

تقييم استجابة بعض أصناف القمح (*Triticum Spp.*) لتحمل الإجهاد الملحي باستخدام معايير النمو في الزجاج

فهد البيسكي * وسيم محسن ** رمزي مرشد ***
بسام العاطله** خزامة قنطار** علا العيسى****

الملخص

نُفذت التجربة بهدف دراسة تأثير الإجهاد الملحي في بعض الصفات الشكلية لدى ثمانية أصناف من القمح المزروعة في الزجاج. تم تطبيق الإجهاد الملحي بإضافة تراكيز مختلفة من ملح كلوريد الصوديوم (NaCl) إلى وسط النمو (0، 50، 100 و 150 mM)، التي أعطت جهداً حلوياً يعادل -0.20، -0.40، -0.55 و -0.73 MPa، على التوالي. أظهرت النتائج تباين الأصناف المدروسة في استجابتها للإجهاد الملحي وفقاً للمؤشرات المدروسة. أدت إضافة ملح كلوريد الصوديوم إلى انخفاض جميع مؤشرات النمو بالمقارنة مع الشاهد. وأظهر التحليل العنقودي بناءً على مجموع القيم النسبية لمعايير النمو المدروسة توزيع الأصناف المدروسة ضمن ثلاث مجموعات مختلفة: ضمت المجموعة الأولى أربعة من الأصناف المتحملة للإجهاد الملحي هي بحوث 7، بحوث 11، جولان 2 وبحوث 8، وضمت المجموعة الثانية اثنين من الأصناف متوسطة التحمل للإجهاد الملحي هي شام 3 ودوما 4، وضمت المجموعة الثالثة اثنين من

*باحث في الهيئة العامة للتقانة الحيوية- وزارة التعليم العالي - دمشق.

**باحث في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية.

***أستاذ مساعد في قسم علوم البستنة - كلية الزراعة - جامعة دمشق.

****قائم أعمال في قسم علوم البستنة - كلية الزراعة - جامعة دمشق.

الأصناف الحساسة للإجهاد الملحي هي شام 10 ودوما 1. تُشير النتائج إلى إمكانية استعمال تقانة الغريلة في الزجاج كطريقة سريعة وفعّالة في سبر التباين الوراثي لتحمل الإجهاد الملحي في القمح.

الكلمات المفتاحية: القمح، الإجهاد الملحي، الزراعة في الزجاج، التحليل العنقودي.

Evaluation of the Response of Some Wheat (*Triticum Spp.*) Varieties for Salinity Stress Tolerance Using Growth Parameters *in-vitro*

Fahed Albiski* Wasim Mohsen** Ramzi Murshed***
Bassam Al Atalah** Khouzama Kountar** Ola Alessa****

Abstract

The experiment was conducted in order to study the effect of NaCl-induced salt stress on some growth traits in eight wheat varieties (*Triticum Spp.*) grown *in-vitro*. Salt stress was imposed by adding different concentrations of NaCl to the culture medium (0, 50, 100 and 150 mM), which are equal to -0.2, -0.4, -0.55 and -0.73 MPa on the osmotic potential basis. Results revealed a genetic variability in the response of the investigated varieties for salt stress based on the studied parameters. Progressive reduction in the studied parameters occurred as salt stress increased compared with control. Grouping all the varieties by cluster analysis, based on the growth parameters response to salt stress showed three distinct groups: The Salt stress tolerant group, which included four varieties (Bohouth7, Bohouth11, Guolan2 and Bohouth8), the moderately salt stress tolerant group, included two varieties (Sham3 and Doma4) and the salt stress susceptible group, included two varieties (Sham10 and Doma1). These results indicate the possibility of using the *in-vitro* screening to evaluate the genetic variability of wheat varieties for NaCl-induced salt stress tolerance.

Keywords: Wheat, Salt stress, *in-vitro* culture, Cluster analysis.

* Researcher at the Public Authority for Biotechnology- Ministry of Higher Education - Damascus.

** Researcher at the Public Authority for Agricultural Scientific Research.

*** Associat. Prof., Department of Horticulture Sciences - Faculty of Agriculture - Damascus University.

**** Acting in the Department of Horticulture Sciences - Faculty of Agriculture - Damascus University.

المقدمة:

يُعد القمح Wheat من أكثر المحاصيل أهمية وانتشاراً في العالم، ويُشكل الغذاء الأساسي في بلاد شمال أفريقيا وأوروبا وأمريكا الجنوبية والشمالية وأستراليا وبعض دول آسيا وأفريقيا. ويغطي هذا المحصول قرابة 19% من مجمل المساحة المزروعة بالحبوب في العالم (FAO، 2011)، ويؤمن هذا المحصول ما يُعادل 22% من الطاقة و19% من البروتين لبناء جسم الانسان و40-60% من الطاقة اليومية في دول غرب آسيا وشمال أفريقيا (CIMMYT، 2009).

يُعدّ القمح الطري Bread wheat (*Triticum aestivum* L.)، والقمح القاسي Durum wheat (*Triticum durum* L.) من بين أنواع القمح الأكثر أهمية من الناحية الزراعية والاقتصادية (FAO، 2015). يتبع القمح العائلة النجيلية (Gramineae) Poaceae، والقبيلة (Hordea) Triticeae، وتحت القبيلة Triticeae، والجنس *Triticum*، والقمح نبات ذاتي التلقيح self-pollinated، وتمتد زراعته بين خطي عرض 30° و60° شمالاً، و27°-40° جنوباً (Rajaram، 2001). بلغ إجمالي المساحة المزروعة بمحصول القمح عالمياً نحو 251 مليون هكتاراً، والإنتاج 704 مليون طناً، والإنتاجية قرابة 2800 كغ. هكتار⁻¹ (FAO، 2015). ويُعد القمح المحصول الحبي الأول في العديد من الدول العربية يُزرع بمساحة تُقدّر بنحو 10.363 مليون هكتاراً والإنتاجية قرابة 2.302 طن. هكتار⁻¹، والإنتاج بنحو 23.85 مليون طن (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 2015)، ويحتل القطر العربي السوري المرتبة الثالثة بمساحة بلغت 1.44 مليون هكتاراً، وإنتاجية 3.70 مليون طناً، وبمتوسط 2570 كغ. هكتار⁻¹ (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2015).

تؤثر الإجهادات اللاأحيائية Abiotic stress الجفاف والحرارة المرتفعة والملوحة... إلخ، في نمو وتطور وإنتاجية العديد من الأنواع المحصولية (Ghazi وزملاؤه،

(2007)، حيث يؤدي الإجهاد الملحي Salt Stress إلى تراجع الغلة الحبية في وحدة المساحة (Almansouri وزملاؤه، 2001).

يتمثل الإجهاد الملحي بزيادة تركيز الأملاح الذوابة في منطقة انتشار جذور النبات، حيث تصل هذه التراكيز إلى الحد الذي يؤثر في نمو النبات ويسبب تراجعاً في غلة المحصول، لأن معظم نباتات المحاصيل حساسة للملوحة (Gorai وزملاؤه، 2010)، في حين تستطيع الأنواع المحبة للملوحة أن تنمو عند مستويات ملحية تعادل تركيز ماء البحر (550mM NaCl)، وتتباين شدة تأثير الملوحة في النباتات تبعاً لنوع الأملاح، وتركيزها، والنوع النباتي، والصنف ضمن النوع، والمرحلة التطورية من حياة النبات (Soltanpour وزملاؤه، 2001).

