International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 38 العدد
Part 1 المجلد
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
International Science and Technology Journal
ISTJ

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-td78

Received	2026/03/08	تم استلام الورقة العلمية في
Accepted	2026/03/27	تم قبول الورقة العلمية في
Published	2026/03/29	تم نشر الورقة العلمية في

دور حمض الساليسيليك في تحسين النمو الخضري لنبات القمح الصلب تحت ظروف الإجهاد الملحي

فاطمة حسين منصور راشد

قسم علم النبات. كلية العلوم . جامعة الزاوية . ليبيا

f.rashed@zu.edu.ly

الملخص

تهدف هذه الدراسة للتخفيف من ضرر ملوحة التربة كعامل بيئي هام على مرحلة النمو الخضري لنبات القمح الصلب، نظراً لأهميته الاقتصادية، ولأجل إنتاج مستدام للقمح، بما يضمن الأمن الغذائي في ظل تغير المناخ، وذلك باستخدام الهرمون النباتي حمض الساليسيليك، نظراً لأدواره الفسيولوجية العديدة في نمو النباتات وتطورها. صممت التجربة حسب النظام العشوائي الكامل، فقد نفذت التجربة في بيئة شبه حقلية، بزراعة بذور القمح الصلب، وريها بالماء العادي لضمان عملية الإنبات، بعدها بدأ الري بمحلول ملحي لتكون تحت ظروف الإجهاد الملحي، بعد مدة قسمت الاصص إلى مجموعتين، ومعاملة إحداها بحمض الساليسيليك رشاً على المجموع الخضري، وقبيل خروج السنابل تم تجميع العينات وأخذ البيانات والتي تشمل: طول المجموع الخضري والجذري، عدد الأوراق وعدد التفرعات لكل نبات، وأخذ الوزن الطري والجاف. بتحليل البيانات إحصائياً أظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية ($P<0.001$)، فقد سجلت النتائج أن جميع الصفات المدروسة في النبات قد أظهرت تحسناً واضحاً عند معاملتها بالرش الورقي بحمض الساليسيليك والواقعة تحت ظروف الإجهاد الملحي، وذلك مقارنة بالنباتات المعاملة بالملوحة فقط وهذا يفسر بأن حمض الساليسيليك يعمل كمنظم نمو نباتي يعمل على تعزيز قدرة النبات على تحمل الملوحة عبر آليات متعددة، وتؤكد دوره كأحد الحلول الممكنة للتخفيف من آثار الإجهاد الملحي. إن استخدام حمض الساليسيليك بالرش الورقي يمثل استراتيجية فعالة

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-td78

لتحسين أداء القمح الصلب تحت ظروف الملوحة، ويستحق المزيد من البحث لتحديد التركيزات المثلى وفترات التطبيق في البيئات المختلفة.

الكلمات المفتاحية: الإجهاد الملحي، حمض الساليسيليك، القمح الصلب، مرحلة النمو الخضري.

The Role of Salicylic acid in improving the vegetative Growth of Durum Wheat under salinity stress conditions

Fatma Hossen Mansour Rashed
Department of Botany - Faculty of Science – University of Zawia – Libya
f.rashed@zu.edu.ly

Abstract

This study aims to reduce the harmful effects of soil salinity as an important environmental factor during the vegetative growth stage of durum wheat plants, Due to its economic importance and to ensure sustainable wheat production under climate change conditions and to support food security, the plant hormone salicylic acid was used because of its many physiological roles in plant growth and development ,The experiment was designed according to a completely randomized design and conducted under semi-field conditions, Durum wheat seeds were planted and irrigated with normal water to ensure germination, Afterwards, irrigation was carried out with a saline solution to create salt stress conditions, The plants were then divided into two groups: one group was treated with salicylic acid sprayed on the vegetative parts. Samples were collected and measurements were taken before the emergence of spikes. The recorded data included: length of the shoot system and root system, number of leaves, number of tillers per plant, fresh and dry weight. Statistical analysis of the data showed significant differences ($P < 0.001$). The results indicated that all studied plant traits showed a clear improvement when treated with foliar spraying of salicylic acid under salt stress conditions, compared with plants exposed only to salinity. This suggests that salicylic acid acts as a plant growth regulator that enhances the plant's ability to tolerate

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-td78

stress through multiple mechanisms, Its role is confirmed as one of the possible solutions to mitigate the effects of salt stress. The use of foliar application of salicylic acid represents an effective strategy to improve the performance of durum wheat under saline conditions. However, further research is required to determine the optimal concentrations and application periods in different environments.
Keywords: Salt stress, salicylic acid, durum wheat, vegetative growth stag

