مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية
المجلد 39 العدد 3 (2023): 99- 102

Damascus University Journal of Agricultural Sciences
Vo 39 No.2 (2023): 99 - 102

تقويم استجابة بعض طرز القمح القاسي لتحمل الإجهاد الملحي مخبرياً باستخدام تقانة زراعة الأنسجة

محمد الحمود[1]، أ. د. أيمن الشحاذة العوده[2] ، د. فهد البيسكي[3]

[1] طالب دكتوراه، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

[2] أستاذ فيزيولوجيا المحاصيل الحقلية، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

[3] باحث في الهيئة العامة للتقانات الحيوية، دمشق.

الملخص:

نُفذتْ التجربة في مخبر زراعة الأنسجة، التابع للهيئة العامة للتقانة الحيوية، بهدف دراسة تأثير الإجهاد الملحي في بعض الصفات الشكلية، لدى ثمانية طرز وراثية من القمح القاسي ($Doma_1$، $Bouhoth_{11}$، $Cham_3$، Bezater، $Cham_5$، Aghamatales، Icaverve، Icamber) المزروعة في الزجاج. تمّ تطبيق الإجهاد الملحي بإضافة تراكيز مختلفة من ملح كلوريد الصوديوم (NaCl) إلى وسط النمو (0، 50، 100 و 150 mM). وضعت التجربة وفق التصميم العشوائي البسيط، بواقع 16 مكرراً. أظهرت النتائج تباين الطرز المدروسة في استجابتها للإجهاد الملحي. أدّت إضافة ملح كلوريد الصوديوم إلى انخفاض جميع مؤشرات النمو بالمقارنة مع الشاهد. وكان متوسط طول البادرات، وعدد الأوراق، والمساحة الورقية الأعلى معنوياً لدى الصنفين $Bouhoth_{11}$ و $Doma_1$، في حين كان متوسط طول الجذور الأعلى معنوياً لدى الصنف $Cham_3$، وكان متوسط عدد الجذور الأعلى معنوياً لدى الطراز Bezater. تُشير النتائج إلى إمكانية استعمال تقانة الغربلة في الزجاج كطريقةٍ سريعة وفعّالة في سبر التباين الوراثي لتحمل الإجهاد الملحي في القمح.

الكلمات المفتاحية: القمح القاسي، الإجهاد الملحي، زراعة الأنسجة، الصفات الشكلية.

تاريخ الايداع: 2022/1/6
تاريخ القبول: 2022/2/1

حقوق النشر: جامعة دمشق – سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY-NC-SA 04

Evaluating the Response of Some Durum Wheat Genotypes for Salinity Stress Tolerance Using Tissue Culture Tool

Mohammad AL-Hamoud[1], Pro. Ayman Shehada AL-Ouda[2] Dr. Fahed AL-Bisky[3]

[1] PhD. Student, Field Crops Department, Faculty of Agriculture, Damascus .

[2] Professor, Field Crops Department, Faculty of Agriculture, Damascus University (chairman).

[3] Researcher at General Commission for Biotechnology, Damascus, Syria (co-chairman)

Abstract:

An experiment was conducted in the Tissue Culture laboratory, which belongs to General Commission for Biotechnology, in order to study the influence of NaCl-induced salinity stress on some morphological traits of eight durum wheat varieties ($Doma_1$, $Bouhoth_{11}$, $Cham_3$, Bezater, $Cham_5$, Aghamatales, Icaverve and Icamber) *in vitro*. Salinity stress treatments were applied by adding different salt concentration into the growth medium (0, 50, 100 and 150 mM NaCl). The experiment was laid according to complete randomized design with 16 replications. Results revealed variation in the response of the investigated genotypes to salinity stress. Salinity stress caused significant reduction in all the studied traits compared with the control (without salt). The average length of seedlings, number of leaves, leaf area and dry weight were significantly higher the two varieties Doma1 and $Bouhoth_{11}$, while the root length was significantly higher in the variety Cham3 and the number of roots was significantly higher in the genotype Bezater. Results indicate the possibility of using *in vitro* screening tool as a rapid and effective technique in the assessment the genetic variability of durum wheat for salinity stress tolerance

Keywords: Durum wheat, Salinity stress, Tissue culture, Morphological traits.

Received:6 /1/2022
Accepted: 1/2/2022

Copyright: Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a CC BY- NC-SA

1- المقدمة Introduction:

تُقدر المساحة المزروعة بمحصول القمح على مستوى الوطن العربي بنحو 10774.88 ألف هكتاراً، بمتوسط إنتاجية 26714.1 كغ. هكتار$^{-1}$، وتُقدر نسبة المساحة المزروعة بمحصول القمح عربياً بنحو 30.54% من إجمالي المساحة المزروعة بالحبوب، وتُقدّر الإنتاجية بنحو 50.70% من إنتاجية الحبوب كاملةً. عموماً، تتركز زراعة القمح في الوطن العربي في دول مصر، والمغرب، والعراق، والجزائر، وسورية، وتونس، وتحتل مصر المرتبة الأولى من حيث الإنتاج والانتاجية، تليها المغرب، ثمّ الجزائر، المنظمة العربية للتنمية الزراعية (2019). تُخفض الإجهادات اللاأحيائية Abiotic stresses من إنتاجية الأنواع المحصولية بنحو 71% (Ashraf *et al.*, 2008, 45). وتُقدّر نسبة الفقد في الغلّة الاقتصادية بسبب الجفاف Drought بنحو 17%، وبنحو 20% بسبب الملوحة Salinity، وبنحو 40% بسبب الحرارة المرتفعة High temperature، ونحو 8% ناجمة عن عوامل أخرى (Ashraf and Harris, 2005, 21). وتزداد مساحة الأراضي الزراعية المتأثرة بالملوحة سنوياً بنحو 10 ملايين هكتاراً، بسبب اتباع الطرائق الخاطئة بالري (الري بالغمر والتطويف)، واستعمال مياه ذات نوعية سيئة، تحتوي على نسبةٍ مرتفعةٍ من الأملاح الذوّابة (Machado and Serralheiro, 2017, 30) ، واعتماد نظم الزراعة المكثفة مع غياب الصرف العميق والفعّال، بالإضافة إلى التغيرات المناخية (Isayenkov, 2019, 1-17). وإذا ما استمرت هذه الممارسات غير السليمة، ولم تتم السيطرة على تملح الأراضي الزراعية باعتماد الطرائق الحيوية المستدامة، فسوف تزداد مساحة الأراضي المتأثرة بالملوحة لتصل لأكثر من 50% من إجمالي المساحة المزروعة في العالم بحلول عام 2050 (Emam *et a.l*, 2013, 5). وتؤثر الملوحة في نحو 6% من إجمال المساحة المزروعة عالمياً، حيث تشمل 20% من الأراضي الصالحة للزراعة Arable lands، و33% من الأراضي المروية الصالحة للزراعة (Kang *et al.*, 2019,181 ؛ Safdar *et al.*, 2019, 34). وتُسبب الملوحة تدنٍ في إنتاجية الأنواع المحصولية المزروعة تُقدر بنحو 20% (Pirasteh-Anosheh, 2016, 141). وتتباين شدّة تأثير الملوحة في النباتات تبعاً لنوع الأملاح، وتركيزها، والنوع النباتي، والصنف ضمن النوع الواحد، والمرحلة التطورية من حياة النبات (Soltanpour et al, 2001, 64). ويعود الإجهاد الملحي إلى التأثير الحلولي Osmotic effect، والتأثير السمي الأيوني، وبشكلٍ رئيس أيوني الكلور (Cl^-) والصوديوم (Na^+)، التي تستطيع أن تنتقل إلى داخل الخلايا وخارجها، ويعتبر ملح كلوريد الصوديوم (NaCl) هو الشكل السائد للملوحة في معظم الترب (Tejera *et al.*, 2006,17). ويتأثر نمو النباتات تحت ظروف الإجهاد الملحي بانخفاض الجهد المائي في منطقة الجذور، الذي يُسبب عجزاً مائياً بسبب تراجع فرق التدرج في الجهد المائي بين محلول التربة وخلايا المجموعة الجذرية، ما يؤثر سلباً في كمية المياه الممتصة (Munns and Tester, 2008, 651)، ويُسبب اختلالاً في التوازن المعدني (Pascale *et al.*, 2003,39). يؤدي تعريض النباتات للإجهاد الملحي إلى إحداث تغيرات مختلفة شكلية وفيزيولوجية، يمكن أن تُكسب النباتات مقدرةً أكبر على تحمل الإجهاد الملحي، وتحقيق التوازن الأيوني، والمحافظة على ميزان العلاقات المائي (Parida *et al.*, 2005, 324). وللأسف، لايزال التقدم الوراثي في برامج التربية والتحسين الوراثي لتحمل الإجهاد الملحي بطيئاً جداً، كون صفة تحمل الإجهادات اللاأحيائية من الصفات الكمية المعقدة Intricate traits، بالإضافة إلى عدم الفهم الكامل للأسس الوراثية لتحمل الملوحة، وبخاصةٍ تحت الظروف الحقلية، ناهيك عن وجود تفاعل كبير بين البيئة والعوامل الوراثية المرتبطة بالغلة الاقتصادية تحت الظروف الحقلية، لهذا فإنَّ الكثير من البحوث ركزت على إيجاد أسلوب تقييم مناسب يسمح في سبر التباين الوراثي بين طرز القمح لتحمل الملوحة، وبخاصةٍ أسلوب الغربلة الذي لا يسمح فقط بتقييم الأصناف الوراثية استناداً إلى مقدرتها على البقاء على قيد الحياة Survival ضمن ظروف الإجهاد، وإنّما يستطيع أيضاً سبر التباين في مقدرة الطرز

