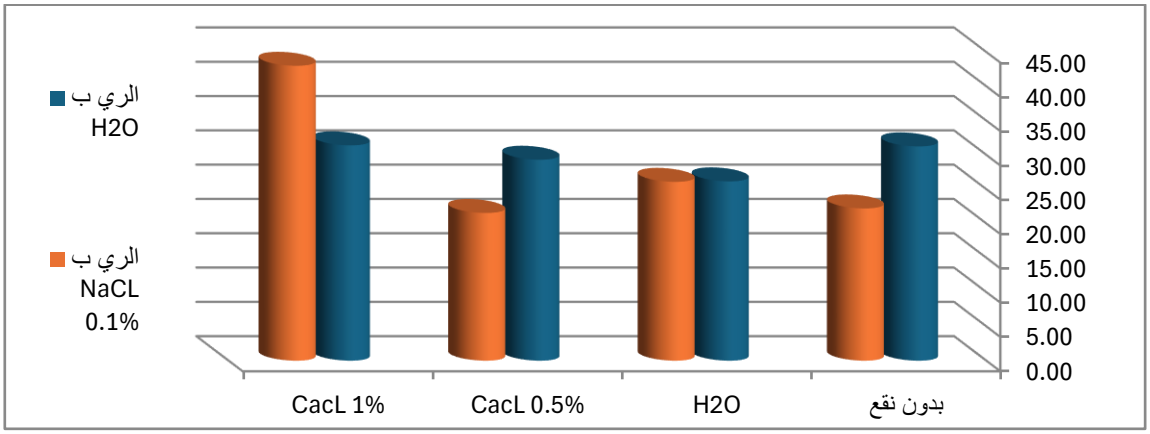


شكل رقم (4) يوضح تأثير معاملات النقع المختلفة لبذور الفول المروية بمعاملتي (الماء ومحلول كلوريد الصوديوم 0.1%) على الطول الكلي لنبات الفول بالسنتيمتر

حسب ما ورد في الشكل (5) اظهرت النتائج تأثير معاملات النقع المختلفة لبذور الفول المروية بمعاملتي (الماء ومحلول كلوريد الصوديوم 0.1%) على الوزن الرطب للمجموع الخضري بالجرام حيث سجلت ادني قيمة للشاهد (بدون نقع) فكانت 22.196 جرام للمعاملة المروية بـمحلول كلوريد الصوديوم 0.1% , إن الري بمحلول كلوريد الصوديوم 0.1% أثر سلبًا على الوزن الرطب للمجموع الخضري في معظم المعاملات (ما عدا معاملة نقع البذور بمحلول كلوريد الكالسيوم تركيز 1%). كما لم يلاحظ وجود فرق في الوزن الرطب للمجموع الخضري بين معاملة الري بالماء حيث كانت 26.145 جرام و معاملة الري بمحلول كلوريد الصوديوم 0.1% 26.071 جرام للبذور المنقوعة بالماء في الحالتين, فمن المحتمل أن يكون هذا النقع قد قلل من تأثير الاجهاد الملحي الناتج من الري بمحلول كلوريد الصوديوم 0.1% وانعكس على الجهد الأسموزي لأنسجة للباذرات. وبالرغم من أن نقع البذور بمحلول كلوريد الكالسيوم 0.5% قلل الوزن الرطب للمجموع الخضري عند الري بمحلول كلوريد الصوديوم 0.1% ، إلا أن التأثير كان أكثر وضوحًا عند نقع البذور بمحلول كلوريد الكالسيوم بتركيز 1%, حيث أظهرت النتائج مقاومة أكبر لملوحة مياه الري، بزيادة كبيرة في الوزن الرطب للمجموع الخضري حيث كان 42.994 جرام , مقارنة بالوزن المسجل عند نفس معاملة النقع ولكن الري بالماء, فكان الوزن 31.391 جرام, ويعزي ذلك لتأثير الكالسيوم الايجابي عند هذا التركيز مما ساعد في تقوية وزيادة سمك الجدران الخلوية وتحسين قدرة الخلايا في مقاومة الإجهاد الملحي [35] , هذا يتفق مع عدد من الدراسات التي وجدت أن الري بـمحلول كلوريد الصوديوم 0.1% يمكن أن يحسن النمو عن طريق تحسين قدرة النبات على تحمل الإجهاد المائي [17], وبالاتفاق مع نتائج [2] في أن محاليل كلوريد الصوديوم يمكن أن تعطي تأثير إيجابيا على العمليات الأيضية داخل النبات تحت ظروف الإجهاد ، مما يساعد في تحسين نمو المجموع الخضري. , وقد تفسر الزيادة في الوزن الرطب بسبب امتلاء الانسجة النباتية بكميات اضافية من الماء للتقليل من التأثير الملحي كوسيلة للتخفيف من الجهد الاسموزي للخلايا فينعكس على ذلك بشكل زيادة في الوزن الرطب للمجموع الخضري.

Copyright Author (s) 2025. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0
Received: 16-03-2024 - **Accepted**: 11-05-2025 - **Published**: 12-07-2025

Alq J Med App Sci. 2025;8(Supp1):38-52 https://doi.org/10.54361/ajmas.253S06



شكل رقم (5) يوضح تأثير معاملات النقع المختلفة لبذور الفول المروية بمعاملتي (الماء ومحلول كلوريد الصوديوم 0.1%) على الوزن الرطب للمجموع الخضري بالجرام

توضح النتائج المدرجة في الجدول (1) تأثير معاملات النقع المختلفة لبذور الفول المروية بمعاملتي (الماء ومحلول كلوريد الصوديوم 0.1%) على قيم نسب الوزن الجاف المطلق للمجموع الخضري, حيث سجلت ادني نسبة لمعاملة النقع بمحلول كلوريد الكالسيوم بتركيز 1% فكانت 5.038 % للمعاملة المروية بمحلول كلوريد الصوديوم 0.1%, واعلى نسبة سجلت عند معاملة الشاهد (بدون نقع) وذلك بقيمة 7.163% عند الري بمحلول كلوريد الصوديوم 0.1% ايضا, كما تفوقت قيم نسب الوزن الجاف المطلق للمجموع الخضري لمعاملة الري بمحلول كلوريد الصوديوم 0.1% على معاملة الري بالماء عند نفس معاملة النقع , وقد يعزي ذلك لتراكم كميات من الاملاح في الانسجة وبالمقابل تم فقدان كميات الماء الموجودة اثناء التجفيف فكان الوزن اقل عند معاملة الري بالماء, وبشكل عام كانت باقي النسب الوزنية لأغلب معاملات النقع لمعاملتي الري متقاربة .