المقدمة

بسبب تغير المناخ، برز توسع الأراضي الزراعية المتأثرة بالملوحة كتهديد رئيسي للأمن الغذائي العالمي والاستدامة الزراعية. تعتبر الملوحة العائق الأساسي لإنتاج الحبوب في المناطق الجافة وشبه الجافة في حوض البحر المتوسط (Sayar et al, 2010)، حيث أنها تحد من نمو وإنتاجية المحاصيل الزراعية (Munns & Tester,2008)، تُعد ملوحة التربة أكثر أنواع الإجهاد غير الحيوي انتشاراً حيث تؤثر على نمو المحاصيل وتطورها وإنتاجها (Rahman et al., 2017)، تؤثر الملوحة على العمليات الفسيولوجية للنبات مسببة انخفاض في طول المجموعين الخضري والجذري ونقص الأوزان الطرية والجافة (Hossain et al., 2023)، حيث تؤثر الملوحة على الصفات المورفولوجية والفسيولوجية، والبيو كيميائية، وعلى الناتج النهائي مما يؤدي الى انخفاض المحصول (Ehtaiwesh and Rashed, 2020; Tezara et al., 2003)، تشمل أضرار الإجهاد الملحي على النباتات الجوانب التالية: عدم توازن الماء، واضطراب التوازن الأيوني، وضعف امتصاص العناصر الغذائية، وتلف عملية التمثيل الضوئي، والإجهاد التأكسدي، مما يؤدي إلى تثبيط نمو النبات وتطوره (El– Mageed et al., 2016) و(Aiman & Dhriti, 2018) يُعد القمح من أكثر الحبوب زراعة في العالم و الأكثر استهلاكاً أيضاً حيث يشكل الغذاء الأساسي لحوالي 43 دولة التي تشكل ثلث سكان العالم (Akter & Islam, 2017) و (Muthusamy et al., 2017)، يحتل القمح المركز الأول بين محاصيل الحبوب من حيث الأهمية الاقتصادية والمساحة المزروعة عالمياً، (FAO , 2023)، يُعد القمح من المحاصيل الحقلية متوسطة التحمل للملوحة حيث يتأثر بتراكيزها المختلفة (Maas & Hafman, 1977)، يعتبر محصول نبات القمح من النباتات متوسطة الحساسية للملوحة (Alamer, 2025)، وتُعد مرحلة الإنبات ومرحلة

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-td78

النمو الخضري المبكرة من أكثر المراحل الحساسة للملوحة (Ehtaiwesh and Rashed, 2019 ;Francois et al., 1986). وتتوقف مقدرة النبات على الاستجابة للإجهاد الملحي، على المورثات التي تعمل خلال مراحل النمو الخضري (Munns &Tester, 2008).

بُذلت في السنوات القليلة الماضية محاولات مختلفة لزيادة الإنتاج وتحسين نوعية المحاصيل الزراعية لكثير من النباتات، وذلك بمعاملة البذور بالهرمونات النباتية، وقد تحصل الباحثون على نتائج جيدة في هذا المجال، حيث دلت نتائج هذه البحوث على أن المعاملة بالهرمونات النباتية تحسن من أثر الملوحة في عملية الإنبات ونمو البادرات في المحاصيل الزراعية، وتحسن من صفات المحصول وتزيد من إنتاجه، فقد استُخدم هرمون أندول حامض الخليك IAA وهرمون الجبريلين GA3 وهرمون الكينتين، حيث دلت نتائج هذه البحوث على أن المعاملة بالهرمونات النباتية تحسن من صفات المحصول وتزيد من إنتاجه (بعيو، 1996). والعديد من الدراسات الحديثة ركزت على تحسين أو تقليل الأثر الضار للإجهاد الملحي في النباتات من خلال رش المغذيات ومنظمات النمو على المحاصيل الزراعية وقد كان لهذه المغذيات ومنظمات النمو الدور الفاعل في نمو وحاصل المحاصيل الزراعية المعرضة لظروف الإجهاد الملحي (Abu El-Nour, 2002؛ الغريزي، 2001؛ Ehtaiwesh, 2022). ومن هنا نشأت فكرة إستخدام الهرمونات النباتية للتخفيف من أثر الملوحة، وإستخدام حمض الساليسيليكSalicylic acid ومعرفة مدى قدرته على تخفيف الأثر السلبي للملوحة.

حمض الساليسيليك (SA)حمض كربوكسيلي عطري عديم اللون، صيغته الكيميائية C6H4(OH)COOH يتواجد طبيعياً في الخضراوات والفاكهة وقد أستخلص لأول مرة طبيعياً من نبات الصفصاف، ويعتبر هرمون نباتي يلعب دوراً هاماً في نمو وتطور النبات (Hayat et al., 2010)، فهو يؤدي عدة أدوار فسيولوجية مهمة في فتح وغلق الثغور والتمثيل الكربوني وحث عملية التزهير وتأخير شيخوخة النبات من خلال تثبيط ومنع الإيثلين، وزيادة نشاط الإنزيمات، وزيادة انقسام الخلايا المرستيمية للجذور والمحافظة على البلاستيدات الخضراء من الهدم الناتج من الجذور الحرة وتحفيز إنتاج مضادات الأكسدة للتأثير على الجذور الحرة (Korkmaz et al., 2007 وأشار El-Mergawi& Abd El-Wahed, 2020)و(Khodary, 2004)، إلى أن حمض الساليسيليك يعتبر