الوراثية على استعادة النمو بعد زوال العامل البيئي المُحدِّد للنمو (Al-Ouda, 1999). وتُعد تبعاً لذلك تُعد زراعة الأنسجة من أكثر الطرائق المستخدمة كفاءةً في غربلة الطرز الوراثية لتحمل الإجهادات اللاأحيائية (الملوحة، الجفاف). وإنَّ تأثير الإجهاد الحلولي في نمو النبيتات بزراعة النسج يشابه تأثير الظروف الحقلية (Jai and Kazuto, 2007)، ويدل هذا التشابه في تأثير الإجهاد الحلولي في أنّه يمكن استعمال النباتات المزروعة في الأنابيب كبديلٍ للتقييمات الحقلية المجهدة والمكلفة (Aghaei *et al*, 2008,159). استعملت في بعض المحاصيل العديد من المركبات الكيميائية التي تُسبب الإجهاد الحلولي في الزجاج لتقليد الظروف البيئية السائدة في الحقل من حيث قلّة الماء المتاح، ومن هذه المواد ملح كلوريد الصوديوم (NaCl)، ومركب البولي ايثيلين غليكول (PEG)، والسوربيتول، والمانيتول كعوامل مسببة للإجهاد بزراعة النسج لانتخاب الطرز الوراثية المتحملة للملوحة، وقد تمَّ استعمال هذه المركبات في بعض المحاصيل مثل القمح الطري (*Triticum aestivum* L.) العودة وآخرون (2006, 15)، والبطاطا Albiski Potato و آخرون (2012, 315). يهدف البحث إلى دراسة تأثير مستويات مختلفة من الإجهاد الملحي المحدث باستعمال ملح كلوريد الصوديوم المخبري النقي في بعض مؤشرات النمو، لدى بعض طرز القمح القاسي، للوقوف على إمكانية استعمال الزراعة في الزجاج *In vitro* كوسيلةٍ فعّالة في سبر التباين الوراثي لدى بعض طرز القمح القاسي.

2- مواد البحث وطرائقه Materials and methods

مكان وزمان تنفيذ البحث: نُفذ البحث في مخبر التقانات الحيوية النباتية في الهيئة العامة للتقانة الحيوية بدمشق، خلال عام 2019.

المادة النباتية نُفذت الدراسة على ثمانية طرز وراثية من القمح القاسي، أربعة منها أصناف معتمدة محلياً ($Doma_1$، $Bouhoth_{11}$، $Cham_3$، $Cham_5$)، وأربعة سلالات مبشرة (Aghamatales، Bezater، Icaverve، Icamber). تمّ الحصول على البذار من إدارة بحوث المحاصيل في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية.

تمّ غسل البذور بالماء الجاري، ثمّ غمرت بالكحول الايتيلي (تركيز 70%) مدّة دقيقة واحدة مع التحريك، ثمَّ عُوملت بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم (NaOCl) (تركيز 4%) مدَّة 20 دقيقة مع إضافة محلول TWEEN 20 لزيادة فعّالية عملية التعقيم وتخفيف التوتر السطحي، ثمّ غُسلت البذور بالماء المقطر المعقّم ثلاث مرات متتالية، وذلك بمعدّل 5 دقائق لكل مرة، وزُرعت العينات النباتية في وسط MS (Murashige and Skoog ,1962,473)، المضاف له 30 غ.ل$^{-1}$ سكروز و 7 غ.ل$^{-1}$ آجار بدرجة حموضة (pH = 5.8) ، وذلك ضمن أنابيب اختبار بحجم 2.5× 20 سم، تحوي 12.5 مل من الوسط المغذي، ثم تمّ تعقيم الأنابيب في جهاز التعقيم الرطب Autoclave على درجة حرارة 121 م° وضغط 1.04 كغ.سم^2 مدَّة 20 دقيقة. حُضنت الأنابيب المزروعة بغرفة النمو على درجة حرارة 22±2 م° وإضاءة 16 ساعة/8 ظلام وشدة ضوئية 3000 لوكس. وتمَّ تطبيق الإجهاد الملحي بإضافة تراكيز مختلفة من ملح كلوريد الصوديوم (NaCl) (0، 50، 100 و150 mM) إلى وسط النمو.

المؤشرات المدروسة: بعد مضي 45 يوماً من تطبيق الإجهاد الملحي، تمّ قياس طول النبات (سم)، وطول الجذور (سم)، وعدد الأوراق، والمساحة الورقية (سم^2)، وعدد الجذور في النبات، والوزن الجاف للنبات باستعمال الميزان الحساس (دقة±0.0000)، وذلك بعد تجفيفها على درجة حرارة 110 م° حتى ثبات الوزن Albiski و آخرون (2012, 315).