جدول رقم (1) تأثير معاملات النقع المختلفة لبذور الفول المروية بمعاملتي (الماء ومحلول كلوريد الصوديوم 0.1%) على الوزن الجاف المطلق للمجموع الخضري%

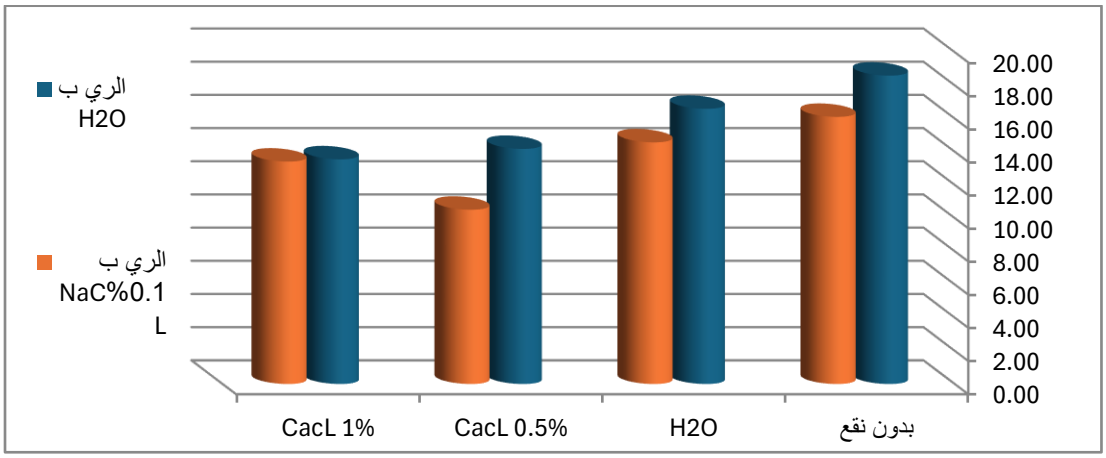
الوزن الجاف المطلق للمجموع الخضري %		
معاملة النقع	الري بالماء	الري بمحلول كلوريد الصوديوم0.1%
الشاهد (بدون نقع)	7.122	7.163
الماء	6.849	7.104
محلول كلوريد الكالسيوم 0.5%	6.821	6.991
محلول كلوريد الكالسيوم 1%	6.207	5.038

يوضح الشكل (6) تأثير معاملات النقع المختلفة لبذور الفول المروية بمعاملتي (الماء ومحلول كلوريد الصوديوم 0.1%) على الوزن الرطب للمجموع الجذري بالجرام, حيث إن الري بمحلول كلوريد الصوديوم 0.1% أثر سلبًا على الوزن الرطب للمجموع الجذري في معظم المعاملات. هذا يدل على أن زيادة تركيز الأملاح في التربة يحد من قدرة الجذور على امتصاص الماء والعناصر الغذائية، مما يؤثر بشكل كبير على النمو الجذري. كما أدى نقع بذور الفول بالماء إلى تقليل التأثير السلبي للملوحة، حيث كان الفرق في الوزن الرطب بين معاملتي الري بالماء ومحلول كلوريد الصوديوم 0.1% للبذور المنقوعة بالماء أقل من معاملات النقع الأخرى. فمن المحتمل أن هذا النقع ساعد في تحسين بزوغ ونمو المجموع الجذري وزيادة قدرته على امتصاص العناصر الغذائية والماء, وذلك بفعل التأثير على الجهد الأسموزي لأنسجة للباذرات. وبالرغم من أن نقع البذور بمحلول كلوريد الكالسيوم 0.5% قلل من الوزن الرطب للمجموع الجذري عند الري بمحلول كلوريد الصوديوم 0.1%، إلا أن التأثير كان أقل وضوحًا, اذ يُحتمل أن محلول كلوريد الكالسيوم عند هذا التركيز

Copyright Author (s) 2025. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0
Received: 16-03-2024 - **Accepted**: 11-05-2025 - **Published**: 12-07-2025

Alq J Med App Sci. 2025;8(Supp1):38-52 https://doi.org/10.54361/ajmas.253S06

كان له تأثير خفيف في تحسين قدرة الجذور في التعامل مع الملوحة. اما عند نقع بذور الفول بمحلول كلوريد الكالسيوم بتركيز 1% أظهرت النتائج مقاومة أكبر لملوحة مياه الري، حيث كانت الفروقات بين الوزن الرطب للجذور لمعاملتي الري بالماء وبمحلول كلوريد الصوديوم 0.1% أقل بكثير مقارنة بمعاملات النقع الأخرى. ويعزي ذلك لتأثير الكالسيوم الايجابي عند هذا التركيز مما يكون قد ساعد في تقوية الجدران الخلوية وتحسين قدرة الجذور في مقاومتها للإجهاد الملحي [28].

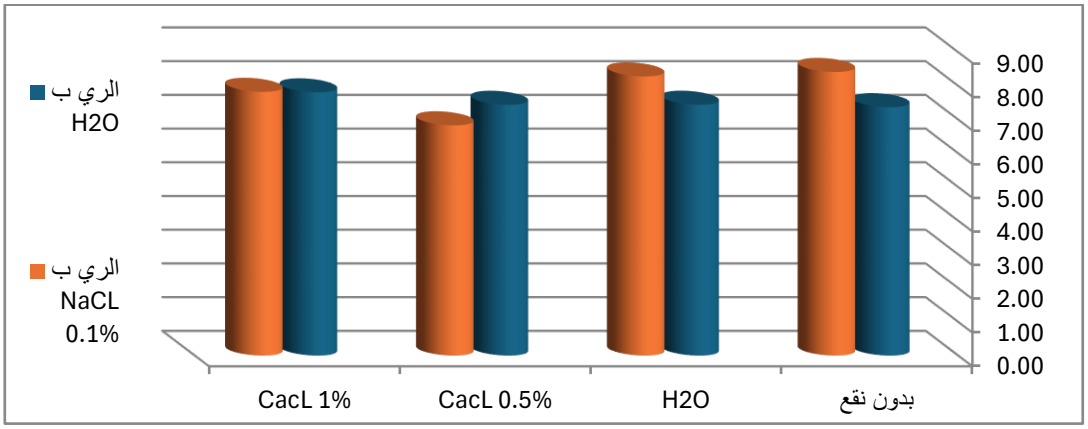


شكل رقم (6) يوضح تأثير معاملات النقع المختلفة لبذور الفول المروية بمعاملتي (الماء ومحلول كلوريد الصوديوم 0.1%) على الوزن الرطب للمجموع الجذري بالجرام

من خلال الشكل (7) لوحظ تأثير معاملات النقع المختلفة لبذور الفول المروية بمعاملتي (الماء ومحلول كلوريد الصوديوم 0.1%) على قيم نسب الوزن الجاف المطلق للمجموع الجذري, فعلى الرغم من ان ملوحة مياه الري غالبا ما تؤدي إلى انخفاض في الوزن الجاف للنباتات نظرًا لتأثيرها السلبي على امتصاص الماء والعناصر الغذائية, الا ان ما لوحظ من خلال نتائج معاملتي الشاهد (بدون نقع) والنقع بالماء كانت نتائج غير متوقعة, حيث ادي الري بمحلول كلوريد الصوديوم 0.1% إلى زيادة في الوزن الجاف, ويعتقد ان السبب قد يكون مرتبطًا بتغيرات في التراكيب الوراثية للنباتات أو التغييرات الحاصلة في ظروف النمو التي ساعدت على التكيف مع تأثير الاجهاد الملحي. اما عن تأثير نقع بذور الفول بمحلول كلوريد الكالسيوم, فقد ادي النقع بمحلول كلوريد الكالسيوم 0.5% إلى انخفاض في قيم نسب الوزن الجاف المطلق للمجموع الجذري عند الري بمحلول كلوريد الصوديوم 0.1% ، ربما يشير ذلك الي أن تركيز أيونات الكالسيوم لم يكن كافيًا لحماية جذور النباتات من التأثير السلبي للملوحة, بينما لم يكن هناك تأثير ملحوظ للإجهاد الملحي على قيم نسب الوزن الجاف المطلق عند نقع البذور بمحلول كلوريد الكالسيوم بتركيز 1%، مما قد يعزي الي أن هذا التركيز قد ساعد في حماية الجذور من التأثيرات السلبية للملوحة و هذا يتفق مع نتائج دراسة [38] التي اكدت أن ايونات الكالسيوم تعزز من قدرة النباتات على مقاومة الإجهاد الملحي عن طريق تقوية جدران الخلايا وتحسين امتصاص العناصر الغذائية خاصة عند التركيزات العالية.

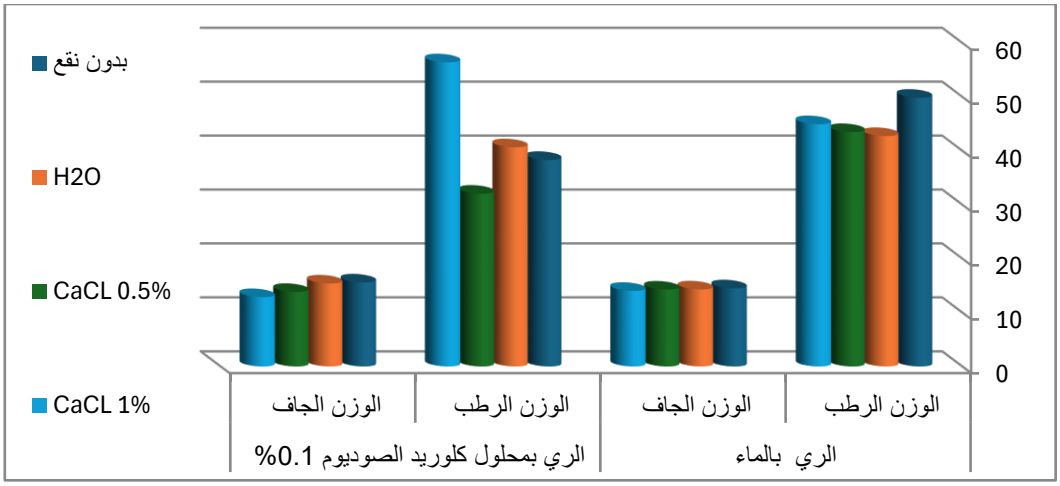
Copyright Author (s) 2025. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0
Received: 16-03-2024 - **Accepted**: 11-05-2025 - **Published**: 12-07-2025

Alq J Med App Sci. 2025;8(Supp1):38-52 https://doi.org/10.54361/ajmas.253S06



شكل رقم (7) يوضح تأثير معاملات النقع المختلفة لبذور الفول المروية بمعاملتي (الماء ومحلول كلوريد الصوديوم 0.1%) على الوزن الجاف المطلق للمجموع الجذري

يوضح الشكل (8) تأثير معاملات النقع المختلفة لبذور الفول المروية بمعاملتي (الماء ومحلول كلوريد الصوديوم 0.1%) على الوزن الرطب الكلي والوزن الجاف المطلق الكلي لنبات الفول, حيث يتضح عند مقارنة قيم نسب الوزن الجاف المطلق للنبات بالكامل عند جميع معاملات النقع المروية بالماء ان المتوسط كان 14 % تقريبا, بينما اختلفت القيم عند الري بمحلول كلوريد الصوديوم 0.1% لنفس معاملات النقع فتراوح متوسط قيم الاوزان الكلية الجافة المطلقة بين (12.86 إلى 15.58%) وهي قيم منخفضة إذا ما تمت مقارنتها بقيم الأوزان الرطبة الكلية، ولعل ذلك يرجع إلى نسبة الماء التي تحتويها انسجة النبات في الحالة الطرية (الرطبة), وهذا ما توافق مع نتائج دراسة كلا من [4] و [6], أما عند مقارنة متوسطات الاوزان الرطبة الكلية عند جميع معاملات النقع لبذور الفول و المروية بمحلول كلوريد الصوديوم 0.1% خلال انباتها ونموها, فنلاحظ التباين الواضح للقيم الوزنية التي تم الحصول عليها عند الري بمحلول كلوريد الصوديوم 0.1% مقارنة بمعاملات بالري بالماء حيث كانت أقل قيمة وزنية (32 جرام) للنباتات الناتجة من البذور المنقوعة بمحلول كلوريد الكالسيوم 0.5% وأعلى قيمة وزنية كانت 56.4جرام للبذور المنقوعة بمحلول كلوريد الكالسيوم تركيز 1% , وهو ما توافق مع نتائج [14] وقد يعزي ذلك للتأثير الايجابي للنقع بمحلول كلوريد الكالسيوم بتركيز 1% الذي انعكس عل الزيادة في متوسطات الاوزان الرطبة الكلية الناتجة عن وزيادة معدل تضاعف الخلايا واستطالتها.

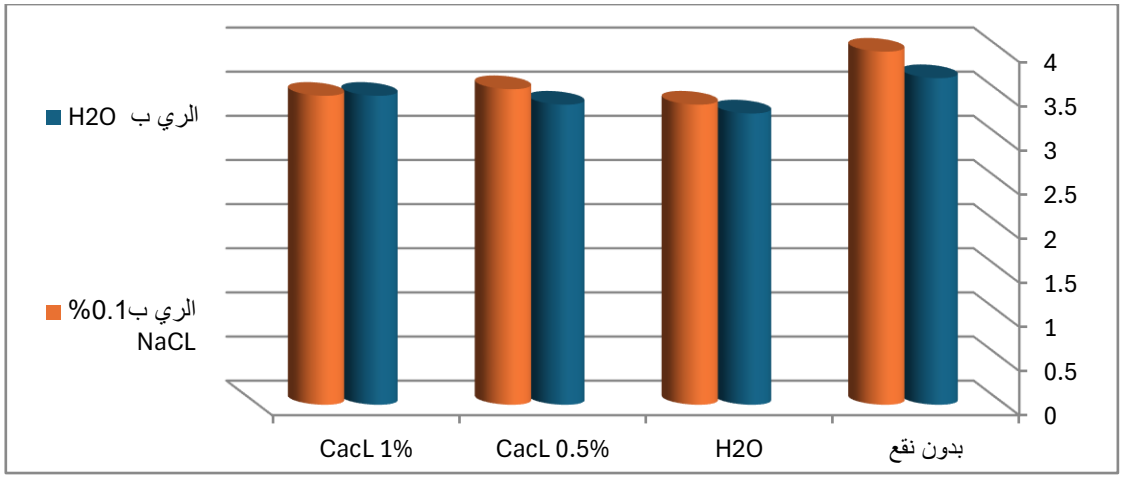


شكل رقم (8) يوضح تأثير معاملات النقع المختلفة لبذور الفول المروية بمعاملتي (الماء ومحلول كلوريد الصوديوم 0.1%) على الوزن الرطب الكلي بالجرام , والوزن الجاف المطلق الكلي لنبات الفول

Copyright Author (s) 2025. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0
Received: 16-03-2024 - **Accepted**: 11-05-2025 - **Published**: 12-07-2025

Alq J Med App Sci. 2025;8(Supp1):38-52 https://doi.org/10.54361/ajmas.253S06

يلاحظ من خلال الشكل (9) تأثير معاملات النقع المختلفة لبذور الفول المروية بمعاملتي (الماء ومحلول كلوريد الصوديوم 0.1%) على سمك الساق بالسنتيمتر, اذ تبين من النتائج أن سمك الساق سجل اقل قراءة عند معاملة النقع بالماء و الري بالماء , حيث لم يكن النقع بالماء وحده كافياً لدعم النبات تحت ظروف الإجهاد الملحي أو حتى في الظروف العادية. وهو ما أكده [20], حيث ذكر أن الماء وحده قد يساعد في ترطيب الأنسجة لكنه غير كافٍ لتعزيز تحمل النبات للإجهاد, وبالمقارنة بمعاملة الري بالمحلول الملحي عند اغلب معاملات النقع وخصوصا معاملة النقع بمحلول كلوريد الكالسيوم, سجلت معاملة التحكم سمكا للساق بلغ 3.5 سم، مما يدل على أن النباتات كانت في حالة صحية جيدة دون أي إجهاد, في حين سجلت معاملة النقع بالماء والري بمحلول كلوريد الصوديوم 0.1% أعلى قيمة لسمك الساق، حيث بلغ السمك 4 سم، مما يشير إلى أن الإجهاد الملحي قد يحفز تكيفات فسيولوجية تسبب في زيادة سمك الساق. وقد دعم ذلك ما ذكره [29], حيث اثبت بأن النباتات المعرضة للإجهاد الملحي تزيد من سماكة جدرانها الخلوية لتحمل الظروف القاسية. أما بالنسبة لمعاملة النقع بمحلول كلوريد الكالسيوم 0.5% والري بمحلول كلوريد الصوديوم 0.1% فقد أظهرت نتائج متوسطة، حيث بلغ سمك الساق 3.6 سم، مما يدل على أن نقع البذور بمحلول كلوريد الكالسيوم قلل من التأثير السلبي لملوحة مياه الري وانعكس ذلك بشكل إيجابي على النمو في تركيزات منخفضة لأيونات الكالسيوم, ويعزي ذلك لما يلعبه الكالسيوم من دورا مهم في استقرار أغشية الخلايا وتقليل تأثير أيونات الصوديوم الضارة، كما أشار [23] .وعند معاملة البذور بالنقع بمحلول كلوريد الكالسيوم بتركيز 1%، كان تأثير الري بكلوريد الصوديوم والماء متساوياً تقريباً، مما يشير إلى أن التركيز العالي لأيونات الكالسيوم قد يوفر دعماً كافياً للنبات لكلا من معاملتي الري, هذا يتفق مع نتائج [23]. التي بينت أن التركيزات العالية من الكالسيوم تدعم النباتات بشكل متوازن تحت مختلف الظروف. بشكل عام، يتضح أن كلوريد الكالسيوم له تأثير إيجابي على تحسين سمك الساق خاصة عند تركيز 0.5%، بينما النقع بالماء وحده لا يوفر الدعم الكافي. كذلك، يظهر الإجهاد الملحي تأثيراً محفزاً لزيادة سمك الساق في غياب أي إضافات مما يعكس تكيف النبات مع الظروف الملحية.



شكل رقم (9) تأثير معاملات النقع المختلفة لبذور الفول المروية بمعاملتي (الماء ومحلول كلوريد الصوديوم 0.1%) على سمك الساق بالسنتيمتر

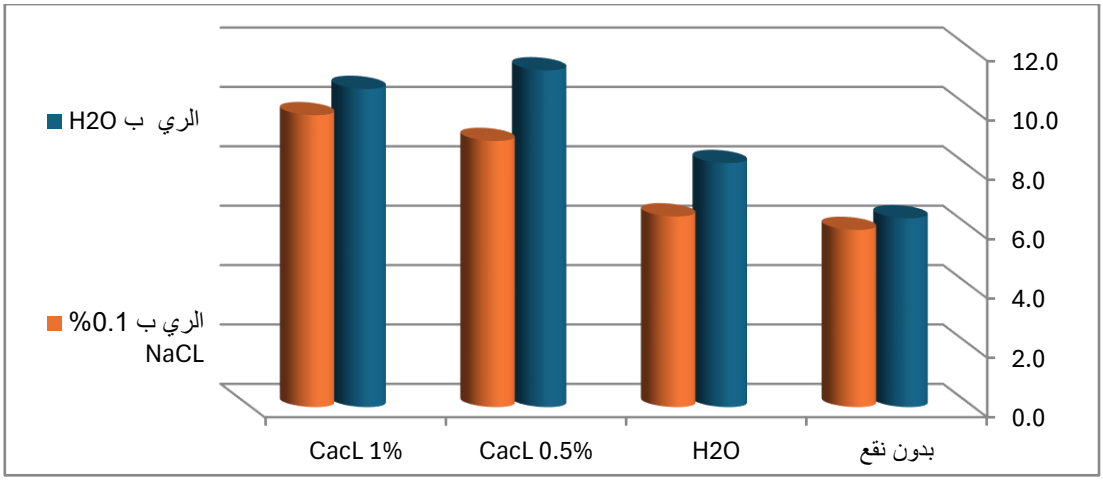
توضح النتائج المدرجة في الشكل (10) تأثير معاملات النقع المختلفة لبذور الفول المروية بمعاملتي (الماء ومحلول كلوريد الصوديوم 0.1%) على المسافة بين السلاميات بالسنتيمتر, حيث كانت المسافة بين السلاميات متقاربة بالنسبة لمعاملة الشاهد (بدون نقع) اذ سجلت 6 سم عند الري بمحلول كلوريد الصوديوم 0 .1% و6.4 سم عند الري بالماء, أما معاملة النقع بالماء، فقد أظهرت تحسنًا طفيفًا، حيث زادت المسافة بين السلاميات إلى 8.2 سم عند الري بالماء و 6.4 سم عند الري بمحلول كلوريد الصوديوم 0.1% . يُفسَّر هذا التحسن الي دور النقع في تعزيز رطوبة الانسجة الداخلية، مما يحسن من العمليات الحيوية مثل التمثيل الضوئي والنمو الخضري. مع ذلك، يبقى هذا التأثير محدودًا نظرًا لغياب العناصر المعدنية اللازمة لتعزيز مقاومة

Copyright Author (s) 2025. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0
Received: 16-03-2024 - **Accepted**: 11-05-2025 - **Published**: 12-07-2025

Alq J Med App Sci. 2025;8(Supp1):38-52 https://doi.org/10.54361/ajmas.253S06

النبات للإجهاد الملحي. وكما أشارت دراسة [19]، فإن تحسين الرطوبة الداخلية يساعد في تخفيف الإجهاد، ولكن التأثير يظل محدودًا دون دعم معدني إضافي, و عند نقع البذور بمحلول كلوريد الكالسيوم 0.5%، لوحظ تحسن ملحوظ في النمو، حيث بلغت المسافة بين السلاميات 11.3 سم عند الري بالماء و9.0 سم عند الري بمحلول كلوريد الصوديوم 0.1% . ويعزي ذلك إلى أن الكالسيوم يُعزّز من مقاومة النبات للإجهاد الملحي من خلال تحسين سلامة الجدران الخلوية وتنظيم الضغط الأسموزي داخل الخلايا، مما يقلل من الآثار السلبية للإجهاد ويعزز الامتصاص الفعال للعناصر الغذائية, وهذا يتوافق مع [33] حيث وجد أن الكالسيوم قد لعب دورًا رئيسيًا في تثبيت الأغشية الخلوية وتنظيم امتصاص الأيونات، وهذا ما يفسر التحسن الكبير في هذه المعاملة. وعند زيادة تركيز محلول كلوريد الكالسيوم إلى 1%، زادت المسافة بين السلاميات إلى 10.7 سم عند الري بالماء, و 9.8 سم عند الري بكلوريد الصوديوم وعلى الرغم ذلك فقد كان التأثير الإيجابي أقل نسبيًا مقارنة بتركيز محلول كلوريد الكالسيوم 0.5% عند الري بالماء. يُفسَّر ذلك بأن التركيز الأعلى لكلوريد الكالسيوم قد يؤدي إلى تشبع بالخلايا بالكالسيوم مما يعيق امتصاص بعض العناصر الغذائية الأخرى الضرورية للنمو, وكما أشار [37]، فإن زيادة الكالسيوم تُعزّز من مقاومة الإجهاد، ولكن الجرعات العالية قد تؤدي إلى اختلال التوازن الأيوني داخل انسجة النبات .

يتضح أن الإجهاد الملحي يؤثر سلبًا على نمو النبات من خلال تقليل المسافة بين السلاميات نتيجة اضطراب امتصاص الماء والعناصر الغذائية, وبالرغم من ان نقع البذور بالماء قبل انباتها تساعد في تخفيف الإجهاد، لكنها ليست كافية لتعويض تأثيره السلبي بشكل كبير [28]. وبشكل عام, تعد معاملة نقع البذور بمحلول كلوريد الكالسيوم، خاصة بتركيز 0.5% كانت الأكثر فعالية في تعزيز مقاومة النبات للإجهاد وتحسين مظاهر النمو, ومع ذلك فإن زيادة التركيز إلى 1% أظهرت تحسنًا إضافيًا لكنه أقل كفاءة مقارنة بتركيز 0.5%، مما يشير إلى ضرورة التحكم الدقيق في التركيز المستخدم لنقع البذور لتحقيق أفضل النتائج. [6] , [13].



شكل رقم (10) يوضح تأثير معاملات النقع المختلفة لبذور الفول المروية بمعاملتي (الماء ومحلول كلوريد الصوديوم 0.1%) على المسافة بين السلاميات بالسنتيمتر

اوضحت النتائج المبينة في الجدول (2) تأثير معاملات النقع المختلفة لبذور الفول المروية بمعاملتي (الماء ومحلول كلوريد الصوديوم 0.1%) على مساحة الوريقة بالسنتميتر المربع, حيث وجد تباينًا ملحوظًا في استجابة النبات لمعاملات الري، مما يعكس تأثير نقع البذور بالمعاملات المختلفة التي استخدمت في هذه التجربة في التخفيف من الإجهاد وتعزيز الزيادة في المساحة الورقية, ففي معاملة الشاهد (بدون نقع)، كانت المساحة الورقية منخفضة، حيث بلغت 16.1 سم^2 عند الري بالماء و17.0 سم^2 عند الري بمحلول كلوريد الصوديوم. أما معاملة نقع البذور بمحلول كلوريد الكالسيوم 0.5%، فقد ظهرت فروق طفيفة في مساحة الورقة، حيث بلغت 16.2 سم^2 عند الري بمحلول كلوريد الصوديوم و15.2 سم^2 عند الري بالماء, اما عند نقع

Copyright Author (s) 2025. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0
Received: 16-03-2024 - **Accepted**: 11-05-2025 - **Published**: 12-07-2025

Alq J Med App Sci. 2025;8(Supp1):38-52 https://doi.org/10.54361/ajmas.253S06

البذور بمحلول كلوريد الكالسيوم 1 % سجلت المساحة الورقية أعلى قيم حيث بلغت 17.2 سم^2 عند الري بالماء و18.3 سم^2 عند الري بمحلول كلوريد الصوديوم 0.1%, ويعزى هذا التحسن إلى دور الكالسيوم في تقوية الجدران الخلوية وتنظيم الامتصاص الأيوني داخل الخلايا مما يحسن من قدرة النبات على تحمل الإجهاد الملحي ويعزز من كفاءة امتصاص العناصر الغذائية [15], وهذا يتوافق مع ما أشار له [32,33] في أن الكالسيوم يلعب دورًا مهمًا في تقليل سمية الملح وتثبيت الأغشية الخلوية مما يوفر دعمًا إضافيًا للنبات في مواجهة الإجهاد، حيث يساعد الكالسيوم على تحسين التوازن الأيوني وتنظيم الضغط الأسموزي داخل الخلايا. مع ذلك، كان الفرق بين تأثير تركيزي محلول كلوريد الكالسيوم 0.5% و1% محدودًا مما قد يشير إلى وصول النبات إلى مستوى قريب من التشبع بالكالسيوم، حيث اصبح التأثير الإضافي محدودًا. ووفقا لما ذكر [37] ، فإن الجرعات العالية من الكالسيوم تعزز مقاومة الإجهاد لكنها قد تسبب تداخلات في امتصاص العناصر الأخرى عندما تتجاوز الحدود المثلى لاحتياجات النبات. بالتالي، فإن النتائج تظهر بوضوح أن الإجهاد الملحي الناتج عن الري بمحلول كلوريد الصوديوم يؤثر سلبًا على مساحة الورقة، وأن معاملة نقع البذور بالماء تخفف جزئيًا من هذا التأثير، في حين ان نقع البذور بمحلول كلوريد الكالسيوم، خاصة بتركيز 1% تُعد الأكثر فعالية في تحسين النمو الورقي وزيادة المساحة الورقية وتعزيز مقاومة الإجهاد الملحي, [6].

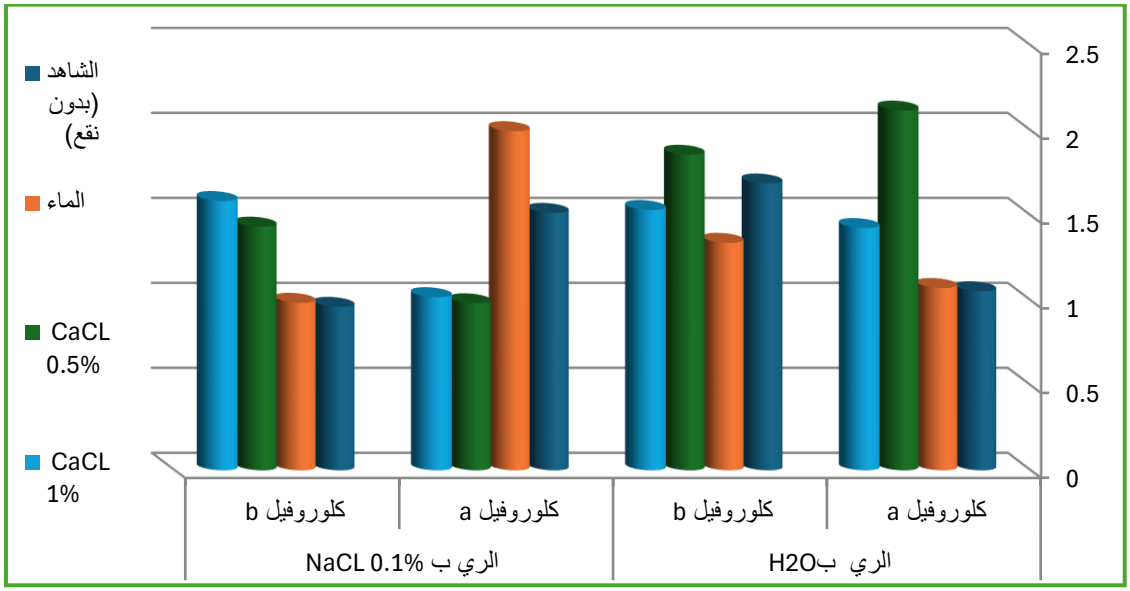
جدول رقم (2) تأثير معاملات النقع المختلفة لبذور الفول المروية بمعاملتي (الماء ومحلول كلوريد الصوديوم 0.1%) على مساحة الوريقة بالسنتميتر المربع

مساحة الوريقة بالسنتميتر المربع		
معاملة الري	الري بالماء	الري بمحلول كلوريد الصوديوم 0.1%
الشاهد (بدون نقع)	16.1	17.0
الماء	15.2	18.0
محلول كلوريد الكالسيوم 0.5%	15.2	16.2
محلول كلوريد الكالسيوم 1%	17.2	18.3

يبين الشكل (11) بشكل واضح تأثير معاملات النقع المختلفة لبذور الفول المروية بمعاملتي (الماء ومحلول كلوريد الصوديوم 0.1%) على كمية كلوروفيل a و b بالملي جرام/ جرام في الاوراق, حيث سجلت اعلى قيمة لكلوروفيل a عند معاملة نقع البذور بمحلول كلوريد الكالسيوم 0.5%, فكانت 2.117 ملي جرام/جرام للبذور المروية بالماء, بينما سجلت ادني قيم لنفس معاملة النقع بالماء ولكن عند الري بمحلول كلوريد الصوديوم 0.1% , فكانت 0.983 ملي جرام/جرام , مع معاملة النقع بالماء، تحسن مستوى الكلوروفيل a بشكل طفيف (1.073 مع الماء و1.996 مع كلوريد الصوديوم)، مما يشير إلى دور الماء في تقليل الإجهاد الملحي من خلال تحسين قدرة النبات على التخلص من الأملاح الزائدة، وبالتالي حماية صبغات الكلوروفيل من التدهور, أما نقع البذور بمحلول كلوريد الكالسيوم، فقد كان لها تأثير إيجابي أكبر، حيث سجلت نباتات معاملة النقع بمحلول كلوريد الكالسيوم 0.5% أعلى مستوى لكلا من كلوروفيل b, a (2.117 و 1.857) على التوالي عند الري بالماء, و يُعزى هذا التحسن إلى دور الكالسيوم في تعزيز استقرار الأغشية الخلوية وتقليل تسرب الأيونات الضارة، بالإضافة إلى تحسين عملية نقل المغذيات الضرورية لتركيب الكلوروفيل [23]. ومع ذلك، انخفض مستوى كلا من كلوروفيل b, a عند نقع البذور بمحلول كلوريد الكالسيوم تركيز 1% فكان (1.019 و 1.585) على التوالي عند الري بمحلول كلوريد الصوديوم 0.1% ، وهو ما يمكن تفسيره بأن التركيز المرتفع قد يُحدث خللاً في التوازن الأيوني ويقلل من كفاءة امتصاص العناصر الأخرى اللازمة لتكوين الكلوروفيل وخصوصا عنصري الماغنيسيوم و النيتروجين. هذه النتائج تؤكد ان معاملة البذور بمحلول كلوريد الكالسيوم 0.5% يُعتبر أكثر فعالية في حماية صبغات الكلوروفيل تحت ظروف الإجهاد الملحي، مما يعزز من قدرة النبات على مقاومة الظروف البيئية القاسية, وبشكل عام فإن زيادة مستويات الاجهاد الملحي يؤدي الي انخفاض كمية كلوروفيل B في الأوراق, وقد فسر ذلك بأن زيادة تركيز الاملاح يسبب قلة إنتاج الجذور للسيتوكاينين الذي يلعب دور فعال في حماية الكلوروفيل من الأكسدة [7].

Copyright Author (s) 2025. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0
Received: 16-03-2024 - **Accepted**: 11-05-2025 - **Published**: 12-07-2025

Alq J Med App Sci. 2025;8(Supp1):38-52 https://doi.org/10.54361/ajmas.253S06



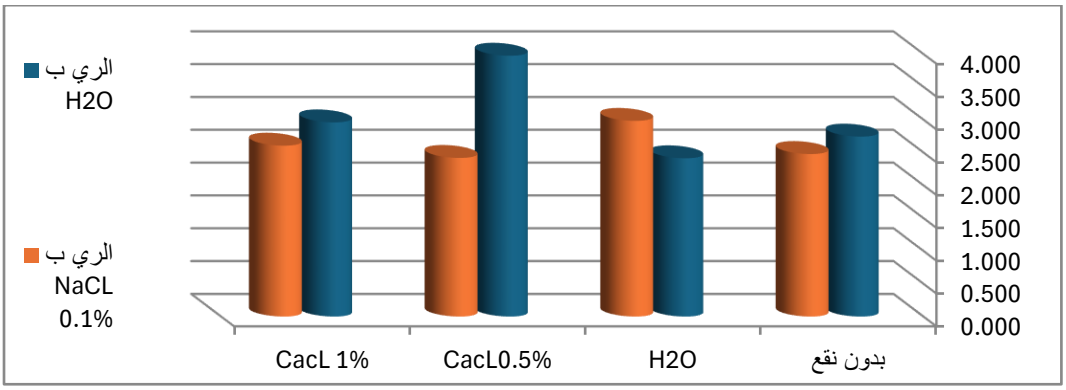
شكل رقم (11) تأثير معاملات النقع المختلفة لبذور الفول المروية بمعاملتي (الماء ومحلول كلوريد الصوديوم 0.1%) على كلوروفيل (a) وكلوروفيل (b) بالملي جرام/ جرام في الاوراق

يبين الشكل (12) بشكل واضح تأثير معاملات النقع المختلفة لبذور الفول المروية بمعاملتي (الماء ومحلول كلوريد الصوديوم 0.1%) على الكلوروفيل الكلي بالملي جرام/ جرام في الاوراق, حيث سجلت اعلى قيمة للكلوروفيل الكلي عند معاملة النقع بمحلول كلوريد الكالسيوم 0.5% فكانت 3.974 ملي جرام/جرام والري بالماء, كما سجلت ادني قيمة عند معاملة النقع بالماء فكانت 2.411 ملي جرام/جرام عند معاملة الري بالماء، يمكن تفسير ذلك بأن النقع بالماء قد يؤدي إلى تخفيف الإجهاد الناتج عن الري بمحلول كلوريد الصوديوم، حيث يقلل من تراكم الأملاح في الأنسجة، مما يشير إلى أن النقع يساعد في تقليل تراكم الأملاح الضارة وتحسين استقرار الصبغات مما يحسن جزئياً من محتوى الكلوروفيل وهذا يتفق مع ما ذكره [5], وكما ذكر[15] ان كمية الكلوروفيل في الاوراق تتأثر بعدة عوامل بيئية . وعلى النقيض من ذلك بين كلا من [29] ان التأثير السلبي للإجهاد الملحي الناتج عن كلوريد الصوديوم يؤدي إلى زيادة الضغط التناضحي، مما يقلل من امتصاص الماء والعناصر الغذائية، كما تسبب أيونات الكلوريد والصوديوم في تحلل الكلوروفيل وبالتالي تؤثر سلبا على عملية التمثيل الضوئي, ويتوافق ذلك مع [24] الذي وجد ان الانخفاض في قيم الكلوروفيل عند المعاملة بكلوريد الصوديوم سبب في نقص محتوي صبغات البناء الضوئي المترتب عن نقص في تكوين السيتوكرومات في الجذور وقلتها في الاجزاء الخضرية. أما معاملة النقع بمحلول كلوريد الكالسيوم فقد أظهرت نتائج مختلفة حسب التركيز المستخدم للنقع, فعند معاملة البذور بمحلول كلوريد الكالسيوم 0.5%، سجل محتوى الكلوروفيل أعلى قيمة عند الري بالماء 3.974 ملي جرام/جرام ، بينما كان أقل عند الري بمحلول كلوريد الصوديوم0.1% حيث كان 2.417 ملي جرام/جرام, هذا يدل على أن التركيز المستخدم كان مثاليا ولعب دوراً مهماً في حماية الكلوروفيل من تأثير الإجهاد الملحي، حيث عزز استقرار الأغشية الخلوية وقلل من سمية الأيونات , بالمقابل، مع زيادة تركيز محلول كلوريد الكالسيوم إلى 1%، انخفض محتوى الكلوروفيل مقارنة بمعاملة محلول كلوريد الكالسيوم 0.5%، حيث بلغ 2.959 ملي جرام/جرام عند الري بالماء و2.604 ملي جرام/جرام عند الري بمحلول كلوريد الصوديوم. 0.1% يمكن أن يكون ذلك نتيجة لزيادة تركيز الكالسيوم عن الحد الامثل، فيتسبب في احداث تأثير سلبي على التوازن الأيوني في النبات مما يؤدي إلى إجهاد إضافي نتيجة زيادة الملوحة أو التداخل مع امتصاص العناصر الأخرى [37]. بالمقارنة بين الري بالماء والري بمحلول كلوريد الصوديوم 0.1% ، لوحظ ان محتوى الكلوروفيل كان أعلى عند الري بالماء لأغلب معاملات النقع. ويعزى ذلك إلى أن الإجهاد الملحي الناتج عن كلوريد الصوديوم اثر على نسبة الكلوروفيل الكلي بشكل ملحوظ عن طريق التأثير السلبي على استقرار الأغشية والبروتينات المرتبطة

Copyright Author (s) 2025. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0
Received: 16-03-2024 - **Accepted**: 11-05-2025 - **Published**: 12-07-2025

Alq J Med App Sci. 2025;8(Supp1):38-52 https://doi.org/10.54361/ajmas.253S06

بتكوين الصبغ النباتية المسؤولة عن عملية التمثيل الضوئي [21]. وقد علل كلا من [24], سبب الانخفاض في قيم الكلوروفيل عند الري بمحلول كلوريد الصوديوم انه ناتج عن نقص محتويات صبغات البناء الضوئي بفعل قلة تكوين السيتوكرومات بالجذور مما يؤدي الي نقصها في المجموع الخضري, وهذا يتفق مع ما ذكره [5], كذلك الفعل المثبط للأملاح على اغشية البلاستيدات يقلل من كفاءة عملها ايضا. ومما يعكس تأثير الإجهاد الملحي السلبي ايضا على عملية البناء الضوئي تراكم أيونات الصوديوم والكلوريد داخل الخلايا، مما يؤدي إلى تدهور صبغات الكلوروفيل وتقليل كفاءة التركيب الضوئي [21]. كما ان زيادة تركيز أيونات الصوديوم يعمل على تحطيم البروتينات المسئولة عن تكوين جزيئة الكلوروفيل [7]. وختاما فإن معاملة البذور بالنقع بمحلول كلوريد الكالسيوم بتركيز 0.5% مع الري بالماء كانت الأكثر كفاءة في تعزيز محتوى الكلوروفيل الكلي ، مما يبرز أهمية الكالسيوم في تحسين مظاهر النمو للنبات.



شكل رقم (12) يوضح تأثير معاملات النقع المختلفة لبذور الفول المروية بمعاملتي (الماء ومحلول كلوريد الصوديوم 0.1%) على الكلوروفيل الكلي بالملي جرام/ جرام في الاوراق

المراجع العربية

1. أبوغديري، ف. ع, عامر؛ أبو غديري أ. ع. (2022). تأثير ملوحة مياه الري على الإنبات ونمو الباذرات لبذور النبات الطبي البقدونس. المجلة العربية لعلوم الأحياء التطبيقية (2)4، AJBAS، ليبيا.
2. أحمد، ع. (2020). تأثير المواد الطبيعية على نمو النباتات تحت ظروف الإجهاد البيئي. مجلة الزراعة الحديثة.
3. البركي, ف. ر. (2020) تربية وتحسين النبات. بغداد. الناشر – النجف الأشرف.
4. البشارة، س؛ و بايريلي، ر. (2024)، تأثير المعاملة بحمض الجبريليك وحمض الأبسيسك في بعض المؤشرات المورفولوجية والفيزيولوجية لنبات الخس المزروع تحت ظروف الإجهاد الملحي، مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية, 40 (3) ، سورية.
5. التميمي, ص. ع. ز. (2007).التداخل بين الملوحة والكالسيوم واثره في نمو وتطور نباتات الحنطة *Triticum aestivum L.* باستخدام المزرعة المائية (رسالة ماجستير). كلية التربية , جامعة ديالي, العراق.
6. الدرع، م. ع., السهلي, ع. ع., الوطبان, ا. ع., و خلوفه, ح. (2022). تأثير حامض الساليسيلك على باذرات نبات فول المانج *Vigna Radiatal* المعرضة للإجهاد الملحي بكلوريد الصوديوم. مجلة العلوم الطبيعية والحياتية والتطبيقية،6(2), السعودية.
7. الشريف, ع .ا. (2022). تأثير الإجهاد أصناف القمح الليبي الملحي على إنبات ونمو بذور بعض اصناف القمح الليبي, رسالة ماجستير ,قسم الاحياء, شعبة النبات, جامعة الزاوية, ليبيا.
8. بوهديمة، أ .س.، ونوح، ط .ع .ر.(2023) . استجابة بذور الفول البلدي *fâba Vicia* للمعاملة بحامض الجبرلين GA3 تحت تركيزات مختلفة من ملح كلوريد الصوديوم (NaCl).مجلة البيان العلمي.العدد19 , 7-31.
9. حسين، ز. ع. صوفان, ن. ج والعطا الله, ب, ف. (2021). دور بعض المعاملات الكيميائية في إنبات بذور بعض طرز الفليفلة الخاضعة للإجهاد الملحي. المجلة العربية للعلوم ونشر الابحاث- مجلة العلوم الزراعية والبيئية والبيطرية،5(4), العراق.
10. حشمت, س. والدسوقي, أ. (2008). أساسيات فسيولوجيا النبات. القاهرة. مكتبة جزيرة الورد.

Copyright Author (s) 2025. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0
Received: 16-03-2024 - **Accepted**: 11-05-2025 - **Published**: 12-07-2025

Alq J Med App Sci. 2025;8(Supp1):38-52 https://doi.org/10.54361/ajmas.253S06

11. حليمي, آ. ق., نريمان ل.(2019), تأثير حمض السالسيليك على إنبات بعض البقوليات والنجيليات تحت الاجهاد الملحي . (رسالة ماجستير), جامعة الاخوة منتوري ,قسنطينة. الجزائر.
12. عطية، ر. ر؛ و بوهديمة، أ. س. (2023). تأثير نقع البذور في حمض الجبريلين في خصائص الانبات ونمو باذرات الشعير تحت الاجهاد الملحي، مجلة جامعة بني وليد للعلوم الانسانية والتطبيقية. 487(28), 28-511. ليبيا.
13. علاوي، س. س. ا.؛ والاطرقجي، ع. ع. (2020). تأثير الرش الورقي لكلوريد الكالسيوم وحامض السالسليك في صفات النمو الخضري والزهري لثلاثة أصناف من الكلاديولس *Gladiolus X Hortulanus L*، مجلة زراعة الرافدين، 48 (3) العراق.
14. على، ي. أ., الشيخلي، ع. ع. (2019)، تأثير طريقة التربية والمعاملة بحامضي السالسليك والجبرلين في بعض صفات النمو الخضري لنباتات حنك السبع *Antirrhinum Majus L*، مجلة العلوم الزراعية والبيئية والبيطرية،2(3), العراق.
15. مخلوفي. ا., بوغريزة, ر. (2023). تأثير المستخلصات المائية على نمو وتطور المحاصيل الزراعية. (مذكرة تخرج للحصول على شهادة الماستر) . جامعة الاخوة منتوري. قسنطينة, الجزائر.
16. منصور، ر. ج.؛ سليمان، س., و ودعيس, م. (2022). دور السيليكون وحمض السالسليك والسيكوسيل في الصفات النوعية للثمار وتحمل نباتات الخيار لملوحة ماء الري في ظروف الزراعة المحمية, مجلة العلوم الزراعية والبيئية والبيطرية، 6(5) سورية.
17. منصور، م. (2021). دور المحاليل المالحة في تحسين خصائص التربة وزيادة إنتاجية المحاصيل. دورية علوم الزراعة.

المراجع الانجليزية

18. Adam M. Salt tolerance and modification of wheat salt resistance by plant hormones [PhD Thesis]. Cape Town (South Africa): University of the Western Cape; 2004.
19. Ashraf M, Foolad MR. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. Environ Exp Bot. 2007;59(2):206-216.
20. Ashraf M, Harris PJC. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. Environ Exp Bot. 2004;53(1):85-94.
21. Ashraf M, Harris PJC. Photosynthesis under stressful environments: An overview. Photosynthetica. 2013;51(2):163-190.
22. Bonner J, Galston A. Principles of plant physiology. San Francisco: W. H. Freeman and Company; 1952.
23. Cramer GR, Läuchli A, Polito VS. Displacement of Ca^{2+} by Na^{+} from the plasma membrane of root cells: A primary response to salt stress. Plant Physiol. 1985;79(1):207-211.
24. Dionisio ML, Tobita S. Effect of salinity on sodium content and photosynthetic responses of rice seedlings differing in salt tolerance. J Plant Physiol. 2000;157:54-58.
25. Hadia E, Slama A, Romdhane L, M'hamed HC, Abodoma AH, Fahej MAS, Radhouane L. Morpho-physiological and molecular responses of two Libyan bread wheat cultivars to plant growth regulators under salt stress. Ital J Agron. 2020;15(3):246-252.
26. Hayat S, Ahmad A. Salicylic acid: biosynthesis, metabolism, and physiological role in plants. Delhi: Springer Publishing; 2010.
27. Khan NA. Role of plant growth regulators and phytohormones in overcoming environmental stress. Cairo: Alpha Scientific Press; 2002.
28. Sami MS, Ahmed AA. Improving the morphological characteristics of salt-stressed wheat by using the mixture of seaweed Posidonia oceanica with indole butyric acid. Al-Zaytoonah Univ Int J Sci Publ. 2023;5(18):2958-8537.
29. Munns R, Tester M. Mechanisms of salinity tolerance. Annu Rev Plant Biol. 2008;59(1),651-681.
30. Naeem M. Calcium-mediated improvement in growth and physiology of salt-stressed plants. Boston: Academic Scientific Press; 2017.
31. Othman Y, Al-Karaki G, Al-Tawaha AR, Al-Horani A. Variation in germination and ion uptake in barley genotypes under salinity conditions. World J Agric Sci. 2006;2:11-15.
32. Rengel Z. Role of calcium in aluminium toxicity. New Phytol. 1992;121(4):499-513.
33. Rengel Z. The role of calcium in salt toxicity. Plant and Soil. 1992;146(1):1-14.
34. Ritchie S, Gilroy S. Gibberellins: regulators of plant development. Cambridge: Oxford Publishing; 1998.
35. Tuna AL, Kaya C, Ashraf M, Altunlu H, Yokas I, Yagmur B. The effects of calcium sulfate on growth, membrane stability, and nutrient uptake of tomato plants grown under salt stress. Environ Exp Bot. 2008;63(1-3):78-85.
36. Turner NC. Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status. Plant Soil. 1981;58:339-366.
37. White PJ, Broadley MR. Calcium in plants. Ann Bot. 2003;92(4):487-511.
38. Zhao F. Effect of calcium on salt stress tolerance in plants. J Plant Res. 2016.
39. Zhu JK. Plant salt tolerance. Trends Plant Sci. 2001;6(2):66-71.

Copyright *Author (s) 2025. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0*
Received*: 16-03-2024 -* ***Accepted****: 11-05-2025 -* ***Published****: 12-07-2025*