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-td78

هرموناً نباتياً ذو طبيعة فينولية حيث أدت معاملة نباتات الذرة به إلى زيادة حجم السطح الورقي والمادة الجافة الكلية في ثمار الذرة. كذلك أدت معاملة نباتات القمح بالحمض سواء نقع البذور أو رش النباتات به إلى زيادة في معدلات النمو والإنتاجية في التربة المالحة (Shakrova et al, 2007)، ويتحكم بعدد من العمليات الفسيولوجية داخل النبات (Chandra et al, 2007) حيث يؤثر على عملية التمثيل الضوئي (Kalarane et al, 2002)، تنشيط نمو البذور، إغلاق الثغور، تخفيض النتح (Singh & Usha, 2003)، يُعد منظماً لشبكة الإشارات في النباتات التي تعاني الإجهادات (Pacheco et al.,2013). وتشير الدراسات إلى أن حمض الساليسيليك يساهم في تعزيز قدرة النبات على تحمل الظروف البيئية غير الملائمة، مثل الملوحة والجفاف، من خلال تحفيز إنتاج بعض الإنزيمات المضادة للأكسدة وتقليل تراكم أنواع الأكسجين التفاعلية ROS. وهو ما يؤدي إلى حماية الأغشية الخلوية وزيادة كفاءة امتصاص العناصر الغذائية (Aneela et al., 2019). إن حمض الساليسيليك أدى إلى تنظيم المستوى الهرموني في نبات القمح النامية بظروف الإجهاد الملحي والمائي (Zahra et al., 2010). يعمل حمض الساليسيليك لزيادة نشاط الإنزيمات المضادة للأكسدة في النبات تحت الظروف الطبيعية وظروف الإجهادين الملحي والحراري (Khan et al., 2003). ونظراً لأدواره الفسيولوجية العديدة في نمو النباتات وتطورها، فقد تم إضافته الى قائمة الهرمونات النباتية ذاتية المنشأ (Hayat & Ahmed, 2007).

وجاء هذا البحث كمحاولة لتخفيف ضرر ملوحة التربة كعامل بيئي هام على مرحلة النمو الخضري، لنبات القمح الصلب *Triticum durum* التابع للفصيلة النجيلية Poaceae صنف (بحوث 107)، (صنف محلي ليبي)، وهو من أكثر الأصناف حساسية للإجهاد الملحي (راشد واحتيوش، 2021). باستخدام حمض الساليسيليك (SA) رشاً على النبات الواقع تحت ظروف الإجهاد الملحي، ومتابعة تطوره كمحاولة لتحسين الصفات المرفولوجية للنبات.

المواد وطرق العمل

أستُعمل في هذه الدراسة بذور نبات القمح الصلب صنف بحوث (107)، (صنف محلي ليبي)، والتي تم الحصول عليها من المصرف الوطني للأصول الوراثية النباتية بتاجوراء ليبيا. أجريت التجربة في بيئة شبه حقلية بمنطقة جوددائم بالزاوية خريف 2025، وفي

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-td78

معمل النبات بقسم علم النبات كلية العلوم، جامعة الزاوية تمت باقي العمليات فيما يخص بتجميع البيانات.

المعالجات وظروف إجراء التجارب

تمت الزراعة في تربة رملية بعد تجفيفها وغربلتها للتخلص من الشوائب لتكون جاهزة للزراعة، تم تعبئتها في اصص بلاستيكية، بواقع 4 كجم بكل اصيص (تربة عادية + تربة حدائقية)، استخدمت 16 اصيص للتجربة، زرعت بمعدل 6 بذور لكل اصيص، وعلى ابعاد متساوية وعلى عمق متساوي (2 سم) ثم ري البذور مباشرة بعد عملية الزراعة بـ 500 مل ماء عادي لكل اصيص لضمان عملية الإنبات بصورة طبيعية، ثم وضع الاصص في بيئة شبه حقلية مع إمكانية تغطيتها بغطاء بلاستيكي (صوبة متحركة) لمنع وصول مياه الأمطار في فترات المعاملة بالملوحة، ثم إضافة سماد (NPK 20,19,19) مع الري المنتظم بالماء العادي. بعد 20 يوم من الزراعة بدأت المعاملة بالمحلول الملحي بتركيز (150 ملي مول كلوريد صوديوم) بعد تحضير المحلول الملحي بإذابة وزن معين من كلوريد الصوديوم في حجم معلوم من الماء المقطر وري المجموعة كاملة بإضافة 500 مل من المحلول الملحي لكل اصيص مرتين اسبوعياً، وبعد مرور 40 يوم من الزراعة قسمت الاصص الى مجموعتين كل مجموعة بها 8 اصص، المجموعة الأولى لم يتم معاملتها بحمض الساليسيليك (SA) والمجموعة الثانية تم معاملتها بحمض الساليسيليك بتركيز (100 ملجم/لتر) رشاً على النبات، أعيدت عملية الرش ثلاث مرات متتالية (اسبوعياً) مع الري المنتظم حتى وصول عمر النبات 75 يوماً من الزراعة.