3- التصميم التجريبي والتحليل الإحصائي:

وضعت التجربة وفق التصميم العشوائي التام (RCD)، بمعدل 16 مكرراً لكل معاملة. وحُللت النتائج (متوسط التجربتين) بعد تبويبها باستخدام برنامج MSTAT-C وأجري تحليل التباين، حيث تمت مقارنة المتوسطات وحساب قيمة أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى معنوية 1%.

4- النتائج والمناقشة Results and discussion

متوسط طول البادرات (سم): بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P\leq0.01$) في متوسط طول البادرات بين المستويات الملحية المختلفة من ملح كلوريد الصوديوم (NaCl)، وبين الطرز الوراثية، والتفاعل المتبادل بينهما. يُلاحظ أنّ متوسط طول البادرات كان الأعلى معنوياً في المعاملة الشاهد (بدون NaCl)(21.31 سم)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية التركيز 50 mM NaCl (18.16 سم)، وانخفض طول البادرات طرداً مع ازدياد تركيز ملح كلوريد الصوديوم في وسط النمو، حيث كان متوسط طول البادرات الأدنى معنوياً عند التركيز الملحي الأعلى (150 mM NaCl) (11.97 سم) (الجدول، 1). وكان متوسط طول البادرات الأعلى معنوياً لدى الصنفين $Doma_1$ و $Bouhoth_{11}$ وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (18.88، 18.38 سم على التوالي)، تلاهما وبفروقاتٍ معنوية الطراز Aghamatales (17.75 سم)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الطرازين الوراثيين $Cham_3$ و Icaverve وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (14.81، 15.38سم على التوالي) (الجدول، 1). أمّا بالنسبة للتفاعل بين الطرز الوراثية والمستويات الملحية المختلفة، فقد كان متوسط طول البادرات الأعلى معنوياً لدى الطرز Aghamatales، $Bouhoth_{11}$، $Cham_5$، و $Doma_1$ عند المعاملة الشاهد (بدون NaCl) وبدون فروقاتٍ معنوية بينها (23.25، 22.50، 22.00، 22.00 سم على التوالي)، في حين كان متوسط طول البادرات الأدنى معنوياً عند التركيز الملحي الأعلى (150 mM NaCl) في الطرز $Cham_3$، Icaverve، Icamber، $Cham_5$، Bezater وبدون فروقاتٍ معنوية بينها(9.750، 10.50، 11.00، 11.25، 11.25 سم على التوالي) (الجدول، 1). عموماً، يُعزى التراجع في متوسط طول البادرات نتيجة ازدياد تركيز ملح الطعام في محلول النمو إلى تراجع قيمة الجهد المائي Water potential (يصبح الجهد المائي أكثر سلباً)، فتقل بذلك كمية المياه الحرة المتاحة للنبات، ما يؤثر سلباً في معدّل امتصاص المياه من قبل المجموعة الجذرية، وتُصبح كمية المياه الممتصة غير كافية لتعويض الماء المفقود بالنتح عن طريق الأجزاء الهوائية، ما يؤدي إلى تراجع جهد الامتلاء Turgor potential داخل خلايا الأوراق وتثبيط استطالتها Leaf expansion، حيث يُعد جهد الامتلاء بمنزلة القوة الفيزيائية التي تدفع جدر الخلايا النباتية على الاستطالة (Cossgrove, 1989, 88). ويمكن أن يُعزى التباين الوراثي بين الطرز المدروسة إلى التباين في كفاءتها في المحافظة على قيمٍ مرتفعة من ضغط الامتلاء، أو التباين في مرونة جدران الخلايا النباتية، أو التباين في الناقلية المسامية Stomatal conductance، عموماً، يؤدّي تراجع استطالة الأوراق إلى تدني حجم المسطح الورقي الأخضر الفعّال في عملية التمثيل الضوئي، ما يؤثر سلباً في كمية المادة الجافة المُصنّعة والمُسخّرة لنمو المجموعة الجذرية وتطورها. تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه العودة و آخرون (2006, 15) في محصول الشعير. وما توصل إليه التومي (2012, 95) في محصول القمح.

الجدول (1): تأثير معاملات الإجهاد الملحي في طول بادرات (سم) طرز القمح المدروسة.

الطرز الوراثية	المعاملات (mM NaCl)				متوسط الطرز
	0	50	100	150	
Bezater	^{CDE}20.750	^{GH}18.000	^{KL}14.500	^{NO}11.250	**^{C}16.125**
Doma$_1$	^{ABC}22.000	^{BCD}21.500	^{HI}17.000	^{JK}15.000	**^{A}18.875**
Cham$_3$	^{ABC}22.000	^{KL}14.250	^{LM}13.250	^{P}9.750	**^{E}14.813**
Aghamatales	^{A}23.250	^{FG}19.250	^{IJ}16.000	^{MN}12.500	**^{B}17.750**
Cham$_5$	^{DEF}20.500	^{HI}17.250	^{KL}14.500	^{NO}11.250	**^{CD}15.875**
Icamber	^{EF}19.750	^{HI}17.250	^{KL}14.250	^{OP}11.000	**^{CD}15.563**
Bouhoth$_{11}$	^{AB}22.500	^{DEF}20.500	^{IJ}16.000	^{KL}14.500	**^{AB}18.375**
Icaverve	^{EF}19.750	^{HI}17.250	^{JHKHKM}14.000	^{OP}10.500	**^{DE}15.375**
متوسط المعاملات	**^{A}21.313**	**^{B}18.156**	**^{C}14.938**	**^{D}11.969**	–

	المعاملات	الطرز	التفاعل
LSD(%1)	1.558 ف	0.730	1.460
CV (%)	4.72		

تُشير الأحرف المتماثلة على مستوى الأعمدة والسطور إلى عدم وجود فروقاتٍ معنوية عند مستوى 0.01.

