دراسة التباين في استجابة بعض طرز القمح الطري (*Triticum aestivum* L.) للإجهاد الملحي في الليزيمترات

Study the Variation in Response of Some Bread Wheat(*Triticum aestivum* L.) for Salinity Stress in Lysimeters

أيمن الشحاذة العودة

* أستاذ مساعد في قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق. وخبير فسيولوجيا الإجهادات اللاأحيائية في المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد).

المُلَخَّص

نفذ البحث في محطة بحوث إزرع، خلال الموسم الزراعي 2007-2008، بهدف تقييم استجابة عشرة طرز وراثية من القمح الطري لتحمل مستويات مختلفة (شاهد، 100، 150، 200 ميللي مول من ملح NaCl) من الإجهاد الملحي في الليزيمترات. وضعت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة، في ثلاثة مكررات لكل معاملة.

لوحظ وجود تباين وراثي في استجابة طرز القمح الطري المدروسة لظروف الإجهاد الملحي. وسبّب ازدياد تركيز الأملاح في محلول التربة تراجعاً معنوياً في جميع الصفات المدروسة. وارتبطت الكفاءة الإنتاجية للطرز الوراثية المتحملة للإجهاد الملحي بمقدرتها على الحد من استطالة حامل السنبلة (السلامية الطرفية)، والورقة العلمية إلى حدٍ ما. ولوحظ أنّ الارتفاع النهائي للنبات يتحدد بطول السلامية الطرفية (حامل السنبلة) تحت ظروف الإجهاد الملحي، بسبب وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية ($r = 0.60^{*}$) بين هاتين الصفتين. وتُعد صفة وزن الألف حبة في محصول القمح الطري عامةً، والطرز الوراثية المدروسة خاصةً أقل حساسية للإجهاد الملحي بالمقارنة مع صفة عدد الحبوب في النبات، لأنّ نسبة الانخفاض في وزن الألف حبة عند كل مستوى ملحي بالمقارنة مع الشاهد كانت معنوياً أدنى (3.50، 13.83، 31.44 % على التوالي) بالمقارنة مع نسبة الانخفاض في صفة عدد الحبوب في النبات (49.54، 67.78، 83.28 % على التوالي). وتعد الطرز الوراثية شام$_4$، وشام$_6$ وجميزة$_9$، وسخا$_{61}$ من الطرز الوراثية عالية التحمل للملوحة، ويمكن استعمالها كآباءٍ في برامج التربية والتحسين الوراثي لنقل بعض الصفات المرتبطة وراثياً بتحمل الملوحة مع المحافظة على طاقة المحصول الإنتاجية.

الكلمات المفتاحية: الإجهاد الملحي، حامل السنبلة، الورقة العلمية، مكونات الغلة، القمح الطري.

Abstract

This research work carried out in the Research Station of Izra'a, during the growing season 2007-008, to evaluate the response of 10 bread wheat genotypes for tolerance of different salinity stress levels (control, 100, 150, and 200 mM NaCl) in Lysimeters. The experiment was laid according to randomize complete block design (RCBD) in three replicates for each treatment. A genetic variation in the response of the investigated bread wheat genotypes for NaCl-induced salinity stress was noted. The production capacity of the salt-tolerant genotypes associated with their capability of minimizing the expansion of peduncle (terminal intrnode), and the flag leaf to some extent. It has been noticed that the final plant height was determined with the peduncle length under salinity stress conditions, where positive significant correlation ($r = 0.60^{*}$) occurred between the two traits.

Results showed that the 1000-kernel weight in the bread wheat in general and the investigated genotypes in

©2009 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved.

particular was less susceptible to salinity stress than the number of kernels per plant, because the percentage reduction of 1000-kernel weight at each and every level of salinity was significantly lower (3.50, 13.83, and 31.44% respectively) compared with that of grain number (49.54, 67.78 and 83.28% respectively).

The genotype Cham4, Cham6, Jumaiza9, and Sakha61 were more tolerant to salinity stress, and hence can be used as parents in the genetic improvement and breeding programs to transfer the traits that are genetically-associated with salinity tolerance, with maintaining the yield potential.

Key words: Salt stress, Peduncle, Flag leaf, Yield components, Bread wheat.

المقدمة

يُعد محصول القمح من المحاصيل الإستراتيجية في القطر العربي السوري. ويغطي قرابة 50 % من المساحة المزروعة بمحاصيل الحبوب، حيث بلغت المساحة المزروعة بمحصول القمح في القطر العربي السوري قرابة 1904 ألف هكتاراً، والإنتاج 4669 ألف طناً، والإنتاجية 2452 كغ . هكتار$^{-1}$ (المجموعة الإحصائية السنوية، 2006). وتشير الدراسات الإحصائية إلى أنّ المساحة المزروعة بالقمح الطري المروي قد ازدادت بنسبة 6.28 % خلال عام 2006 (460310 هكتاراً) بالمقارنة مع عام 2005 (433092 هكتاراً). وازداد الإنتاج بنسبة 11.56 %، في حين لم تتجاوز الزيادة في الإنتاجية 4.95 %. ويعزى الازدياد الطفيف في الإنتاجية تحت ظروف الزراعة المروية إلى تملح الأراضي الزراعية. ورغم ازدياد المساحة المزروعة بعلاً بمحصول القمح خلال عام 2006 بنسبة 16.97 % إلاّ أنّ الإنتاجية قد تراجعت بنسبة 1.33 %. ويعزى تراجع الإنتاجية تحت ظروف الزراعة البعلية إلى قلّة معدل الهطول المطري السنوي وازدياد تركيز الأملاح الذوّابة في التربة. وقد أدى تنامي متطلبات الإنسان الغذائية إلى ازدياد الحاجة إلى الري بنحو 300 % خلال العقود الأربعة السالفة، الأمر الذي أدى إلى ازدياد تملح التربة وتراجع غلة الأنواع المحصولية (Iyengar و Reddy، 1994).

تنتشر الأراضي المتملحة في القطر العربي السوري Salt–affected soils بشكلٍ رئيس في حوض الفرات، ووادي الغاب، وغوطة دمشق. وتقدر مساحة الأراضي المتأثرة باللوحة فيها بنحو 250ألف هكتاراً، وُتعد مثل هذه المناطق البيئات الرئيسة لزراعة محصول القمح (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 2002). ويعزى تملح الأراضي الزراعية إلى إتباع طرق الري الخاطئة (الري بالغمر أو التطويف)، واستعمال مياه ذات نوعية سيئة Poor quality water مع غياب الصرف العميق. وُتعد ملوحة المياه والتربة أحد أهم الإجهادات اللاأحيائية التي تؤثر سلباً في نمو الأنواع النباتية وإنتاجيتها، وخاصةً في المناطق الجافة حيث تحد الملوحة من إنتاج العديد من الأنواع المحصولية (Shannon، 1998). ويسبب الإجهاد الملحي تراجعاً في الجهد المائي في محلول التربة، مما يؤثر سلباً في كمية المياه المتاحة، ويسمى مثل هذا التأثير اصطلاحاً بالتأثير الحلولي Osmotic effect، كما تسبب الملوحة اختلالاً في التغذية المعدنية والتوازن الشاردي، والسمية الأيونية Ion toxicity ويسمى الأخير اصطلاحاً بالإجهاد الشاردي (Hagemann و Erdmann، 1997). ويؤدي وجود نسبة مرتفعة من شوارد الصوديوم إلى البوتاسيوم Na^+/K^+ ratio في أنسجة النبات إلى تثبيط عمل الأنزيمات (Tim، 2000). تسبب مثل هذه العوامل حزمةً من التأثيرات الضارة في نمو النباتات وتطورها على المستويين الفيزيولوجي، والبيوكيميائي (Munns، 2002)، وعلى المستوى الجزيئي (Tester و Davenport، 2003).

تعد عملية استصلاح وإعادة تأهيل الأتربة المتملحة من خلال إنشاء شبكات الصرف العميق وغسيل التربة واستعمال المياه الصالحة للري، أو عن طريق استثمار الأراضي المتملحة بزراعتها بالأنواع النباتية المحبة للملوحة Halophytes غير مجدية من الناحيتين العملية والاقتصادية، حيث تتطلب مثل هذه العمليات الكثير من الجهد والمال، بالإضافة إلى تدني إنتاجية الأنواع النباتية المحبة للملوحة (Sharma، 1996؛ Alam، 1994). وتتضمن طرق الإدارة البيولوجية لتجاوز مشكلة التملح تحديد الآليات الفيزيولوجية المرتبطة بتحمل الملوحة، وانتخاب الأصناف المتحملة للملوحة وذات الطاقة الإنتاجية العالية، بالإضافة إلى تحسين التربة لتخفيض تأثيرات الملوحة في الإنتاج الزراعي (Poustini و Siosemardeh، 2004). تعد تبعاً لذلك عملية تطوير الطرز الوراثية المتحملة للملوحة بما يتناسب ومستوى الإجهاد الملحي في المناطق المستهدفة من أنجع السبل لاستثمار الأراضي المتملحة، والمحافظة على إنتاجية واستقرار إنتاج الأنواع المحصولية المزروعة فيها (Noaman، 2000). ويمكن حينئذٍ استعمال حتى المياه المتملحة Saline water في الري بهدف تخفيف الضغط على مصادر المياه العذبة المحدودة.

لوحظ في دراسة لتأثير ثلاثة مستويات ملحية (0، 0.6، 16 $dS.m^{-1}$) في ثلاثين صنفاً من القمح الطري ضمن المزارع الرملية وجود علاقة ارتباط سلبية معنوية بين وزن الحبوب الجاف وتركيز شوارد الصوديوم في الأوراق ($r = -0.26^{**}$)، وارتبط تراجع وزن الحبوب معنوياً بانخفاض حجم الحبة الواحدة نتيجة ازدياد تركيز الأملاح في محلول التربة ($r = 0.73^{**}$)، حيث لوحظ وجود علاقة ارتباط سلبية ومعنوية بين حجم الحبوب وتركيز شوارد الصوديوم في الأوراق ($r = -0.47^{**}$). ولوحظت علاقة ارتباط سلبية ومعنوية بين تركيز شوارد الصوديوم في الأوراق وحجم الحبوب، في حين لم

يُلحظ وجود علاقة ارتباط معنوية بين عدد الحبوب في النبات وتركيز شوارد الصوديوم والبوتاسيوم في الأوراق، أو حتى نسبة شوارد البوتاسيوم إلى الصوديوم (Poustini و Siosemardeh، 2004). وبينت نتائج دراسة لتأثير الري بمياهٍ مالحة في مكونات الغلة الحبية لبعض أصناف القمح السورية والمصرية ضمن المزارع الرملية، أنّ زيادة تركيز الأملاح سببت تراجعاً ملحوظاً في طول النبات، بسبب تراجع كلٍ من عدد العقد الساقية وطولها، وتراجعاً في طول السنبلة ووزن الألف حبة، وغلة المحصول الحبية في جميع الأصناف المدروسة. وبيّنت نتائج الدراسة وجود اختلافات معنوية في استجابة الأصناف المختلفة للملوحة (Zein وزملاؤه، 2003). وبينت دراسة أخرى أنّ مستوى الملوحة $12dS.m^{-1}$ قد خفّض غلة محصول القمح الطري من القش، والحب بمقدار25 % و30 % على التوالي (Chauhan وزملاؤه، 1991).

وبينت نتائج دراسة لتأثير الملوحة (EC_e= 15 $dS.m^{-1}$) في صنفين من القمح أحدها متحمل نسبياً للملوحة (Apaab) والأخر حساس نسبياً للملوحة (MH-97)، أنّ الملوحة سببت تراجعاً معنوياً في الغلة الحبية، ووزن المائة حبة، وطول السنبلة، وعدد السنيبلات في السنبلة وعدد السنابل في النبات، وارتفاع النبات، وعدد الإشطاءات الكلية في النبات الواحد في كلا الصنفين المدروسين، ولكن كان مقدار الانخفاض في تلك المؤشرات معنوياً أكبر لدى الصنف الحساس بالمقارنة مع الصنف الأكثر تحملاً للملوحة، ووصل مقدار الانخفاض في الغلة الحبية النهائية والكتلة الحية إلى نحو 44 % و 46 % على التوالي. وعزي هذا الانخفاض إلى الإجهاد الحلولي واختلال التوازن المعدني، والسمية الأيونية ضمن ظروف الإجهاد الملحي بالمقارنة مع الشاهد (Saqip وزملاؤه، 2004). عموماً، يوجد تباين كبير في درجة تحمل الملوحة في النباتات الراقية (Robinson وزملاؤه، 1997)، وحتى في الأنواع النباتية غير المتحملة بشكلٍ كبير للملوحة فإنّ هناك تباين وراثي في مستوى التحمل، مما يشير إلى إمكانية تحسين تحمل مثل هذه الأنواع النباتية للإجهاد الملحي من خلال تجميع الصفات المرتبطة بالتحمل في الطرز الوراثية المتحملة وذات الإنتاجية العالية (Allen وزملاؤه، 1994).

وبينت نتائج دراسة أخرى أنّ نباتات القمح الطري النامية في تراكيز ملحية تعادل 100 ميللي مول من ملح NaCl قد شكلت كمية أقل من المادة الجافة، وتراجع محتوى الأوراق من الكلوروفيل بشكلٍ معنوي بالمقارنة مع الشاهد. وأدت إضافة السيلكون إلى وسط النمو بتركيز 0.25، و 0.50 ميللي مول إلى تحسين تحمل النباتات للإجهاد الملحي، حيث ساعد السيلكون في ضبط انتقال شوارد الصوديوم الضارة عبر الأغشية الخلوية (Tuna وزملاؤه، 2008). عموماً، تشير الدراسات أنّ عملية تحسين تحمل الملوحة Salinity tolerance من القضايا الشائكة والصعبة، بسبب كون صفة التحمل للملوحة من الصفات الكمية المعقدة Multigenic trait، وتتأثر بشكلٍ كبير بالعوامل البيئية، الأمر الذي يؤثر سلباً في قابلية توريثها (Aliوزملاؤه، 2007).

وقد هدف البحث إلى:

1 - تقييم التباين في استجابة طرز القمح الطري للإجهاد الملحي ضمن الليزيميترات.

2 - تحديد أهم المؤشرات الشكلية والكمية المرتبطة بتحمل الملوحة مع المحافظة على طاقة المحصول الإنتاجية.

3 - انتخاب طرز القمح الطري المتحملة للإجهاد الملحي واستعمالها كآباءٍ في برامج التربية والتحسين الوراثي.

مواد البحث وطرائقه

نُفذ البحث في محطة بحوث إزرع، التابعة للمركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)، خلال الموسم الزراعي 2007-2008، بهدف تقويم استجابة عشرة طرز وراثية من القمح الطري (شام$_4$، وشام$_6$، وسدس، وسخا$_{93}$، وجيزة$_{168}$، وجميزة$_9$، وسخا$_{61}$، وأكساد$_{885}$، وأكساد$_{899}$، وأكساد$_{901}$) لتحمل مستويات مختلفة (شاهد، 100، 150، 200 ميللي مول من ملح NaCl) من الإجهاد الملحي في الليزيمترات المملوءة بالرمل والخفان بنسبة 1:2. زُرعت بذور القمح من كل صنف أو سلالة في الليزيمترات (70×70×100 سم) في سطور، بمعدل 12 حبة في كل سطر، وبواقع ثلاثة سطور من كل صنف أو سلالة، وبمعدل طرازين وراثيين فقط في كل ليزيمتر. وتركت مسافة 10 سم بين السطور، ومسافة 5 سم بين النباتات ضمن السطر نفسه. وضعت الليزيمترات ضمن هيكل معدني مغطىً بالبلاستيك الشفاف لمنع وصول الأمطار إلى الليزيمترات. زُرعت البذور بتاريخ 2007/11/21 ورويت الليزيمترات بالماء العادي (EC_w= 0.3 $dS.m^{-1}$). وطبق الإجهاد الملحي عندما أصبحت البادرات بعمر شهر واحد (Zadocks وزملاؤه، 1974). وتمت إضافة الماء (شاهد) والمستويات الملحية المدروسة بكمياتٍ كافية (3 - 6 ليتر لكل ليزيمتر) (85 % سعة حقلية) وبمعدل مرة واحدة كل ثلاثة أيام بدءاً من تاريخ تطبيق الإجهاد الملحي (2007/12/21) وحتى اكتمال النضج الفيزيولوجي (اكتمال عملية امتلاء الحبوب). عموماً، تزداد كمية المحلول الملحي والمغذي الواجب إضافتها بازدياد حجم النباتات والاحتياجات المائية نتيجة ارتفاع درجات الحرارة، وانخفاض الرطوبة النسبية في الوسط المحيط. وأضيف محلول هوكلاند المغذي (تركيز كامل) قبل كل سقاية بالمحاليل الملحية بمعدل 2 - 4 لتراً لكل ليزيمتر، لتأمين احتياجات النباتات من العناصر المعدنية الصغرى والكبرى، بسبب فقر الرمل والخفان (مهد الزراعة) بهما (Hogland و Arnon، 1950). وأضيفت قبل الزراعة ثلث كمية الأسمدة الآزوتية (5.33 غ من اليوريا 46 % لكل ليزيمتر) مع كامل الأسمدة الفوسفورية (10.9غ سوبر فوسفات)، والبوتاسية (10غ من كبريتات البوتاسيوم 50 % لكل ليزيمتر). وأضيفت كمية السماد الآزوتي المتبقية (10.7غ يوريا 46 %) خلال بداية مرحلة النمو الخضري النشط (2008/2/23)، وذلك حسب الكميات الموصى بها من قبل وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي لمحصول القمح الطري.

المؤشرات المدروسة:

المؤشرات الشكلية:

1 - ارتفاع النبات (سم): ويمثل طول النبات من نقطة اتصال الساق مع الجذر عند سطح التربة وحتى نهاية العقدة الساقية الطرفية، ويؤخذ عند الإزهار.

2 - مساحة الورقة العلمية Flag leaf (سم^2): حسبت المساحة الورقية يدوياً وفق المعادلة الرياضية الآتية (Voldeng و Simpson، 1967):

المساحة الورقية الفعلية = طول الورقة × العرض الأعظمي للورقة × معامل التصحيح

وتساوي قيمة معامل التصحيح في محصول القمح 0.79.

3 - طول السلامية الطرفية (حامل السنبلة) (سم): وتمثل المسافة من آخر عقدة ساقية وحتى قاعدة السنبلة.

المؤشرات الكمية:

1 - طول السنبلة (سم).
2 - عدد السنيبلات في السنبلة.
3 - متوسط عدد الحبوب في السنبلة الرئيسة والثانوية.
4 - عدد السنابل في النبات.
5 - متوسط عدد الحبوب في النبات.
6 - متوسط وزن الألف حبة (غ).
7 - متوسط وزن الحبوب في النبات (غ).

تصميم التجربة:

وضعت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD)، وتمّ تبويب البيانات وتحليلها إحصائياً باستخدام برنامج MSTAT-C ، (Russell، 1991) لحساب قيم أقل فرق معنوي (L.S.D) بين المعاملات والطرز والتفاعل بينهما، وقياس علاقات الارتباط بين الصفات المدروسة مع مكونات الغلة الحبية العددية لتحديد أهم الصفات المرتبطة وراثياً بتحمل الملوحة وثبات الغلة الحبية تحت ظروف الإجهاد الملحي.

النتائج والمناقشة

1- الصفات الشكلية والفيزيولوجية:

1-1 ارتفاع النبات (سم):

بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P \leq 0.05$) في صفة ارتفاع النبات بين المستويات الملحية، والطرز الوراثية، والتفاعل المتبادل بينهما. ويُلاحظ من الجدول (1) أنّ متوسط ارتفاع النبات قد انخفض تدريجياً بازدياد تركيز الأملاح الذوّابة في مياه الري بنحو 12.01، 28.09، 94.65 % على التوالي للمستويات الملحية الثلاثة.

ويُلاحظ وجود فروقات معنوية بين جميع المستويات الملحية المختلفة المدروسة. حيث كان ارتفاع النبات الأعلى معنوياً في المعاملة الشاهد (بدون أملاح) (60.50 سم)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية باقي المستويات الملحية، حيث كان ارتفاع النبات الأدنى معنوياً (31.33 سم) عند المستوى الملحي الأعلى

الجدول رقم (1). متوسط ارتفاع النبات (سم) لدى طرز القمح الطري تحت ظروف الإجهاد الملحي.

الطراز الوراثي	المستويات الملحية (ميللي مول NaCl)				المتوسط البيئي
	الشاهد	100	150	200	
سدس	63.33	58.00	39.33	22.00	45.66 a
سخا 93	59.33	42.60	36.00	23.33	40.33 ab
جيزة 168	60.33	52.00	40.00	27.66	45.00 ab
جميزة 9	62.33	59.33	45.33	29.33	49.08 ab
سخا 61	59.00	45.33	43.00	28.33	43.91 b
شام 6	60.00	57.66	49.00	38.33	51.25 c
أكساد 885	63.00	55.33	48.33	36.33	50.75 c
أكساد 899	58.00	51.00	41.33	34.00	46.08 c
أكساد 901	62.66	54.33	43.33	35.00	48.83 c
شام 4	57.00	56.66	49.33	39.00	50.50 d
المتوسط	60.50 a	53.23 b	43.50 c	31.33 d	

* تشير الأحرف المتماثلة إلى عدم وجود فروقات معنوية عند مستوى المعنوية (0.05).

(200 ميلي مول من NaCl). ويُلاحظ أنّ متوسط ارتفاع النبات كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الصنف شام$_6$، والسلالة أكساد$_{885}$، والصنف شام$_4$، والطراز الوراثي جميزة$_9$ (51.25، 50.75، 50.50، 49.08 سم على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، تلاها السلالة أكساد$_{901}$ (48.83 سم)، ثمّ الطرز الوراثية أكساد$_{899}$ وسدس، وجيزة$_{168}$ وسخا$_{61}$ (46.08، 45.67، 45.00، 43.92 سم على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها في حين كان متوسط ارتفاع النبات الأدنى معنوياً لدى نباتات الطراز الوراثي سخا$_{93}$ (40.33 سم). ويُلاحظ، بالنسبة إلى تفاعل المستويات الملحية مع الطرز الوراثية أنّ متوسط ارتفاع النبات كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الطرز الوراثية سدس، وأكساد$_{885}$، وأكساد$_{901}$ وجميزة$_9$ ، وسخا$_{93}$، والصنف شام$_6$، وسخا$_{93}$ في المعاملة الشاهد (63.33، 63.00، 62.67، 62.33، 60.33، 60.00، 59.33 سم على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان متوسط ارتفاع النبات الأدنى معنوياً لدى نباتات الطرز الوراثية سدس، وسخا$_{93}$ ، وجيزة$_{168}$، وسخا$_{61}$، وجميزة$_9$ عند المستوى الملحي الأعلى (22.00، 23.33، 27.67، 28.33، 29.33 سم على التوالي). ويُعزى تراجع ارتفاع النبات تحت ظروف الإجهاد الملحي عامةً، والمستويات الملحية المرتفعة خاصةً إلى تثبيط استطالة خلايا السلاميات نتيجة تراجع الجهد المائي في محلول التربة، فيقل فرق التدرج في الجهد المائي Water Potential gradient بين التربة وخلايا المجموعة الجذرية، ما يؤثر سلباً في معدل تدفق الماء وامتصاصه من قبل المجموعة الجذرية، فتصبح كمية المياه المتصة غير كافية لتعويض الماء المفقود بالنتح Transpiration، الأمر الذي يؤدي إلى تراجع جهد الامتلاء Turgor potential داخل خلايا السلاميات الساقية، ما يؤدي إلى تثبيط استطالتها Cell elongation، ومن ثمّ نمو السلامية. ويؤثر أيضاً وجود تركيز مرتفع من شوارد الصوديوم (Na^+)، والكلور (Cl^-) سلباً في امتصاص العديد من الشوارد المعدنية الموجبة مثل (K^+، Ca^{+2}، Mg^{+2})، والسالبة مثل النترات (NO_3^-)، بسبب التأثير التضادي Antagonistic effect بين الشوارد المعدنية، ما قد يؤثر سلباً في معدل انقسام خلايا أنسجة الساق النباتية واستطالتها، بسبب اضطراب التغذية المعدنية Nutrient imbalance. ويمكن أن يؤدي تقصير السلاميات الساقية بتأثير الإجهاد الملحي إلى تقليل المسافة بين الطوابق الورقية فيأخذ النبات شكل الوردة المنضغطة Rosette type، ما يؤثر سلباً في كفاءة توزيع الطاقة الضوئية Light distribution بين أجزاء النبات الهوائية المختلفة، ويقلل من فرصة وصول كمية كافية من الضوء اللازمة لزيادة معدل عملية التمثيل الضوئي Photosynthesis وخاصةً في الأوراق السفلية، مما يؤثر سلباً في كفاءتها في استخدام الضوء Radiation Use Efficiency (RUE)، ومن ثمّ كفاءة استخدام الماء Water Use Efficiency (WUE)، بسبب اقتصار دورها على النتح دون تصنيع المادة الجافة (Hethernigton، 2001). تتوافق هذه النتائج مع ما توصلت إليه (2006) الشيخ علي، و(2007) الفاضل في محصول القمح الطري.

2-1 طول حامل السنبلة (سم) :

بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P \leq 0.05$) في صفة طول حامل السنبلة بين المستويات الملحية المختلفة، والطرز الوراثية المدروسة، والتفاعل المتبادل بينهما. يُلاحظ من الجدول (2) حدوث تراجع مضطرد في متوسط طول حامل السنبلة بازدياد تركيز الأملاح الذوّابة في

الجدول رقم (2). متوسط طول حامل السنبلة (سم) لدى طرز القمح الطري تحت ظروف الإجهاد الملحي.

الطراز الوراثي	المستويات الملحية (ميللي مول NaCl)				المتوسط البيئي
	الشاهد	100	150	200	
سدس	33.00	29.33	18.66	14.66	23.91 a
سخا$_{93}$	28.16	22.33	20.66	14.33	21.37 a
جيزة$_{168}$	34.00	24.50	21.00	14.00	23.37 b
جميزة$_9$	25.00	29.50	20.66	12.33	21.87 cb
سخا$_{61}$	29.00	24.00	20.00	14.33	21.83 bc
شام$_6$	35.16	30.16	29.00	26.33	30.16 cd
أكساد$_{885}$	31.50	26.00	21.33	18.00	24.26 d e
أكساد$_{899}$	30.83	28.33	22.66	20.33	25.54 e f
أكساد$_{901}$	31.00	28.16	24.00	20.66	25.95 ef
شام$_4$	31.33	31.83	32.66	25.00	30.20 f
المتوسط	30.90 a	27.41 b	23.06 c	18.00 d	-

* تشير الأحرف المتماثلة إلى عدم وجود فروقات معنوية عند مستوى المعنوية (0.05).

مياه الري بالمقارنة مع الشاهد. ويُلاحظ ازدياد نسبة الانخفاض في طول حامل السنبلة بازدياد شدة الإجهاد الملحي في محلول التربة بالمقارنة مع المعاملة الشاهد. ووصلت نسبة الانخفاض في طول حامل السنبلة إلى 41.74 % عند المستوى الملحي الأعلى، في حين لم تتجاوز نسبة الانخفاض 11.26 % عند المستوى الملحي الأدنى بالمقارنة مع الشاهد. يُلاحظ أنّ متوسط طول حامل السنبلة (السلامية الطرفية) كان الأعلى معنوياً لدى صنفي القمح الطري شام$_4$ ، وشام$_6$ (30.21، 30.17 سم على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، تلاهما السلالات أكساد$_{901}$، وأكساد$_{899}$، وأكساد$_{885}$، وسدس (25.96، 25.54، 24.21، 23.92 سم على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينهما، في حين كان متوسط طول حامل السنبلة الأدنى معنوياً لدى نباتات الطرز سخا$_{93}$، وسخا$_{61}$، وجميزة$_9$ وجيزة$_{168}$(21.38، 21.83، 21.88، 23.38 سم على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها. وتُلاحظ الاستجابة نفسها بالنسبة إلى تفاعل المستويات الملحية مع الطرز الوراثيـــة.

3-1 مساحة الورقة العلمية (سم^2) :

بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P \leq 0.05$) في صفة متوسط مساحة الورقة العلمية بين المستويات الملحية، والطرز الوراثية، والتفاعل المتبادل بينهما. وقد أدى ازدياد تركيز الأملاح الذوّابة في مياه الري إلى انخفاض مساحة الورقة العلمية بشكلٍ مضطرد بالمقارنة مع الشاهد، (الجدول، 3). ووصلت نسبة الانخفاض في مساحة الورقة العلمية إلى 73.02 % عند المستوى الملحي الأعلى بالمقارنة مع الشاهد. ويُلاحظ أنّ متوسط مساحة الورقة العلمية كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الطرز الوراثية أكساد$_{899}$ وجيزة$_{168}$ وأكساد$_{901}$، وسدس، وسخا$_{61}$ (22.36، 19.95، 19.86، 18.58، 18.28 سم^2 على التوالي) وبدون فروقات معنوية، في حين كان متوسط مساحة الورقة العلمية الأدنى معنوياً لدى نباتات الطرز جميزة$_9$، وشام$_4$، وسخا$_{93}$، وأكساد$_{885}$ (13.76، 13.82، 13.84، 14.19 سم^2 على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، تلاها الصنف شام$_6$ (17.42 سم^2). ويُلاحظ المنحى نفسه بالنسبة إلى تفاعل الطرز الوراثية مع المستويات الملحية. يُعزى تراجع مساحة الورقة العلمية بازدياد تركيز الأملاح الذوّابة (شدة الإجهاد الملحي) إلى تراجع جهد الامتلاء داخل خلايا الأوراق بسبب تراجع كمية المياه المتصة عن طريق المجموعة الجذرية، ما يؤدي إلى تثبيط استطالة خلايا الأوراق Cell elongation وتوقف نموها، لأنّ النمو هو حصيلة انقسام واستطالة غير عكوسة للخلايا النباتية. ويتناسب عموماً، معدل نمو الخلية النباتية طرداً مع مرونة جدرانها Cell wall extensibility (m)، وقيمة جهد الامتلاء Turgor potential (P)، وعكساً مع الحد الأدنى من جهد الامتلاء الذي تبدأ عنده الخلايا النباتية بالتمدد (Y)(Cosgrove، 1989). وتعد استطالة الخلايا النباتية من أكثر العمليات الفيزيولوجية حساسيةً لظروف الإجهاد الملحي. ويعد تقليص مساحة الأوراق عامةً، والورقة العلمية خاصةً من الآليات التكيفية المهمة المرتبطة بتجنب الإجهادات اللاأحيائية (الملوحة، والجفاف)، حيث تساعد في تقليل مساحة المسطح الورقي القابل للنتح، والمعرض بشكلٍ مباشر لأشعة الشمس، ما يساعد في الحد من فقد الماء والمحافظة على جهد الامتلاء داخل الخلايا النباتية. عموماً، تعد صفتي طول حامل السنبلة ومساحة الورقة العلمية، بالإضافة إلى عدد الحبوب المتشكلة في السنبلة الواحدة من الصفات المتلازمة،

الجدول رقم (3). متوسط مساحة الورقة العلمية (سم^2) لدى طرز القمح الطري تحت ظروف الإجهاد الملحي.

الطراز الوراثي	المستويات الملحية (ميللي مول NaCl)				المتوسط البيئي
	الشاهد	100	150	200	
سدس	39.23	21.96	9.16	3.96	18.58 a
سخا$_{93}$	24.50	14.93	12.20	3.73	13.84 ab
جيزة$_{168}$	41.86	15.86	14.86	7.20	19.95 ab
جميزة$_9$	22.70	19.36	7.23	5.73	13.75 ab
سخا$_{61}$	33.63	17.96	15.86	5.66	18.28 abc
شام$_6$	25.56	19.63	11.76	12.73	17.42 bcd
أكساد$_{885}$	24.90	15.96	8.30	7.60	14.19 cd
أكساد$_{899}$	31.26	26.63	18.33	13.20	22.35 d
أكساد$_{901}$	30.93	23.20	15.83	9.46	19.85 d
شام$_4$	17.93	15.76	11.93	9.63	13.81 d
المتوسط	29.25 a	19.13 b	12.55 c	7.89 d	-

* تشير الأحرف المتماثلة إلى عدم وجود فروقات معنوية عند مستوى المعنوية (0.05).

والمحددة لطبيعة استجابة الطرز الوراثية للإجهاد الملحي، حيث يتزامن تشكل هذه المكونات بآنٍ واحد (Slafer وزملاؤه، 1996). ونظراً لتراجع معدل التمثيل الضوئي Assimilation rate وازدياد معدل التنفس (Kalaji و Pietkiewicz، 1993)، فعادةً ما تشتد المنافسة بين هذه المكونات الثلاثة على نواتج التمثيل الضوئي المتاحة بكمياتٍ محدودة وخاصةً خلال مرحلة الطلب الأعظمي على نواتج عملية التمثيل الضوئي (قبل الإزهار بنحو20-30 يوماً) (Slafer وزملاؤه، 1996). ويؤثر تبعاً لذلك ازدياد طول حامل السنبلة، أو استطالة الورقة العلمية سلباً في كمية المادة الجافة المسخّرة لتشكل الزهيرات في السنبلة وتطورها، فتزداد نسبة الزهيرات العقيمة Sterile florets والمجهضة aborted فيتراجع عدد الحبوب المتشكلة في السنبلة الواحدة. ويتضح مما تقدم، أنّ تحمل الطرز الوراثية للإجهاد الملحي مع المحافظة على كفاءة الطراز الوراثي الإنتاجية Production capacity تحت ظروف الإجهاد الملحي يتحدد بكفاءة الطراز الوراثي في الحد من استطالة السلامية الطرفية (حامل السنبلة)، وإلى حدٍ ما الورقة العلمية، حيث يساعد ذلك في توفير كمية أكبر من المادة الجافة يمكن أن تستخدم في تشكل الزهيرات وتطورها. وتعد برأينا الطرز الوراثية التي تبدي نسبياً تراجعاً أكبر في طول حامل السنبلة بالمقارنة مع الورقة العلمية ذات كفاءة إنتاجية أكبر تحت ظروف الإجهاد الملحي، نظراً لأهمية الورقة العلمية في مدّ الحبوب بجزء كبير من نواتج عملية التمثيل الضوئي خلال فترة امتلاء الحبوب (العودة، 2005). تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه الفاضل (2007)، و الشيخ علي (2006).

2 - الصفات المرتبطة بالغلة الحبية:

2-1 طول السنبلة (سم) :

يُلاحظ من الجدول (4) وجود فروقات معنوية في متوسط طول السنبلة بين المستويات الملحية، والطرز الوراثية، والتفاعل المتبادل بينهما. ويُلاحظ أنّ متوسط طول السنبلة كان الأعلى معنوياً في المعاملة الشاهد ومستوى الملوحة (100 ميلي مول من NaCl) وبدون فروقات معنوية بينهما (8.76، 8.03 سم على التوالي)، في حين ازدادت نسبة الانخفاض في طول السنبلة عند المستويات الملحية الأعلى (150، 200 ميلي مول من NaCl (20.89، 41.44 % على التوالي) بالمقارنة مع الشاهد. وكان متوسط طول السنبلة الأدنى معنوياً (5.13 سم) عند المستوى الملحي الأعلى بالمقارنة مع باقي المستويات الملحية. ويُلاحظ أنّ متوسط طول السنبلة كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الطرز الوراثية أكساد$_{901}$ وأكساد$_{899}$ وأكساد$_{885}$ (8.16، 7.83، 7.58 سم على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، تلاها الطرز الوراثية سدس، وجيزة$_{168}$، وسخا$_{93}$، وجميزة$_{9}$ (7.41، 7.33، 7.08، 7.00 سم على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الطرز الوراثية شام$_{4}$ وشام$_{6}$، وسخا$_{61}$ (6.33، 6.66، 6.75 سم على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها (الجدول، 4). وتلاحظ الاستجابة نفسها بالنسبة إلى تفاعل المستويات الملحية مع الطرز الوراثية. عموماً، يتحدد عدد الحبوب في السنبلة ومن ثمّ في النبات بالعديد من العوامل أهمها طول السنبلة، وعدد الزهيرات الخصبة فيها، ودرجة اكتظاظ السنبلة، ونوع السنبلة (رئيسة أم

الجدول رقم (4). متوسط طول السنبلة (سم) لدى طرز القمح الطري تحت ظروف الإجهاد الملحي.

الطراز الوراثي	المستويات الملحية (ميللي مول NaCl)				المتوسط البيئي
	الشاهد	100	150	200	
سدس	10.00	8.66	6.33	4.66	7.41 a
سخا$_{93}$	9.00	8.00	8.00	3.33	7.08 ab
جيزة$_{168}$	10.66	8.00	6.33	4.33	7.33 abc
جميزة$_{9}$	8.33	8.00	6.66	5.00	7.00 bcd
سخا$_{61}$	8.66	7.33	6.66	4.33	6.75 bcde
شام$_{6}$	7.66	7.00	6.33	5.66	6.66 cde
أكساد$_{885}$	9.00	8.33	7.00	6.00	7.58 cdef
أكساد$_{899}$	7.66	9.00	8.00	6.66	7.83 def
أكساد$_{901}$	9.66	9.00	8.00	6.00	8.16 ef
شام$_{4}$	7.00	7.00	6.00	5.33	6.33 f
المتوسط	8.76 a	8.03 a	6.93 b	5.13 c	-

* تشير الأحرف المتماثلة إلى عدم وجود فروقات معنوية عند مستوى المعنوية (0.05).

ثانوية)، وكمية المياه والمادة الجافة المتاحة خلال فترة تشكل الزهيرات وتطورها، والعوامل البيئية السائدة خلال مرحلة تشكل السنابل (الفاضل، 2007). وتتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه Francois وزملاؤه (1994) في محصول القمح.

2-2 متوسط عدد السنيبلات في السنبلة:

بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P \leq 0.05$) في صفة عدد السنيبلات في السنبلة بين المستويات الملحية، والطرز الوراثية المدروسة، والتفاعل المتبادل بينهما. ويلاحظ من الجدول (5) أنّ متوسط عدد السنيبلات في السنبلة كان الأعلى معنوياً في المعاملة الشاهد (بدون أملاح) (7.83)، وتراجع تدريجياً بازدياد تركيز الأملاح في محلول التربة، حيث كان متوسط عدد السنيبلات في السنبلة الأدنى معنوياً عند المستوى الملحي الأعلى (200 ميلي مول) من NaCl (4.50). ولم تُظهر نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية بين مستويي الملوحة (100، و150 ميلي مول من NaCl (6.30 ، 6.80) على التوالي). ويُلاحظ أنّ متوسط عدد السنيبلات في السنبلة كان الأعلى معنوياً لدى السلالتين أكساد$_{901}$ وأكساد$_{899}$ (7.33، 7.00 على التوالي) تلاهما وبدون فروقات معنوية الصنف شام$_6$ والطرازان الوراثيان سدس، وجميزة$_9$ (6.41، 6.33، 6.33 على التوالي)، في حين كان متوسط عدد السنيبلات في السنبلة الأدنى معنوياً لدى باقي الطرز الوراثية المدروسة وبدون فروقات معنوية بينها. عموماً، يؤدي تراجع عدد السنيبلات في السنبلة إلى تدني نسبة الزهيرات الخصبة التي يمكن أن تتشكل، ما قد يؤثر سلباً في عدد الحبوب المتشكلة في السنبلة الواحدة.

3-2 متوسط عدد الحبوب في السنبلة:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P \leq 0.05$) في صفة عدد الحبوب في السنبلة بين المستويات الملحية، والطرز الوراثية، والتفاعل المتبادل بينهما.

يُلاحظ من الجدول (6) أنّ متوسط عدد الحبوب في السنبلة تراجع بشكلٍ معنوي بازدياد تركيز الأملاح الذوّابة في محلول التربة، حيث وصلت نسبة الانخفاض في عدد الحبوب المتشكلة في السنبلة إلى قرابة (61.64 %) عند المستوى الملحي الأعلى (200 ميلي مول من NaCl)، في حين لم تتجاوز نسبة الانخفاض 21.97 % عند المستوى الملحي الأدنى (100 ميلي مول من NaCl). ويُلاحظ، أنّ متوسط عدد الحبوب في السنبلة كان الأعلى معنوياً لدى سلالتي القمح الطري أكساد$_{901}$، وأكساد$_{899}$، والطراز الوراثي جيزة$_{168}$ (8.67، 38.33، 34.08 على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، تلاها الطراز الوراثي جميزة$_9$، والصنفين شام$_4$، وشام$_6$، ثمّ الطراز الوراثي سخا$_{61}$، وسخا$_{93}$ (33.00، 32.17، 30.08 ، 29.25 ، 29.17 على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان متوسط عدد الحبوب في السنبلة الأدنى معنوياً لدى السلالة أكساد$_{885}$، والطراز الوراثي سدس (26.67، 28.83 على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها. وتُلاحظ الاستجابة نفسها بالنسبة لتفاعل المستويات الملحية مع الطرز الوراثية. يؤثر ارتفاع تركيز الأملاح سلباً في مساحة المسطح الورقي الأخضر الفعّال في عملية التمثيل الضوئي (حجم المصدر)، فتتراجع كفاءة النبات التمثيلية، وكمية المادة الجافة المصنّعة والمتاحة خلال فترة تشكل السنابل وتطورها، الأمر الذي

الجدول رقم (5). متوسط عدد السنيبلات في السنبلة لدى طرز القمح الطري تحت ظروف الإجهاد الملحي.

الطراز الوراثي	المستويات الملحية (ميللي مول NaCl)				المتوسط البيئي
	الشاهد	100	150	200	
سدس	9.00	7.33	5.33	3.66	6.33 a
سخا$_{93}$	8.00	6.33	6.66	3.66	6.16 ab
جيزة$_{168}$	9.00	6.33	5.33	3.66	6.08 bc
جميزة$_9$	8.33	6.66	6.33	4.00	6.33 bc
سخا$_{61}$	7.66	5.66	6.66	4.00	6.00 bc
شام$_6$	7.33	7.00	6.33	5.00	6.41 bc
أكساد$_{885}$	7.33	6.33	6.00	4.66	6.08 c
أكساد$_{899}$	7.00	8.00	7.00	6.00	7.00 c
أكساد$_{901}$	8.66	8.00	7.00	5.66	7.33 c
شام$_4$	6.00	6.33	6.33	4.66	5.83 c
المتوسط	7.83 a	6.80 b	6.30 b	4.50 c	-

* تشير الأحرف المتماثلة إلى عدم وجود فروقات معنوية عند مستوى المعنوية (0.05).

الجدول رقم (6). متوسط عدد الحبوب في السنبلة لدى طرز القمح الطري تحت ظروف الإجهاد الملحي.

الطراز الوراثي	المستويات الملحية (ميللي مول NaCl)				المتوسط البيئي
	الشاهد	100	150	200	
سدس	52.00	38.66	20.00	4.66	28.83 a
سخا $_{93}$	51.00	36.66	20.00	9.00	29.16 a
جيزة $_{168}$	57.66	33.66	33.00	12.00	34.08 ab
جميزة $_{9}$	47.33	33.33	33.66	17.66	33.00 bc
سخ $_{61}$	41.00	28.00	33.66	14.33	29.25 bc
شام $_{6}$	38.00	28.33	28.30	25.66	30.08 bcd
أكساد $_{885}$	31.00	35.66	23.00	17.00	26.66 bcd
أكساد $_{899}$	55.00	44.00	27.66	26.66	38.33 bcd
أكساد $_{901}$	54.66	43.00	33.33	23.66	38.66 cd
شام $_{4}$	32.00	37.33	33.66	25.66	32.16 d
المتوسط	45.96 a	35.86 b	28.63 c	17.63 d	-

* تشير الأحرف المتماثلة إلى عدم وجود فروقات معنوية عند مستوى المعنوية (0.05).

يؤثر سلباً في عدد الزهيرات الخصبة المتشكلة، ومن ثمّ عدد الحبوب في السنبلة/النبات. ويؤثر الإجهاد الملحي وخاصةً عند المستويات المرتفعة من الملوحة سلباً في كمية المياه المتاحة للنبات، الأمر الذي يؤثر سلباً في معدل نقل نواتج التمثيل الضوئي من الأوراق والسوق إلى السنيبلات المتطورة، فتزداد نسبة الزهيرات العقيمة والمجهضة. تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه الفاضل (2007)، حيث لاحظ انخفاض متوسط عدد الحبوب في كل من السنبلة الرئيسة والثانوية بازدياد شدة الإجهاد الملحي في محصول القمح الطري.

5-2 متوسط عدد الحبوب في النبات:

يتحدد عدد الحبوب الكلي في النبات بعدد السنابل، وعدد السنيبلات في السنبلة، وعدد الزهيرات الخصبة في السنبلة، ومدى كفاية الماء ونواتج التمثيل الضوئي خلال مرحلة تشكل السنابل وتطورها.

بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في صفة متوسط عدد الحبوب في النبات بين المستويات الملحية، والطرز الوراثية، والتفاعل المتبادل بينهما. ويُلاحظ من الجدول (7) ازدياد نسبة الانخفاض في صفة عدد الحبوب في النبات بشكلٍ معنوي بازدياد تركيز الأملاح في منطقة انتشار الجذور بالمقارنة مع الشاهد. ويُلاحظ، أنّ نسبة الانخفاض في عدد الحبوب في النبات كانت الأعلى معنوياً (83.28 %) عند المستوى الملحي الأعلى (200 ميلي مول من NaCl). ولوحظ أنّ متوسط نسبة الانخفاض في عدد الحبوب المتشكلة في النبات الواحد كان بمقدار (16.87 %) لكل زيادة مقدارها 50 ميلي مول من ملح NaCl في وسط النمو، مما يعني أنّ غلة محصول القمح الطري يمكن أن تنعدم (y_0) عندما يصل تركيز الأملاح الذوّابة في محلول التربة إلى قرابة 250 ميلي مول من NaCl. ويلاحظ أنّ متوسط عدد الحبوب في النبات كان الأعلى معنوياً لدى الطرز الوراثية شام$_4$ وجيزة$_{168}$ وشام$_6$، وسخا$_{61}$، وجميزة$_9$، وسدس (الطرز السورية والمصرية) (77.67، 69.83، 69.42، 61.00، 58.08، 57.08 على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان متوسط عدد الحبوب في النبات الأدنى معنوياً لدى سلالات أكساد (أكساد$_{885}$، وأكساد$_{901}$، وأكساد$_{899}$) (37.33، 41.75، 44.92 على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها. عموماً، يُعزى تراجع متوسط عدد الحبوب في النبات بازدياد تركيز الأملاح إلى تراجع عدد الإشطاءات المثمرة المتشكلة (السنابل) نتيجة عدم كفاية المادة الجافة المصنّعة والمتاحة لتحويل جميع الإشطاءات الخضرية إلى سنابل، بالإضافة إلى تراجع عدد السنيبلات (الزهيرات الخصبة) والحبوب في السنبلة الواحدة. ويمكن أن يعزى ذلك إلى تأثير الأملاح في حجم المسطح الورقي الأخضر (المصدر) الفعّال في عملية التمثيل الضوئي، حيث يؤدي ارتفاع تركيز الأملاح في محلول التربة إلى خفض قيمة الجهد المائي (يصبح أكثر سلباً)، ما يؤثر سلباً في كمية الماء الكلية المتصة عن طريق المجموعة الجذرية، وتصبح غير كافية لتعويض الماء المنتوح عن طريق مسامات الأوراق، مما يؤدي إلى تراجع جهد الامتلاء الضروري لاستمرار استطالة خلايا الأوراق، فيتوقف نمو الأوراق وتقل كفاءة النبات التمثيلية Photosynthetic efficiency بسبب تراجع حجم المصدر (LAI)، ومن ثمّ كمية الطاقة الضوئية الفعّالة في عملية التمثيل الضوئي المتصة Intercepted Light Energy. تتوافق هذه النتائج مع ما توصلت إليه الشيخ علي (2006)، والفاضل (2007).

الجدول رقم (7). متوسط عدد الحبوب في النبات لدى طرز القمح الطري تحت ظروف الإجهاد الملحي.

الطراز الوراثي	المستويات الملحية (ميللي مول NaCl)				المتوسط البيئي
	الشاهد	100	150	200	
سدس	153.33	50.33	20.00	4.66	57.08 a
سخا 93	133.33	36.66	20.00	9.00	49.75 ab
جيزة 168	200.66	33.66	33.00	12.00	69.83 ab
جميزة 9	150.66	30.33	33.66	17.66	58.08 abc
سخا 61	138.66	48.66	42.33	14.33	61.00 abc
شام 6	101.66	77.33	66.33	32.33	69.41 abc
أكساد 885	51.00	58.33	23.00	17.00	37.33 bc
أكساد 899	55.00	70.33	27.66	26.66	44.91 c
أكساد 901	54.66	55.33	33.30	23.66	41.75 c
شام 4	98.33	112.66	67.00	32.66	77.66 c
المتوسط	113.73 a	57.36 b	36.63 c	19.00 c	-

* تشير الأحرف المتماثلة إلى عدم وجود فروقات معنوية عند مستوى المعنوية (0.05).

وزن الألف حبة:

بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P \leq 0.05$) في صفة متوسط وزن الألف حبة بين المستويات الملحية، والطرز الوراثية، والتفاعل المتبادل بينهما. يُلاحظ من الجدول (8) أنّ متوسط وزن الألف حبة بدأ بالانخفاض بشكلٍ معنوي فقط عندما وصل تركيز الأملاح في محلول التربة إلى 150 ميلي مول من NaCl، وازدادت نسبة الانخفاض بشكلٍ معنوي عند المستوى الملحي الأعلى (200 ميلي مول من NaCl)، في حين لم تبدِ نتائج التحليل الإحصائي فروقات معنوية في متوسط وزن الألف حبة بين المعاملة الشاهد (بدون أملاح) ومستوى الملوحة100 ميلي مول من NaCl . يُلاحظ بالمقارنة مع صفة عدد الحبوب في النبات أنّ امتلاء الحبوب، ومن ثمّ وزن الألف حبة أقل حساسية للملوحة بالمقارنة مع صفة عدد الحبوب. وما يؤكد ذلك أنّ نسبة الانخفاض في وزن الألف حبة عند كل مستوى ملحي بالمقارنة مع الشاهد كانت معنوياً أدنى (3.50، 13.83، 31.44 % على التوالي) بالمقارنة مع نسبة الانخفاض في صفة عدد الحبوب في النبات (49.54،

الجدول رقم (8). متوسط وزن الألف حبة لدى طرز القمح الطري المدروسة تحت ظروف الإجهاد الملحي.

الطراز الوراثي	المستويات الملحية (ميللي مول NaCl)				المتوسط البيئي
	الشاهد	100	150	200	
سدس	42.70	45.53	21.00	30.90	35.03 a
سخا 93	47.80	42.26	34.06	33.93	39.51 a
جيزة 168	42.00	44.40	31.20	23.30	35.22 ab
جميزة 9	43.30	48.80	38.50	30.10	40.17 abc
سخا 61	47.40	47.23	44.40	38.10	44.28 abcd
شام 6	39.73	39.80	35.96	29.70	36.30abcd
أكساد 885	42.50	39.00	46.53	30.46	39.62 bcd
أكساد 899	50.90	39.16	49.70	26.00	41.44 cd
أكساد 901	47.13	44.60	46.96	33.70	43.10 d
شام 4	44.06	41.00	37.23	30.56	38.21 d
المتوسط	44.75 a	a 43.18	38.55 b	30.67 c	-

* تشير الأحرف المتماثلة إلى عدم وجود فروقات معنوية عند مستوى المعنوية (0.05).

67.78، 83.28 % على التوالي). ويُلاحظ أنّ نسبة الانخفاض في متوسط وزن الألف حبة كانت فقط 13.97 % لكل زيادة مقدارها 50ميلي مول من NaCl، ما يؤكد أنّ صفة عدد الحبوب في النبات أكثر حساسية للملوحة من صفة وزن الألف حبة. ويُلاحظ أنّ متوسط وزن الألف حبة كان الأعلى معنوياً لدى الطرز الوراثيــة سخا$_{61}$، وأكساد$_{901}$، وأكساد$_{899}$ وجميزة$_{9}$، وأكساد$_{885}$، وسخا$_{93}$ (44.28، 43.10، 41.44، 40.17، 39.63، 39.52 غ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان متوسط وزن الألف حبة الأدنى معنوياً لدى الطرز الوراثية سدس، وجيزة$_{168}$، وشام$_{6}$ وشام$_{4}$ (35.03، 35.22، 36.30، 38.22 غ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها. وتُلاحظ الاستجابة نفسها بالنسبة لتفاعل الطرز الوراثية مع المستويات الملحية. عموماً، يعزى تراجع متوسط وزن الألف حبة بازدياد تركيز الأملاح إلى تراجع كمية المادة الجافة المصنّعة والمتاحة خلال فترة امتلاء الحبوب، ما يؤثر سلباً في درجة امتلاء جميع الحبوب المتشكلة بشكلٍ كامل. أو يمكن أنّ يعزى ذلك إلى تراجع معدل نقل نواتج التمثيل الضوئي Translocation efficiency من المصدر (الأوراق والسوق) إلى المصب (الحبوب) بسبب تراجع محتوى النبات المائي (كمية الماء المتصة) (Khodier وزملاؤه، 1999). تتوافق هذه النتائج مع ما توصلت إليه الشيخ علي (2006)، والفاضل (2007).

2 - 7 متوسط وزن الحبوب في النبات (غ):

بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في صفة متوسط وزن الحبوب في النبات بين المستويات الملحية، والطرز الوراثية، والتفاعل المتبادل بينهما. يُلاحظ من الجدول (9) حدوث انخفاض معنوي في وزن الحبوب في النبات بازدياد تركيز الأملاح في محلول التربة. ويُلاحظ أنّ نسبة الانخفاض في وزن الحبوب تقدر تقريباً بنحو (19.85 %) لكل زيادة مقدارها 50 ميلي مول من NaCl، حيث كانت نسبة الانخفاض في متوسط وزن الحبوب عند المستوى الملحي 100 ميلي مول من NaCl قرابة (48.41 %)، في حين وصلت نسبة الانخفاض إلى نحو(88.11 %) عند المستوى الملحي 200 ميلي مول من NaCl بالمقارنة مع الشاهد.

يُلاحظ أنّ متوسط وزن الحبوب في النبات كان الأعلى معنوياً لدى صنف القمح الطري شام$_{4}$ (3.14غ)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى السلالة أكساد$_{885}$ (1.567غ)، ولم تكن الفروقات معنوية بين جميع الطرز الوراثية المتبقية. عموماً، يعزى التراجع الحاصل في متوسط وزن الحبوب في النبات تحت ظروف الإجهاد الملحي إلى تراجع كلٍ من عدد الحبوب في السنبلة، وانخفاض درجة امتلاء الحبوب بسبب قلة كفاءة النبات التمثيلية وعدم كفاية نواتج التمثيل الضوئي المصنّعة خلال مرحلة الطلب الأعظمي عليها (2-3 أسابيع قبل الإزهار)، أي خلال مرحلة تشكل السنابل وتطورها، بالإضافة إلى مرحلة امتلاء الحبوب، ما يؤثر سلباً في عدد الحبوب المتشكلة، ووزن الألف حبة، ويؤدي إلى تراجع غلة المحصول الحبيــة، لأنّ كلٍ من صفــة عدد الحبوب في النبات/وحدة المساحة، ومتوسط وزن الحبة الواحدة من مكونات الغلة الحبية العددية (Gifford وزملاؤه، 1984). تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليــه الفاضل (2007)، وSabry وزملاؤه (2006) ، وFarooq و Azam (2005).

الجدول رقم (9). متوسط وزن الحبوب (غ) في النبات لدى طرز القمح الطري تحت ظروف الإجهاد الملحي.

الطراز الوراثي	المستويات الملحية (ميللي مول NaCl)				المتوسط البيئي
	الشاهد	100	150	200	
سدس	6.50	2.30	0.43	0.16	2.36 a
سخا$_{93}$	6.33	1.60	0.66	0.30	2.22 ab
جيزة$_{168}$	8.36	1.50	1.03	0.26	2.79 ab
جميزة$_{9}$	6.03	2.63	1.03	0.53	2.62 ab
سخا$_{61}$	6.16	2.26	1.90	0.50	2.70 ab
شام$_{6}$	4.10	3.16	2.36	0.93	2.64abc
أكساد$_{885}$	2.16	2.30	1.06	0.73	1.56 abc
أكساد$_{899}$	2.80	2.73	1.36	0.66	1.89 bc
أكساد$_{901}$	2.56	2.46	1.56	0.80	1.85 bc
شام$_{4}$	4.53	4.63	2.40	1.00	3.14c
المتوسط	4.96	2.56	1.41	0.59	-

* تشير الأحرف المتماثلة إلى عدم وجود فروقات معنوية عند مستوى المعنوية (0.05).

علاقات الارتباط:

لوحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين صفتي ارتفاع النبات ومتوسط طول حامل السنبلة ($r = 0.60^{*}$)، ما يعني أنّ الطول النهائي للنبات يتحدد بشكلٍ رئيس بعدد السلاميات وطولها، وخاصةً السلامية الطرفية. ولوحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين مساحة الورقة العلمية، وعدد السنيبلات المتشكلة في السنبلة الواحدة ($r = 0.62^{*}$). وارتبطت صفة مساحة الورقة العلمية سلباً مع كل من عدد السنابل في النبات ($r = - 0.47$) وطول حامل السنبلة ($r = - 0.16$)، ما يشير إلى أنّ زيادة عدد الإشطاءات المثمرة، وزيادة طول السلامية الطرفية (حامل السنبلة) يمكن أن يؤثر سلباً في كمية المادة الجافة المتاحة لنمو الورقة العلمية. ولوحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية جداً بين صفة طول السنبلة وصفة عدد السنيبلات في السنبلة ($r = 0.77^{**}$)، في حين ارتبطت صفة طول السنبلة سلباً مع عدد السنابل في النبات ($r = - 0.93^{**}$)، ما يشير إلى أنّ زيادة عدد الإشطاءات المثمرة يكون على حساب صفة طول السنبلة الواحدة. ولوحظ وجود علاقة ارتباط سالبة ومعنوية جداً ($r = - 0.80^{**}$، $r = - 0.83^{**}$ على التوالي) بين طول السنبلة وكلٍ من عدد الحبوب ووزن الحبوب في النبات، ويعزى ذلك إلى زيادة نسبة الزهيرات العقيمة والمجهضة تحت ظروف الإجهاد الملحي بسبب عدم كفاية كمية نواتج عملية التمثيل الضوئي المصنّعة والمتاحة خلال فترة تشكل السنابل وتطورها وخلال مرحلة امتلاء الحبوب، مما يؤثر سلباً في عدد الحبوب المتشكلة في السنبلة الواحدة ودرجة امتلائها. ولوحظ وجود علاقة ارتباط موجبة بين عدد السنيبلات في السنبلة وعدد الحبوب في السنبلة ($r = 0.43$). عموماً، يتحدد عدد الحبوب في السنبلة الواحدة بدرجة أكبر بعدد الزهيرات الخصبة وليس بعدد السنيبلات الكلي، لأنه عادةً ما تكون زهيرة واحدة فقط خصبة (الوسطى)، في حين تكون الزهيرات الطرفية عقيمة. ويمكن أن يؤدي الإجهاد الملحي إلى تراجع كمية المياه المتصة، وكفاءة النبات التمثيلية، الأمر الذي يؤدي إلى موت نسبة كبيرة من البداءات الزهرية Floret primodia، الأمر الذي يؤدي إلى تراجع عدد الحبوب المتشكلة في النبات. ويؤكد ذلك علاقة الارتباط السلبية بين صفة عدد السنيبلات في السنبلة وعدد الحبوب في النبات ($r = - 0.56$). ويُلاحظ وجود علاقة ارتباط سلبية ($r = - 0.57$) بين وزن الحبوب في النبات وعدد السنيبلات في السنبلة تحت ظروف الإجهاد الملحي. ويعزى ذلك بشكلٍ رئيس إلى تراجع عدد الحبوب المتشكلة في النبات الواحد وليس بسبب تراجع درجة امتلاء الحبوب. ويؤكد ذلك وجود علاقة ارتباط موجبة بين عدد السنيبلات في السنبلة ووزن الألف حبة ($r = 0.36$)، لذلك يمكن القول: أنّ مرحلة تشكل السنابل وتطورها أكثر حساسية للإجهاد الملحي من مرحلة امتلاء الحبوب. وتكمن المشكلة تحت ظروف الإجهاد الملحي في حجم المصدر والمصب. ولوحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية جداً بين صفة عدد الحبوب في النبات ووزن الحبوب فيه (الغلة الحبية)، ما يؤكد حقيقة أنّ صفة عدد الحبوب في النبات/وحدة المساحة من الأرض من أهم مكونات غلة محصول القمح الحبية العددية.

الاستنتاجات:

1. لوحظ وجود تباين وراثي في استجابة طرز القمح الطري المدروسة لظروف الإجهاد الملحي. وسبّب ازدياد تركيز الأملاح في محلول التربة تراجعاً معنوياً في جميع الصفات المدروسة.
2. ارتبطت الكفاءة الإنتاجية Production capacity للطرز الوراثية المتحملة للإجهاد الملحي بمقدرتها على الحد من استطالة حامل السنبلة (السلامية الطرفية)، والورقة العلمية إلى حدٍ ما، نظراً لأهمية الأخيرة في مدّ الحبوب بنواتج عملية التمثيل الضوئي خلال مرحلة امتلاء الحبوب.
3. يتحدد الارتفاع النهائي للنبات بطول السلامية الطرفية (حامل السنبلة) تحت ظروف الإجهاد الملحي، بسبب وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين هاتين الصفتين.
4. تعد صفة وزن الألف حبة في محصول القمح الطري عامةً، والطرز الوراثية المدروسة خاصةً أقل حساسية للإجهاد الملحي بالمقارنة مع صفة عدد الحبوب في النبات، لذلك يساعد انتخاب الطرز الوراثية التي يكون فيها متوسط وزن الألف حبة عالٍ في زيادة غلة محصول القمح الطري الحبية تحت ظروف الإجهاد الملحي.
5. تعد الطرز الوراثية شام$_4$، وشام$_6$، وجميزة$_9$، وسخا$_{61}$ من الطرز الوراثية عالية التحمل للملوحة، ويمكن استخدامها كآباءٍ في برامج التربية والتحسين الوراثي لنقل بعض الصفات المرتبطة وراثياً بتحمل الملوحة مع المحافظة على طاقة المحصول الإنتاجية، وخاصةً إذا كانت من الصفات البسيطة ذات قابلية التوريث العالية.

المراجع

المجموعة الإحصائية السنوية، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي. 2000.

المنظمة العربية للتنمية الزراعية. 2002.

الشيخ علي، رؤى. 2006. تطوير تقانة غربلة سريعة لتحمل الإجهاد الملحي في القمح. رسالة ماجستير قدمت إلى قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، الجمهورية العربية السورية.

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.

الفاضل، عبد الإله. 2007. تقويم وانتخاب بعض طرز القمح الطري

Environmental Biotechnology. Springer, Heidelberg, Narosa Publishing House, New Delhi, India, pp. 156-221.

Hetherington, A.M. 2001. Guard cell signaling cell. 107, 711-714.

Hogland, D.R. and Arnon, D.I. 1950. The Water-Culture Method for Growing Plant Without Soil. Calif. Agric. Expt. Sta. Circ. 347.

Iyengar, E.R.R. and Reddy, M.P. 1994. Crop response to salt stress: Sea water application and prospects. In: Pessarakli, M. (Ed.), Handbook of Plant and Crop Stress, Marcel Dekker, New York, pp. 183 – 203..

Kalaji, M.H. and Pietkiewicz, S. 1993. Salinity effect on plant growth and other physiological processes. Acta Physiologiae Plantarum, Vol. 15. No. 2. 89-124.

Khodier, M.M.; Sabry, S.I.S. and Hanna, H.S. 1999. Screening Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes for Salinity Tolerance in Sandy and Clay Loam Soils. Annals Agric. Sci., Ain-Shams Univ. Cairo 44(1), 151-157.

Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell Environ., 25:239-250.

Noaman, M.M. 2000. Evaluation of some recombinant of *Triticum turgidum* L. for salt tolerance. Journal of Arid Environments 46: 239-247.

Poustini, K. and Siosemardeh, A. 2004. Ion distribution in wheat cultivars in response to salinity stress. Field Crops Research 85:125-133.

Robinson , M.; Very, A.; Sanders, D. and Mansfield, T.A. 1997. How can stomata contribute to salt tolerance? Annals of Botany, 80: 387393-.

Russell, D.F. 1991. MSTAT, Director Crop and Soil Science Department (varsion 2.10), Michigan State Uni. U.S.A.

(*Triticum aestivum* L.) ضمن ظروف الإجهاد الملحي. رسالة ماجستير قدمت إلى قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، الجمهورية العربية السورية.

Alam, S.M. 1994. Nutrients uptake by plants under stress condition.(In: Handbook of Plant and Crop Stresses). Marcel Dekker, Inc. New York. PP.233-236.

Ali, Z.; Salam, A.; Azhar, F.M. and Khan, I.A. 2007. Genotypic variation in salinity tolerance among spring and winter wheats (*Triticum aestivum* L.) accessions. South Africa J. of Botany, 73 (1): 70 - 75.

Allen, J.A.; Chambers, J.L. and Stine, M. 1994. Prospects for increasing salt tolerance of forest trees: A review, Tree Physiology, 14: 843-853.

Chauhan, R.P.S.; Pathak, D.C. and Chauhan, C.P.S. 1991. Nitrogen and phosphorus requirements and irrigation schedule of wheat irrigation with saline water. Fertilizer News, 36:1118- .

Cossgrove, D.J. 1989. Characterization of long term extension of isolated cell walls from growing cucumber hypocotyls. Planta, 177121-.

Farooq, S. and Azam, F. 2005. The use of cell membrane stability (CMS) technique to screen for salt tolerant wheat varieties. Journal of Plant Physiology.

Francois, L.E.; Grieve, C.M. Maas, E.V. and Lesch, S.M. 1994. Time of salt stress affects growth and yield components of irrigated wheat. Agron. J. 86: 100-107.

Gifford, R.M.; Thorne, J.H.; Hitz, W.D. and Giaquinta, R.D. 1984. Crop productivity and photo-assimilate partitioning. Science. 225: 801-808.

Hagemann, M. and Erdmann, N. 1997. Environmental stresses. In: Rai, A.K. (Ed.), Cyanobacterial Nitrogen Metabolism and

and Na^+ transport in higher plants, Ann. Bot. 91: 503-507.

Tim, C. 2000. Salt tolerance in plants. Australian Turfgrass Management, 25 oct.- Nov.

Tuna, A.L.; Kayab, C.; Higgsc, D.; Murillo-Amadord, B.; Aydemir, S. and Girgin, A.R. 2008. Silicon improves salinity tolerance in wheat plants. Environ. And Exp. Bot., 62 (1): 10 – 16.

Voldeng, H.D. and Simpson, G.M. 1967. Leaf area as indicator of potential grain yield in wheat. Can. J. Plant Sci., 47: 359-365.

Zadocks, J.C.; Chang, T.T. and Konzak, C.F. (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research 14: 415-421.

Zein, F.I.; Abd EL-Wahab, S.A.; El-Abaseri, M.A. and Moustafa, A.T.A. 2003. Evaluation of some wheat varieties to salt tolerance. Egypt J. Soil Sci., 43: pp. 114 – 127.

Saqib, M.; Akhtar, J. and Qureshi, R.H. 2004. Pot study on wheat growth in saline and waterlogged compact soil. Soil & Tillage Research 77:169-177.

Shannon, M.C. 1998. Adaptation of plants to salinity. Adv. Agron. 60: 75-119.

Sharma, S.K. 1996. Soil salinity effects on transpiration and net photosynthetic rates, stomatal conductance and Na^+ and Cl^- contents in durum wheat Biologia. Plantarum (Czeach Republic), 38:519- 523.

Slafer, G.A.; Calderini, D.F. and Miralles, D.J. 1996. Yield components and compensation in wheat: Opportunities for further increasing yield potential. In increasing wheat potential in wheat; Breaking the Barriers, (Eds). M.P. Reynolds, S. Rajaram and A. pp. 101-133.

Tester, M. and Davenport, R. 2003. Na^+ tolerance