عملية التجميع

بعد مرور 75 يوماً من عملية الزراعة (وبداية خروج السنابل) تم أخذ عينة واحدة من كل مكرر للمجموعتين عشوائياً، بإزالة النبات بالكامل، وغسل جذور النبات بالماء ثم أخذ بيانات النبات في المرحلة الخضرية وتشمل: طول كلاً من المجموع الخضري والمجموع الجذري (سم)، عدد الأوراق لكل نبات، وعدد التفرعات لكل نبات، والوزن الطري للمجموع الخضري(جم)، ثم التجفيف باستخدام الفرن الكهربائي لدرجة 70 درجة مئوية لمدة 48 ساعة ثم أخذ الوزن الجاف للمجموع الخضري (جم).

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-td78

النتائج والمناقشة

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي المبينة في الجدول (1) أن النباتات التي تمت معاملتها بالرش الورقي بحمض الساليسيليك (SA) بتركيز (100 ملي مول)، والواقعة تحت تأثير الإجهاد الملحي (150 ملي مول كلوريد الصوديوم)، أظهرت تحسناً معنوياً ملحوظا في جميع الصفات المدروسة، مقارنة بمعاملة الملوحة فقط، حيث زاد طول الساق، وطول الجذر، وارتفع عدد الأوراق وعدد التفرعات لكل نبات، كما تحسنت الأوزان الطرية والأوزان الجافة للمجموع الخضري. وهذا يتفق مع ما أشار اليه كل من Munns&Tester, ; Hossain et al, Bhattarai et al, 2020; Numan et al, 2018 2008) (2023; من أن الإجهاد الملحي يحد من امتصاص الماء والعناصر الغذائية ويؤدي إلى اختلال التوازن الاسموزي، وزيادة تراكم أيونات الصوديوم والكلوريد السامة، مما يعيق عمليات الانقسام والاستطالة الخلوية ويقلل كفاءة البناء الضوئي.

الجدول (1) تأثير الرش الورقي بحمض الساليسيليك على بعض صفات النمو الخضري لنبات القمح الصلب في مرحلة النمو الخضري تحت ظروف الإجهاد الملحي

الصنف	المعاملة بحمض الساليسيليك	العدد	المتوسط الحسابي M	الانحراف المعياري SD	قيمة اختبار t	P value
عدد الفروع	بدون المعاملة	8	2.50	0.535	-7.128	< 0.001
	المعاملة	8	4.38	0.518		
عدد الأوراق	بدون المعاملة	8	10.50	1.195	-11.930	< 0.001
	المعاملة	8	18.13	1.356		
طول الساق	بدون المعاملة	8	61.13	1.458	-9.924	< 0.001
	المعاملة	8	72.25	2.816		
طول الجذر	بدون المعاملة	8	11.00	2.070	-6.911	< 0.001
	المعاملة	8	16.38	0.744		
الوزن الطري	بدون المعاملة	8	6.64	0.334	-20.801	< 0.001
	المعاملة	8	9.73	0.255		
الوزن الجاف	بدون المعاملة	8	1.38	0.266	-6.803	< 0.001
	المعاملة	8	2.38	0.320		

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-td78

وتتوافق هذه النتائج مع ما توصلت إليه أبحاث سابقة على القمح والشعير والأرز والذرة، حيث وجد ان معاملة النباتات بحمض الساليسيليك تحت ظروف الملوحة قد أدت إلى تحسن النمو وزيادة الكتلة الحيوية والإنتاجية (Gunes et al., 2007) و (Shakirova, 2007) و(Hayat et al., 2010) و (Aneela et al,2019) (Kham et al., 2010).

أظهرت نتائج اختبار (t) لعينتين مستقلتين وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المعاملة بحمض الساليسيليك وعدم المعاملة به في جميع الصفات المدروسة.

1. عدد الفروع وعدد الأوراق لكل نبات:

كان متوسط عدد الفروع في النباتات غير المعاملة بـSA (M=2.50, SD=0.54) أقل بشكل دال إحصائياً من المتوسط في النباتات المعاملة بـ SA (M=4.38, SD=0.52)، حيث كانت قيمة (t= −7.13, P< 0.001). كما تبين وجود فرق كبير في عدد الأوراق لصالح المجموعة المعاملة بـ SA (M= 18.13, SD= 1.36) مقارنة بغير المعاملة به(M= 10.50, SD= 1.20)، وكانت الفروق دالة عند مستوى (t= ,P<0.001) −11.93.