متوسط عدد الأوراق في النبات (ورقة.نبات$^{-1}$): بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P\leq0.01$) في صفة متوسط عدد الأوراق بين المستويات الملحية المختلفة (NaCl)، وبين الطرز الوراثية، والتفاعل المتبادل بينهما. يُلاحظ أنّ متوسط عدد الأوراق في النبات كان الأعلى معنوياً في المعاملة الشاهد (بدون NaCl) (6.625 ورقة.نبات$^{-1}$)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية التركيز 50 mM NaCl (5.313 ورقة.نبات$^{-1}$)، وانخفض متوسط عدد الأوراق طرداً مع ازدياد تركيز ملح كلوريد الصوديوم في وسط النمو، حيث كان الأدنى معنوياً عند التركيز الملحي الأعلى (150 mM NaCl) (3.625 ورقة.نبات$^{-1}$) (الجدول، 2). وكان متوسط عدد الأوراق في النبات الأعلى معنوياً لدى الصنفين Bouhoth$_{11}$ و Doma$_1$ وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (6.438، 5.938 ورقة.نبات$^{-1}$ على التوالي)، في حين كان متوسط عدد الأوراق في النبات الأدنى معنوياً لدى الطرازين Icaverve و Icamber وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (4.063، 4.375 ورقة.نبات$^{-1}$ على التوالي) (الجدول، 2). أمّا بالنسبة للتفاعل بين الطرز والمستويات الملحية المختلفة، فقد كان متوسط عدد الأوراق في النبات الأعلى معنوياً لدى الصنف Bouhoth$_{11}$ عند المعاملة الشاهد (بدون NaCl) (8.750 ورقة.نبات$^{-1}$)، في حين كان الأدنى معنوياً عند التركيز الملحي الأعلى (150 mM NaCl) في الطرز Cham$_5$، Icaverve، Icamber وبدون فروقاتٍ معنوية بينها (2.250، 2.500، 3.000 ورقة.نبات$^{-1}$ على التوالي) (الجدول، 2). عموماً، يُعزى التباين في عدد الأوراق بين الطرز الوراثية المدروسة، ومستويات الإجهاد الملحي إلى التباين في طول النبات، حيث يزداد متوسط عدد الأوراق في الطرز الوراثية التي كان فيها متوسط ارتفاع النبات الأعلى معنوياً، حيث يؤدي ازدياد ارتفاع النبات إلى زيادة عدد العقد الساقية، ومن ثمّ عدد الأوراق المتشكلة عند كل عقدة ساقية، في حين تؤدي زيادة شدّة الإجهاد الملحي في وسط النمو إلى تراجع معدّل نمو الأجزاء الهوائية، فيقل ارتفاع النباتات نتيجة تقليل عدد اسلاميات أو طولها، ما يؤدي إلى تقليل عدد الأوراق المتشكلة في النبات الواحد. ويؤكد هذا الاستنتاج حقيقة أنّ متوسط طول البادرات كان الأعلى معنوياً لدى الصنفين Doma$_1$ و Bouhoth$_{11}$ وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (18.88، 18.38 سم على التوالي)، اللذين

كان فيهما متوسط عدد الأوراق الأعلى معنوياً، في حين كان متوسط طول البادرات الأدنى معنوياً لدى الطرازين الوراثيين $Cham_3$ و Icaverve وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (14.81، 15.38 سم على التوالي). تتوافق هذه النتائج مع ما توصلت إليه طاهر في محصول الشعير تحت ظروف الإجهاد الملحي في الليزيميترات، حيث لاحظت وجود تباين وراثي بين الطرز الوراثية المدروسة، وانخفاض متوسط عدد الأوراق مع زيادة شدّة الإجهاد الملحي (2021, 102).

الجدول (2): تأثير معاملات الإجهاد الملحي (NaCl) في عدد الأوراق في النبات لدى طرز القمح المدروسة.

الطرز الوراثية	المعاملات (NaCL Mm)				متوسط الطرز
	0	50	100	150	
Bezater	^{BCDE}6.000	^{HIJK}4.000	^{FGHIJ}4.500	^{GHIJK}4.250	**^{BCD}4.688**
$Doma_1$	^{BC}6.500	^{BC}6.500	^{BCDEF}5.750	^{DEFGH}5.000	**^{A}5.938**
$Cham_3$	^{BC}6.500	^{BCDE}6.000	^{FGHIJ}4.500	^{JKL}3.250	**^{BC}5.063**
Aghamatales	^{BCDEF}5.750	^{CDEFG}5.500	^{DEFGH}5.000	^{GHIJL}4.250	**^{B}5.125**
$Cham_5$	^{B}7.000	^{DEFGH}5.000	^{IJKL}3.500	^{L}2.250	**^{BCD}4.438**
Icamber	^{BCD}6.250	^{EFGHI}4.750	^{IJKL}3.500	^{KL}3.000	**^{CD}4.375**
$Bouhoth_{11}$	^{A}8.750	^{BC}6.500	^{BCDE}6.000	^{FGHIJ}4.500	**^{A}6.438**
Icaverve	^{BCD}6.250	^{GHIJK}4.250	^{JKL}3.250	^{L}2.500	**^{D}4.063**
متوسط المعاملات	**^{A}6.625**	**^{B}5.313**	**^{BC}4.500**	**^{C}3.625**	

	المعاملات	الطرز	التفاعل
LSD(%1)	1.060 ف	0.725	1.451
CV(%)	10.52		

تُشير الأحرف المتماثلة على مستوى الأعمدة والسطور إلى عدم وجود فروقاتٍ معنوية عند 0.01.

متوسط طول الجذور (سم): بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P\leq0.01$) في متوسط طول الجذور بين المستويات الملحية المختلفة من ملح الطعام (NaCl)، وبين الطرز الوراثية، والتفاعل المتبادل بينهما. يُلاحظ أنّ متوسط طول الجذور كان الأعلى معنوياً في المعاملة الشاهد (بدون NaCl) (12.75 سم)، وانخفض متوسط طول الجذور طرداً مع ازدياد تركيز ملح كلوريد الصوديوم في وسط النمو، حيث كان متوسط طول الجذور الأدنى معنوياً عند التركيز الملحي الأعلى (150 mM NaCl) (3.96 سم) (الجدول، 3). وكان متوسط طول الجذور الأعلى معنوياً لدى الصنف $Cham_3$ (11.50 سم)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية الصنفين $Doma_1$، $Bouhoth_{11}$ (10.19، 9.625 سم على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الطرازين الوراثيين Icaverve وIcamber وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (6.875، 7.313 سم على التوالي) (الجدول، 3). أمّا بالنسبة للتفاعل بين الطرز الوراثية والمستويات الملحية المختلفة، فقد كان متوسط طول الجذور الأعلى معنوياً لدى الصنف $Cham_3$ عند المعاملة الشاهد (بدون NaCl) (16.75 سم)، في حين كان الأدنى معنوياً عند التركيز الملحي الأعلى (150 mM NaCl) في الطرز الوراثية Icaverve، $Cham_5$ ، Icamber، $Bouhoth_{11}$، Bezater، $Doma_1$ وبدون فروقاتٍ معنوية بينها (2.750، 3.500، 3.500، 3.750، 3.750، 4.250 سم على التوالي) (الجدول، 3).

الجدول (3): تأثير معاملات الإجهاد الملحي (NaCl) في طول جذور (سم) طرز القمح المدروسة.

الطرز الوراثية	المعاملات (NaCl Mm)				متوسط الطرز
	0	50	100	150	
Bezater	^{DEF}10.750	^{EFGH}9.750	IJ8.000	^{MNO}3.750	**^{DE}8.063**
Doma$_1$	^{B}14.000	^{BC}13.250	^{FGHI}9.250	^{MNO}4.250	**^{B}10.188**
Cham$_3$	^{A}16.750	^{BC}13.250	^{DE}11.000	^{LMN}5.000	**^{A}11.500**
Aghamatales	^{CD}11.750	^{DEFG}10.500	^{GHIJ}9.000	^{LM}5.250	**^{C}9.125**
Cham$_5$	^{B}14.750	^{HIJ}8.500	^{KL}6.250	^{NO}3.500	**^{D}8.250**
Icamber	^{EFGH}10.000	^{EFGH}9.750	^{KL}6.000	^{NO}3.500	**^{EF}7.313**
Bouhoth$_{11}$	^{B}14.000	^{BC}13.250	^{JK}7.500	^{MNO}3.750	**^{BC}9.625**
Icaverve	^{EFGH}10.000	^{EFGH}9.750	^{LMN}5.000	^{O}2.750	**^{F}6.875**
متوسط المعاملات	**^{A}12.750**	**^{B}11.000**	**^{C}7.750**	**^{D}3.969**	–

	المعاملات	الطرز	التفاعل
LSD(%1)	1.383 ف	0.763	1.528
CV(%)	9.24		

تُشير الأحرف المتماثلة على مستوى الأعمدة والسطور إلى عدم وجود فروقاتٍ معنوية عند معنوية 0.01.

متوسط عدد الجذور (جذر.نبات$^{-1}$): بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P\leq0.01$) في متوسط عدد الجذور بين المستويات الملحية المختلفة (NaCl)، وبين الطرز الوراثية، والتفاعل المتبادل بينهما. ويُلاحظ أنّ متوسط عدد الجذور كان الأعلى معنوياً في المعاملة الشاهد (بدون NaCl) والتركيز الملحي الأدنى (50 NaCl mM) وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (7.969، 6.969 جذر.نبات$^{-1}$ على التوالي)، وانخفض متوسط عدد الجذور طرداً مع ازدياد تركيز ملح كلوريد الصوديوم في وسط النمو، حيث كان متوسط عدد الجذور الأدنى معنوياً عند التركيزين الملحيين 150 NaCl mM و100 NaCl mM وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما(3.781، 4.813 جذر.نبات$^{-1}$ على التوالي) (الجدول، 4). وكان متوسط عدد الجذور الأعلى معنوياً لدى الطراز Bezater (7.50 جذر.نبات$^{-1}$)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية الصنفين Bouhoth$_{11}$ و Doma$_1$ وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (6.375، 6.313 جذر.نبات$^{-1}$على التوالي)، في حين كان متوسط عدد الجذور الأدنى معنوياً لدى الطرز Cham$_5$، Aghamatales، Icaverve وبدون فروقاتٍ معنوية بينها (4.688، 5.188، 5.438 جذر.نبات$^{-1}$على التوالي) (الجدول، 4). ويُلاحظ بالنسبة للتفاعل بين الطرز الوراثية والمستويات الملحية المختلفة، أنّ متوسط عدد الجذور كان الأعلى معنوياً لدى الطرز Bezater، Cham$_3$ عند المعاملة الشاهد (بدون NaCl) وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (10.50، 10.25 جذر.نبات$^{-1}$ على التوالي)، ولدى الصنف Bezater عند التركيز الملحي 50 NaCl mM (9.500 جذر.نبات$^{-1}$)، في حين كان الأدنى معنوياً عند التركيز الملحي الأعلى (150 NaCl mM) في الطرز Icaverve، Cham$_5$، Icamber وبدون فروقاتٍ معنوية بينها (2.750، 3.000، 3.250 جذر.نبات$^{-1}$ على التوالي) (الجدول، 4). يُعزى التباين في متوسط عدد الجذور بين المستويات الملحية إلى التباين في متوسط طول الجذور المتشكلة، حيث كان متوسط طول الجذور الأعلى معنوياً في المعاملة الشاهد (بدون NaCl)، والتركيز 50 mM

NaCl (12.75، 11.00 سم على التوالي)، وتراجع طرداً مع ازدياد شدّة الإجهاد الملحي، حيث يكون للتراكيز الملحية المرتفعة تأثيرٌ كاوٍ في الجذور، ما يؤدي إلى موتها، الأمر الذي يؤثر سلباً في عدد الجذور المتشكلة. ويُعزى أيضاً التباين في متوسط عدد الجذور بين الطرز الوراثية جزئياً إلى التباين في متوسط طول الجذور، كما هو الحال في الصنفين$Bouhoth_{11}$ و $Doma_1$، اللذين كان فيهما متوسط طول الجذور ومن ثمّ عدد الجذور ضمن الأعلى معنوياً، وكذلك الحال بالنسبة إلى الطرازين الوراثيين Icaverve وIcamber اللذين كان فيهما كلٍ من متوسط طول الجذور وعدد الجذور أيضاً الأدنى معنوياً، أو يمكن أنّ يُعزى إلى التباين في العوامل الوراثية بالنسبة إلى الطراز Bezater. عموماً، تؤدي زياد كلاً من طول الجذور وعدد الجذور المتشكلة إلى زيادة حجم المجموع الجذري، ومن ثمّ مستوى التحمل للإجهاد الملحي، نتيجة زيادة مساحة سطوح الامتصاص، والتغلغل بعيداً عن منطقة تراكم الأملاح في التربة، وتؤدي زيادة حجم المجموع الجذري إلى امتصاص كميةٍ أكبر من المياه، ما يسمح للنباتات في المحافظة على قيمٍ أكبر من ضغط الامتلاء الضروري لاستمرار استطالة الخلايا، وهذا ما يُفسر ازدياد طول النباتات لدى الطرز الوراثية نفسها التي كان فيها طول الجذور وعددها الأعلى معنوياً. توافقت هذه النتائج مع ما توصلت إليه طاهر في الشعير (2021, 95).

الجدول (4) : تأثير معاملات الإجهاد الملحي (NaCl) في عدد جذور طرز القمح المدروسة.

الطرز الوراثية	المعاملات (NaCl Mm)				متوسط الطرز
	0	50	100	150	
Bezater	^{A}10.500	^{ABC}9.500	^{GHIJ}5.750	^{JKLMN}4.250	**^{A}7.500**
$Doma_1$	^{EFG}7.000	^{CDE}8.000	^{GHIJK}5.500	^{IJKLM}4.750	**^{B}6.313**
$Cham_3$	^{AB}10.250	^{GHIJ}5.750	^{JKLMN}4.250	^{LMN}3.750	**^{BC}6.000**
Aghamatales	^{HIJKL}5.250	^{FGHI}6.250	^{HIJKL}5.000	^{JKLMN}4.250	**^{CD}5.188**
$Cham_5$	^{EFGH}6.500	^{HIJKL}5.250	^{KLMN}4.000	^{N}3.000	**^{D}4.688**
Icamber	^{DEF}7.750	^{EFG}7.000	^{JKLMN}4.250	^{MN}3.250	**^{BC}5.563**
$Bouhoth_{11}$	^{BCD}8.750	^{EFG}7.000	^{GHIJK}5.500	^{JKLMN}4.250	**^{B}6.375**
Icaverve	^{DEF}7.750	^{EFG}7.000	^{JKLMN}4.250	^{N}2.750	**^{CD}5.438**
متوسط المعاملات	**^{A}7.969**	**^{A}6.969**	**^{B}4.813**	**^{B}3.781**	

	المعاملات	الطرز	التفاعل
LSD(%1)	1.465	0.845	1.691
CV(%)	CV 7.252		

تُشير الأحرف المتماثلة على مستوى الأعمدة والسطور إلى عدم وجود فروقاتٍ معنوية عند معنوية 0.01.

متوسط المساحة الورقية في النبات (سم^2): بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P\leq0.01$) في صفة متوسط المساحة الورقية في النبات بين المستويات الملحية المختلفة من NaCl، وبين الطرز الوراثية، والتفاعل المتبادل بينهما. يُلاحظ أنّ متوسط المساحة الورقية في النبات كان الأعلى معنوياً في المعاملة الشاهد (بدون NaCl)(32.84 سم^2)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية التركيز الملحي الأدنى (50 NaCl mM) (25.56 سم^2)، في حين كان متوسط المساحة الورقية الأدنى معنوياً عند التركيز الملحي الأعلى (150 NaCl mM) (11.180 سم^2) (الجدول، 5). وكان متوسط المساحة الورقية الأعلى معنوياً لدى الصنفين $Doma_1$ و$Bouhoth_{11}$ وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (26.25، 24.42 سم^2 على التوالي)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية الطرازين

Aghamatales، $Cham_3$ وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (23.47، 23.03 سم^2 على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الطرازين Icaverve، Icamber وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (17.59، 18.55 سم^2 على التوالي). أمّا بالنسبة للتفاعل بين الطرز الوراثية والمستويات الملحية المختلفة، فقد كان متوسط المساحة الورقية في النبات الأعلى معنوياً لدى الطرز Aghamatales، $Doma_1$، $Bouhoth_{11}$، $Cham_3$، Bezater عند المعاملة الشاهد (بدون NaCl) وبدون فروقاتٍ معنوية بينها (37.16، 36.56، 35.63، 34.43، 33.84 سم^2 على التوالي)، في حين كان متوسط المساحة الورقية الأدنى معنوياً عند التركيز الملحي الأعلى (150 mM NaCl) في الطرازين الوراثيين Icaverve، Aghamatales وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (9.040، 9.323 سم^2 على التوالي) (الجدول،5). عموماً، يُعزى التباين في صفة المساحة الورقية بين الطرز الوراثية والمستويات الملحية إلى التباين في عدد الأوراق المتشكلة في النبات، حيث كان متوسط المساحة الورقية في النبات الأعلى معنوياً لدى الطرز الوراثية التي امتلكت نسبياً عدداً أكبر من الأوراق، كما هو الحال في الصنفين $Doma_1$، $Bouhoth_{11}$ (6.438، 5.938 ورقة.نبات$^{-1}$ على التوالي)، في حين كان متوسط عدد الأوراق في النبات الأدنى معنوياً لدى الطرازين Icaverve وIcamber وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (4.063، 4.375 ورقة.نبات$^{-1}$ على التوالي)، اللذين كان متوسط المساحة الورقية في النبات فيهما الأدنى معنوياً، ولكن لا يتحدد متوسط المساحة الورقية في النبات ومن ثمّ دليل المساحة الورقية بمتوسط عدد الأوراق المتشكلة فقط وإنّما بمتوسط مساحة الورقة الواحدة. عموماً، يُحدد حجم المسطح الورقي الأخضر كمية الأشعة الضوئية المعترضة (Intercepted light energy (I، والممتصة Absorbed، ومن ثمّ كفاءة النباتات في تحويل الطاقة الضوئية الفعّالة في عملية التمثيل الضوئي إلى طاقةٍ كيميائية مخزونة في روابط المركبات العضوية المُصنّعة (السكريات)، أي تُحدد كفاءة النباتات التمثيلية، ومن ثمّ كمية المادة الجافة الكلية المُصنّعة بعملية التمثيل الضوئي Photosynthesis. عموماً، يؤدي تعرّض جذور النباتات لتراكيز مرتفعة من الأملاح إلى تراجع مساحة الأوراق (Munns et al, 1986,143)، حيث تؤثر الأملاح الزائدة سلباً في معدّل استطالة الخلايا وانقسامها، نتيجة اراجع كمية المياه الممتصة، ومن ثمّ تراجع ضغط الامتلاء، ما يؤدي إلى تثبيط استطالة الخلايا، ويمكن أن يؤدي ارتفاع تركيز الشوارد المعدنية الضّارة في سيتوبلاسم الخلايا النباتية إلى تثبيط الانقسام الخلوي، ما يؤدي إلى تراجع كلٍ من عدد الأوراق، ومساحة الورقة الواحدة (Volkmar et al, 1998,19). عموماً، يُعزى التراجع في متوسط طول كلٍ من البادرات، وطول الجذور وعددها، وعدد الأوراق والمساحة الورقية في النبات عند المستويات الملحية الأعلى بالمقارنة مع الشاهد، نتيجة ازدياد وطأة الإجهاد الملحي (التأثير الحلولي Osmotic effect) في محلول النمو، نتيجة ازدياد تركيز الأملاح الذوّابة (NaCl)، حيث تعمل جزيئات الملح على مسك/ربط جزيئات المياه، ما يؤدي إلى تراجع قيمة الجهد المائي (يصبح الجهد المائي أكثر سلباً)، فتقل بذلك كمية المياه الحرّة المتاحة للبادرات، ما يؤثر سلباً في معدّل امتصاص المياه من قبل المجموع الجذري، وتُصبح كمية المياه الممتصة غير كافية لتعويض الماء المفقود بالنتح Transpiration عن طريق الأجزاء الهوائية، ما يؤدي إلى تراجع جهد الامتلاء داخل خلايا السوق والأوراق والجذور وتثبيط استطالتها Expansion، حيث يُعد جهد الامتلاء بمنزلة القوة الفيزيائية التي تدفع جدر الخلايا النباتية على الاستطالة (Cossgrove, 1989, 88). عموماً، يمكن أن يُعزى التباين الوراثي بين الطرز الوراثية المدروسة في جميع الصفات السابقة المدروسة إلى التباين في المقدرة على التعديل الحلولي، والناقلية المسامية (gs) في البيئات المجهدة، الأمر الذي يُفسّر التباين في معدّل امتصاص المياه ومعدّل فقدها بالنتح عن طريق المسامات أثناء عملية التبادل الغازي، ومن ثمّ التباين في قيم ضغط الامتلاء، الذي يُعد العامل الرئيس المحدد لمعدّل نمو البادرات واستطالة الأوراق. تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه التومي (95 ,2012) في محصول القمح.

الجدول (5): تأثير معاملات الإجهاد الملحي (NaCl) في المساحة الورقية (سم^2) لدى طرز القمح المدروسة.

الطرز الوراثية	المعاملات (NaCl Mm)				متوسط الطرز
	0	50	100	150	
Bezater	^{ABC}33.838	^{F}20.972	^{HIJ}15.390	^{MN}9.322	**^{C}19.881**
Doma$_1$	^{A}36.557	^{AB}34.395	^{FG}20.365	^{IJKLM}13.668	**^{A}26.246**
Cham$_3$	^{AB}34.432	^{DE}28.835	^{FGHI}17.503	^{JKLMN}11.355	**^{B}23.031**
Aghamatales	^{A}37.157	^{DE}27.550	^{FGH}18.522	^{KLMN}10.642	**^{B}23.468**
Cham$_5$	^{BCD}31.178	^{F}21.227	^{GHI}16.305	^{JKLMN}11.408	**^{C}20.029**
Icamber	^{DE}27.813	F21.407	^{HIJK}15.202	^{LMN}9.790	**^{CD}18.553**
Bouhoth$_{11}$	^{AB}35.632	^{CDE}29.282	^{FGH}18.557	^{HIJKL}14.195	**^{AB}24.417**
Icaverve	^{E}26.098	^{FG}20.815	^{HIJK}14.422	^{N}9.040	**^{D}17.594**
متوسط المعاملات	**^{A}32.838**	**^{B}25.561**	**^{C}17.033**	**^{D}11.177**	-

	المعاملات	الطرز	التفاعل
LSD(%1)	4.020 ف	2.285	4.571
CV(%)	11.33		

تُشير الأحرف المتماثلة على مستوى الأعمدة والسطور إلى عدم وجود فروقاتٍ معنوية عند معنوية 0.01.