يُعد الإجهاد الملحي من المشكلات الخطيرة التي تتعرض لها المحاصيل وبخاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة (Almansouri وزملاؤه، 2001). وتُعد ملوحة التربة إحدى أهم الإجهادات اللاأحيائية التي تحدد الإنتاجية في النظم البيئية الزراعية عالمياً. وتزايدت خطورة هذه المشكلة بشكل تدريجي نتيجة تجمع الأملاح في الترب نتيجة اتباع طرائق الري الخاطئة (الري بالغمر)، ومن المتوقع ازدياد مساحة الأراضي المتأثرة بالملوحة، الأمر الذي سيقبل من مساحة الأراضي الصالحة للزراعة بنحو 30 % خلال السنوات الـ 25 القادمة، ويمكن أن يصل إلى نحو 50% بحلول عام 2050. وهناك عدة دراسات تبين أن سبب تملح التربة يعود إلى تراكم شوارد الصوديوم (Na^+) والكلور (Cl)، وانخفاض في شوارد الكالسيوم (Ca^+) والبوتاسيوم (K^+) (Hassan وزملاؤه، 1988؛ Shaterian وزملاؤه، 2005). يؤثر الإجهاد الملحي سلباً في الإنتاج الزراعي في جميع أنحاء العالم، وذلك من خلال التأثير في الإنتاج وجودة المنتجات الزراعية (Yokoi وزملاؤه، 2002). تُسبب الملوحة الزائدة نوعين من الإجهادات: الإجهاد الحلولي Osmotic stress والإجهاد الأيوني Ionic stress، حيث يعمل الإجهاد الحلولي على خفض الجهد المائي (يصبح أكثر سلباً) في وسط النمو فيقل فرق التدرج في الجهد

المائي بين الوسط المحيط والنبات، ما يؤثر سلباً في معدل امتصاص الماء، ومن ثمَّ جهد الامتلاء Turgor Potential الضروري لتمدد جدر الخلايا واستطالتها (Yordanov وزملاؤه، 2003؛ Karlberg وزملاؤه، 2006).

من ناحيةٍ أخرى، يُسبب الإجهاد الأيوني Ionic stress وبخاصةً شوارد الصوديوم تراجعاً في معدل النمو والإنتاج (Munns، 2002). ويحد الإجهاد الملحي من التوازن المائي والشاردي على المستوى الخلوي وفي النبات الكامل، ويؤدي مثل هذا تراجع العديد من العمليات الحيوية، وتوقف النمو، وقد يتسبب في موت النبات (Glenn وزملاؤه، 1999)، وتُسبب الملوحة زيادة معدل نفاذية الشوارد السامة مثل Na^+ و Cl^- الأمر الذي يؤثر سلباً في العديد من العمليات الاستقلابية، ويُثبط امتصاص العناصر المغذية الأخرى اللازمة لنمو أجزاء النباتات وتطورها (Hamdia وزملاؤه، 2010)، حيث تستطيع النباتات النامية تحت ظروف نمو مناسبة تحافظ على نسبة مرتفعة من شوارد الصوديوم/البوتاسيوم (K^+/Na^+) داخل السيتوبلازم (Edwardo وزملاؤه، 2000) ويُسبب ارتفاع تركيز Na^+ في الوسط الخارجي للنبات يسبب تغير الجهد الكهربائي لغشاء الخلية، ما يؤدي إلى ارتفاع نقله إلى داخل السيتوبلازم، وهذا إما أن يطرح من النبات أو يحتجز ضمن الفجوات الخلوية (Aurelie وزملاؤه، 1995).

تؤثر الملوحة سلباً في امتصاص العناصر المعدنية المغذية الضرورية مثل البوتاسيوم (K^+) والكالسيوم (Ca^{++}) والمغنزيوم (Mg^{++}) والصوديوم (Na^+) والنترات (NO_3^-) (Sairam وزملاؤه، 2005)، (El-Hendawy وزملاؤه، 2005)، تُقلل الملوحة الناتجة عن NaCl من فعالية شوارد الكالسيوم (Ca^{++}) ومن حركته ونقله إلى الأعضاء النامية في النبات، الأمر الذي يؤثر سلباً في نمو كل من الأعضاء الخضرية والتمرية وتطورها، وتُسبب ظهور أعراض السمية بهذه العناصر (Borsani وزملاؤه، 2003؛ Tavakkoli وزملاؤه 2010). وعلى الرغم من أن الكلور ضروري لتنظيم نشاط بعض الأنزيمات في السيتوبلازما وهو عامل مساعد في التمثيل الضوئي وكذلك تنظيم

الرقم الهيدروجيني (pH)، فإنه يعتبر ساماً عندما تتراكم بتركيز مرتفعة ضمن سيتوبلازم الخلايا النباتية (Xu وزملاؤه، 2011)، (White وزملاؤه، 2001).

تمتلك النباتات عدة آليات فيزيولوجية وبيوكيميائية وجزئية لتحمل إجهاد الملوحة، تتضمن هذه الآليات عموماً، التراكم الانتقائي للأيونات، وضبط امتصاص الشوارد الضارة مثل $(Cl^-، Na^+)$ عبر الجذور وانتقاله إلى الأوراق، وتعديل تركيب الغشاء الخلوي ونشاط الأنزيمات المضادة للأكسدة وتراكم الذائبات العضوية التوافقية Organic compatible solutes في سيتوبلازم الخلية النباتية (Noble وزملاؤه، 1993).

يؤدي تعريض النبات للإجهاد الملحي أو المائي إلى إحداث تغيرات مختلفة سواء كانت شكلية أو فيزيولوجية، وبالتالي فإن مقدرة النبات على تحمل هذه الظروف يتحدد بعدد من التفاعلات الأيضية التي تمكن النبات من امتصاص الماء والاحتفاظ به تحت ظروف الإجهاد، وكذلك الحفاظ على وظائف الصانعات الخضراء Chloroplast والتوازن الأيوني (Parida وزملاؤه، 2005).

لا يزال التقدم الوراثي في برامج التربية والتحسين الوراثي لتحمل الإجهاد الملحي بطيئاً جداً، ويُعزى ذلك إلى كون صفة تحمل الإجهادات اللاأحيائية Abiotic stresses من الصفات الكمية المعقدة Intricate traits، بالإضافة إلى عدم الفهم الكامل للأسس الوراثية لتحمل الملوحة، وبخاصة تحت الظروف الحقلية، ناهيك عن وجود تفاعل كبير بين البيئة والعوامل الوراثية المحددة المرتبطة بالغلة الاقتصادية تحت الظروف الحقلية، لهذا فإن الكثير من البحوث ركزت على إيجاد أسلوب تقييم مناسب يسمح في سير التباين الوراثي بين طرز القمح لتحمل الملوحة، وخاصةً أسلوب الغرلة الذي لا يسمح فقط بتقييم الأصناف الوراثية استناداً إلى مقدرتها على البقاء على قيد الحياة Survival ضمن ظروف الإجهاد، وإنما يستطيع أيضاً سير التباين في مقدرة الأصناف الوراثية على استعادة النمو بعد زوال العامل البيئي المُحدّد للنمو (Al-Ouda، 1999).

تُعد زراعة الأنسجة من أكثر الطرق المستخدمة كفاءةً في غربلة الأصناف الوراثية لتحمل الإجهادات للأحيائية (الملوحة، الجفاف)، وتحديد الفروقات بين الأصناف خلال مرحلة الإنبات والنمو لمجموعةٍ كبيرةٍ من النباتات (Kulkarni وDeshpande، 2007). إنَّ تأثير الإجهاد الحلوي في نمو النبيتات بزراعة النسخ يشابه تأثير الظروف الحقلية (Jai وKazuto، 2007)، ويدل هذا التشابه في تأثير الإجهاد الحلوي في أنه يمكن استخدام النباتات المزروعة في الأنابيب كبديل للتقييمات الحقلية المجهددة والمكلفة (Aghaei وزملاؤه، 2008؛ Iwama وزملاؤه، 2006). استعملت في بعض المحاصيل العديد من المركبات الكيميائية التي تُسبب الإجهاد الحلوي في الزجاج لتقليد الظروف البيئية السائدة في الحقل من حيث قلة الماء المتاح، ومن هذه المواد ملح كلوريد الصوديوم (NaCl)، ومركبات البولي إيثيلين غليكول (PEG)، والسوربيتول، والمانيتول كعوامل مسببة للإجهاد بزراعة النسخ لانتخاب الأصناف الوراثية المتحملة للملوحة والجفاف (Hohl وزملاؤه، 1991؛ العودة، 2005).