يلاحظ من الشكل (1) ان عدد الفروع في النبات الواقع تحت الإجهاد الملحي قد تأثر تأثراً واضحاً ومعنوياً عند معاملته بالرش بحمض السالسليك، واظهرت تحسناً بالزيادة في عدد الفروع لكل نبات عنه في النباتات غير المعاملة. كذلك يلاحظ ان عدد الأوراق قد استجابت لعملية الرش بحمض السالسليك واظهرت زيادة ملحوظة في عددها، وذلك مقارنة بغير المعاملة، مما يشير الى ان المعاملة رشاً كان لها تأثير كبير إيجابي على عدد الفروع وعدد الأوراق للنبات الواقع تحت الإجهاد الملحي.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-td78

الشكل.1. تأثير الرش بحمض الساليسيليك على عدد الافرع لكل نبات، وعدد الأوراق لكل نبات، في نبات القمح الصلب

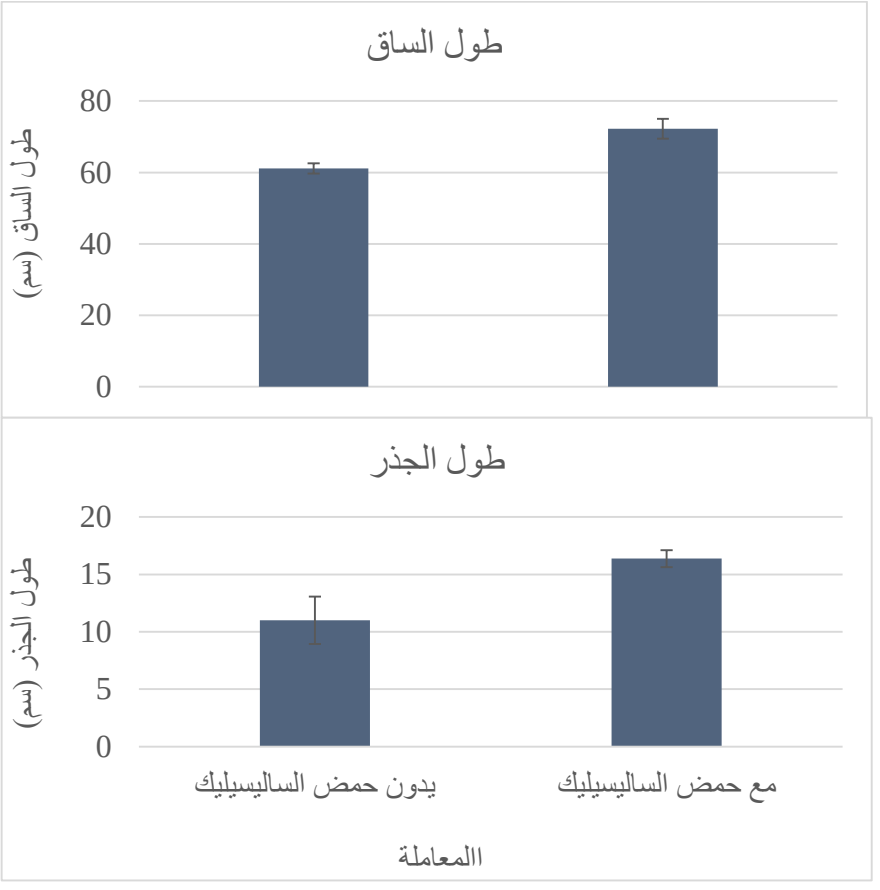
2. طول الساق وطول الجذر(سم)

أشارت النتائج إلى أن المعاملة بـ SA أدت إلى زيادة معنوية في طول الساق (M=72.25, SD=2.82) مقارنة بالنباتات غير المعاملة به، (M=61.13, SD= 1.46)، حيث بلغت قيمة (t= −9.92, p<.001). أما طول الجذر فقد كان أيضا أطول بشكل ملحوظ في النباتات المعاملة بـ SA (M=16.38, SD=0.74) مقارنة بغير المعاملة به(M = 11.00, SD= 2.07)، وكانت هذه الفروق ذات دلالة عالية (t=−6.91, p< .001).

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-td78

ويلاحظ من الشكل (2) ان المعاملة بحمض الساليسيليك قد أدت الى تحسناً وزيادة واضحة في طول الساق في النبات الواقع تحت الإجهاد الملحي مقارنة بالنباتات غير المعاملة، كذلك كان تأثير المعاملة بالرش واضح في تحسن الجذور وزيادة اطوالها.



الشكل.2. تأثير الرش بحمض الساليسيليك على طول الساق وطول الجذر، لنبات القمح الصلب

3. الوزن الطري والوزن الجاف (جم):