متوسط الوزن الجاف للنبات (غ): بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P\leq0.01$) في صفة متوسط الوزن الجاف للنباتات بين المستويات الملحية المختلفة من ملح NaCl، وبين الطرز الوراثية، والتفاعل المتبادل بينهما. يُلاحظ أنّ متوسط الوزن الجاف للنبات كان الأعلى معنوياً في المعاملة الشاهد (بدون NaCl)(0.362 غ)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية التركيز الملحي الأدنى (NaCl mM 50) (0.167غ)، وانخفض متوسط الوزن الجاف للنباتات طرداً مع ازدياد تركيز ملح كلوريد الصوديوم في وسط النمو، حيث كان متوسط الوزن الجاف الأدنى معنوياً عند التركيزين الملحيين 150 mM، 100 NaCl mM وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (0.040، 0.089غ على التوالي) (الجدول، 6). وكان متوسط الوزن الجاف للنباتات الأعلى معنوياً لدى الصنف Bouhoth$_{11}$ (0.242غ)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية الطرازين Doma$_1$، Cham$_3$ وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (0.191، 0.166 غ على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الطرز Icaverve، Bezater، Icamber، Aghamatales وبدون فروقاتٍ معنوية بينها (0.099، 0.112، 0.115، 0.132 غ على التوالي) (الجدول، 6). ويُلاحظ بالنسبة للتفاعل بين الطرز والمستويات الملحية المختلفة، فقد كان متوسط الوزن الجاف للنبات الأعلى معنوياً لدى الطرز Bouhoth$_{11}$، Cham$_3$، Doma$_1$ عند المعاملة الشاهد (بدون NaCl) وبدون فروقاتٍ معنوية بينها (0.450، 0.383، 0.372 غ على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً عند التركيز الملحي الأعلى (NaCl mM 150) لدى الطرز Icaverve، Bezater، Cham$_3$ وبدون فروقاتٍ معنوية بينها (0.016، 0.031، 0.039 غ على التوالي) (الجدول، 6). يُعزى التباين الوراثي في الوزن الجاف بين الطرز الوراثية والمستويات الملحية بشكلٍ رئيس إلى التباين في المساحة الورقية وعدد الأوراق في النبات، وارتفاع النبات، وطول الجذور وعددها. توافقت هذه النتائج مع ما توصلت إليه طاهر (120 ,2021) في محصول الشعير. عموماً، يمكن أن يُعزى تراجع معدّل نمو النباتات في البيئات المجهدة ملحياً إلى انغلاق المسامات Stomatal closure، ما يؤثر سلباً في معدّل انتشار غاز الفحم (CO_2)، وتركيز غاز الفحم المتاح في مراكز التثبيت، ما يؤثر سلباً في معدّل صافي التمثيل الضوئي Net photosynthetic rate (Pn) تحت ظروف الإجهاد الملحي،

وبخاصةٍ عند المستويات الملحية المرتفعة (Mbarki *et al*, 2018,85 ؛ Yan *et al* 2013,35). توافقت هذه النتائج مع ما توصل إليه Stevens وآخرون (2006, 77) من أنّ الإجهاد الملحي يؤثر سلباً في نشاط العديد من الأنزيمات المهمة في عملية التمثيل الضوئي، ومحتوى الأوراق من الأصبغة اليخضورية، والكاروتينات، بالإضافة إلى تخريب بروتينات النظام الضوئي الثاني Photosystem II (Lotfi et al, 2020,26 ؛ Lee *et al*, 2015,2463).

الجدول (6): تأثير معاملات الإجهاد الملحي (NaCl) في الوزن الجاف لدى طرز القمح المدروسة.

الطرز الوراثية	المعاملات (NaCl Mm)				متوسط الطرز
	0	50	100	150	
Bezater	^{CDE}0.246	^{HIJKLM}0.106	^{IJKLM}0.066	^{LM}0.031	**12^{D}0.1**
$Doma_1$	^{AB}0.372	^{DEFG}0.220	^{GHIJKL}0.120	^{KLM}0.053	**^{B}0.191**
$Cham_3$	^{AB}0.383	^{EFGHI}0.167	^{HIJKLM}0.076	^{LM}0.039	**^{BC}0.166**
Aghamatales	^{DEF}0.224	^{EFGHIJ}0.157	8^{HIJKLM}0.09	1^{KLM}0.05	**^{CD}0.133**
$Cham_5$	^{BCD}0.291	^{EFGH}0.170	^{HIJKLM}0.087	^{KLM}0.044	**^{BCD}0.148**
Icamber	^{CDE}0.255	^{HIJKLM}0.090	^{HIJKLM}0.070	^{KLM}0.046	**^{CD}0.115**
$Bouhoth_{11}$	^{A}0.450	^{BC}0.334	^{FGHIJK}0.141	^{KLM}0.045	**^{A}0.243**
Icaverve	^{DEF}0.227	^{HIJKLM}0.095	^{JKLM}0.060	^{M}0.017	**^{D}0.100**
متوسط المعاملات	**^{A}0.306**	**^{B}0.167**	**^{BC}0.090**	**^{C}0.041**	-

	المعاملات	الطرز	التفاعل
LSD(%1)	**0.087 ف**	**0.051**	**0.102**
CV(%)	**7.525**		

تُشير الأحرف المتماثلة على مستوى الأعمدة والسطور إلى عدم وجود فروقاتٍ معنوية عند معنوية 0.01.

5- الاستنتاجات Conclusions:

1. سبَّب ازدياد شدَّة الإجهاد الملحي تراجعاً معنوياً ومضطرداً في جميع الصفات المدروسة.
2. اختلفت طرز القمح المدروسة في مدى استجابتها للإجهاد الملحي المطبق، حيث كان متوسط طول البادرات، عدد الأوراق، المساحة الورقية، الوزن الرطب الأعلى معنوياً لدى الصنفين $Bouhoth_{11}$ و $Doma_1$، في حين كان متوسط طول الجذور الأعلى معنوياً لدى الصنف $Cham_3$، وكان متوسط عدد الجذور الأعلى معنوياً لدى الطراز Bezater، ما يُشير إلى وجود تباين وراثي مهم يمكن الاستفادة منه في برامج التربية والتحسين الوراثي.
3. يمكن اعتماد تقانة الزراعة في الزجاج في غربلة طرز القمح لتحمل الإجهاد الملحي عند مستوى البادرة الفتية بشكلٍ فعّال.

6- التوصيات والمقترحات:

1. استعمال تقانة التقييم في الزجاج كطريقةٍ سريعة وفعَّالة في سبر التباين الوراثي لتحمل الإجهاد الملحي في القمح، وذلك اعتماداً على استجابة معايير النمو المختلفة للإجهاد الملحي المطبق، نظراً لسهولتها وتوفيرها للوقت والجهد.
2. دراسة تأثير الإجهاد الملحي في الطرز المدروسة حقلياً ومقارنتها بالنتائج المخبرية، للتأكد من مصداقية تقانة الغربلة في الزجاج.

معلومات التمويل : هذا البحث ممول من جامعة دمشق وفق رقم التمويل (501100020595).

المراجع (References):

1. **التومي، عمر (2012).** تقويم أهم الآليات التكيفية المورفوفيزيولوجية المحددة لكفاءة محصول القمح (*Triticum spp.*) الإنتاجية في نظم الزراعة الجافة. رسالة دكتوراه، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، الجمهورية العربية السورية.
2. **طاهر، ديمن (2021).** تقييم استجابة بعض طرز الشعير للإجهاد الملحي في المزارع المائية والتربة اعتماداً على بعض الصفات الفيزيولوجية والبيوكيميائية، وتحديد المورثات المسؤولة عن ضبط تركيز شوارد الصوديوم في المكتنفات الخلوية الحسّاسة. أطروحة دكتوراه قدّمت غلى قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق.
3. **العودة، أيمن، صالح، رفيق، الشيخ علي، رؤى (2006).** تقييم استجابة بعض أصناف الشعير المحلية لتحمل الإجهاد الحلولي في مرحلة النمو الأولي. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد (22)، العدد (1)، الصفحات 15-36.
4. **المنظمة العربية للتنمية الزراعية. (2019).** الكتاب السنوي للإحصائيات الزراعية العربية، المجلد (38)، 2019.
5. Ashraf, M.; Athar, H.R.; Harris, P.J.C. and Kwon, T.R. (2008). **Some prospective strategies for improving crop salt tolerance.** Adv Agron 97: 45–110.
6. Ashraf, M. and Harris, P.J.C. (2005). **Abiotic Stresses: Plant Resistance Through Breeding and Molecular Approaches.** Haworth Press, New York, USA
7. Machado, R.M.A. and Serralheiro, R.P. (2017**). Soil salinity: effect on vegetable crop growth. management practices to prevent and mitigate soil salinization**. Horticulture, 3(2):30.
8. Isayenkov S.V. (2019). **Genetic sources for the development of salt tolerance in crops**. Plant Growth Regul, 89(1):1-17.
9. Emam, Y.; Hosseini, E. and Rafiei, N. 2013**. Response of early growth and sodium and potassium concentration in ten barley (*Hordeum vulgare L.*) cultivars under salt stress conditions.** Crop Physiol J, 19:5-15.
10. Safdar H, Amin A, Shafiq Y. (2019). **A review: impact of salinity on plant growth**. Nat Sci., 17:34-40.
11. Kang, G., Dongyun, M., Yingxin, X., and Lifang, W. 2019. **Determining the Optimal N Input to Improve Grain Yield and Quality in Winter Wheat With Reduced Apparent N Loss in the North China Plain**. Front. PlantSci10:181.doi: 10.3389/fpls.2019.00181.
12. Pirasteh-Anosheh H., Ranjbar G., Pakniyat H. 2016. **Physiological mechanisms of salt stress tolerance in plants: An overview**. In: Mahgoub Azooz M., Ahmad P.(ed.): Plant-Environment Interaction: Responses and Approaches to Mitigate Stress.Chapter8. Pp. 141-160. John Wiley & Sons,Ltd, Jammu and Kashmir.
13. Soltanpour, P.N. and Follett, R.H. 2001. **Crop tolerance to soil salinity Electronic Publishing Stress Physiology & Biochemistry**, 6:64-90.
14. Tejera, N.A., Soussi, M., Lluch, C., 2006. **Physiological and nutritional indicators of toleranceto salinity in chickpea plants growing under symbiotic conditions**. Environmentaland Experimental Botany 58, 17–24.
15. Munns R, Tester M. (2008). **Mechanisms of salinity tolerance**. Annual Review of Plant Biology 59, 651–681
16. Parida, A. and Das, A. B. 2005. **Salt tolerance and salinity effects on plant** : Areview. Ecotoxicology Envirpmental Safety. 60:324-349.
17. AL- Ouda, A. SH. 1999**. Genetic Variability in temperature and moisture stresstolerance in sun flower (*Helianthus annuua* L.)** Ph. D. Thesis, submitted to USA, India

18. Jai Gopal, and Kazuto Iwama. 2007. ***In vitro* screening of potato against water-stress mediated through sorbitol and polyethylene glycol**, 5 January.
19. Aghaei, K., A. A. Ehsanpour, G. Balaliand A. Mostajeran. 2008. **In vitro screening of potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars for salt tolerance using physiological parameters and RAPD analysis**. Journal of Agricultural and Environmental Sciences, 3 (2): 159-164.
20. Albiski, F.; S. Najla, R. Sanoubar, N. Alkabani and R. Murshed. 2012. ***In vitro* screening of potato lines for drought tolerance. Physio**l. Mol. Biol. Plants,18(4);315-321.
21. Murashige, T. and Skoog, F. 1962. **A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures**. Physiol. Plant., 15: 473-497.
22. Cossgrove, D.J. 1989.**Linkage of wall extension with water and solute uptake. Physiology of cell Expansion During plant growth** (D.J.Cossgrove and P. Knievel,ed, ed.), Am.Sci. Plant Physiology .Rockville,Md.P.88-100.
23. Munns, R. and Termaat, A. 1986**. Whole-plant responses to salinity.** Australian Journal of Plant Physiology 13: 143–160.
24. Volkmar, K.; Hu, Y. and Stephan, H. (1998). **Physiological responses of plants to salinity, a review.** Can J Plant Sci., 78: 19–27.
25. Mbarki S., Sytar O., Cerdà A., Zivcak, M., Rastogi, A., He, X., Zoghlami, A., Abdelly, C., Brestic, M. 2018**. Strategies to mitigate the salt stress effects on photosynthetic apparatus and productivity of crop plants**;.p. 85–136.
26. Yan K., Shao H., Shao, C., Chen P, Zhao S, Brestic M, Chen X. 2013**. Physiological adaptive mechanisms of plants grown in saline soil and implications forsustainable saline agriculture in coastal zone**. Acta Physiol Plant.; (10):2867 35–78
27. Stevens J., Senaratna T., Sivasithamparam K. 2006. **Salicylic acidinduces salinity tolerance in tomato (*Lycopersicon esculentum*cv. Roma): associated changes in gas exchange, water relationsand membrane stabilization**. – Plant Growth Regul. **49**: 77-83.
28. Lotfi R, Ghassemi-Golezani K, Pessarakli M. 2020. **Salicylic acid regulatesphotosynthetic electron transfer and stomatal conductance of mung bean(*Vigna radiata* L.) under salinity stress**. Biocatalysis and AgriculturalBiotechnology.; 26- 35.
29. Lee, S.S.; Shah, H.S.; Awad, Y.M.; Kumar, S.; Ok, Y.S. **Synergy effects of biochar and polyacrylamide on plants growth and soil erosion control**. *Environ. Earth Sci.* **2015**, *74*, 2463–2473.
30. Pascale, S., G. de Angelino, G. Graziani and A. Maggio. 2003**. Effect of salt stress on water relations and antioxidant activity in tomato. Acta**. Horticulture, 613: 39-46.