Afro-Asian Journal of Scientific Research (AAJSR)
المجلة الأفروآسيوية للبحث العلمي
E-ISSN: 2959-6505
Volume 3, Issue 4, 2025
Page No: 180-188
Website: https://aajsr.com/index.php/aajsr/index
SJIFactor 2024: 5.028 ISI 2025: 0.915 معامل التأثير العربي (AIF) 2025: 0.76

Effect of Seed Priming with Sodium Chloride on the K^+/Na^+ Ratio as a Physiological Indicator of Salinity Tolerance during the Early Germination Stages of Wheat

Suad Amgada Abd Al Gader*
Department of Soil and Water, Faculty of Agriculture, Omer Al-Mukhtar University, Libya

تأثير المعاملة الأولية للبذور بملح كلوريد الصوديوم على نسبة K^+/Na^+ كمؤشر فسيولوجي لتحمل الملوحة في مراحل الإنبات المبكرة للقمح

سعاد امقدع عبد القادر*
قسم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة عمر المختار، ليبيا

*Corresponding author: Suad.amqada@Omu.edu.ly

Received: September 20, 2025 | Accepted: December 12, 2025 | Published: December 23, 2025

Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Abstract

A laboratory experiment was conducted at the Soil and Water Department, Faculty of Agriculture, Omar Al-Mukhtar University, to evaluate the effect of seed priming with 0.25% NaCl solution for 24 hours on the physiological K^+/Na^+ ratio as an indicator of salt tolerance during early germination stages in wheat (cv. 208). The experiment was conducted in a factorial arrangement using a Randomized Complete Block Design (RCBD) with four salinity levels (0, 1, 1.5, 2%) applied in the nutrient solution. Results showed that primed seeds outperformed non-primed ones, with an average root length of 10.3 cm compared to 8.83 cm, and an average shoot length of 21.1 cm versus 17.7 cm. The average fresh weight of primed seedlings was 0.44 g compared to 0.28 g, and the dry weight was 0.20 g compared to 0.03 g. The highest values were observed at 1.5% salinity under priming, including root length (11.6 cm), shoot length (24.2 cm), seedling vigor index (32.9), and K^+/Na^+ ratio (1.39). These findings highlight the potential of seed priming as a simple, low-cost technique to enhance ionic balance and salt tolerance during early wheat development under saline conditions.

Keywords: Seed priming, Salinity, K^+/Na^+ ratio, Wheat, Germination.

الملخص

أُجريت تجربة معملية في مختبر قسم التربة والمياه بكلية الزراعة – جامعة عمر المختار، لدراسة تأثير النقع الأولي لبذور القمح (الصنف 208) في محلول كلوريد الصوديوم بتركيز 0.25% لمدة 24 ساعة، على نسبة K^+/Na^+ كأحد مؤشرات تحمل الملوحة خلال مراحل الإنبات المبكرة. استخدمت أربعة مستويات من الملوحة (0، 1، 1.5، 2%) في المحلول المغذي. ونفذت التجربة بتصميم عاملي وفق القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD)أظهرت النتائج أن البذور المنقوعة تفوقت على غير المنقوعة، حيث بلغ متوسط طول المجموع الجذري 10.3 سم مقارنة بـ 8.83 سم، ومتوسط طول المجموع الخضري 21.1 سم مقابل 17.7 سم، كما بلغ متوسط الوزن الطري للبادرات المنقوعة 0.44جم مقابل 0.28جم، والوزن الجاف 0.20جم مقابل 0.03جم وسجلت أعلى القيم لكل من الطول الجذري (11.6 سم) والخضري (24.2 سم)، وقوة البادرة (32.9) ونسبة K^+/Na^+ (1.39) في معاملة النقع مع تركيز 1.5%. تؤكد هذه النتائج أهمية المعاملة الأولية للبذور في تحسين التوازن الأيوني والصفات الفسيولوجية المرتبطة بتحمل الإجهاد الملحي.

الكلمات المفتاحية: النقع الأولي للبذور، الملوحة، نسبة K^+/Na^+، القمح، الإنبات.

مقدمة:

تعد مرحلة الإنبات من اكثر المراحل حساسية للإجهاد الملحي، إذ أن فشلها يحد من الكثافة النباتية الأولية ويضعف تأسيس البادرات، مما ينعكس سلبا علي النمو اللاحق والإنتاجية النهائية في محاصيل الحبوب (Shrivastava and Kumar, 2014 ; Stavi *et al* , 2021). حيث تشكل ملوحة التربة ومياه الري تحديا مباشرا لإنبات البذور ومن ثم استمرار نمو النبات حيث تعد هي المرحلة الأولي من دورة حياه النبات، وهي أكثر المراحل حساسية اتجاه الإجهادات الخارجية خاصا الإجهاد الملحي، الذي يؤثر على امتصاص الماء والتوازن الأيوني داخل الخلية النباتية (Khan *et al* ,2011 , 2022 ; Jamal *et al* ,).