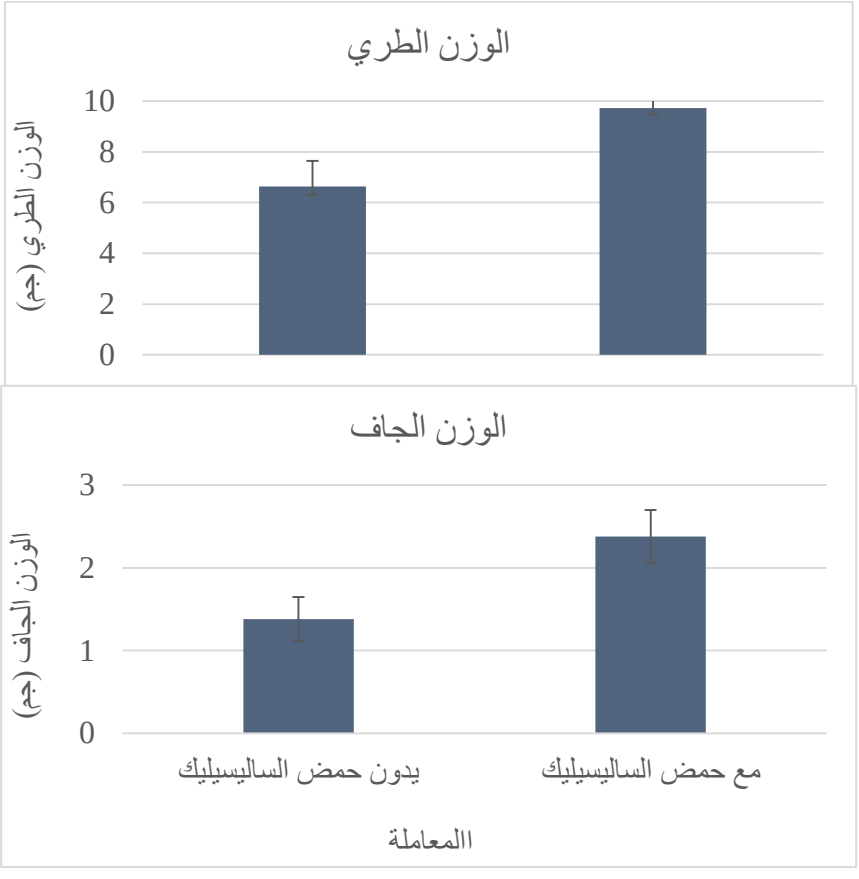
أظهرت المعاملة بحمض الساليسيليك تأثيراً كبيراً بزيادة متوسط الوزن الطري (M= 9.73, SD= 0.26) مقارنة بغير المعاملة به (M = 6.64, SD= 0.33)، حيث كانت قيمة(t=−20.80, p< .001). كذلك، الوزن الجاف كان أعلى بشكل دال في المجموعة

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-td78

المعاملة (M=2.38, SD=0.32) مقارنة بالمجموعة غير المعاملة بحمض الساليسيليك (M=1.38, SD=0.27)، مع قيمة (t=−6.80, p< .001).

ويبين الشكل (3) بأن المعاملة بالرش بالحمض قد نتج عنه تحسناً وزيادة في الوزن الطري للنبات الواقع تحت الإجهاد الملحي وكذلك في الوزن الجاف.



الشكل .3. تأثير الرش بحمض الساليسيليك على الوزن الطري والوزن الجاف لنبات القمح الصلب

تشير هذه النتائج إلى أن المعاملة بحمض الساليسيليك (SA) كان له تأثير إيجابي وذو دلالة إحصائية على جميع الصفات المدروسة في نبات القمح الصلب. وتتفق هذه النتائج مع نتائج دراسات سابقة قام بها كلا من (Ehtaiwesh, 2019; Ehtaiwesh and El-Magee et al., 2016; Rashed, 2020)

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-td78

في هذه الدراسة، أدى استخدام حمض الساليسيليك (SA) إلى تحسين نمو نبات القمح في جميع صفات النمو الخضري التي تم دراستها تحت الإجهاد الملحي، ويمكن تفسير النتائج التي توصلت اليها هذه الدراسة، بأن حمض الساليسيليك (SA) يعمل كمنظم نمو نباتي وكمركب إشاري(Signaling molecule) يشارك في تعزيز قدرة النبات على التحمل عبر آليات متعددة منها: تنشيط الانزيمات المضادة للأكسدة (Hayat et al., 2010؛ Aneela et al., 2019). كذلك تنظيم فتح وإغلاق الثغور، والحد من تراكم انواع الاكسجين التفاعلية (ROS)، وتحسين كفاءة التمثيل الضوئي. وان الرش الورقي بحمض الساليسيليك قد ساهم في الحد من الأضرار الإسموزية التي تسببها الملوحة، من خلال تعزيز تراكم بعض المركبات والمنظمات الاسموزية مثل البروتين والسكريات الذائبة، مما ساعد على الحفاظ على ضغط الامتلاء الخلوي واستمرار عمليات النمو Arfan et al., 2007). إضافة الى ذلك تشير الدراسات الى ان حمض الساليسيليك يزيد من ثبات الأغشية الخلوية ويحافظ على نشاط الكلوروفيل. وباختصار، فإن حمض الساليسيليك يعزز تحمل النبات للملوحة من خلال آليات بيولوجية جزيئية مثل تنشيط مسارات الاستجابة للجفاف والإجهاد الملحي، وتعزيز تخليق الإنزيمات الواقية، وتنظيم نشاط قنوات الأيونات، وتحفيز تعديل التعبير عن جينات الاستجابة للإجهاد (Yang et al., 2023)، وهذا ما يفسر تحسن النمو الخضري في هذه الدراسة.