تُقلل إضافة ملح كلوريد الصوديوم إلى وسط الزراعة من الجهد المائي Water Potential في الوسط ويصبح أكثر سلباً، مما يُحرّض على حدوث الإجهاد الحلوي، الذي يؤثر سلباً في كلٍ من النمو الخضري والجذري للنبيتات (Lahlou وزملاؤه، 2005). تمَّ استعمال هذه المركبات كعوامل مسببة للإجهاد الحلوي بزراعة النسخ لانتخاب الطرز الوراثية المتحملة للإجهادات للأحيائية في بعض المحاصيل مثل التوت Mulberry (*Morus spp.*) (Tewary وزملاؤه، 2000)، والقمح الطري (*Triticum aestivum* L.) (العودة وزملاؤه، 2005؛ Almansouri وزملاؤه، 2001)، والبطاطا Potato (Albiski وزملاؤه، 2012). 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 لتحديد إمكانية استعمال تقانة الغربلة كوسيلة فعّالة

في سبر التباين الوراثي لدى بعض طرز القمح القاسي والطري من حيث مقدرتها على تحمل الإجهاد الملحي في الزجاج.

مواد البحث وطرائق العمل:

زمان ومكان تنفيذ البحث:

نُفذ البحث في مخبر التقانات الحيوية النباتية في الهيئة العامة للتقانة الحيوية بدمشق، خلال عامي 2015-2016.

المادة النباتية:

استعمل في تنفيذ هذا البحث أربعة طرز من القمح القاسي (شام 3، دوما 1، بحوث 11، بحوث 7)، والقمح الطري (بحوث 8، شام 10، دوما 4، جولان 2)، والتي تم الحصول عليها من الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية.

غُسلت البذور بالماء الجاري ثم غمرت بالكحول الايثيلي (تركيز 70%) مدة دقيقة واحدة مع التحريك، ثم عُمِلت بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم (NaOCl) (تركيز 3%) مدة 20 دقيقة مع إضافة محلول TWEEN 20 لزيادة فعالية عملية التطهير من خلال تخفيف التوتر السطحي، ثم غُسلت البذور بالماء المقطر المعقم ثلاث مرات متتالية، وذلك بمعدل 5 دقائق لكل مرة. زُرعت العينات النباتية في وسط Murashige and Skoog (MS) (1962)، 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 تم تعقيم الأنابيب في جهاز التعقيم الرطب Autoclave على درجة حرارة 121 م° وضغط 1.04 كغ.سم² مدة 20 دقيقة. حُضنت الأنابيب المزروعة بغرفة النمو على درجة حرارة 22±2 م° وإضاءة 16 ساعة/8 ظلام وشدة ضوئية 3000 لوكس.

معاملات الإجهاد الملحي:

تم تطبيق الإجهاد الملحي بإضافة تراكيز مختلفة من ملح كلوريد الصوديوم (NaCl) (0، 50، 100 و150 mM) إلى وسط النمو، التي تعادل جهداً حلوياً لوسط النمو مقداره -0.20، -0.40، -0.55 و-0.73 MPa، على التوالي، وتعادل ناقليّة كهربائية لوسط النمو مقدارها 5.8، 10.2، 14.8 و20 mS.cm⁻¹. كُررت التجربة مرتين، وبمعدل 16 مكرراً لكل معاملة.

المؤشرات المدروسة:

بعد مضي 45 يوماً من تطبيق الإجهاد الملحي، تم قياس طول النبات وطول الجذور (سم)، عدد الأوراق والجذور، وُسجل الوزن الرطب والجاف للنباتات باستعمال الميزان الحساس (دقة ±0.0000)، وذلك بعد تجفيفها على درجة حرارة 110 م° حتى ثبات الوزن (Albiski وزملاؤه، 2012)، وتم حساب المحتوى المائي (%) للنبات PWC وفق العلاقة الآتية (Tourneux وزملاؤه، 2003):

$$\text{المحتوى المائي (\%)} = \frac{[\text{الوزن الرطب المشبع} - \text{الوزن الجاف}]}{\text{الوزن الرطب المشبع}} \times 100.$$

محتوى المادة الجافة DWC (%) تم حساب محتوى المادة الجافة DWC (%) وفق العلاقة الآتية (Albiski وزملاؤه، 2012):

$$\text{محتوى المادة الجافة DWC (\%)} = 100 - \text{المحتوى المائي للنبات}$$

التصميم التجريبي والتحليل الإحصائي:

صُممت التجربة وفق التصميم العشوائي التام (RCD) بمعدل 16 مكرر لكل معاملة. وحُللت النتائج باستخدام برنامج XLSTAT وأجري تحليل التباين (Two way ANOVA) باستخدام اختبار Fisher، حيث تمت مقارنة المتوسطات وحساب قيمة أقل فرق معنوي LSD عند مستوى معنوية 1%.

أجري التحليل العنقودي لمدى تحمل الأصناف للإجهاد الملحي بناءً على مجموع القيم النسبية لمعايير النمو المدروسة بين الشاهد ومعاملة الإجهاد حسب المعادلة التالية:

$$RV_{SY-C.n} = \sum \left(\frac{S_{p1 \rightarrow p8} * 100}{C_{p1 \rightarrow p8}} \right)$$

حيث $R_{SY-C.n}$ مجموع القيم النسبية الخاصة بالصنف، $S_{p1 \rightarrow p8}$ قيمة المؤشر المدروس (ثمانية مؤشرات) في النبات المجهد، $C_{p1 \rightarrow p8}$ قيمة المؤشر في النبات الشاهد (Vergudenhil وزملاؤه، 2007).

النتائج والمناقشة:

معايير النمو تحت تأثير الإجهاد الملحي:

1. طول النبات:

يبين الجدول (1) وجود انخفاض معنوي في طول بين الأصناف المدروسة ومعاملات الإجهاد الملحي المطبق عليها في وسط النمو. حيث تفوق الصنف بحوث 8 معنوياً من حيث طول النبات (18.29 سم) على الأصناف دوما 1، دوما 4، بحوث 11 وبحوث 7، أما بالنسبة لبقية الأصناف المدروسة، فلم يلاحظ وجود فروقات معنوية بينها. بالنسبة لتأثير الإجهاد الملحي في طول النبات، لوحظ انخفاض طول النبات بشكل عام مع زيادة شدة الإجهاد الملحي. وسجلت أدنى قيمة لطول النبات في الصنف دوما 1 في معاملات الإجهاد 0، 50، 100 و 150 mM (3.47، 10.21، 18.29، 15.86 سم، على التوالي). قد يعزى الانخفاض الحاصل في طول النبات مع زيادة الإجهاد الملحي إلى إعاقة امتصاص الماء والعناصر المعدنية الناتج عن انخفاض الفرق في الجهد الحلولي ما بين النبات ووسط النمو (Piwowarczyki وزملاؤه، 2014). ويعد ضغط الامتلاء العامل الأساسي الذي يدفع الجدار الخلوي للخارج، ما يؤدي إلى استطالة

الخلية، وبالتالي فإن انخفاض ضغط الامتلاء يؤدي إلى انخفاض استطالة الخلايا النباتية (Taiz و Zeiger، 2006؛ Cossgrove، 1989).

الجدول (1): تأثير معاملات الإجهاد الملحي في طول نباتات أصناف القمح المدروسة.

متوسط الأصناف	طول النبات (سم)					الأصناف
	المعاملات (mM NaCl)					
	LSD _{0.01} بين المعاملات	150	100	50	0	
15.48 ^{ABC}	0.70	5.29 ^d	16.86 ^c	18.93 ^b	20.86 ^a	شام 3
11.96 ^C	1.92	3.47 ^c	10.21 ^b	15.86 ^a	18.29 ^a	دوما 1
14.13 ^{BC}	0.75	6.93 ^c	13.74 ^b	17.71 ^a	18.14 ^a	بحوث 11 11
14.57 ^{BC}	1.68	9.00 ^c	15.00 ^b	16.43 ^{ab}	17.86 ^a	بحوث 7
18.29 ^A	1.83	12.86 ^c	18.86 ^b	19.29 ^{ab}	22.14 ^a	بحوث 8
15.50 ^{ABC}	1.35	6.21 ^d	13.93 ^c	19.00 ^b	22.86 ^a	شام 10
13.51 ^C	1.48	4.24 ^c	13.21 ^b	17.86 ^a	18.71 ^a	دوما 4
17.2 ^{AB}	0.92	13.50 ^c	16.64 ^b	18.14 ^b	20.57 ^a	جولان 2
2.38	LSD _{0.01} (بين الأصناف)					

*يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في السطر الواحد إلى الفروق المعنوية بين المعاملات ضمن الصنف الواحد، ويشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود الواحد إلى الفروق المعنوية بين الأصناف عند مستوى ثقة 99%.

2. عدد الأوراق:

يبين الجدول (2) تأثير معاملات الإجهاد الملحي في عدد الأوراق في النبات مع زيادة شدة الإجهاد الملحي المطبق حسب الصنف، حيث تفوق الصنف شام 10 معنوياً من حيث عدد الأوراق المتكونة على النبات الواحد (5.54 ورقة. نبات¹) على الأصناف دوما 1، دوما 4، بحوث 11، جولان 2، بحوث 7، بحوث 8 وشام 3، بينما تفوقت الأصناف

شام3، بحوث8، بحوث7، جولان2 معنوياً من حيث عدد الأوراق المتكونة على النبات الواحد على الأصناف دوما1، دوما4، بينما تفوق الصنف بحوث11 (4.39 ورقة.نبات¹) معنوياً على الصنف دوما1 (3.29 ورقة.نبات¹)، أما بالنسبة لبقية الأصناف المدروسة، فلم يُلاحظ وجود فروقاتٍ معنوية بينها. بالنسبة لتأثير الإجهاد الملحي في طول النبات، لوحظ انخفاض طول النبات بشكلٍ عام مع زيادة شدة الإجهاد الملحي. وسجلت أدنى قيمة لعدد الأوراق في الصنف دوما1 في معاملات الإجهاد 0، 50، 100 و 150 mM (5.14، 3.43، 2.57 و 2 ورقة.نبات¹ على التوالي). يعود الانخفاض في عدد الأوراق تحت تأثير الملوحة إلى انخفاض طول النبات وبالتالي انخفاض عدد العقد الساقية، ويؤدي تراكم NaCl في الجدر الخلوية وفي سيتوبلازم خلايا الأوراق، ووصولها إلى مستويات سامة إلى تثبيط انقسام الخلايا النباتية، مما يؤثر سلباً في عدد الأوراق المتشكلة (Munns، 2002).

الجدول (2): تأثير معاملات الإجهاد الملحي في عدد الأوراق لنباتات أصناف القمح المدروسة.

متوسط الأصناف	عدد الأوراق في النبات (ورقة/نبات ¹)					الأصناف
	المعاملات (mM NaCl)					
	LSD _{0.01} بين المعاملات	150	100	50	0	
5.29 ^{AB}	0.67	2.00 ^c	5.29 ^b	6.43 ^a	7.43 ^a	شام 3
3.29 ^D	0.47	2.00 ^c	2.57 ^c	3.43 ^b	5.14 ^a	دوما 1
4.39 ^{BC}	0.57	4.14 ^a	4.27 ^a	4.43 ^a	4.71 ^a	بحوث 11 11
5.04 ^{AB}	1.06	4.00 ^b	4.86 ^{ab}	5.00 ^{ab}	6.29 ^a	بحوث 7
5.29 ^{AB}	0.75	4.14 ^b	4.71 ^b	6.14 ^a	6.14 ^a	بحوث 8
5.54 ^A	0.57	2.43 ^c	6.00 ^b	6.00 ^b	7.71 ^a	شام 10
3.71 ^{CD}	0.59	2.29 ^c	3.14 ^{bc}	4.00 ^b	5.43 ^a	دوما 4
4.89 ^{AB}	0.51	4.00 ^c	4.57 ^{bc}	4.86 ^b	6.14 ^a	جولان 2
0.67	LSD _{0.01} (بين الأصناف)					

*يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في السطر الواحد إلى الفروق المعنوية بين المعاملات ضمن الصنف الواحد، ويشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود الواحد إلى الفروق المعنوية بين الأصناف عند مستوى ثقة 99%.

3. طول الجذور:

يبين الجدول (3) اختلاف طول جذور الأصناف المدروسة من حيث استجابتها للإجهاد الملحي، حيث انخفض طول الجذور المتكونة على النبات الواحد مع زيادة شدة الإجهاد الملحي، ويُلاحظ تفوق الصنف بحوث 11 معنوياً من حيث متوسط طول الجذور المتكونة على النبات الواحد (9.20 سم) على الأصناف 10، 10، جولان 2، كما تفوق الصنف بحوث 8 معنوياً (8.86 سم) على الأصناف 10، 10 (4.75 سم) وجولان 2 (5.46 سم)، بينما تفوق الصنف بحوث 7 معنوياً (7.89 سم) على الصنف 10، أما بالنسبة لبقية الأصناف المدروسة، فلم يلحظ وجود فروقات معنوية بينها. لوحظ انخفاض طول الجذور بشكلٍ عام مع زيادة شدة الإجهاد الملحي. وسجلت أدنى قيمة لطول الجذور في الصنف جولان 2 في معاملات الإجهاد 0، 50، 100 و150 mM (9.21، 7.14، 3.43 و2.07 سم، على التوالي).

الجدول (3): تأثير معاملات الإجهاد الملحي في طول الجذور لنباتات أصناف القمح المدروسة.

متوسط الأصناف	طول الجذور (سم)					الأصناف
	المعاملات (mM NaCl)					
	LSD _{0.01} بين المعاملات	150	100	50	0	
6.64 ^{ABC}	0.77	3.07 ^c	5.93 ^b	8.50 ^a	9.07 ^a	شام 3
6.95 ^{ABC}	1.03	2.44 ^c	4.57 ^b	9.64 ^a	11.14 ^a	دوما 1
9.20 ^A	1.31	3.71 ^c	6.64 ^b	12.43 ^a	14.00 ^a	بحوث 11 11
7.89 ^{AB}	2.26	2.50 ^b	5.00 ^b	11.79 ^a	12.29 ^a	بحوث 7
8.86 ^A	1.65	3.00 ^c	5.71 ^b	12.29 ^a	14.43 ^a	بحوث 8
4.75 ^C	0.49	1.57 ^d	2.71 ^c	5.36 ^b	9.36 ^a	شام 10
6.61 ^{ABC}	1.36	2.29 ^c	4.93 ^b	6.71 ^b	12.50 ^a	دوما 4
5.46 ^{BC}	1.16	2.07 ^c	3.43 ^c	7.14 ^b	9.21 ^a	جولان 2
1.82	LSD _{0.01} (بين الأصناف)					

*يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في السطر الواحد إلى الفروق المعنوية بين المعاملات ضمن الصنف الواحد، ويشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود الواحد إلى الفروق المعنوية بين الأصناف عند مستوى ثقة 99%.

4. عدد الجذور:

يبين الجدول (4) اختلاف عدد جذور الأصناف المدروسة فيما بينها بحسب استجابتها للإجهاد الملحي، حيث انخفض عدد الجذور المتكونة على النبات الواحد مع زيادة شدة الإجهاد الملحي، حيث تفوق الصنف بحوث8 معنوياً من حيث متوسط عدد الجذور المتكونة على النبات الواحد (9.54 جذر.نبات⁻¹) على الأصناف دوما4، دوما1، بحوث7، شام3 وجولان 2 (4.79، 5، 5.18، 6.32 و 6.36 جذر.نبات⁻¹، على التوالي)، كما تفوق الصنف بحوث11 (8.21 جذر.نبات⁻¹) معنوياً على الأصناف

دوما4، دوما1، بحوث7، شام3 وجولان2، وتفوق الصنف شام10 (7.18 جذر.نبات¹) معنوياً على الأصناف دوما4، دوما1 وبحوث7، بينما تفوق الصنفين جولان2 وشام3 (6.36، 6.32 جذر.نبات¹، على التوالي) معنوياً على الصنف دوما4. أما بالنسبة لبقية الأصناف المدروسة فلم يُلاحظ وجود فروقاتٍ معنوية بينها. لوحظ انخفاض عدد الجذور بشكلٍ عام مع زيادة شدة الاجهاد الملحي. وسجلت أدنى قيمة لطول الجذور في الصنف دوما1 في معاملات الإجهاد 0، 50، 100 و 150 mM (8.14، 5.86، 4.00 و 2.00 جذر.نبات¹، على التوالي). بيّنت العديد من الدراسات أن استجابة النبات للإجهاد الملحي تبدأ بتغيرات شكلية وفيزيولوجية في الجذور وهذا سيؤدي إلى تغيرات في امتصاص الماء والعناصر المعدنية وإنتاج الهرمونات المسؤولة عن إرسال الإشارات إلى المجموع الخضري، عندها تتأثر كامل العمليات الفيزيولوجية في النبات (Cuartero و Fernandez-Munoz، 1999؛ El-Sayeed وزملاؤه، 2002؛ Rahman وزملاؤه، 2002). أشار Rzepka و Plevnes (2008) أن مقدرة النبات على تجنب أي إجهاد بيئي غير مرغوب تتعلق بمدى مقدرة جذوره على التطور تحت تأثير هذا الإجهاد، وبأن زيادة طول الجذور تحت تأثير الإجهاد الحلوي هي ميزة جيدة للنباتات المتحملة للإجهاد الحلوي. فضلاً عن ذلك فإن الملوحة تعمل على تثبيط النمو نتيجة تراجع ضغط امتلاء الخلايا (حداد وعبيد، 2009)، أو بسبب نقص وصول الماء إلى الأنسجة النامية نظراً إلى عدم قدرة الجذور على النمو وامتصاص الماء والأملاح المعدنية بسبب نقص التدرج في الجهد الحلوي بين الخشب والخلايا النامية (Whalley وزملاؤه، 1998)، الذي يؤدي في النهاية إلى انخفاض الجهد الحلوي في أنسجة النبات، ما يؤثر سلباً في جميع العمليات الحيوية والفيزيولوجية والاستقلابية (Kang وزملاؤه، 2004؛ Mazher وزملاؤه، 2007).

الجدول (4): تأثير معاملات الإجهاد الملحي في عدد جذور نباتات أصناف القمح المدروسة.

عدد الجذور (جذر.نبات ⁻¹)						
متوسط الأصناف	المعاملات (mM NaCl)					الأصناف
	LSD _{0.01} بين المعاملات	150	100	50	0	
6.32 ^{CD}	1.02	4.14 ^c	6.14 ^b	7.00 ^{ab}	8.00 ^a	شام 3
5.00 ^{DE}	0.06	2.00 ^d	4.00 ^c	5.86 ^b	8.14 ^a	دوما 1
8.21 ^{AB}	1.04	5.86 ^b	6.86 ^b	9.43 ^a	10.71 ^a	بحوث 11
5.18 ^{DE}	1.29	4.00 ^a	5.00 ^a	5.85 ^a	5.86 ^a	بحوث 7
9.54 ^A	1.61	5.71 ^b	9.86 ^a	10.57 ^a	12.00 ^a	بحوث 8
7.18 ^{BC}	0.90	4.86 ^c	6.86 ^b	7.14 ^b	9.86 ^a	شام 10
4.79 ^E	1.58	2.43 ^b	4.14 ^{ab}	6.27 ^a	6.29 ^a	دوما 4
6.36 ^{CD}	0.80	4.71 ^c	5.71 ^{bc}	6.57 ^b	8.43 ^a	جولان 2
0.99	LSD _{0.01} (بين الأصناف)					

*يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في السطر الواحد إلى الفروق المعنوية بين المعاملات ضمن الصنف الواحد، ويشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود الواحد إلى الفروق المعنوية بين الأصناف عند مستوى ثقة 99%.

5. الوزن الرطب للنبات:

يبين الجدول (5) اختلاف الأصناف المدروسة فيما بينها من حيث الوزن الرطب واستجابتها للإجهاد الملحي، حيث انخفض الوزن الرطب للنباتات مع زيادة شدة الإجهاد الملحي. فقد تفوق الصنف بحوث 8 (1.65 غ) معنوياً من حيث متوسط الوزن الرطب على الأصناف دوما 1، شام 10، دوما 4، بحوث 7، بحوث 11، جولان 2 وشام 3، في حين لم يُلاحظ وجود فروقات معنوية بين باقي الأصناف. لوحظ انخفاض الوزن الرطب مع زيادة شدة الإجهاد الملحي المطبق على الأصناف المدروسة. لوحظ انخفاض الوزن

الرطب بشكلٍ عام مع زيادة شدة الاجهاد الملحي. وسجلت أدنى قيمة للوزن الرطب في الصنف شام3 في معاملات الإجهاد 0، 50، 100 و150 mM (2.01، 1.30، 0.70 و0.11 غ ، على التوالي).

يعود الانخفاض في الوزن الرطب للنباتات تحت ظروف الإجهاد الملحي من خلال انخفاض معظم مؤشرات النمو (طول النباتات وقطر الساق وعدد الأوراق)، وكذلك يعود الانخفاض في الوزن الرطب إلى مجموعة من العوامل منها انخفاض كمية الماء المتاحة في النبات وتراكم أيونات الصوديوم في الأوراق (Sharifi وزملاؤه، 2007).

الجدول (5): تأثير معاملات الإجهاد الملحي في الوزن الرطب (غ) لنباتات أصناف القمح المدروسة.

الوزن الرطب (غ)						
متوسط الأصناف	المعاملات (mM NaCl)					الأصناف
	LSD _{0.01} بين المعاملات	150	100	50	0	
1.03 ^B	0.18	0.11 ^d	0.70 ^c	1.30 ^b	2.01 ^a	شام 3
0.69 ^B	0.15	0.26 ^c	0.37 ^c	0.64 ^b	1.50 ^a	دوما 1
1.02 ^B	0.19	0.34 ^d	0.81 ^c	1.13 ^b	1.79 ^a	بحوث 11 11
0.95 ^B	0.27	0.33 ^c	0.66 ^c	1.13 ^b	1.69 ^a	بحوث 7
1.65 ^A	0.68	0.34 ^c	1.24 ^{bc}	2.20 ^{ab}	2.80 ^a	بحوث 8
0.78 ^B	0.11	0.16 ^d	0.43 ^c	0.99 ^b	1.54 ^a	شام 10
0.79 ^B	0.34	0.30 ^b	0.63 ^{ab}	1.11 ^a	1.13 ^a	دوما 4
1.02 ^B	0.31	0.32 ^c	0.59 ^c	1.15 ^b	2.03 ^a	جولان 2
0.32	LSD _{0.01} (بين الأصناف)					

*يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في السطر الواحد إلى الفروق المعنوية بين المعاملات ضمن الصنف الواحد، ويشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود الواحد إلى الفروق المعنوية بين الأصناف عند مستوى ثقة 99%.

6. الوزن الجاف للنبات:

يبين الجدول (6) اختلاف الأصناف المدروسة فيما بينها من حيث الوزن الجاف واستجابتها للإجهاد الملحي، حيث انخفض الوزن الجاف للنباتات مع زيادة شدة الإجهاد الملحي. فقد تفوق الصنف بحوث8 (0.28 غ) معنوياً من حيث متوسط الوزن الجاف على الأصناف دوما1، جولان2، بحوث7، شام10، شام3، دوما4 وبحوث11. أما بالنسبة لبقية الأصناف المدروسة فلم يُلاحظ وجود فروقات معنوية بينها. لوحظ انخفاض الوزن الجاف بشكلٍ عام مع زيادة شدة الإجهاد الملحي. وسجلت أدنى قيمة للوزن الجاف في الصنف شام3 في معاملات الإجهاد 0، 50، 100 و150 mM (0.25، 0.23، 0.16 و0.02 غ، على التوالي).

يُعدّ الوزن الجاف المرتفع صفة مرغوبة عند النباتات وهي ترتبط بتحمل النبات للإجهاد الملحي، بالإضافة لذلك أثبت أنّ هناك علاقة وثيقة بين تراكم المادة الجافة في النبات ومقدرته الإنتاجية تحت ظروف الإجهاد الحلوي (Piwowarczyk وزملاؤه، 2014). وتتوافق نتائجنا مع العديد من الدراسات التي بيّنت أنّ الإجهاد الملحي الناتج عن كلوريد الصوديوم يؤثر سلباً في طول النبات المزروع بالأنسجة ووزنه (Lahlou وLedent، 2005)، وفي قطر الساق والجذور (Sanchez وزملاؤه، 2010، Schittenhelma وزملاؤه، 2006) وفي عدد الجذور والأوراق ومساحتها (Frensh، 1997)، كما يؤدي انخفاض امتصاص الماء إلى تراجع حجم المسطح الورقي الفعال في عملية التمثيل الضوئي بسبب تراجع حجم المصدر (عدد الأوراق ومساحتها)، وتقليل معدل انتشار CO_2 نتيجة تقليل التوصيل المسامي الأمر الذي يؤثر سلباً في تركيز CO_2 المتاح في مراكز التثبيت ضمن الصناعات الخضراء، (Romero وزملاؤه، 2001)، ما

يؤدي إلى تراجع كمية الأشعة الضوئية الممتصة ، ومعدل تثبيت CO₂ في حلقة إرجاع الكربون الثلاثية (العودة وزملاؤه، 2015).

الجدول (6): تأثير معاملات الإجهاد الملحي في الوزن الجاف (غ) لنباتات أصناف القمح المدروسة.

متوسط الأصناف	الوزن الجاف (غ)					الأصناف
	المعاملات (mM NaCl)					
	LSD _{0.01} بين المعاملات	150	100	50	0	
0.17 ^B	0.05	0.02 ^c	0.16 ^b	0.23 ^{ab}	0.25 ^a	شام 3
0.13 ^B	0.03	0.07 ^c	0.09 ^c	0.13 ^b	0.24 ^a	دوما 1
0.18 ^B	0.04	0.08 ^c	0.16 ^b	0.23 ^{ab}	0.26 ^a	بحوث 11 11
0.16 ^B	0.04	0.10 ^c	0.14 ^{bc}	0.18 ^{ab}	0.22 ^a	بحوث 7
0.28 ^A	0.04	0.10 ^b	0.32 ^a	0.35 ^a	0.35 ^a	بحوث 8
0.17 ^B	0.02	0.05 ^d	0.11 ^c	0.23 ^b	0.27 ^a	شام 10
0.17 ^B	0.05	0.11 ^b	0.15 ^{ab}	0.20 ^a	0.21 ^a	دوما 4
0.16 ^B	0.04	0.10 ^c	0.13 ^{bc}	0.17 ^b	0.23 ^a	جولان 2
0.04	LSD _{0.01} (بين الأصناف)					

*يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في السطر الواحد إلى الفروق المعنوية بين المعاملات ضمن الصنف الواحد، ويشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود الواحد إلى الفروق المعنوية بين الأصناف عند مستوى ثقة 99%.

7. المحتوى المائي للنبات:

يبين الجدول (7) اختلاف الأصناف المدروسة فيما بينها من حيث المحتوى المائي للنبات واستجابتها للإجهاد الملحي، حيث انخفض المحتوى المائي للنبات بالنسبة للوزن الجاف للنباتات مع زيادة شدة الإجهاد الملحي المطبق. لم يُلاحظ وجود فروقات معنوية

ما بين الأصناف المدروسة من حيث المحتوى المائي للنبات، حيث بلغ متوسط المحتوى المائي للنبات عند الصنف بحوث 11 80.14 %، بينما بلغ متوسط المحتوى المائي عند الصنف دوما 4 75.22 % . بينما لوحظ وجود فروقات معنوية من حيث انخفاض المحتوى المائي للنبات مع زيادة شدة الإجهاد الملحي المطبق على الأصناف المدروسة. لوحظ انخفاض المحتوى المائي للنبات بشكل عام مع زيادة شدة الإجهاد الملحي. وسجلت أدنى قيمة في المحتوى المائي للنبات في الصنف شام 3 في معاملات الإجهاد 0، 50، 100 و 150 mM (82.11، 80.83، 75.11 و 67.73 % على التوالي).

الجدول (7): تأثير معاملات الإجهاد الملحي في المحتوى المائي للنبات (%) لنباتات أصناف القمح المدروسة.

متوسط الأصناف	المحتوى المائي للنبات (%)					الأصناف
	المعاملات (mM NaCl)					
	LSD _{0.01} بين المعاملات	150	100	50	0	
79.91 ^A	6.47	75.27 ^b	76.14 ^b	80.83 ^{ab}	87.40 ^a	شام 3
77.85 ^A	1.36	72.10 ^d	76.37 ^c	79.01 ^b	83.90 ^a	دوما 1
80.14 ^A	2.90	75.60 ^b	79.01 ^b	79.60 ^b	86.36 ^a	بحوث 11 11
78.77 ^A	4.57	67.21 ^c	78.02 ^b	82.83 ^{ab}	87.01 ^a	بحوث 7
78.18 ^A	5.37	71.21 ^b	74.18 ^b	83.94 ^a	83.46 ^a	بحوث 8
75.27 ^A	3.07	67.73 ^c	75.11 ^b	76.14 ^b	82.11 ^a	شام 10
75.22 ^A	2.93	62.64 ^c	76.56 ^b	79.97 ^{ab}	81.70 ^a	دوما 4
79.44 ^A	3.18	68.42 ^c	77.79 ^b	83.43 ^a	88.12 ^a	جولان 2
3.36	LSD _{0.01} (بين الأصناف)					

*يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في السطر الواحد إلى الفروق المعنوية بين المعاملات ضمن الصنف الواحد، ويشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود الواحد إلى الفروق المعنوية بين الأصناف عند مستوى ثقة 99%.

8. المحتوى من المادة الجافة:

يبين الجدول (8) اختلاف الأصناف المدروسة فيما بينها من حيث محتوى المادة الجافة (%) واستجابتها للإجهاد الملحي، حيث ارتفع محتوى المادة الجافة (%) للنباتات مع زيادة شدة الإجهاد الملحي المطبق، ولم يُلاحظ وجود فروقات معنوية بالنسبة للأصناف المدروسة من حيث محتوى المادة الجافة، حيث بلغ متوسط محتوى المادة الجافة عند الصنف دوما 4 (24.78%)، بينما بلغ متوسط محتوى المادة الجافة عند الصنف بحوث 11 (19.86%). لوحظ ارتفاع محتوى المادة الجافة للنبات بشكلٍ عام مع زيادة شدة الإجهاد الملحي. وسجلت أدنى قيمة في محتوى المادة الجافة للنبات في الصنف بحوث 11 في معاملات الإجهاد 0، 50، 100 و 150 mM (13.64، 20.40، 20.99 و 24.40%)، على التوالي).

الجدول (8): تأثير معاملات الإجهاد الملحي في محتوى المادة الجافة DWC (%) لنباتات أصناف القمح المدروسة.

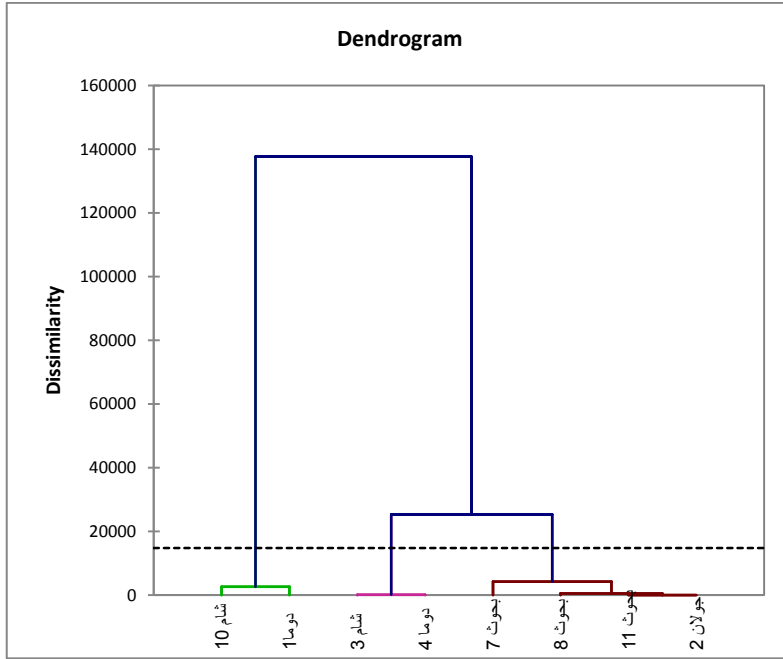
متوسط الأصناف	محتوى المادة الجافة (%)					الأصناف
	المعاملات (mM NaCl)					
	LSD _{0.01} بين المعاملات	150	100	50	0	
20.09 ^A	6.469	24.73 ^a	23.86 ^a	19.17 ^{ab}	12.60 ^b	شام 3
22.16 ^A	1.36	27.90 ^a	23.63 ^b	20.99 ^c	16.10 ^d	دوما 1
19.86 ^A	2.90	24.40 ^a	20.99 ^a	20.40 ^a	13.64 ^b	بحوث 11 11
21.23 ^A	4.57	32.79 ^a	21.98 ^b	17.17 ^{bc}	12.99 ^c	بحوث 7
21.80 ^A	5.37	28.79 ^a	25.82 ^a	16.06 ^b	16.54 ^b	بحوث 8
24.73 ^A	3.07	32.27 ^c	24.89 ^b	23.86 ^b	17.89 ^c	شام 10
24.78 ^A	2.93	37.36 ^a	23.44 ^b	20.03 ^{bc}	18.29 ^c	دوما 4
20.56 ^A	3.26	31.58 ^a	22.21 ^b	17.75 ^b	11.88 ^c	جولان 2
3.36	LSD _{0.01} (بين الأصناف)					

*يشير اختلاف الأحرف الصغيرة في السطر الواحد إلى الفروق المعنوية بين المعاملات ضمن الصنف الواحد، ويشير اختلاف الأحرف الكبيرة في العمود الواحد إلى الفروق المعنوية بين الأصناف عند مستوى ثقة 99%.

التحليل العنقودي:

أدى التحليل العنقودي المعتمد على مجموع القيم النسبية للمعايير النمو المدروسة إلى تقسيم أصناف القمح المدروسة حسب تحملها للإجهاد الملحي، حيث توزعت أصناف القمح المدروسة في ثلاث مجموعات (الشكل 1):

1. المجموعة الأولى: تضم أربعة أصناف من القمح المتحملة للإجهاد الملحي، هي الأصناف بحوث 7، بحوث 11، جولان 2 وبحوث 8.
2. المجموعة الثانية: تضم صنفين من القمح متوسطة التحمل للإجهاد الملحي، هما الأصناف شام 3، دوما 4.
3. المجموعة الثالثة: تضم صنفين من القمح الحساسة للإجهاد الملحي، هما الأصناف شام 10، دوما 1.



الشكل (1): التحليل العنقودي لثمانية أصناف من القمح حسب تحملها للإجهاد الملحي بناءً على مجموع القيم النسبية لجميع معايير النمو المدروسة

الاستنتاجات:

1. سبب ازدياد شدة الإجهاد الملحي تراجعاً معنوياً ومضطرباً في جميع الصفات المدروسة.
2. اختلفت أصناف القمح المدروسة في مدى استجابتها للإجهاد الملحي المطبق حسب الصنف وشدة الإجهاد، حيث كانت الأصناف بحوث7، بحوث11، جولان2، بحوث8 متحملة للإجهاد الملحي، والأصناف شام3 ودوما4 متوسطة التحمل للإجهاد الملحي، بينما كانت الأصناف شام10 ودوما1 أكثر حساسية للإجهاد الملحي.

التوصيات والمقترحات:

1. استعمال تقانة التقييم في الزجاج كطريقة سريعة وفعّالة في سبر التباين الوراثي لتحمل الإجهاد الملحي في القمح، وذلك اعتماداً على استجابة معايير النمو المختلفة للإجهاد الملحي المطبق، نظراً لسهولة توفرها وتوفيرها للوقت والجهد.
2. دراسة تأثير الإجهاد الملحي في الأصناف المدروسة حقلياً ومقارنتها بالنتائج المخبرية.
3. استخدام الأصناف المتحملة ومتوسطة التحمل في برامج التربية والتحسين الوراثي لمحصول القمح.

كلمة شكر:

أتوجه بالشكر والامتنان الى وزارة التعليم العالي - مديرية البحث العلمي، لما قدموه من دعم مادي وفني ومعنوي والتسهيلات اللازمة لإنجاز وتنفيذ هذا العمل بالشكل الأمثل.

: مراجع References

- العودة أيمن، خيتي، مأمون، نصر، ريما. 2015. فيزيولوجيا المحاصيل الحقلية، الجزء النظري، منشورات جامعة دمشق، كلية الهندسة الزراعية.
- العودة، أيمن. 2005. بعض الرؤى الفيزيولوجية لتحسين غلة محصول القمح الحبية ضمن الظروف البيئية المناسبة. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد 21، العدد 2، الصفحات 37-50.
- المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية. 2015. وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي. مديرية التخطيط. قسم الإحصاء الزراعي.
- المنظمة العربية للتنمية الزراعية. 2015. الكتاب السنوي للإحصائيات الزراعية السنوية.
- حداد، سهيل؛ عبيد، حسان. 2009. الأمراض البيئية والفيزيولوجية للحاصلات البستانية. الجزء النظري. منشورات جامعة دمشق. كلية الهندسة الزراعية. ص 38-40.
- **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.
- **AL- Ouda, A. SH. 1999.** Genetic Variability in temperature and moisture stress tolerance in sunflower (*Helianthus annuua* L.) Ph. D. Thesis submitted to USA, India.
- **Albiski, F., S. Najla, R. Sanoubar, N. Alkabani and R. Murshed. 2012.** In vitro screening of potato lines for drought tolerance. Physiol. Mol. Biol. Plants, 18(4); 315-321.
- **Almansouri, M., Kinet, J.M., Lutts, S., 2001.** Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf. L.). Plant Soil, 231:243-254.
- **Aurelie, L., L. Felicie, V. Gerard, B. Pierre, F. Pierre and C. D. Francine .1995.** Les plantes face au stress salin, Agriculture, 4: 263 – 273.
- **Borsani, O., V. Valpuesta and M.A. Botella. 2003.** Developing salt tolerant plants in a new century: A molecular biology approach. Plant Cell Tissue and Organ Culture, 73: 101-115.
- **CIMMYT (International Maize and Wheat Improvement Center). 2009.** Drought Tolerance Wheat and Enhanced Quality Project, MTP, P: 66-71.
- **Cossgrove, D.J. 1989.** Linkage of wall extension with water and solute uptake. Physiology of cell Expansion During plant growth

- (D.J.Cossgrove and D.P.Knievel, ed., ed.), Am. Sci. plant physiology .Rockville, Md. P.88-100.
- **Cuartero, J and R. Fernandez-Munoz.1999.** Tomato and salinity. Scientia Horticulture, 78:83–125.
 - **Edwardo. B., S. A. Gilad and P. A. Maris. 2000.** Sodium transport in plant cell Biochimica et Biophysica Acta, 1465: 140-151.
 - **El-Hendawy, S. E., Y. Hu and U. Schmidhalter. 2005.** Growth, ion content, gas exchange, and water relations of wheat genotypes differing in salt tolerances. Australian Journal of Agricultural Research, 56: 123–134.
 - **El-Sayeed, N., H. El-Aref, A. Taghian and M. Hashad. 2002.** Molecular genetic markers in tomato somaclones selected for drought tolerance. Australian Journal of Agricultural Science, 33: 159-180.
 - **FAOSTAT. Food and agriculture organization of the United Nations. 2011.** <http://faostat.fao.org/>.
 - **FAOSTAT. Food and agriculture organization of the United Nations. 2015.** <http://faostat.fao.org/>.
 - **Frensh, J. 1997.** Primary response of root and leaf elongation to water deficits in the atmosphere and soil solution. Journal of Experimental Botany, 48: 985-999.
 - **Ghazi N. K.; Asadulla, A.; Yahia, O. 2007.** Seed germination and early growth of three Barley cultivars as affected by temperature and water stress. American Eurasian J. Agric. and environ. Sci. vol: 2, P: 112-117.
 - **Glenn EP, Brown JJ, Blumwald E. 1999.** Salt tolerance and crop potential of halophytes. Crit. Rev.Plant Sci. 18, 227–255.
 - **Gorai, M, M. Ennajeh, H. Khemira and M. Neffati. 2010.** Combined effect of NaCl-salinity and hypoxia on growth, photosynthesis, water relations and solute accumulation in Phragmites australis plants. Flora. Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants, 205:462-470.
 - **Hamdia, M.A. and M. A. K. Shaddad. 2010.** Salt tolerance of crop plants. Journal of Stress Physiology & Biochemistry, 6:64-90.
 - **Hassan N.S, D.A. Wilins, 1988.** In vitro selection for salt tolerant lines in Lycopersicon peruvianum. Plant Cell Reports 7: 463- 466.
 - **Hohl, M. and S. Peter, 1991.** Water relations of growing maize coleoptiles. Comparison between mannitol and polyethylene glycol 6000 as external osmotica for adjusting turgor pressure. Plant Physiology, 95: 716-722.
 - **Iwama K, Yamaguchi J .2006.** Abiotic stresses. In: Gopal J, Khurana SM Paul (eds) Handbook of potato production, improvement and postharvest management. Food Product Press, New York, pp 231–278.
 - **Jai Gopal and Kazuto Iwama. 2007.** *In vitro* screening of potato against water-stress mediated through sorbitol and polyethylene glycol, 5 January.

- **Kang,S.and Zhang,J. 2004.**Controlled alternate partial root-zone irrigation :its physiological consequences and impact on water use efficiency Journal of Experimental Botany.55(407):2437-2446.
- **Karlberg, L., A. Ben-Gal, P. E. Jansson and U. Shani. 2006.** Modelling transpiration and growth in salinity-stressed tomato under different climatic conditions. Ecological Modelling, 190: 15–40.
- **Kulkarni, M. and U. Deshpande. 2007.** *In Vitro* screening of tomato genotypes for drought resistance using polyethylene Glycol. African Journal of Biotechnology, 6(6): 691-696.
- **Lahlou, O. and J. F. Ledent. 2005.** Root mass and depth, stolons and roots formed on stolon's in four cultivars of potato under Osmotic potential. European Journal of Agronomy, 22: 159-173.
- **Mazher, A. M. A., E. M. F. El-Quesni and M. M. Farahat. 2007.** Responses of ornamental and woody trees to salinity.World Journal of Agricultural Sciences, 3 (3): 386–395.
- **Munns, R. 2002.** Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell Environ., 25: 239- 250.
- **Murashige, T. and Skoog, F. 1962.** A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant., 15: 473-497.
- **Noble, C.L. and Rogers, M.E. 1993.** Arguments for the use of physiological criteria for improving the salt tolerance in crops. P. Randall Etal (Eds.), Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition, 127-135.
- **Parida, A. and Das, A. B. 2005.** Salt tolerance and salinity effects on plant : Areview. Ecotoxicology Envirpmental Safety. 60:324-349.
- **Piowarczyki. B., W. Kaminska and W. Rybinski.2014.** Influence of PEG Generated Osmotic Stress on Shoot Regeneration and Some Biochemical Parameters in Lathyrus Culture, Czech J. Genet. Plant Breeding, 50 (2): 77–83.
- **Rahman, S. M. L., W. A. Mackay, B. Quebedeaux, E. Nawataand T. Sakuratani. 2002.** Superoxide dismutase, leaf water potential, relative water content, growth and yield of a drought-tolerant and a drought sensitive tomato cultivars. Subtropical Plant Science Journal, 54: 16-22.
- **Rajaram. S. 2001.** Prospects and Promise of Wheat Breeding in the 21st Century. Euphytica, 119: 3-15.
- **Romero-Aranda, R., T. Soria and J. Cuartero. 2001.** Tomato plant-water uptake and plant water relationships under saline growth conditions. Plant Science, 160: 265-272.
- **Rzepka-Plevnes, D., Kulpa, D., Smolik, M. and Główka, M. 2008.** Somaclonal variation in tomato L. Pennelli and L. Peruvianum f. glandulosum characterized in respect to salt tolerance. JFAE, 5(2): 194-201.

- **Sairam, R. K., G. C. Srivastava, S. Agarwal and R. C. Meena. 2005.** Differences in antioxidant activity in response to salinity stress in tolerant and susceptible wheat genotypes. *Biologia Plantarum*, 49, 85-89.
- **Sanchez- Rodriguez, E., M. M. Rubio-Wilhelmi, L. M. Cervilla, B. Blasco, J. J. Rios, M. A. Rosales, L. Romero and J. M. Ruiz. 2010.** Genotypic differences in some physiological parameters symptomatic for oxidative stress under moderate drought in tomato plants. *Plant Science*, 178: 30-40.
- **Sanchez- Rodriguez, E., M. M. Rubio-Wilhelmi, L. M. Cervilla, B. Blasco, J. J. Rios, M. A. Rosales, L. Romero and J. M. Ruiz. 2010.** Genotypic differences in some physiological parameters symptomatic for oxidative stress under moderate drought in tomato plants. *Plant Science*, 178: 30-40.
- **Schittenhelma, S., H. Sourell and F. Lopmeierc. 2006.** Drought resistance of potato cultivars with contrasting canopy architecture. *European Journal of Agronomy*, 24: 193-202.
- **Sharifi M, S., Ghorbanli M, Ebrahimzadeh H .2007.** Improved growth of salinity-stressed soybean after inoculation with salt pre-treated mycorrhizal fungi. *J Plant physiol* 164:1144-115.
- **Shaterian, J., Waterer, D., De Jong, H. and Tanino, K.K. 2005.** Differential stress responses to NaCl salt application in early- and late-maturing diploid potato (*Solanum* sp.) clones. *Environ. Exp. Bot.*, 54: 202–212.
- **Soltanpour, P.N. and Follett, R.H. (2001).** Crop tolerance to soil salinity Electronic Publishing Stress Physiology & Biochemistry, 6:64-90.
- **Taiz, L. and E. Zeiger. 2006.** *Plant physiology*, Sinauer Associates Inc, 4th ed, Sunderland, Massachusetts, 60 pages.
- **Tavakkoli, E., P. Rengasamy and G. K. McDonald. 2010.** High concentrations of Na⁺ and Cl⁻ ions in soil solution have simultaneous detrimental effects on growth of faba bean under salinity stress. *Journal of Experimental Botany*, 61:4449–4459.
- **Tewary, P. K. Sharma, A. Raghunath, M.K. Sarkar, A .2000.** *In vitro* response of promising mulberry (*Morus* sp.) genotypes for tolerance to salt and osmotic stresses. *Plant Growth Regul.* 30: 17-21.
- **Tourneux, C. Devaux, A. Camacho, M.R. Mamani, P. Ledent, J.F. 2003.** Effect of water shortage on six potato genotypes in the highlands of Bolivia (II): water relations, physiological parameters, *Agronomie* 23 (2003) 181-190.

- **Vreugdenhil, D., Bradshaw, J., Gebhardt, C. et al. 2007).** Potato Biology and Biotechnology – Advances and Perspectives. Oxford: Elsevier. Willer.
- **Whalley, W., A. Bengough, and A. Dexter. 1998.** Water stress induced by PEG decreases the maximum growth pressure of the roots of pea seedlings. *Journal of Experimental Botany*, 49, 1689-1694.
- **White, P. J. and M. R. Broadley. 2001.** Chloride in soils and its uptake and movement within the plant: a review *Annals of Botany*, 88:967–988.
- **Xu, X. Y., G. X. Shi, J. Wang, L. L. Zhang and Y. N. Kang. 2011.** Copper-induced oxidative stress in *Alternanthera philoxeroides* callus, *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 106:243–251.
- **Yokoi, S. Ray, A. B. and Paul, M.H. 2002.** Salt stress tolerance of plant *JIRCAS Working Report*.25-33.
- **Yordanov, V, Velikova, T, Tsonev. 2003.** Plant Responses to Drought and Stress Tolerances. *Bulg.J. Plant Physiol.*, Special Issue, 187-206.