تناولت العديد من الدراسات تأثير الملوحة على العمليات الفسيولوجية الحيوية للنبات، ومنها إنبات البذور والتي تعتبر من أكثر المراحل الحساسة في دورة حياة النبات. وقد أثبتت هذه الدراسات أن التعرض لمستويات مرتفعة من الأملاح خصوصا أثناء مرحلة الإنبات يؤدي الي فشل العديد من الأنواع النباتية في بدء النمو. ويعزي ذلك الي تأثير الإجهاد الملحي على الخلية النباتية من خلال اضطراب التوازن الأسموزي وزيادة السمية الأيونية مما يعيق امتصاص الماء ويسبب فشل في الأعضاء الجنينية كالجذير والرويشة ويمنع اكتمال عملية الإنبات (Almansouri *et al*,2001; Jamil et *al*, 2007). في السنوات الأخيرة، برزت تقنية المعاملات الأولية للبذور كواحدة من التقنيات الحديثة التي تهدف الي تحسين إنبات البذور في البيئات المعاكسة، حيث تواجه البذور ظروفا صعبة مثل الملوحة، الجفاف، تعمل هذه المعاملات الأولية على إحداث تعديل في العمليات الأيضية داخل البذور قبل الزراعة مما يساعد في زيادة قدرتها على مجابهة الظروف الغير ملائمة بعد الزراعة (Khan *et al* , 2022).

وقد بينت عدة دراسات أن المعاملة الأولية تساعد في تحفيز التوازان الأيوني داخل الأنسجة النباتية ومن أهمها تحسين نسبة K^+/Na^+ والتي تعد من المؤشرات الفسيولوجية المرتبطة بقدرة النبات على تحمل الإجهاد الملحي , Atta *et al* (2025 ,Karimi *et al* ; 2023). تعد نسبة البوتاسيوم الي الصوديوم (K^+/Na^+) من المؤشرات الفسيولوجية الدقيقة التي تعكس قدرة النبات على التكيف مع ظروف الإجهاد الملحي. وقد بينت نتائج Azooz *et al* (2005) أن الأصناف المتفوقة من الذرة الرفيعة أظهرت كفاءة اعلي في الحفاظ على هذه النسبة ضمن حدودها المثلي من خلال امتصاص انتقائي للبوتاسيوم مقابل الحد من تراكم الصوديوم في الأنسجة النباتية هذ+ا التوازن الأيوني لم يسهم فقط في استقرار العمليات الحيوية بل ارتبط بشكل مباشر بزيادة المساحة الورقية والنمو الخضري تحت تأثير الإجهاد الملحي (Tao *et al*,2021 , Hussein *et al* , 2023).

القمح من اهم المحاصيل التي تعتمد عليها الأنظمة الزراعية حول العالم ولكنه من أكثرها حساسية خاصة في مرحلة الإنبات حيث تؤدي الملوحة في هذه المرحلة خلل كبير في امتصاص الماء واضطراب في التوازن الأيوني داخل الخلية، مما يؤثر على سرعة الإنبات ونسبته وقد أصبح من المهم التركيز علي K^+/Na^+ كمؤشر فسيولوجي يظهر مدي قدرة البادارات على التعامل مع الإجهاد الملحي في طرد الصوديوم الزائد والاحتفاظ بالبوتاسيوم اللازم للوظائف الحيوية (Hmissi *et al* , 2024). وعلي الرغم من الفوائد المثبتة للمعاملة الأولية للبذور في تحسين التوازن الأيوني، لا أن الدراسات التي ركزت على تأثير هذه المعاملة على نسبة K^+/ Na^+ خلال مرحلة الإنبات في القمح لا تزال محدودة. تهدف هذه الدراسة الي تقييم إثر المعاملة الأولية للبذور على نسبة K^+/Na^+خلال مراحل مبكرة من إنبات بذور القمح تحت ظروف الإجهاد الملحي باعتبارها مؤشرا فسيولوجيا على تحمل الملوحة.

المواد وطرق البحث:

أجريت هذه الدراسة في مختبر قسم التربة والمياه – كلية الزراعة -جامعة عمر المختار. لدراسة تأثير النقع الأولي للبذور في محلول ملحي مخفف من كلوريد الصوديوم بتركز 0.25% لمدة 24 ساعة على نسبة K+/Na+ خلال مراحل مبكرة من إنبات بذور القمح الطري (Triticum aestivum. L) صنف (208) تحت ظروف الإجهاد الملحي. إذ تم الحصول على البذور من محطة مصراتة للبحوث الزراعية. قبل البدء في التجربة، تم فحص البذور للتأكد من نقاوتها وحيويتها، تم تعقيم البذور قبل الزراعة باستخدام محلول هيبوكلوريت الصوديوم بتركيز 1% لمدة 3 دقائق، وذلك لضمان خلو البذور من الملوثات والجراثيم التي قد تؤثر على نمو الباردات، بعد التعقيم، غسلت البذور جيدا بالماء المقطر لإزالة أي بقايا من محلول التعقيم، تركت البذور لتجف سطحيا في درجة حرارة الغرفة لمدة 30 دقيقة قبل البدء في المعاملات التجريبية. تم أجراء تجربة اختبار نسبة الإنبات للبذور، حيث تم توزيع 100بذرة علي أربعة أطباق بتري تحتوي على ورق ترشيح بقطر 9سم، وتم وضع 25 بذرة في كل طبق بتري، مع إضافة 5مل من الماء المقطر، بعد48 ساعة من بدء التجربة، تم حساب نسبة الإنبات وفقا ل ISTA (2008) من المعادلة: نسبة الإنبات = (عدد البذور النابتة / أجمالي عدد البذور) × 100.

تم نقع البذور في محلول ملحي مخفف من كلوريد الصوديوم (0.25%) لمدة 24 ساعة كمعاملة أولية. وبعد الإنبات تم اختيار البادرات المتجانسة من حيث الطول والحجم لضمان توحيد العينات، نظفت الجذور برفق باستخدام الماء المقطر لإزالة أي بقايا ملحية قد تؤثر على النتائج. وضعت البادرات في أوعية خاصة سعة 100 مل تحتوي علي المحلول المغذي الذي تم تحضيره مسبقا وفق التركيبة التالية: (200 ppmN,60 ppm P, 300 ppm K , 170 ppm Ca , 50 ppm Mg , 69 ppm S, 12 ppm Fe , 2 ppm Mn , 0.1 ppm Cu , 0.1ppm Zn ,0.3 ppm B , 0.2 ppm). تم تثبيت خمس بادرات في كل وعاء باستخدام قطع صغيرة من القطن لضمان استقرارها خلال فترة النمو.

وضعت الجذور بحيث تكون مغمورة بالكامل في المحلول المغذي ومع بقاء الأجزاء الخضرية خارج المحلول لتسهيل نموها. بعد وصول البادرات الي عمر 7 أيام بدأت إضافة المعاملات الملحية 1%، 1.5%، 2 % بالإضافة الي معاملة الشاهد 0 % من ملح كلوريد الصوديوم الي المحلول المغذي. تم تغيير المحلول المغذي أسبوعيا للحفاظ على توافر العناصر الغذائية اللازمة لنمو البادرات. في نهاية التجربة، وبعد مرور 14 يوما من تعريض البادرات للملوحة تم اخذ القياسات التالية:

1- طول كل من المجموع الجذري والخضري للبادرات (سم): تم قياس الطول في 5 بادرات باستخدام المسطرة. 2- قياس الوزن الرطب والجاف للبادرات (جم): تم قياس الوزن الرطب لكل من المجموع الجذري والخضري باستخدام الميزان دقيق ثم تم تجفيفها في فرن عند درجة حرارة 70مْ لمدة 48 ساعة لقياس الوزن الجاف.

3- قوة البادرة: باستخدام المعادلة التالية وفقا ل Murti and Sirohi (2004), قوة البادرة = نسبة الإنبات % × (طول الجذير(سم) + طول الرويشة (سم)) .

4 - المحتوي الرطوبي للبادرات (%): باستخدام المعادلة التالية وفقا ل(Al-Zuwaidi et al , 2018): المحتوي الرطوبي للبادرات % = (الوزن الرطب (جم) – الوزن الجاف (جم)) × 100.

5- قياس تركيزات البوتاسيوم +K والصوديوم+ Na: في كل من المجموع الخضري والجذري للبادرات، حيث تم اخذ 0.2 جم من كل منهما وهضمها وفقا ل (Persons and Cresser , 1979) وقياس تركيز أيوني +K و+ Na في الراشح باستخدام جهاز Flam Photometer.

تم تنفيذ التجربة باستخدام نظام التجارب العاملية وفقا لتصميم RBCD بتكرار كل معاملة ثلاث مرات. تم تحليل البيانات إحصائيا باستخدام برنامج GENSTAS ومقارنة المتوسطات باستخدام اقل فرق معنوي LSD عند مستوي معنوية 5%.

النتائج والمناقشة:

- تأثير النقع المسبق ومستويات كلوريد الصوديوم على الصفات المورفولوجية لبادرات القمح:

1- تأثير النقع المسبق ومستويات كلوريد الصوديوم على طول المجموع الجذري (سم):

تشير نتائج التحليل الإحصائي الموضحة في الجدول (1) الي أن البذور المنقوعة حققت أداء أفضل من البذور غير المنقوعة من حيث طول الجذر. فقد سجلت بادرات البذور المنقوعة اعلي متوسط في طول المجموع الجذري بلغ 10.3سم مقارنة بالبادرات البذور غير المنقوعة الذي بلغ 8.83سم. وهذا يتفق مع العديد من الدراسات التي أشارت الي أهمية المعاملات الأولية للبذور في زيادة قدرتها على مقاومة الإجهاد البيئي، بما في ذلك تأثيرات الملوحة، مما يؤدي الي تحسين نمو الجذور في ظروف الشد الملحي (Mansour and،1996, Salama). كما تشير النتائج في نفس الجدول الي تناقص طول الجذر مع زيادة مستوي الملوحة، ماعدا المستوي 1.5% حيث أن متوسط طول الجذر كان اعلي مقارنة ببقية المستويات حيث بلغ 10.2سم. يمكن تفسير ذلك بتأثير النقع المسبق للبذور، الذي يحسن قدرتها على تحمل الملوحة وزيادة نمو الجذور، فقد تكون البذور قد حصلت على توازن بين التكيف مع الملوحة وتحفيز النمو مما يفسر الأداء الأفضل عند هذا المستوي مقارنة بالمستويات الأخرى (Mansour and Salama ,1996). كما اظهر التداخل بين النقع ومستوي الملوحة اختلافا معنويا في طول المجموع الجذري، حيث سجلت البذور المنقوعة عند مستوي الملوحة 1.5% اعلي متوسطا في طول الجذور بلغ 11.6سم مقارنة ببقية المستويات. وهذا ما أيدته الدراسات السابقة التي بينت أن النقع يمكن أن يقلل من التأثير السلبي للملوحة على النمو (Hayat and Ahmad, 2007 ; Hocking ,1993).

2 - تأثير النقع المسبق ومستويات كلوريد الصوديوم على طول المجموع الخضري (سم):

توضح النتائج في الجدول (1) الي أن بادرات البذور المنقوعة حققت متوسطا اعلي في طول المجموع الخضري بلغ 21.1سم مقارنة ببادرات البذور غير المنقوعة التي سجلت متوسطا بلغ 17.7سم. وهذا يؤكد ما توصلت اليه دراسة (Hasanuzzaman et al ,2017) التي بينت أن البذور التي خضعت للمعاملات الأولية بالملح أظهرت قدرة عالية تحمل الإجهاد الملحي، مما انعكس إيجابيا على صفات الإنبات. كما تشير النتائج الموضحة في الجدول الي تناقص طول الساق مع زيادة مستويات الملوحة، باستثناء المستوي 1.5% الذي سجل اعلي متوسطا بلغ 20.6سم. تتفق هذه النتائج مع ما أشار اليه (Hasegawa et al, 2000) بان مستويات الملوحة المعتدلة تحفز استجابات تكيفية تحسن من نمو الأجزاء الهوائية للنباتات. كما أكد Ashraf and Foohad (2007) أن المعاملات الأولية للبذور تعزز قدرة البذور على تحمل الإجهاد الملحي. وبناء على ذلك فان الزيادة الملحوظة في طول المجموع الخضري عند المستولى 1.5% في البذور المنقوعة تفسر كنتيجة للتكيف الفسيولوجي المحفز عبر المعاملة الأولية، مما يشير الي فعالية هذه التقنية في تحسين النمو تحت ظروف الإجهاد. كذلك تشير النتائج المدونة في الجدول (1) الى تأثير التداخل بين النقع ومستوي الملوحة على طول المجموع الخضري، حيث سجلت بادرات البذور المنقوعة عند مستوي ملوحة 1.5% اعلي متوسطا في طول مجموع خضري بلغ 24.2سم مقارنة ببقية المعاملات.

جدول (1): تأثير التداخل النقع المسبق ومستويات من كلوريد الصوديوم على طول المجموع الجذري والخضري لبادرات القمح (سم)

المعاملة (S) / القياس (سم)	مستويات كلوريد الصوديوم (%) (T)				المتوسط
	0	1	1.5	2	
نقع – طول المجموع الجذري	10.6	10.4	11.6	8.51	10.3
بدون نقع – طول المجموع الجذري	9.30	9.00	8.8 0	8.20	8.83
المتوسط	9.95	9.70	10.2	8.36	
LSD 5%	S= 0.02	T =0.07	T*S = 0.12		
نقع – طول المجموع الخضري	22.0	19.2	24.2	17.9	21.1
بدون نقع – طول المجموع الخضري	20.5	18.0	16.7	15.4	17.7
المتوسط	21.6	18.7	20.6	16.0	
LSD 5%	S = 1.2	T = 1.73	T*S=2.50		

- تأثير النقع المسبق ومستويات من كلوريد الصوديوم على الوزن الطري والجاف لبادرات

1- تأثير النقع المسبق ومستويات كلوريد الصوديوم على الوزن الطري (جم):

تشير نتائج التحليل الإحصائي (جدول 2) أن متوسط الوزن الطري لبادرات البذور المنقوعة كان اعلي مقارنة بالبادرات لبذور غير المنقوعة، حيث بلغ 0.44جم، بينما سجلت بادرات البذور غير المنقوعة متوسطا قدره 0.28 جم. وهذا يتفق مع وجده (Farooq et al,2005) أن تقنية النقع المسبق للبذور قبل الزراعة تحسن من قدرة النبات على تحمل الملوحة في مراحل لاحقة من النمو حيث تعمل على تفعيل الأليات الفسيولوجية والأنزيمية داخل البذور، مما يحسن من قدرتها على امتصاص الماء والعناصر الغذائية ويحفز إنتاج المركبات الاوزموتية العضوية التي تساعد النبات على التكيف مع الإجهاد الملحي. كما تشير النتائج في الجدول (2) الي انخفاض متوسط الوزن الطري للبادرات تدريجيا مع زيادة مستويات كلوريد الصوديوم في كل من البذور المنقوعة وغير المنقوعة. ومع ذلك، سجلت المعاملة 1.5% اعلي متوسطا للوزن الطري بلغ 0.49 جم، متفوقة على باقي المستويات الأخرى (Poorter et al,2012). أما تأثير التفاعل بين النقع بالملح ومستوي كلوريد الصوديوم، إذ تفوقت معاملة النقع عند تركيز 1.5% في تسجيل اعلي متوسطا في الوزن الطري للبادرات بلغ 0.87جم.

2- تأثير النقع المسبق ومستويات كلوريد الصوديوم علي الوزن الجاف (جم) :

توضح النتائج الواردة في جدول (2) الي وجود فروقات معنوية في متوسط الوزن الجاف لبادرات البذور المنقوعة وغير المنقوعة، حيث بلغ متوسط الوزن الجاف لبادرات البذور المنقوعة 0.20جم، بينما سجلت بادرات غير منقوعة البذور متوسطا بلغ 0.03جم. كما أظهرت النتائج (جدول 2) انخفاضا تدريجيا في متوسط الوزن الجاف للبادرات مع زيادة مستويات كلوريد الصوديوم في كل من البذور المنقوعة وغير المنقوعة. وعلي الرغم من ذلك، سجلت المعاملة 1.5% اعلي متوسط للوزن الجاف مقارنة بقية المعاملات، حيث بلغ 0.34جم وهذا يتفق مع ما أشار اليه (Al-Anbari ,2009 et al) حيث فسروا انخفاض الوزن الجاف للنبات الي تثبيط نمو الجذور عند ارتفاع ملوحة وسط النمو مما قلل قدرة الجذور على امتصاص الماء والعناصر الغذائية للنبات بسبب الجهد الأسموزي. كما تشير نتائج الجدول الي أن هناك تفاعلا بين النقع ومستويات الملح على الوزن الجاف للبادرات، حيث تميزت المعاملة 1.5% باعلي متوسط بلغ 0.67جم متفوقة بذلك على باقي المعاملات الأخرى. (Jraikh et al ,2023).

جدول (2): تأثير النقع المسبق ومستويات من كلوريد الصوديوم على الوزن الطري والجاف لبادرات) القمح (جم).

المعاملة (S) / القياس (جم)	مستويات كلوريد الصوديوم (%) (T)				المتوسط
	0	1	1.5	2	
نقع – الوزن الطري للبادرات	0.37	0.26	0.87	0.25	0.44
بدون نقع- الوزن الطري للبادرات	0.15	0.14	0.11	0.08	0.28
المتوسط	0.26	0.20	0.49	0.17	
LSD 5%	S=0.01	T=0.003	T*S= 0.07		
نقع – الوزن الجاف للبادرات	0.06	0.04	0.67	0.02	0.20
بدون نقع – الوزن الجاف للبادرات	0.04	0.03	0.06	0.02	0.03
المتوسط	0.05	0.04	0.34	0.02	
LSD 5%	S = 0.001	T= 0.01	T*S= 0.10		

3- تأثير النقع المسبق ومستويات من كلوريد الصوديوم على بعض الصفات الفسيولوجية لبادرات القمح:

- تأثير النقع المسبق ومستويات من كلوريد الصوديوم على قوة البادرات

تشير النتائج الواردة في الجدول (3) الي وجود فروقات معنوية في متوسط قوة البادرة لكل من البذور المنقوعة وغير المنقوعة، حيث بلغ متوسط قوة البادرة للبذور المنقوعة 27.2، مقارنة ب 20.9 للبذور غير المنقوعة. كما جاءت هذه

النتائج متوافقة مع ما توصل اليه (Bouhedma and Atiya,2023). كما أظهرت النتائج (جدول 3) انخفاض متوسط قوة البادرة مع زيادة مستوي الملح باستثناء المستوي 1.5 % الذي سجل اعلي متوسطا لقوة البادرة بلغ 27.3 مقارنة ببقية المستويات الأخرى. أما التفاعل بين النقع المسبق بالملح ومستوي الملح، إذ تفوقت معاملة النقع عند مستوي 1.5% في تسجيل اعلي متوسطا في قوة البادرة بلغ 32.9. وهذا يتفق مع ما أشار اليه (Shonjani ,2002) بان النقع المسبق للبذور يساعد في تحسين تحمل النباتات الناشئة للملوحة من خلال تحسين استقرار الأغشية الخلوية وتنظيم التوزان الأيوني.

- تأثير النقع المسبق ومستويات من كلوريد الصوديوم علي المحتوي الرطوبي للبادرات (%)

تبين النتائج المبينة في الجدول (3) أن البذور المنقوعة أظهرت تحسنا ملحوظا في المحتوي الرطوبى للبادرات مقارنة بغير المنقوعة حيث سجلت متوسطا بلغ 22.4% مقابل 9.75% للبذور غير المنقوعة. وهذا يتفق مع ما توصل اليه (Zuwaidi et al ,2018) حيث أوضحوا أن المعاملات الأولية للبذور لها دور مهم في زيادة مقاومة النبات للإجهاد الملحي. كما تظهر النتائج انخفاضا تدريجيا في متوسط المحتوي الرطوبي للبادرات مع زيادة مستوي الملح، إذ سجل 16.4%، 15.0% و12.0% للمستويات 0%، 1% ،2% على التوالي. في حين سجل 20.0% للمستوي 1.5%، يمكن تفسير ذلك أن انخفاض المحتوي الرطوبي دليلا على اليه تكيف نباتية تعرف بضبط الضغط الأسموزي إذ يحفز الإجهاد الملحي عند مستوي ملوحة 1.5% النبات على استخدام الماء بكفاءة اعلي وتقليل الاحتفاظ به في الأنسجة. هذا التكيف ساعد النبات على مقاومة تأثيرات الملوحة دون الوصول الي مستويات السمية التي تؤدي الي تلف الخلايا (Munns and Tester,2008). بالنسبة لمعاملات التفاعل، بين النقع المسبق بالملح ومستوي الملح ، إذ تفوقت المعاملة النقع عند مستوي 1.5% في تسجيل اعلي متوسط للمحتوي الرطوبي للبادرات بلغ 30.9% .

- تأثير النقع المسبق ومستويات من كلوريد الصوديوم على نسبة +K+/ Na

أظهرت النتائج المدونة الجدول (3) أن بادرات البذور المنقوعة سجلت اعلي متوسطا لنسبة +K+/Na مقارنة بادرات بالبذور غير المنقوعة بلغ 1.53 مقارنة ب 0.73 لبادرات البذور غير المنقوعة. كما تشير النتائج (جدول 3) الي انخفاض في قيم+ K+/Na مع زيادة مستوي الملح. إذ سجلت معاملة الشاهد اعلي متوسط بلغ 2.84. أيضا توضح البيانات تأثير التداخل بين النقع ومستوي الملح، إذ تفوقت بادرات البذور المنقوعة مسبقا عن تلك غير المنقوعة وبنسب بلغت 3.42 للشاهد و1.39 للمستوي 1.5%. وهذا يتفق مع العديد من الدراسات السابقة الي أشارت الي أن زيادة تركيز الصوديوم وانخفاض في تركيز البوتاسيوم تحت ظروف الإجهاد الملحي يعكسان اضطراب التوازن الأيوني في النبات، مما يؤدي الي تراكم الصوديوم وتثبيط امتصاص البوتاسيوم وهو ما يسبب في انخفاض نسبة +K+/Na(Munns and Tester,2008 , Shabala and Cuin,2008).

جدول (3): تأثير النقع المسبق ومستويات من كلوريد الصوديوم على قوة البادرة والمحتوى الرطوبي ونسبة +K+/Na

المعاملة (S) / القياس	مستويات كلوريد الصوديوم (%) (T)				المتوسط
	0	1	1.5	2	
نقع - قوة البادرة	28.3	26.0	32.9	21.6	27.2
بدون نقع- قوة البادرة	22.4	21.7	21.7	17.9	20.9
المتوسط	25.4	23.9	27.3	19.8	
LSD 5%	S= 0.12	T= 0.12	T*S= 1.50		
نقع – المحتوي الرطوبي (%)	21.8	20.9	30.9	16.0	22.4
بدون نقع – المحتوي الرطوبي (%)	11.0	11.0	9.00	8.00	9.75
المتوسط	16.4	15.0	20.0	12.0	
LSD 5%	S= 1.40	T=1.82	T*S=2.22		
نقع - +K+/Na	3.42	0.98	1.39	0.33	1.53
بدون نقع –+ K+/Na	2.24	0.33	0.24	0.12	0.73
المتوسط	2.84	0.66	0.82	0.23	
LSD 5%	S=0.007	T=0.09	T*S= 0.17		

الخاتمة:

أظهرت نتائج هذه الدراسة أن النقع الأولي لبذور القمح في محلول كلوريد الصوديوم (0.25%) يمثل تقنية فعالة وبسيطة لتحسين القدرة الفسيولوجية للبادرات على مواجهة الإجهاد الملحي خلال المراحل المبكرة من الإنبات. إذ انعكس ذلك في زيادة طول المجموعين الجذري والخضري، وارتفاع الوزن الطري والجاف، وتحسن قوة البادرة ونسبة +K+/Na ، وخاصة عند مستوي ملوحة 1.5% . هذه المؤشرات تثبت أن المعاملة الأولية للبذور أسهمت في تحسين التوازن الأيوني داخل الأنسجة النباتية، مما أتاح للبادرات قدرة أكبر علي تنظيم امتصاص العناصر وتقليل الأثر السام لأيونات الصوديوم. تمثل هذه النتائج إضافة علمية مهمة لفهم دور النقع الأولي للبذور في تحسين كفاءة الإنبات تحت ظروف الملوحة، كما أنها تسلط الضوء على إمكانية اعتماد هذه التقنية كخيار علمي منخفض التكلفة يسهم في رفع الإنتاجية الزراعية في البيئات الهامشية المتأثرة بالأملاح.

المراجع

1. Al-Anbari, M., Al-Taie, K., & Yasser, Y. (2009). Effect of salinity on germination and growth of five wheat cultivars (*Triticum aestivum*). *Al-Furat Journal of Agricultural Sciences, 1*(4), 150–156.
2. Almansouri, M., Kinet, J. M., & Lutts, S. (2001). Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *Plant and Soil, 231*(2), 243–254.
3. Al-zuwaidi, E., Al-Agha, S., & Bazouzi, H. (2018). Effect of *Cataphoresis gerloffi* algal extract on germination and growth of barley (cv. Irwan) under salt stress. *Special Issue of the Annual Conference on Theories and Applications of Basic and Life Sciences*, 257–264.
4. Ashraf, M., & Foolad, M. R. (2007). Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and Experimental Botany, 59*(2), 206–216.
5. Atta, K., Mondal, S., Goral, S., Sing, A. P., Kumari, A., Ghosh, T., Roy, A., Hembram, S., Gaiked, D., Mondal, S., Bhattacharya, S., Jha, U., & Jespersen, D. (2023). Impact of salinity stress on crop plants: Improving salt tolerance through genetic and molecular dissection. *Frontiers in Plant Science, 14*, Article 1241736.
6. Azooz, M. M., Shaddad, M. A., & Abdel-Latef, A. A. (2005). Leaf growth and K^+/Na^+ ratio as an indication of the salt tolerance of three sorghum cultivars grown under salinity stress and IAA treatment. *Acta Agronomica Hungarica, 52*(3), 287–296.
7. Bouhedma, S., & Atiya, M. (2023). Effect of soaking in saline solutions on wheat germination under salinity stress conditions (in Arabic). *Libyan Journal of Agricultural Research, 18*(2), 91–105.
8. Farooq, M., Wahid, A., Lee, D. J., & Siddique, K. H. M. (2005). Seed priming improves salt tolerance in wheat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53*(21), 8468–8474.
9. Hasegawa, P. M., Bressan, R. A., Zhu, J. K., & Bohnert, H. J. (2000). Molecular mechanisms of plant salt tolerance. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 51*, 463–489.
10. Hasanuzzaman, M., Nahar, K., Rahman, A., Anee, T. I., Alam, M. U., Bhuiyan, T. F., Oku, H., & Fujita, M. (2017). Approaches to enhance salt stress tolerance in wheat. In *IntechOpen*.
11. Hayat, S., & Ahmad, A. (Eds.). (2007). *Salicylic acid: A plant hormone*. Springer.
12. Hmissi, M., Krouma, A., Garcia-Sanchez, F., & Chaieb, M. (2024). Potential of seed halopriming in the mitigation of salinity stress during germination and seedling establishment in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *Plants, 13*(1), 66.
13. Hocking, P. M. (1993). Welfare of broiler breeder and layer females subjected to food and water control during rearing: Quantifying the degree of restriction. *British Poultry Science, 34*(1), 53–64.
14. Hussein, M. Y., Algahtani, M., Alwutayd, K. M., Aloufi, A. S., Osama, O., Azab, E., Abdelsatter, M., Hassanin, A. A., & Okasha, S. A. (2023). Exploring salinity

tolerance mechanisms in diverse wheat genotypes using physiological, anatomical, agronomic and gene expression analyses. *Plants, 12*(18), 3330.
15. Jamal, Y., Shafi, M., Bakht, J., & Arif, M. (2011). Seed priming improves salinity tolerance of wheat varieties. *Pakistan Journal of Botany, 43*(6), 2683–2686.
16. Jraikh, H. A., Kaddour, M. A., & Kamal, M. A. (2023). The effect of silicon compounds addition on the growth and productivity of Zea mays under different levels of salinity and an irrigation. *Palestine Technical University Research Journal, 11*(1), 165–179.
17. Karimi, M., Sabokdast, M., Beheshti, H., Abbasi, A., & Bihamta, M. (2025). Seed priming with salicylic acid enhances salt stress tolerance by boosting antioxidant defense in *Phaseolus vulgaris* genotypes. *Plant Biology, 25*, 489.
18. Khan, M. S., Irfan, M., Muhammad, A., Ullah, I., Nawaz, S., Khalil, M., & Ahmad, M. (2022). A practical and economical strategy to mitigate salinity stress through seed priming. *Frontiers in Environmental Science, 10*, Article 991977.
19. Mansour, M. M. F., & Salama, K. H. (1996). Amelioration of salinity effect in salt sensitive wheat by choline chloride presoaking of caryopses. *Egyptian Journal of Physiology, 20*(1-2), 43–57.
20. Marti, G., & Sirohi, G. S. (2004). *Glossary of plant physiology*. Daya Publishing House.
21. Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology, 59*, 651–681.
22. Poorter, H., Niklas, K. J., Reich, P. B., Oleksyn, J., Poot, P., & Mommer, L. (2012). Biomass allocation to leaves, stems and roots: Meta-analyses of interspecific variation and environmental control. *New Phytologist, 193*(1), 30–50.
23. Shabala, S., & Cuin, T. A. (2008). Potassium transport and plant salt tolerance. *Physiologia Plantarum, 133*(4), 651–661.
24. Shonjani, S. (2002). *Salt sensitivity of rice, maize, sugar beet and cotton during germination and early vegetative growth* [Doctoral dissertation, Justus Liebig University Giessen].
25. Shrivastava, P., & Kumar, R. (2014). Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. *Saudi Journal of Biological Sciences, 22*(2), 123–131.
26. Stavi, I., Thevs, N., & Priori, S. (2021). Soil salinity and sodicity in drylands: Review of causes, effects, monitoring, and restoration measures. *Frontiers in Environmental Science, 9*, Article 712831.
27. Tao, R., Ding, J., Li, C., Zhu, X., Guo, W., & Zhu, M. (2021). Evaluating and screening of agro-physiological indices for salinity stress tolerance in wheat at the seedling stage. *Frontiers in Plant Science, 12*, Article 646175.