الخاتمة

هذا الاتفاق مع الدراسات السابقة يعزز من مصداقية النتائج الحالية ويؤكد دور حمض الساليسيليك رشاً على المجموع الخضري، كأحد الحلول الممكنة للتخفيف من آثار الإجهاد الملحي في محاصيل الحبوب. بناء على ذلك يمكن القول بأن استخدام حمض الساليسيليك بالرش الورقي يمثل استراتيجية فعالة لتحسين أداء القمح الصلب خاصة في الأصناف الحساسة للملوحة، والواقعة تحت ظروف الإجهاد الملحي، ويستحق المزيد من البحث لتحديد التركيزات المثلى وفترات التطبيق في البيئات المختلفة. وحيث ان نبات القمح يحتل مكانة محورية في ضمان الأمن الغذائي، إلا ان الارتفاع السريع في ملوحة التربة والمياه يشكل تهديداً خطيراً لإنتاجه عالمياً، يؤثر الإجهاد الملحي سلباً على نمو القمح وتطوره، مما يؤدي الى انخفاض في المحصول وجودته. وللتغلب على الإجهاد اللاحيوي، طورت

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-td78

النباتات أنظمة تحاكي الآثار الضارة للملوحة، ولكن في ظل الظروف القاسية، تفشل النباتات في التعامل مع الإجهاد الملحي من خلال آلياتها، لذلك يُعد الاستخدام الخارجي لمنظمات نمو النبات من أهم الاستراتيجيات المستخدمة حالياً لتعزيز قدرة النباتات على منظم نمو ديناميكياً قادراً على تعديل تحمل الملوحة.

المراجع

الغريزي، سعدي مهدي محمد (2011). تقليل التأثير الضار للإجهاد الملحي في نمو وحاصل الحنطة باستعمال التسميد الورقي. أطروحة دكتوراه – كلية الزراعة – جامعة بغداد.

بعيو، خديجة علي مصطفى (1996)، التأثير المتبادل لبعض منظمات النمو والملوحة على إنبات حبوب صنفين من الشعير رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة مصراتة.

راشد، فاطمة حسين، واحتيوش، امال فرج (2021). تقييم أداء أصناف من القمح الصلب *Triticum durum.* Desf لتحمل الإجهاد الملحي في مرحلة النمو الخضري. مجلة العلوم التطبيقية، العدد (6): 152- 170.

Abu El-Nour, E. A. A., (2002). Growth and nutrient contents response of maize to foliar nutrition with micronutrients under irrigation with saline water. *Jounal of Biological sciences*. 2: 79 - 92.

Akter N., & Islam M. R., (2017). Heat stress effects and management in wheat. A review. *Agronomy for sustainable development*, 37(5), 37.

Aneela, R. I.Z., Rafique., Aftab, M., Qureshi, M, A., Javed,H., Mujeeb, F., & Akhtar, S. (2019). Mitigation of salinity in chickpea by plant growth promoting Rhizobacteria and salicylic acid. *Eurasian journal of soil science*, 8 (3), 221-228.

Alamer, K. H., (2025), Alleviatory role of boron supplementation on the adverse effects of salinity stress in Wheat. *Journal of plant Growth Regulation*, 1-14.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-td78

Arfan, M., Athar, H.R., &Ashraf, M. (2007). Does exogenous application of salicylic acid through the rooting medium modulate growth and photosynthetic capacity in two differently adapted spring wheat cultivars under salt stress. *Journal of plant physiology*, 164 (6), 685-690.

Aiman, A., Dhriti, K. (2018). Salicylic acid: Its Physiological role and Interactions. Res. J. Pharm. Technol. 7, 3171-3177.

Bhattarai, S., Biswas, D., Fu, Y. B., & Biligetu, B. (2020). Morphological, physiological, and genetic responses to salt stress in alfalfa: A review. *Agronomy*, *10*(4), 577.

Chandra A. A. and A. Dubey (2007). Effect of salicylic acid on morphological and biochemical attributes in cowpea. *Journal of Environmental Biology*, 28 Pp 193-196.

Ehtaiwesh, A. (2019). The Effect of Salinity on Wheat Genotypes during Germination Stage. *Al-Mukhtar Journal of Sciences*. 34(1): 63-75.

Ehtaiwesh, A. and Rashed, F. (2019). The effect of salinity on Libyan soft wheat *Triticum aestivum L* at germination stage. *Scientific Journal of Applied Sciences of Sabratha University*. 3(2): 41-54.

Ehtaiwesh, A. and Rashed, F. (2020). Growth and yield responses of Libyan hard wheat (*Triticum durum* desf) genotypes to salinity stress. *University of Zawia Bulletin*. 22(2): 33-58.

Ehtaiwesh, A. (2022). Effect of acetyl salicylic acid (aspirin) on growth and yield of faba bean (*Vicia faba* l.) under salinity stress. *Azzaytuna University Journal*. 42.415- 430.

El-Mageed, T.A.A., Semida, W.M., Mohamed, G.F., Rady, m.M. (2016). Combined effect 0f foliar-applied salicylic acid and deficit irrigation on physiological-anatomical responses, and yield of squash plants under saline soil. *African journal of biotechnology*, 106, 8-16.

El-Mergawi, R. and Abd El.Wahed, M. S. A. (2020). Effect of exogenous salicylic acid or indole acetic acid on their endogenous levels, germination, and growth in maize, *Bulletins of the National Research*, 44, Article number: 167.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-td78

FAO. Food and Agriculture Organization.United nation. (2023). Retrieved November 12,2024, from https://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/en/

Francois L. E., Maas E. V., Donovan T. J., and Youngs V. L., (1986). Effect of Salinity on Grain Yield Quality, Vegetative Growth, and Germination of Semi-Dwarf and Durum Wheat. *Agronomy Journal*, 78(6), 1053-1058.

Gunes, A.,lanl, A., Alpslan, M., Eraslan, F., Bagci, E.G., & cicek, N.(2007). Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.) grown under salinity. *Journal of plant physiology*, 164 (6), 728-732.

Hayat Q, Hayat S, Irfan M. Ahmad A. (2010) Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: Areview. *Environtal and Experimental Botany*, 68, 14-25.

Hayat, S and A. Ahmed (2007). Salicylic acid: Aplant hormone springer: Pp 1-14.

Hossain, M. S., Sultana, M. S., Naher, M. N.m Hoque, M. R., (2023), Impact of sainity on seed germination and seedling growth of Wheat. *Journal of Science and Technology*, 1-9.

Kalarane, M, R, M. Thangaraj; R. Sivakuma and V. Malika (2002). Effect of salicylic acid on Tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Productivity, Crop Research (Hisar),. 23:486 – 490.

Kham, M.l.R., et al. (2010). Exogenously supplied salicylic acid improves photosynthesis and growth in wheat (*Triticum aestivum* L.) under salt stress, *Plant Growth Regulation*, 62(1), 29-37.

Khan W., Prithiviraj B., Smith D L., (2003). Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. *Journal of Plant Physiology*. 160. 485- 492.

Khodary, S.F.A. (2004). Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in the salt stressed maize plants. *International Journal of Agriculture and Biology*, 5-7.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-td78

Korkmaz, A., Uzunlu, M., & Demirkiran, A. R. (2007). Treatment with acetyl salicylic acid protects muskmelon seedlings against drought stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, *29*(6), 503-508.

Numan, M. S. Bashir, Y. Khan, R. Mumtaz, Z.K. Shnwari, A.L. Khan, A.H. Ahmed (2018). Plant growth promoting bacteria asan alternative strategefor salt tolerance in Plants: A review. *Microbiol*ogy *Research*, 209, PP. 21-32.

Maas E. V., Hoffman G. J., (1977). Crop salt tolerance-current assessment. *Journal of the Irrigation and Drainage Division* ASCE 103: 115-134.

Munns R., and Tester M.(2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review in Plant biology*, 59:651-8.

Muthusamy S. K., Dalal M., Chinnusamy V., & Bansal K. C., (2017). Genome-wide identification and analysis of biotic and abiotic stress regulation of small heat shoch protein (HSP20) family genes in bread wheat. *Journal of plant physiology*, 211, 100-113.

Pacheco, A. C; da Silva Cabral; C. M da Silva Fermino. E.S. and C.C. Alemam (2013). Salicylic acid induced changes to growth, flowering and flavonoides production in marigold plants. *Journal of Medicinal Plant Research,* 7 (42); 3158 – 3160.

Rahman, M. M., Rahman, M. A., Miah, M. G., Saha, S. R., Karim, M. A., & Mostofa, M. G. (2017). Mechanistic insight into salt tolerance of *Acacia auriculiformis*: the importance of ion selectivity, osmoprotection, tissue tolerance, and Na+ exclusion. *Frontiers in plant science*, *8*, 155.

Sayar, R., Bchini, H., Mosbahi, M., & Ezzine, M. (2010). Effects of salt and drought stresses on germination, emergence and seedling growth of durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *Journal of Agriculture. Research*, *5*(15), 2008-2016.

Shakirova, F.M. Role of hormonal system in the manis festation action of salicylic acid. In: Hayat, S., Ahmad, A (Eds). Salicylic acid aplant hormons, 2007, springer. Dordrecht. Netherland.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-td78

Singh, B, and Usha (2003). Salicylic acid – induced physiological and biochemical changes in weat seedlings under water stress. *Plant Growth Regulation*. 39: Pp 137- 139.

Tezara W, Martinez D, Rengifo E, Herrera A. (2003). Photosynthetic response of the tropical spiny shrub Lycium nodosum (Solanaceae) to drought, soil salinity and saline spray. *Annual Botany*, 92: 757-65.

Yang, W., Zhou, Z., & Chu, Z. (2023). Emerging roles of salicylic acid in plant saline stress tolerance. *International journal of molecular sciences*, *24*(4), 3388.

Zahra, S.; B. Amin.; Y. Ali, and, Y. Mehdi. (2010). The salicylic acid effect on the tomato sugar, protein and proline contents under salinity stress (NACL). *J*ournal of *Biophysics& Structural Biology*., 2 (3): 35 41.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية