تقويم أهمية التحريض وطبيعته في تحسين تحمل بعض سلالات أكساد من القمح القاسي والطري للإجهاد الملحي

أيمن الشحاذة العودة[1]

الملخص

نفذت عدة تجارب مخبرية لتقويم لستجابة عشر سلالات (أكساد) من القمح الطري، وأخرى من القمح القاسي لتحمل الإجهاد الملحي (NaCl) في طور البادرة الفتية. استخدمت تقانة الاستجابة للتحريض الملحي في سبر التباين الوراثي لتحمل الإجهاد الملحي ضمن سلالات أكساد. وتم أيضاً تقويم تأثير طبيعة التحريض في تحمل البادرات المحرضة للمستويات المميتة من الإجهادات غير الإحيائية (الملوحة والجفاف).

كانت تقانة الغربلة المستخدمة فعالة، وسريعة في كشف التباين الوراثي في استجابة السلالات المدروسة لتحمل الملوحة. وكان للتحريض دور مهم في تحسين تحمل البادرات للمستويات المميتة من الإجهاد الملحي. وارتبط تعريض البادرات إلى المستوى المحرض الملحي الأمثل (20 mM NaCl) بقدرة أكبر على استعادة النمو في نهاية فترة الإجهاد الملحي المميت (200 mM NaCl) بالمقارنة مع البادرات غير المحرضة. وتعد تبعاً لذلك القدرة على استعادة النمو من المؤشرات البيولوجية المهمة في استشفاف درجة التحمل للإجهاد الملحي. ويعد تعريض بادرات القمح بشكلٍ مسبق إلى مستوياتٍ غير مميتة (محرضة) من الإجهاد الملحي مهماً جداً في تقويم الطاقة الكامنة لتحمل الملوحة.

لوحظ وجود تباين وراثي معنوي لتحمل الملوحة بين السلالات المدروسة، وبين الأنواع. وتفوقت جميع سلالات أكساد من القمح الطري والقاسي على الشواهد المحلية المعتمدة (شام$_6$ و شام$_3$). وكانت سلالات القمح القاسي معنوياً أكثر تحملاً للملوحة من سلالات القمح الطري في طور البادرة الفتية، كما لوحظ وجود فروق معنوية في طبيعة التحريض (ملحي أو حلولي)، ونوع التحريض (متماثل أو متباين). وكانت الإشارة الملحية Saline signal أكثر فعالية في رفع درجة تحمل بادرات القمح للمستويات المميتة من الملوحة والجفاف من الإشارة الحلولية Osmotic signal (PEG-6000 Mpa 0.3-). وكان أداء سلالات أكساد من نوعي القمح أفضل ضمن ظروف الإجهاد الملحي المتماثل بالمقارنة مع الإجهاد الملحي المتباين والإجهاد المائي المتماثل. ويرتبط تحمل الملوحة بطبيعة التعريض للإجهاد، هل هو تدريجي أم مباشر، وبطبيعة التحريض والمرحلة من حياة النبات، والنوع النباتي.

الكلمات المفتاحية: تقانة غربلة، تباين وراثي، طبيعة التحريض، الإجهاد غير الإحيائي، الإجهاد المتباين، الإجهاد المتماثل، السلالة المحلية، أكساد.

[1] أستاذ مساعد، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، وخبير فيزيولوجيا الإجهادات البيئية في برنامج الحبوب، إدارة الموارد النباتية، المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد) ص. ب. 2440. دمشق، سورية.

Assessment the Importance of Induction and its Nature in Improving the Tolerance of Some ACSAD Durum and Bread Wheat Landraces to Salinity Stress

Ayman Shehada AL-Ouda[1]

ABSTRACT

Several laboratory experiments were conducted to evaluate the response of ten ACSAD durum and bread wheat landraces to salinity stress tolerance at seedling stage. The salinity induction response technique was applied to assess the genetic variability, and the effect of induction nature in improving the tolerance to lethal levels of some abiotic stresses (drought and salinity). The applied screening tool was rapid and efficient in assessing the genetic variability for the response of studied durum and bread wheat landraces to salinity stress tolerance.

In general, induction enhanced the seedling tolerance to lethal salinity levels. The pre-exposure of seedlings to the optimum salinity stress level (20 mM NaCl) was associated with higher recovery growth after being exposed to the lethal level of stress (200 mM NaCl) compared with the non-induced seedlings. The recovery growth rate was as a consequence considered as an important biological parameter determining the degree of salinity stress tolerance. The step-wise transfer of seedlings to the lethal levels of stresses plays a pivotal role in assessing the potentiality of wheat salinity stress tolerance. Significant genetic variation occurred among durum and bread wheat landraces. But the tolerance of durum wheat landraces was at this phynological stage significantly higher than that of bread wheat. ACSAD durum and bread wheat landraces performed significantly better than the local cultivated varieties ($Cham_6$ and $Cham_3$). Significant differences were found in response to induction nature (salinity induction or osmotic induction), and stress type (different or identical). The salinity induction signal (20 mM NaCl) was more efficient in improving seedling tolerance than the osmotic induction signal (-0.3 Mpa PEG-6000) when the seedlings were transferred to the lethal levels of both salinity (200 mM NaCl) and drought (-1.5 MPa PEG-6000). The performance of both durum and bread wheat landraces was substantially better under the identical salinity stress compared with the different salinity stress and identical osmotic stress.

Generally, the salinity stress tolerance was found to be highly correlated with the nature of exposure (gradual or sudden), induction nature, and phynological stage and plant species.

Key words: Screening technique, Genetic variability, Induction nature, Salinity stress, Osmotic stress, Different stress, Identical stress, Landraces, ACSAD.

[1] Associate Professor, Agronomy Dept., Faculty of Agriculture, Damascus University, Damascus, Syria. A cooperative expert, Plant Resources Division, Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands (ACSAD). P.O. Box: 2440, Damascus, Syria.

المقـدمـة

تعد محاصيل الحبوب من أهم المحاصيل المزروعة في الوطن العربي والعالم. ويعـد محصول القمح من أكثر المحاصيل أهمية وانتشاراً في العالم ضمن لائحـة المحاصـيل الغذائية من حيث المساحة والإنتاج، حيث يشكل القمح الغذاء الأساس فـي بـلاد شـمال أفريقية، وأوروبا وأمريكا الجنوبية والشمالية وأستراليا وبعض الدول الفقيرة فـي آسـية وأفريقية. تؤمن حبوب القمح 20% من السعرات الحرارية في غذاء الإنسان على مستوى العالم. فضلاً عن ذلك، فإن لمحصول القمح أهمية تكنولوجية وصناعية، حيـث يسـتخدم دقيق القمح في صناعة الخبز والمعجنات والمعكرونة والبرغل، ويمكن أن تدخل حبوبـه في علائق الدواجن والأبقار، ويستخدم تبن القمح كمادة علفية مالئة للحيوانـات الكبيـرة. ويستعمل القش كفرشة في الإسطبلات، و كمادة أولية في صـناعة الـورق والكرتـون. ويتصدر القمح محاصيل الحبوب في القطر العربي السوري من حيث المساحة المزروعة (1796 ألف هكتار)، والإنتاج (4913 ألف طن)، والإنتاجية (2735 كغ/هكتار) (المنظمـة العربية للتنمية الزراعية، 2003).

تراجعت غلة محصول القمح الحبية في السنوات الأخيرة، ويعزى هذا التراجع إما إلى تملح جزء كبير من الأراضي الزراعية المروية سيئة الصرف نتيجـة إتبـاع الطرائـق المغلوطة في الري واستعمال مياه ذات نوعية متدنية، أو بسبب موجات الجفاف المتلاحقة نتيجة تراجع معدلات الهطول المطري السنوية، أو عدم انتظام توزع مياه الأمطار خلال موسم النمو بما يتناسب مع احتياجات النباتات، ولاسيما خلال المراحل الحرجة من حيـاة النبات (مرحلتي الإزهار وامتلاء الحبوب).

تنتشر الأراضي المتملحة في القطر العربي السوري في حوض الفرات وسهل الغـاب وغوطة دمشق. ويعزى تملح الترب الزراعية إلى استعمال مياه غير صالحة للـري مـع غياب الصرف العميق والجيد، مما يؤدي إلى ارتفاع مستوى الماء الأرضي وصعود الماء المحمل بالأملاح الذوابة Soluble salts إلى سطح التربة، حيث يتبخر الماء خلال فصـل الصيف الحار والجاف وتتركز الأملاح فوق سطح التربة، أو بسبب هطول كميـات مـن الأمطار غير كافية لغسيل قطاع التربة المتملح، وتمديد الأملاح الزائدة في محلول التربة والحد من تأثيراتها الضارة في إنبات البذور واسـتمرار نمـاء البـادرات. وتقـدر مسـاحة الأراضي المتملحة حالياً بقرابة ضعفي الأراضي الزراعية المروية، ويفقد العـالم سـنوياً عشرة ملايين هكتار من الأراضي الصالحة للزراعة بسبب الـتملح (Massoud, 1977). وتصل مساحة الأراضي المتملحة على سطح اليابسة إلى قرابة 954 مليون هكتار. ويمكن أن ترتفع ملوحة الأراضي إلى حدٍ يتعذر معه زراعة المحاصيل الحقلية (أخبار الزراعـة المحلية، 2000). وتبرز مشكلة الملوحة بصورة أساسية في المناطق الجافة وشبه الجافة.

حيث ينخفض الإنتاج النباتي في مثل هذه البيئات بنحو 20% أو أكثر بسبب الملوحة. ويعرقل محلول التربة المتملح إنبات البذور بصورة مؤقتة أو دائمة، وتؤثر الملوحة سلباً في العديد من الصفات الشكلية والفيزيولوجية والبيوكيميائية في النبات، حيث تسبب تراجعاً في طول النباتات وعدد الأوراق والمساحة الورقية نتيجة تراجع معدل امتصاص الماء والعناصر المعدنية المغذية من قبل جذور النباتات. وتسبب الملوحة أيضاً اختلالاً في التغذية المعدنية للنبات، واضطراباً في التوازن الهرموني وتصنيع البروتينات والأحماض النووية، وتراجعاً في النشاط الأنزيمي، مما ينعكس سلباً على العديد من العمليات الحيوية المهمة في النبات، ولاسيما عمليتي التمثيل الضوئي والتنفس (Sharma, 1994; Alam, 1996).

تعد عملية استصلاح الأتربة المتملحة وإعادة تأهيلها من خلال تطبيق الممارسات الزراعية المناسبة (إنشاء المصارف، وغسيل التربة، واستعمال مياه صالحة للري)، أو عن طريق زراعة الأنواع النباتية المتحملة للملوحة Halophytes، والتي تتحمل وجود كميات كبيرة من الأملاح في أنسجتها غير مجدية من الناحيتين العملية والاقتصادية، وتتطلب مثل هذه العمليات الكثير من الوقت والمال، فضلاً عن قلة الأهمية الاقتصادية، وانخفاض إنتاجية الأنواع النباتية المحبة للملوحة، لذلك تعد عملية رفع درجة تحمل الأنواع المحصولية للإجهاد الملحي من الحلول السريعة والفعالة على المدى البعيد في مكافحة خطر التملح (Epestein et al., 1980).

تتباين استجابة الأنواع النباتية المختلفة للملوحة حسب مرحلة نمو المحصول، وطول فترة التعرض للإجهاد، ويختلف هذا التأثير باختلاف النوع، وضمن النوع الواحد باختلاف أصنافه، وحتى ضمن الصنف الواحد باختلاف التراكيب الوراثية، ومراحل النمو والتطور، والظروف البيئية السائدة والممارسات الزراعية، وشدة الإجهاد (Francois, 1987).

وبشكلٍ عام، يتوقف أداء المحاصيل ضمن ظروف الإجهاد الملحي على إنبات البذور واسترساء البادرات، وتحمل الملوحة في مراحل النمو اللاحقة. ويمكن أن يعزى تراجع الإنبات ضمن ظروف الإجهاد الملحي إلى ازدياد الضغط الحلولي لمحلول التربة، الذي يمنع امتصاص الماء أو يقلل من معدل تدفقه من التربة إلى البذور مسبباً حدوث الإجهاد المائي Moisture stress داخل البذرة (Prisco and O'leary, 1970)، مما يضعف النشاط الأنزيمي وحلمهة المدخرات الغذائية و نقلها من الفلقات أو السويداء إلى الجنين النامي (Prisco *et al.*, 1981) أدت زيادة معدلات الملوحة إلى تخفيض نسبة الإنبات في بذور محصول القمح، وتعد مرحلة الإنبات وتطاول البادرة ومرحلة النمو الخضري المبكرة من أكثر المراحل حساسية للملوحة (Francois *et al.*, 1986)، ولكن تحمل الملوحة خلال مرحلة الإنبات غير ذي معنى إذا لم يقترن مع التحمل خلال مرحلة اختراق

البادرة للتربة ومراحل النمو المبكرة (Gupta and Srivastava, 1990). وتتجلى أهمية تحمل الملوحة خلال الإنبات والمراحل المبكرة من نمو البادرة في كون الاسترساء الأولي للبادرات مهماً جداً في تحديد الغلة الحبية النهائية. ولا يمكن الاعتماد على تحمل الملوحة خلال مرحلة الإنبات في انتخاب الطرز المتحملة للملوحة ما لم يرتبط ذلك بمقـدرة هـذه الطرز على النمو والتطور في المراحل المتقدمة من حياة النبات وإعطاء غلة حبية جيدة. ويعد نمو الجذور حصيلة عمليتي انقسام واستطالة الخلايا، وهاتان العمليتـان مسـتقلتان لكنهما تحدثان بشكلٍ متتابع، ويجب أن تحدث كلتا العمليتين حتى يتم النمو. ويحدث انقسام الخلايا في الأنسجة الجنينية القمية للجذور، وتحث بعض تراكيز الأملاح نمو الجذور، في حين تحد من تطور المجموعة الهوائية (Greenway and Munns, 1980). ولـوحظ أن التراكيز المنخفضة من الأملاح في الوسط المغذي توقف نمو الأجزاء الهوائية في الشعير وتنشط النمو الجذري في القمح (Delane *et al.*,1982). وتؤثر الملوحة في الطول الكلـي للجذر، ومتوسط طول الجذور وعددها. وعادةً ما تكون جذور نباتـات القمـح المتحملـة للملوحة أقل كفاءة في نقل الصوديوم عبر الأوعية الخشبية وأكثر فعالية في حفظـه فـي أنسجتها بالمقارنة مع النباتات الحساسة. ويشكل انتقال شوارد الصوديوم Na^+ من الجـذور باتجاه الأجزاء الهوائية أساس تحمل الملوحة في النباتات الملحية Halophytes والنباتـات الأليفة للمياه العذبة Mesophytes (Pearson *et al.*, 1966). وعزى Greenway (1973) تراجع النمو الخضري في القمح والشعير ضمن ظروف الإجهاد الملحـي إلـى التـأثير المباشر للشوارد المتراكمة Na^+،Cl^- في نفاذية الأغشية الستوبلاسمية، ونشاط الأنزيمات، وإلى عجز الماء داخل الخلايا النباتية بسبب قلة امتصاص الماء بفعل تراجع الجهد المائي Water potential في الوسط المغذي. وتعد مسألة انتخاب الطرز الوراثية عالية التحمـل للجفاف والملوحة وذات الكفاءة الإنتاجية العالية أمراً مهماً في مختلف محاصيل الحبوب. غالباً ما يطبق الإجهاد البيئي ضمن الظروف الحقلية الطبيعية بشكلٍ تدريجي، حيث تعاني النباتات من مستوى غير مميت من الإجهاد قبل أن تخضع لمسـتوى الإجهـاد المميـت. وتحرض جراء ذلك العديد من الآليات الفيزيولوجية والبيوكيميائية المهمة لزيـادة مقـدرة النبات على تحمل الإجهاد المميت، إذ يعد تعريض البادرات أولاً إلى مستوى ملحي غيـر مميت (محرض) قبل تعريضها إلى المستويات المميتة من الإجهاد الملحي، أمراً ضرورياً لكشف التباين الوراثي، من خلال إعطاء الطرز المدروسة خلال فترة التحريض فرصـة كافية لتهيئة أكبر كمية ممكنة من وسائلها الدفاعية لمجابهة المستوى المميت من الإجهـاد الملحي. وبناء على ذلك، فإن الطرز ذات المقدرة الوراثية الكامنة الأكبـر فـي تصـنيع الوسائل الدفاعية (بروتينات دفاعية مثل LEA، أحماض أمينية حرة وخاصة البـرولين، أميدات ...الخ)، ستكون أكثر كفاءة في استعادة النمو بعد زوال العامل البيئي المحدد للنمو

(الملوحة)، ويمكن بناء على ذلك تحديد درجة تحملها أو حساسـيتها للإجهـاد الملحـي (Ganesh Kumar *et al.*, 1998; AL-Ouda, 1999).

يعد غياب أسلوب الغربلة المناسب أحد أهم العقبات التي تحول دون استغلال التبـاين الوراثي Genetic variability في التحمل الحقيقي للملوحة، وخاصةً أسلوب الغربلة الذي يسمح ليس فقط بتقييم المدخلات حسب قدرتها على البقاء، وإنما أيضـاً بسـبر التبـاين الوراثي في مقدرة المدخلات على استعادة النمو بعد زوال العامل المحدد للنمو (الملوحة). وحتى يكون أسلوب الغربلة فعالاً في عزل الطرز الوراثية حسـب اسـتجابتها للإجهـاد الملحي، يجب أن يحاكي ما يحدث فعلاً في الطبيعة. حيث تتعرض النباتـات فـي ظـل الظروف البيئية الطبيعية لمستوى غير مميت (محرض) Sub-lethal level من الإجهـاد قبل أن يصل هذا الإجهاد إلى مستواه المميت.

أهداف البحث

1- تطوير تقانة غربلة Screening technique مخبرية سريعة وفعالة لسبر التباين الوراثي لدى بعض طرز القمح القاسي والطري لتحمل الملوحة في مرحلة البادرة الفتية.
2- تقويم أهمية التحريض في تحسين مقدرة البادرات على تحمل المستويات العالية مـن الملوحة.
3- دراسة طبيعة التحريض في تحمل المستويات المميته من الإجهادات غير الإحيائيـة (الملوحة والجفاف).
4- تقويم شدة الأذى الناجم عن الإجهاد الملحي بالمقارنة مع الإجهاد الحلولي Osmotic stress.

مواد البحث و طرائقه

نفذت العديد من التجارب المخبرية، بقصد الوقوف على ماهية استجابة بعض طـرز القمح (القاسي والطري) للملوحة من خلال تطوير تقانة غربلة مناسـبة تسـمح بـإجراء غربلة موضوعية تضمن عزل الطرز الوراثية المتحملة للإجهاد الملحي عـن قريناتهـا الحساسة.

تحديد المستوى المميت الأمثل: يعرف المستوى المميت الأمثل بأنه: المستوى الملحي والذي يكون شديداً بشكلٍ كافٍ لإحداث موت بنسبة 50% أو انخفاض في النمـو مقـداره 50% بالمقارنة مع الشاهد المطلق في نهاية فترة استعادة النمو.

عرضت بادرات القمح (بعمر خمسة أيام) إلى مستويات مميتة مختلفة مـن الإجهـاد الملحي (275، 250، 225، 200، 175، 150، 125، 100،75 ميلي مـولر مـن NaCl)، والمحضرة باستخدام ملح الطعام النقيNaCl مدة يومين، ثم نقلـت إلـى أطبـاق بتـري

أخرى تحتوي على الماء المقطر لاستعادة نموها مدة 72ساعة. وتركت بادرات قمح في أطباق بتري تحتوي على ماء مقطر من بداية التجربة وحتى نهايتها، واعتمدت هذه الأخيرة كشاهد مطلق تحسب على أساسه نسبة الانخفاض في طول الجذور أو طول البادرات المعاملة. وضع في كل طبق بتري من كل المعاملات المميتة والشاهد خمس وعشرون بادرة وبواقع ثلاثة مكررات لكل معاملة وسجل طول كل من الجذور و البادرات في نهاية فترة استعادة النمو، وحسبت نسبة الانخفاض فيهما بالمقارنة مع الشاهد المطلق وفق المعادلة الآتية (AL-Ouda, 1999):

$$\text{نسبة الانخفاض}(\%) = \frac{\text{متوسط طول الجذور/البادرة في الشاهد} - \text{متوسط طول الجذور/البادرة في المعاملة}}{\text{متوسط طول الجذور/البادرة في الشاهد}} \times 100$$

تعد المعاملة التي تكون نسبة الانخفاض في طول الجذور أو البادرة لديها قريبة من 50% بمنزلة المستوى المميت الأمثل.

تحديد المستوى المحرض الأمثل: وهي معاملة الإجهاد الملحي غير المميتة، والتي تبدي عندها البادرات المعرضة للتحريض وبعد نقلها إلى المستوى الملحي المميت الأمثل أقصى معدل نمو في نهاية فترة استعادة النمو.

عرضت بادرات القمح بعمر خمسة أيام إلى مستويات محرضة مختلفة من الإجهاد الملحي (0،20،30،40،50 ميللي مولر NaCl) مدة 16 ساعة، ثم نقلت بادرات كل معاملة على حدة إلى المستوى المميت الأمثل المحدد مسبقاً وتركت فيه مدة 48 ساعة، ثم نقلت إلى أطباق بتري تحتوي ماء مقطراً فقط لتستعيد نموها مدة 72 ساعة. وتركت بادرات قمح في أطباق بتري تحتوي على ماء مقطر فقط من بداية التجربة و حتى نهايتها اعتمدت كشاهد مطلق تحسب على أساسه نسبة الانخفاض. وحسبت في نهاية فترة استعادة النمو نسبة الانخفاض في طول الجذور أو البادرة بالمقارنة مع الشاهد المطلق وفق المعادلة السابقة. ويعد المستوى الذي تكون عنده نسبة الانخفاض في طول الجذور أو في طول البادرات أقل ما يمكن بالمقارنة مع الشاهد بمنزلة المستوى المحرض الأمثل.

الحماية المتصالبة

قُسمتْ بادرات القمح (بعمر خمسة أيام) ومن كل سلالة على حدة إلى أربع مجموعات. تشمل كل مجموعة ثلاثة أطباق بتري (مكررات)، ووضع في كل طبق خمس وعشرون بادرة وعوملت هذه المجموعات على النحو الآتي:

المجموعة الأولى: عرضت بادرات كل سلالة للمستوى المحرض الحلولي الأمثل (-0.3 MPa) وتركت مدة 16 ساعة، ثم نقلت إلى أطباق أخرى تحتوي على مستوى مميت أمثل من الإجهاد الملحي (إجهاد متباين)، وتركت مدة 48 ساعة، ثم نقلت إلى

أطباق أخرى تحتوي ماء مقطراً فقط وتركت مدة 72 ساعة لاستعادة نموها. وقيست بعدها أطوال كل من البادرات والجذور.

المجموعة الثانية: عرضت البادرات من كل سلالة إلى المستوى المحرض الحلـولي الأمثل وتركت مدة 16 ساعة، ثم نقلت البادرات لأطباق أخرى تحتوي على مستوى مميت أمثل من الإجهاد الحلولي (1.5 MPa-) (إجهاد متماثل)، وتركت مدة 48 ساعة، ثم نقلـت إلى أطباق بتري أخرى تحتوي ماء مقطراً فقط، وتركت مدة 72 ساعة لاستعادة نموهـا. وقيست بعدها أطوال كل من البادرات والجذور، وحسبت نسبة الانخفاض فيهما بالمقارنة مع الشاهد المطلق.

المجموعة الثالثة: عرضت بادرات القمح من كل سلالة للمستوى المحرض الأمثـل من الإجهاد الملحي (20 Mm NaCl) وتركت مدة 16 ساعة، ثم نقلـت لأطبـاق بتـري أخرى تحتوي على المستوى المميت الأمثل من الإجهاد الحلولي (إجهاد متباين)، وتركت مدة 48 ساعة، ثم نقلت إلى أطباق بتري أخرى تحوي ماء مقطراً فقط وتركت مـدة 72 ساعة لاستعادة نموها.

المجموعة الرابعة: عرضت بادرات القمح من كل سلالة للمستوى المحرض الأمثـل من الإجهاد الملحي وتركت مدة 16 ساعة، ثم نقلت لأطباق بتري أخرى تحتـوي علـى المستوى المميت الأمثل من الإجهاد الملحي (200mM NaCl) (إجهاد متماثل)، وتركـت مدة 48 ساعة، ثم نقلت إلى أطباق بتري أخرى تحتوي ماء مقطراً فقـط وتركـت مـدة 72ساعة لاستعادة نموها. ومن ثم درس تأثير طبيعة التحريض (متباين أو متماثـل) فـي مقدرة البادرات على استعادة النمو.

النتـائـج والمناقشـة

تحديد المستوى المميت الأمثل من الإجهاد الملحي(NaCl)

يلاحظ من الجدول (1) وجود فروق معنوية في تأثير المسـتويات الملحيـة المميتـة المختلفة في طول جذور وبادرات القمح، ونسبة الانخفاض فيهما مقارنةً مع الشاهد. وتعد المعاملة 200 mM NaCl بمنزلة المستوى الملحي المميت الأمثل، والتي سببت انخفاضـاً في طول الجذور مقداره 48.04%. ويبدو أن ازدياد تركيز الأملاح فـي محلـول النمـو يسبب تراجعاً معنوياً في متوسط طول الجذور والبادرات، وتزداد نسبة الانخفـاض فـي هذين المؤشرين طرداً مع ارتفاع تركيز ملح كلوريد الصوديوم (NaCl) في وسط النمـو. ويعزى التراجع الحاصل في طول كلٍ من الجذور والبـادرات نتيجـة ازديـاد تركيـز الأملاح الذوابة Soluble salts في محلول النمو إلى قيام جزيئات الملح بشد جزيئات الماء مقللةً بذلك من كمية الماء الحر المتاح للبادرات، أي أن ارتفاع تركيز الملح يـؤدي إلـى

خفض قيمة الجهد المائي (يصبح الجهد المائي أكثر سلباً)، مقللاً بذلك فرق التـدرج فـي الجهد المائي Water Potential gradient بين محلول النمو وخلايا المجموعة الجذريـة، مما يؤثر سلباً في معدل تدفق وامتصاص الماء من قبل جذور البادرات، وتصـبح كميـة الماء الممتصة غير كافية لتعويض الماء المفقود بالتبخر- نتح، مما يؤدي إلـى تراجـع محتوى خلايا الأوراق المائي، أو تراجع جهد الامتلاء الضـروري لاسـتطالة الخلايـا النباتية، لأن الماء يعد بمنزلة القوة الفيزيائية التي تـدفع جـدر الخلايـا النباتيـة نحـو الاستطالة (Cossgrove, 1989). ويسمى مثل هذا التأثير للأملاح اصـطلاحاً بالإجهـاد الحلولي Osmotic Stress. وتعد تبعاً لذلك استطالة الخلايا النباتية من أكثـر العمليـات الفيزيولوجية حساسيةً للإجهاد الملحي. ويؤدي تراجع المساحة الورقية إلى تقليص حجـم المسطح الورقي الأخضر الفعال في عملية التمثيل الضوئي، فتتراجع كمية الطاقة الضوئية الممتصة والمحولة إلى طاقة كيميائية مخزونة في روابط المركبات العضـوية المصـنعة (السكريات). وأظهرت العديد من البحوث والدراسات أن المحافظة على ضغط الانتبـاج في الخلية النباتية لا يؤمن وحده استمرار استطالة المسطح الورقي، فـيمكن أن لا تكـون فعالية التمثيل الضوئي كافية لتزويد كل من الجدار الخلوي والخلية النباتية بنواتج استقلاب الكربون (Cheeseman, 1988). ويمكن أن يعزى ازدياد نسبة الانخفـاض فـي طـول الجذور والبادرات جراء ارتفاع تركيز الملح في وسط النمو أيضاً إلى السـمية الشـاردية النوعية Specific Ion Toxicity، نتيجة امتصاص كميات زائدة من شـوارد الصـوديوم Na^+ والكلور Cl^- الضارة، والتي قد تصل إلى مستويات سامة داخل سيتوبلازم الخلايـا النباتية (Cramer *et al.*, 1988)، مما يتسبب في إحداث خلـل فـي التغذيـة المعدنيـة، والتوازن الهرموني، فضلاً عن دورها في تخريب الأنزيمات التي تتوسط سـير العديـد من العمليات الحيوية داخل الخلايا النباتية، مثل التمثيل الضوئي في الصانعات الخضـراء (Cheeseman, 1988)، والتنفس في الميتوكوندريـة، ولا سـيما فـي الأوراق الأكبـر عمراً (Sharma, 1996)، حيث يتراجع معدل تصنيع المادة الجافة Dry matter والطاقـة اللازمة لنمو الأنسجة النباتية وتطورها.

الجدول (1) استجابة بادرات القمح لمستويات ملحية مميتة مختلفة.

المستوى المميت (mM NaCl)	متوسط طول الجذور (Cm)	نسبة الانخفاض في طول الجذور (%)	متوسط طول البادرة (Cm)	نسبة الانخفاض في طول البادرة (%)
الشاهد المطلق	42	-	62	-
الشاهد	20.6	50.5	33.3	46.13
20	40	4.73	58.2	5.88
30	36	14.07	53.2	14.05
40	32.2	23.31	48.8	21.12
50	29.6	28.97	44.8	29.74
L.S.D (5%)	1.674	3.857	3.257	5.087
C.V(%)	2.75	10.48	3.59	14.35

تحديد المستوى المحرض الأمثل من الإجهاد الملحي

يبين الجدول (2) وجود فروق معنوية في تـأثير المسـتويات الملحيـة المحرضـة المختلفة في طول كل من الجذور والبادرات ونسبة الانخفاض فيهما مع نهاية فترة استعادة النمو بالمقارنة مع الشاهد المطلق. وتعـد المعاملـة 20 mM NaCl بمنزلـة المسـتوى المحرض الأمثل، حيث كانت نسبة الانخفاض في طول كل من الجذور والبـادرات عنـد هذه المعاملة أقل ما يمكن 4.73% بالمقارنة مع باقي المعاملات. ويلاحظ أيضاً أن نسـبة الانخفاض في طول الجذور والبادرات كانت في جميع البادرات المحرضـة بمسـتويات ملحية مختلفة أقل معنوياً بالمقارنة مع بادرات الشاهد 0.0 MPa (ماء مقطر)، والتي لـم تحرض، ونقلت مباشرةً من الماء المقطر إلى المستوى المميت مـن الإجهـاد الملحـي (200 mM NaCl)، حيث وصلت نسبة انخفاض طول الجذور والبادرات فيها إلى 50.5% و46.13% على التوالي. وتفسر المقدرة العالية على استعادة النمو عند المستوى المحرض الملحي الأمثل (20 mM NaCl) بكفاءة هذا المستوى الملحي على دفع المورثـات التـي تفعل بتأثير الإجهاد الملحي لتعبر عن كامل ذخيرتها الوراثية وتصنيع كميـة أكبـر مـن البروتينات الدفاعية، مثل LEA، والتي تساعد بدورها في حماية وضمان سـلامة نسـبة أكبر مـن الخلايـا النباتيـة خـلال مـرور البـادرات بالمسـتوى الملحـي المميـت (Dasgupta and Bewley, 1984). وتجلّى ذلك بمقدرة أكبر على استعادة النمـو عنـدما نقلت البادرات من المستوى الملحي المميت الأمثل إلى الماء المقطر.

تؤكد هذه النتائج أهمية التعريض المسبق لبادرات القمح إلى مستويات غير مميتة مـن الإجهاد الملحي إذا ما أردنا كشف التباين الوراثي في اسـتجابة سـلالات مختلفـة منـه لتحمل المستويات المميتة من الإجهادات غير الإحيائية Abiotic stresses. وتتوافق هـذه النتائج مع ماتوصل إليه Amazallag *et al.*, (1990) في محصول الذرة البيضاء. عموماً، يفيد التحريض في تنبيه النباتات على الخطر القادم (الملوحة العالية)، ويدفعها إلى تهيئـة وسائلها الدفاعية المتاحة، والتي تتباين كميتها بحسب الطاقة الوراثية الكامنة. وتساعد مثل هذه الوسائل الدفاعية في تحسين مقدرة البادرات على تحمل المستويات الملحية المميتـة، من خلال وقاية المكتنفات الخلويـة الحساسـة (الصـانعات الخضـراء، الريبوزمـات، الميتوكوندرية، الأغشية السيتوبلازمية.. إلـخ) (Amazallag *et al.*, 1990; AL-Ouda, 1999). وضمان حياة نسبة أكبر من الخلايا النباتية خلال فترة الإجهاد. تتوقـف كفـاءة البادرات على تحمل المستويات الملحية المميتة على كمية البروتينات الدفاعية المصـنعة، ونظام توزيعها ضمن الخلية النباتية، وطول فترة الإجهـاد الملحـي وشـدته، والطـراز الوراثي، ومرحلة النمو(Mass and Grieve, 1992). ويسبب تعريض البـادرات بشـكلٍ مباشر ومفاجئ لمستوى مميت من الإجهاد الملحي موتاً للبادرات، بسبب عدم توافر الوقت الكافي لتصنيع الوسائل الدفاعية، ويمكن تبعاً لذلك أن تموت البادرات حتى فـي الطـرز

الوراثية عالية التحمل. وتشير نتائج هذه الدراسة إلى أهمية صفة القدرة على استعادة النمو في أثناء الغربلة، وتقويم استجابة عدد كبير من السلالات لتحمل الإجهادات البيئية.

الجدول (2) استجابة بادرات القمح لمستويات ملحية محرضة مختلفة.

المستوى المحرض (mM NaCl)	متوسط طول الجذور (Cm)	نسبة الانخفاض في طول الجذور (%)	متوسط طول البادرة (Cm)	نسبة الانخفاض في طول البادرة (%)
75	33.4	18.33	49.4	15.12
100	34.3	16.32	48.9	15.97
125	33.75	17.07	48.9	15.97
150	26.8	34.63	24.6	26.80
175	26.5	35.28	41.3	29.03
200	21.3	48.04	33.3	42.18
225	18.6	54.63	30.1	48.28
250	14.8	63.96	26	55.32
275	11.3	72.43	21.3	63.40
L.S.D (5%)	1.674	3.857	3.257	5.087
C.V(%)	2.75	10.48	3.59	14.35

يلاحظ من الجدول (3) وجود فروق معنوية في استجابة سلالات القمح القاسي المدروسة للإجهاد الملحي. وقد أبدت السلالة ACSAD1263 أقل نسبة انخفاض في طول الجذور (8.96%) والبادرات (5.91%)، تلتها السلالة ACSAD 1239 (13.8%)، و(10.44%) والشاهد (20.10% و12.80%) على التوالي. وتصنف تبعاً لذلك هاتان السلالتان، كسلالات عالية التحمل للإجهاد الملحي، في حين لوحظت أعلى نسبة انخفاض في طول الجذور والبادرات في السلالات: ACSAD1255 (58.80%، و50.70%)، والصنف شام$_3$ (51.80%، 41.20%) والسلالة ACSAD1235 (50.90%، و42.30%)، تلتهما السلالة ACSAD1259 (40%، و31.90%). وتصنف تبعاً لذلك كسلالات عالية الحساسية للملوحة (جدول 3). ويلاحظ بشكلٍ عام تفوق جميع سلالات أكساد عالية التحمل للإجهاد الملحي في طور البادرة الفتية على صنف القمح القاسي المعتمد شام$_3$ (شاهد محلي) في كلٍ من طول الجذور والبادرات بالمقارنة مع الشاهد. عموماً، اتسمت سلالات القمح القاسي عالية التحمل للملوحة المدروسة بكفاءة عالية على تشكيل مجموع جذري أكبر ضمن ظروف الإجهاد الملحي، مما ساعد على امتصاص كمية أكبر من الماء اللازم لتعويض الماء المفقود بالتبخر - نتح، وتمكنت بذلك من المحافظة على جهد الامتلاء داخل الخلايا النباتية في الأوراق واللازم لاستمرار استطالة الخلايا النباتية، ومن ثم نمو الأنسجة النباتية المختلفة، وساعد هذا بدوره على الحد من التراجع الكبير في نمو الأجزاء الهوائية الخضراء، وفي تشكيل مسطح ورقي أكبر، قادر على تصنيع كمية أكبر من نواتج

التمثيل الضوئي اللازمة لنمو أجزاء النبات المختلفة. وساعد أيضاً في امتصـاص كميـة كبيرة من الماء للمحافظة على استمرار انفتاح المسامات وحدوث عملية التبادل الغـازي (CO_2/H_2O)، حيث يسمح ذلك في زيادة معدل صافي انتشار Diffusion غاز الفحم عبر المسامات (تقليل المقاومة المسامية) وزيادة كمية غاز الفحم (CO_2) الواصلة إلى مراكـز التثبيت في الصانعة الخضراء (Stroma)، ومن ثم زيادة كفاءة النبات التمثيلية، وتصـنيع وتراكم المادة الجافة اللازمة لنمو أجزاء البنات المختلفة وتطورها. ويعزز هذا الاستنتاج قدرة السلالات المتحملة للملوحة العالية على استعادة النمو عند زوال الإجهـاد الملحـي بالمقارنة مع باقي السلالات المدروسة، إذ تتوقف القدرة على استعادة النمو علـى نسـبة الخلايا النباتية التي بقيت حية في نهاية فترة الإجهاد الملحي المميت، وكمية المادة الجافة المخزونة في السوق والأوراق.

الجدول (3) استجابة بعض سلالات القمح القاسي للإجهاد الملحي

اسم السلالة (ACSAD)	طول الجذور (سم)	نسبة الانخفاض في طول الجذور (%)	طول البادرة (سم)	نسبة الانخفاض في طول البادرة (%)
1231	39	31.6	58.77	23.5
1235	29.85	50.9	43.3	42.3
1237	33.3	36.08	50.23	30.78
1239	31.11	13.8	45.33	10.44
1245	31.66	37.12	46.66	29.9
1255	35.44	58.8	49.55	50.7
1259	29.36	40	43.08	31.9
1261	38.42	35.5	56.42	22.2
1263	28.57	8.96	44.6	5.91
1265	25.14	31.6	40.42	23.6
أكساد 1105 (شاهد محسن)	48.00	20.10	67.71	12.80
شام3 (شاهد محلي)	25.50	51.80	41.50	41.20
L.S.D (0.05)	2.426	6.772	2.913	5.723
C.V(%)	4.23	12.87	3.46	13.86

يلاحظ من الجدول (4) وجود فروق معنوية في استجابة سلالات أكساد مـن القمـح الطري للإجهاد الملحي في نهايـة فتـرة اسـتعادة النمـو. وقـد أبـدت السـلالات ACSAD1073 (23.70%، 18.50%)، وACSAD1063 (32.00%، 25.70%) أدنـى نسبة انخفاض في طول الجذور والبادرات على التوالي بالمقارنة مع بـاقي السـلالات، وتصنف تبعاً لذلك كسلالات عالية التحمل للإجهاد الملحي في مرحلة البادرة الفتية، فـي حين أبدت السلالات ACSAD1069 (63.70%، 52.90%)، والسـلالة ACSAD1075 (54.80% و43.90%)، والسـلالة ACSAD1065 (50.08%، 42.14%)، والسـلالة

ACSAD1059 (48.50%، 42.34%) أعلى نسبة انخفاض في طول الجذور والبادرات على التوالي، وتصنف تبعاً لذلك كسلالات عالية الحساسية للإجهاد. ويلاحظ أن أداء جميع سلالات أكساد، ولاسيما السلالات عالية التحمل للملوحة كان معنوياً أفضل من الصنف شام6 (شاهد محلي)، والذي أبدى أعلى نسبة انخفاض في طول الجذور (60.80%)، والبادرات (53.20%) بالمقارنة مع باقي السلالات المدروسة. يلاحظ من الجدولين (3، 4) وجود فروق معنوية في أداء كل من سلالات القمح القاسي والطري ضمن ظروف الإجهاد الملحي، حيث تشير المتوسطات العامة لنسبة الانخفاض في طول الجذور والبادرات إلى أن سلالات القمح القاسي (34.73%، 28.14%) كانت معنوياً أقل من متوسط الانخفاض في طول جذور وبادرات سلالات القمح الطري (44.02%، 37.02% على التوالي). وتشير نتائج هذه الدراسة إلى أن سلالات أكساد من القمح القاسي أكثر تحملاً للملوحة في مرحلة البادرة الفتية من سلالات أكساد من القمح الطري. ويلاحظ بشكلٍ عام، أن نسبة الانخفاض في طول البادرات لكل من سلالات القمح القاسي والطري كانت معنوياً أقل من نسبة الانخفاض في طول الجذور، مما يشير إلى أن الإجهاد الملحي خلال مرحلة البادرة الفتية يؤثر بدرجة أكبر في معدل نمو الجذور وتطورها بالمقارنة مع الأجزاء الهوائية، ولكن يلاحظ أن متوسط نسبة الانخفاض في طول بادرات القمح القاسي (28.14%) أقل كثيراً منها في القمح الطري (37.02%)، مما يعزز حقيقة أن سلالات القمح القاسي أكثر تحملاً للملوحة من سلالات القمح الطري خلال مرحلة البادرة الفتية. وهذا يؤكد مصداقية النتائج التي توصلنا إليها.

الجدول (4) استجابة بعض سلالات القمح الطري للإجهاد الملحي.

اسم السلالة (ACSAD)	طول الجذور (سم)	نسبة الانخفاض في طول الجذور (%)	طول البادرة (سم)	نسبة الانخفاض في طول البادرة (%)
1041	30.3	42.5	44.4	35.5
1047	38.2	42.5	50.9	39.3
1059	30.7	48.5	43.3	42.34
1061	39.5	39.2	53.9	33.5
1063	36.3	32	52	25.7
1065	29.1	50.08	43.8	42.14
1069	23	36.7	37.66	52.9
1071	25.1	43.3	37.5	38.5
1073	32.5	23.7	45.75	18.5
1075	22.3	54.8	35.4	43.9
شام6	24	60.80	36.50	53.20
L.S.D (0.05)	2.517	7.622	3.365	7.305
C.V(%)	4.75	10.09	4.41	1.49

دراسة تأثير طبيعة التحريض في بعض سلالات القمح القاسي

يلاحظ من الجدول (5) وجود فروق معنوية بين السلالات والمعاملات والتفاعل بينهما في جميع الصفات المدروسة. وكان طول الجذور أكبر ما يمكن عند المعاملتين ملحي- مائي، وملحي- ملحي. ولم تشر نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروق معنوية بين هاتين المعاملتين، في حين لوحظ وجود فروق معنوية بينهما وبين باقي المعاملات. وسجل أدنى متوسط في طول الجذور عند المعاملة (مائي-مائي)، تلاها المعاملة (مائي-ملحي) وبفروق معنوية بينهما. وأظهرت أيضاً سلالات أكساد من القمح القاسي فروقاً معنوية في استجابتها للمعاملات الأربع السابقة. وكان متوسط طول الجذور معنوياً أكبر ما يمكن وعند جميع المعاملات في السلالة ACSAD 1261 تلاها السلالة ACSAD 1235 والسلالة ACSAD 1231 ودون فروق معنوية بينهما، في حين لوحظ أدنى متوسط طول جذور لدى السلالة ACSAD 1239. ويلاحظ أيضاً وجود فروقات معنوية بالنسبة لتأثير المعاملات المختلفة في نسبة الانخفاض في طول الجذور بالمقارنة مع الشاهد. ويلاحظ أعلى نسبة انخفاض في طول الجذور عند معاملة الإجهاد الحلولي المتماثل (مائي-مائي)، تلاها معاملة الإجهاد المتباين (مائي-ملحي)، في حين لوحظت أدنى نسبة انخفاض في طول الجذور عند معاملة الإجهاد البيئي المتباين (ملحي-مائي)، تلاها وبفروقات معنوية معاملة الإجهاد الملحي المتماثل (ملحي-ملحي) بالمقارنة مع باقي المعاملات. ولوحظ أيضاً وجود فروقات معنوية في متوسط استجابة سلالات القمح القاسي المختلفة لجميع للمعاملات. وأبدت السلالات ACSAD 1245 (14.65%)، والسلالة ACSAD 1259 (21.18%)، وACSAD 1231 (19.97%)، وACSAD 1261 أدنى نسبة انخفاض في طول الجذور، في حين لوحظت أعلى نسبة انخفاض في طول الجذور لدى السلالات ACSAD 1237(36.55%)، ACSAD 1239 (42.25%) ، والسلالة ACSAD 1235 (32.10%). يلاحظ أيضاً وجود فروقات معنوية في صفة طول البادرات بين المعاملات والسلالات والتفاعل بينهما. ويلاحظ أن أكبر متوسط لطول البادرات كان عند معاملة الإجهاد البيئي المتباين من النوع (ملحي-مائي)، تلاها معاملة الإجهاد الملحي المتماثل، في حين لوحظ أدنى متوسط لطول البادرات عند معاملة الإجهاد الحلولي المتماثل (مائي-مائي)، تلاها معاملة الإجهاد البيئي المتباين (مائي-ملحي). ويلاحظ أيضاً وجود فروقات معنوية في استجابة السلالات المختلفة للمعاملات المدروسة. وقد أبدت السلالة ACSAD 1261 معنوياً أعلى متوسط في طول البادرات (56.42 سم) عند جميع المعاملات المدروسة، تلتها السلالة ACSAD 1231 (68.52 سم) والسلالة ACSAD 1259 (60.70 سم). في حين لوحظ أعلى نسبة انخفاض في طول البادرات لدى السلالة ACSAD 1239 (99.30%)، تلتها السلالتان ACSAD 1237 (92.60%) و ACSAD 1235 (79.30%).

الجدول (5) يبين تأثير طبيعة التحريض في استجابة بعض سلالات القمح القاسي في مرحلة البادرة الفتية

اسم السلالة	المعاملة	متوسط طول الجذور (سم)	نسبة الانخفاض في طول الجذور (%)	متوسط طول البادرة (سم)	نسبة الانخفاض في طول البادرة (%)	نسبة الانخفاض في طول الجذور (%)	نسبة الانخفاض في طول البادرة (%)
ACSAD 1231	مائي.ملحي	4803	25.6	63.5	21.6	65	81
	مائي.مائي	49.8	23	67.6	17		
	ملحي.مائي	53.3	13	72	12		
	ملحي.ملحي	53.2	18.3	71	10		
ACSAD 1235	مائي.ملحي	38	39.2	52.2	41	62.6	79.3
	مائي. مائي	41.6	35	56.6	28.6		
	ملحي.مائي	43.3	30.6	53.3	30.3		
	ملحي.ملحي	47.6	23.6	62.5	21		
ACSAD 1237	مائي.ملحي	48.8	35.5	65.8	28.8	75.6	92.6
	مائي. مائي	53.8	28.6	70.8	23.6		
	ملحي.مائي	39.6	47.6	55.8	39.3		
	ملحي.ملحي	49.3	34.5	65	29.6		
ACSAD 1239	مائي.ملحي	42.5	49	55.6	44	83.3	99.3
	مائي. مائي	47.6	42.5	65	34.3		
	ملحي.مائي	50.3	39.3	66.6	32.6		
	ملحي.ملحي	51.3	38.2		33		
ACSAD 1245	مائي.ملحي	34.6	22.3	47.6	19.6	44.6	59.3
	مائي. مائي	31.6	29	45.2	23.8		
	ملحي.مائي	44.4	4	59.2	2.6		
	ملحي.ملحي	44.3	3.3	57	5.3		
ACSAD 1255	مائي.ملحي	32.5	24.2	47.2	17.2	43	57.3
	مائي. مائي	26.6	38	41.5	25		
	ملحي.مائي	53.2	7.8	69.2	8		
	ملحي.ملحي	43.8	23.8	58	23		
ACSAD 1259	مائي.ملحي	44.2	23.3	60.03	20.2	57.6	75.2
	مائي. مائي	39	32.3	55.6	26		
	ملحي.مائي	53.2	7.8	69.2	8		
	ملحي.ملحي	43.8	23.8	58	23		
ACSAD 1261	مائي.ملحي	39.3	12.6	54.6	6.8	45	58.6
	مائي. مائي	40.3	10.3	56.6	6.6		
	ملحي.مائي	41.5	14.5	57	15.4		
	ملحي.ملحي	31.3	30.3	44.5	23.6		
ACSAD 1263	مائي.ملحي	48.6	20.6	65.6	14.6	61	77
	مائي. مائي	29.6	48.6	44.3	42		
	ملحي.مائي	38.6	36.8	54.6	29		
	ملحي.ملحي	36.2	41.2	49.6	35.3		

تشير الإشارة السالبة (-) إلى وجود زيادة في النمو

وتبين نتائج التحليل الإحصائي أن أعلى نسبة انخفاض في طول البادرات كانت عند معاملة الإجهاد الحلولي المتماثل تلاها ودون فروق معنوية معاملة الإجهاد البيئي المتباين (مائي-ملحي)، في حين لوحظت أدنى نسبة انخفاض في طول البادرات عند معاملة الإجهاد البيئي المتباين (ملحي-مائي)، تلاها وبفروقات معنوية طفيفة معاملة الإجهاد الملحي المتماثل (ملحي- ملحي). يلاحظ مما تقدم، أن معاملة الإجهاد المتباين من النوع (ملحي-مائي)، والإجهاد المتماثل من النوع (ملحي-ملحي) قد تفوقتا معنوياً على باقي المعاملات في حين كانت معاملة الإجهاد المتماثل من النوع (مائي-مائي) هي الأسوأ، حيث أبدت عندها السلالات على اختلافها أدنى متوسط طول جذور وبادرات وأعلى نسبة انخفاض في طول الجذور والبادرات.

التحليل الإحصائي للجدول (5)

معامل التباين C.V(%)	قيمة أقل فرق معنوي (L.S.D) عند مستوى معنوية 0.01	قيمة أقل فرق معنوي (L.S.D) عند مستوى معنوية 0.05	المتغير	الصفة
7.24	2.221	1.673	المعاملات	طول الجذر
	3.332	2.509	السلالات	
	6.663	5.019	التفاعل	
20.74	4.033	3.038	المعاملات	نسبة الانخفاض في طول الجذور
	6.050	4.557	السلالات	
	12.10	9.114	التفاعل	
5.38	1.692	2.246	المعاملات	طول البادرة
	2.538	3.369	السلالات	
	5.076	6.739	التفاعل	
20.73	3.403	2.563	المعاملات	نسبة الانخفاض في طول البادرة
	5.105	3.845	السلالات	
	10.21	7.690	التفاعل	

نستشف من هذه النتائج أن التحريض الملحي (20mM Na Cl) بشكلٍ عام أفضل من التحريض الحلولي (-0.3MPa) لزيادة مقدرة بادرات القمح القاسي على تحمل المستويات المميتة من الإجهادين المائي والملحي. أي أن الإشارة المحرضة الملحية Induced-salt signal أقوى كثيراً من الإشارة المحرضة الحلولية Induced-osmotic signal. ويستدل أيضاً من النتائج السابقة، وبناء على متوسط طول الجذور والبادرات، ونسبة الانخفاض فيهما، أن القدرة على استعادة النمو في بادرات القمح القاسي المحرضة ملحياً كانت بشكلٍ عام أكبر من بادرات القمح القاسي المحرضة حلولياً، مما يشير إلى أن نسبة التعبير الوراثي في المورثات التي تنفعل استجابة للإجهادات البيئية، ومن ثم كمية البروتينات

الدفاعية المصطنعة نتيجة ذلك كانت أكبر في البادرات المحرضة ملحياً بالمقارنة مع البادرات المحرضة حلولياً ومن ثم كانت نسبة الخلايا النباتية التي بقيت حية في نهاية فترة الإجهاد المائي، والملحي المميت أكبر في البادرات المحرضة ملحياً، وكانت تبعاً لذلك القدرة على استعادة النمو معنوياً أكبر.

دراسة تأثير طبيعة التحريض في بعض سلالات أكساد من القمح الطري

يلاحظ من الجدول (6) وجود فروق معنوية في تأثير المعاملات المختلفة في صفة طول الجذور. وقد كان متوسط طول الجذور أكبر ما يمكن عند معاملة الإجهاد المتباين (ملحي-مائي)، تلاها معاملة الإجهاد البيئي المتماثل (ملحي-ملحي)، لدى جميع سلالات أكساد من القمح الطري. ولوحظ أيضاً وجود فروق معنوية في استجابة السلالات لتلك المعاملات. حيث أبدت السلالة ACSAD 1059 أعلى متوسط في طول الجذور (38، 54 سم) وطول البادرات (67، 51.3 سم) عند الإجهاد المتباين (ملحي-مائي)، والإجهاد الملحي المتماثل (ملحي-ملحي) على التوالي. وأبدت هذه السلالة أيضاً أعلى متوسط في طول الجذور (32.17 سم) والبادرات (45.35 سم) عند جميع المعاملات المدروسة بالمقارنة مع باقي السلالات، في حين أبدت السلالة ACSAD 1071 أدنى متوسط في طول الجذور (24.20 سم) والبادرات (36.62 سم). (جدول6). ولوحظ أيضاً وجود فروق معنوية في التفاعل بين المعاملات والسلالات. **و**يلاحظ من الجدول (6) وجود فروق معنوية في نسبة الانخفاض في طول الجذور بين المعاملات، والسلالات، والتفاعل بينهما. ويلاحظ أن أدنى نسبة انخفاض في طول الجذور كانت عند معاملة الإجهاد المتباين (ملحي-مائي)، تلاها معاملة الإجهاد الملحي المتماثل (ملحي-ملحي) ودون فروقات معنوية بينهما. ويلاحظ أيضاً أن أعلى متوسط في طول البادرات كان عند معاملة الإجهاد البيئي المتباين (ملحي-مائي) تلاها معاملة الإجهاد الملحي المتماثل، في حين لوحظ أدنى متوسط في طول البادرات عند معاملة الإجهاد الحلولي، يليها معاملة الإجهاد البيئي المتباين (مائي-ملحي). وقد كانت أدنى نسبة انخفاض في طول البادرات عند معاملة الإجهاد المتباين (ملحي-مائي)، تلاها الإجهاد الملحي المتماثل (ملحي-ملحي) بالمقارنة مع بقية المعاملات. تؤكد هذه النتائج حقيقة أن إشارة التحريض الملحية أقوى من إشارة التحريض الحلولية حتى في سلالات القمح الطري عند مستوى البادرة الفتية.

الجدول (6) يبين تأثير طبيعة التحريض في استجابة بعض سلالات القمح الطري في مرحلة البادرة الفتية

اسم السلالة	المعاملة	متوسط طول الجذر(سم)	نسبة الانخفاض في طول الجذر (%)	متوسط طول البادرة (سم)	نسبة الانخفاض في طول البادرة (%)	متوسط نسبة الانخفاض في طول الجذر (%)	متوسط نسبة الانخفاض في طول البادرة (%)
ACSAD 1041	مائي. ملحي	21	50	33.6	45.6	46.3	62
	مائي. مائي	13.3	70.6	23.5	62		
	ملحي. مائي	43.3	8.2	56.8	6.7		
	ملحي. ملحي	22.3	51.6	35	43.5		
ACSAD 1047	مائي. ملحي	28	49.3	39.3	54.6	55.6	65
	مائي. مائي	21.3	61.5	32	55.2		
	ملحي. مائي	44	20.3	53.6	24.8		
	ملحي. ملحي	29	47.8	40.8	42.6		
ACSAD 1059	مائي. ملحي	17.2	70.6	30.3	58	58.6	72.3
	مائي. مائي	19.2	67.3	32.8	54.6		
	ملحي. مائي	54	16.6	67	14.5		
	ملحي. ملحي	38.3	34.5	51.3	29		
ACSAD 1061	مائي. ملحي	26.3	47	38.6	41.3	49.6	66
	مائي. مائي	18	63.5	30.2	54.2		
	ملحي. مائي	43.6	11.6	57.8	10.6		
	ملحي. ملحي	31.6	36.2	40.5	38.2		
ACSAD 1063	مائي. ملحي	16.6	69	30.2	56.6	54.3	69.6
	مائي. مائي	20	62.6	35	49.3		
	ملحي. مائي	42	22.3	58.3	16		
	ملحي. ملحي	41.2	23.8	56.3	18.8		
ACSAD 1065	مائي. ملحي	27.5	55	40.6	46.3	61.3	76
	مائي. مائي	19	68.3	30.8	59.3		
	ملحي. مائي	41.3	32.3	55.2	27.3		
	ملحي. ملحي	24.6	59.6	38	50		
ACSAD 1069	مائي. ملحي	17.5	29	28.8	22.3	30.6	37.3
	مائي. مائي	16.6	32.3	26.8	27.8		
	ملحي. مائي	33.5	9.4-	46.6	25.6-		
	ملحي. ملحي	26.3	12.2	38.6	4.1-		
ACSAD 1071	مائي. ملحي	20.8	52	33.2	33.2	43.3	57.8
	مائي. مائي	25.8	39.6	38	38		
	ملحي. مائي	28	35.5	40.3	40.3		
	ملحي. ملحي	22.2	48.8	35	35		
ACSAD 1073	مائي. ملحي	21.3	54	35	35	48.6	62
	مائي. مائي	19.3	58	30	30		
	ملحي. مائي	52	12.1-	68.5	68.5		
	ملحي. ملحي	51.2	0.98	64.8	64.8		
ACSAD 1075	مائي. ملحي	14.3	59.6	23.8	23.8	35.6	47.6
	مائي. مائي	14	60.5	23.6	23.6		
	ملحي. مائي	38.8	8.97-	51.3	51.3		
	ملحي. ملحي	33	7.2	45.2	45.2		

التحليل الإحصائي للجدول (6)

الصفة	المتغير	قيمة أقل فرق معنوي (L.S.D) عند مستوى معنوية 0.05	عند مستوى معنوية 0.01	معامل التباين C.V(%)
طول الجذر	المعاملات السلالات التفاعل	1.169 1.848 3.697	1.550 2.451 4.903	7.99
نسبة الانخفاض في طول الجذور	المعاملات السلالات التفاعل	2.673 4.226 8.457	3.544 5.604 11.21	13.30
طول البادرة	المعاملات السلالات التفاعل	1.537 2.430 4.859	2.038 3.222 6.445	7.29
نسبة الانخفاض في طول البادرة	المعاملات السلالات التفاعل	3.038 4.803 9.606	4.029 6.370 12.74	18.26

الاستنتاجات

1ـ يعد أسلوب الغربلة المقترح وسيلة فعالة وناجعة في كشف التباين الوراثي في استجابة سلالات القمح القاسي والطري لتحمل الإجهاد الملحي عند مرحلة البادرة الفتية. ولكن لا يمكن الجزم بفعالية مثل هذه التقانة في كشف التباين الوراثي في سلالات القمح خلال المراحل المتقدمة من حياة النبات بهدف تمييز السلالات عالية التحمل للملوحة عن قريناتها الحساسة ما لم تنفذ دراسة مستقبلية للتأكد من وجود ارتباط قوي بين أداء السلالات عند مراحل النمو المختلفة، وللتأكد من أن السلالات التي صنفت كطرز وراثية عالية التحمل للإجهاد الملحي في مرحلة البادرة الفتية أيضاً عالية التحمل خلال مراحل النمو اللاحقة بخاصةً ضمن ظروف الزراعة الحقلية.

2ـ يوجد تباين وراثي Genetic Variability في استجابة كلٍ من سلالات القمح القاسي والطري للإجهاد الملحي، ويسمح مثل هذا التباين في انتخاب السلالات عالية التحمل للملوحة، واستخدامها كآباء في برامج التربية والتحسين الوراثي بهدف تحسين تحمل الأصناف المحلية عالية الإنتاج للملوحة.

3- تعد سلالات أكساد من القمح القاسي أكثر تحملاً للملوحة في طور البادرة الفتيـة من سلالات أكساد من القمح الطري، حيث كانت نسبة الانخفاض فـي طـول الجـذور والبادرات معنوياً أقل في الأولى بالمقارنة مع الثانية. وتفوقـت سـلالات أكسـاد علـى الأصناف المحلية المعتمدة المدروسة.

4ـ يؤدي التحريض أياً كان نوعه (ملحياً أم حلولياً) دوراً مهماً في تحسـين مقـدرة بادرات القمح على تحمل المستويات المميتة من الإجهاد الملحي/ المائي ولكـن يسـاعد التحريض الملحي الأمثل في زيادة قدرة بادرات القمح القاسـي والطـري علـى تحمـل المستويات المميتة من الإجهاد بدرجة أكبر من التحريض الحلولي الأمثل، لذلك تعد إشارة التنبيه (التحريض) الملحية أقوى، وأكثر فاعلية من إشارة التحذير الحلولية.

5ـ تعد صفة القدرة على استعادة النمو مؤشراً فيزيولوجياً مهماً في تمييز السـلالات المتحملة للإجهادات البيئية عن نظيراتها الحساسة. وترتبط القدرة علـى اسـتعادة النمـو بكفاءة الطراز الوراثي في تصنيع كمية أكبر مـن البروتينـات الدفاعيـة، أو الـذائبات الحلولية، بما يضمن المحافظة على حياة نسبة أكبر من الخلايا النباتية فـي نهايـة فتـرة الإجهاد البيئي المميت، ويرتبط أيضاً بكفاءة الطراز الوراثي على تصنيع كمية أكبر مـن نواتج عملية التمثيل الضوئي. عموماً، غالباً ما تكون السلالات ذات الكفاءة العالية علـى استعادة النمو أكثر تحملاً للإجهادات البيئية بالمقارنة مع السلالات ذات الكفاءة المحـدودة في استعادة النمو.

REFERENCES المـراجـع

المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 2003.

أخبار الزراعة المحلية،2000.

Alam, S.M. (1994). Nutreints uptake by plants under stress conditions (In Handbook of Plant and Crop Stress), pp. 233-236, Marcel Dekker, Inc. New York.

AL-Ouda, A. (1999). Genetic variability in temperature tolerance in sunflower hybrids: An assessment based on physiological and biochemical traits. Ph. D. Thesis Submitted to Crop Physiology Dep., UAS, India.

Amzallag, G.N.; Lerner, H.R. and Poljakoff-Mayber, A. (1990). Induction of increased salt tolerance in sorghum bicolor by NaCl pretreatment. J. Exp. Bot., 41: 29-34.

Cheeseman, J. M. (1988). Mechanism of salinity tolerance in plants. Plant Physiol., 87: 547-550.

Cossgrove, D. J. (1989). Characterization of long term extension of isolated cell walls from growing cucumber hypocotyls. Planta, 177: 121.

Cramer, G. R; Epstein, E. and Lauchli, A. (1988). Kinetics of root elongation of maize in response to short-term exposure to NaCl and elevated calcium concentration. J. Exp. Bot., 39: 1513.

Dasgupta, J. and Bewley, D. (1984). Variation in protein synthesis in different regions of greening leaves of barley seedlings and effects of imposed water stress. J. Exp. Biol., 35: 1450.

Delanne, R.; Greenwqay, H.; Munns, R. and Gibbs, J. (1982). Ion concentration and carbohydrate status of the elongating leaf tissue of *Horduem vulgare* growing at high external NaCl. J. Exp., Bot., 33: 557-573.

Epstein, E.; Norlyn, J. D.; Rush, D.W.; Kingsbury, R.W.; Kelley, D.W.; Gunningham, G. A. and Wrona, A. F. (1980). Saline culture of crops: A genetic approach, Science, 210: 399-404.

Epstein, E. (1985). Salt tolerance crops: origin, development and prospects of the concept, Plant Soil., 89: 187-198.

Frnacois, L.E. (1987). Salinity effects on asparagus yield and vegetative growth, J.Am. Soc. Hort. Sci., 112:432-436.

Francois, L. E.; Mass, E.V.; Donovan, T. J. and Youngs, V. L. (1986). Effect of salinity on grain yield and quality, vegetative growth and germination of semi-dwarf and durum wheat, Aron. J., 78: 1053-1058.

Ganesh Kumar; Krishna Prasad, B.T.; Savita, M.; Gopala Krishna, R.; Mukhopdyay, K.; Rama Mohan, G. and Udaya Kumar, M. (1998). Enhanced expression of heat shoch proteins in thermo-tolerant lines of sunflower and their progenies selected on the basis of temperature induction response. Theor. Appl. Genet. On 28th October, 1998.

Greenway, H. and Munns, R. (1980). Mechanisms of salt tolerance in non-halophytes, Annu. Rev. Plant Physiol., 31: 149-190.

Greenway, H. (1973). Salinity, plant growth and metabolism, J. Aust. Inst. Agr. Sci., 39: 24.

Gupta, S.C. and Srivastava, J.P. (1990). Effect of salt on morpho-physiological parameters in wheat (*Triticum aestivum L.*) Indian J. Plant Physiolo., 32: 169.

Mass, E.V. and Grieve, C.M. (1992). Salt tolerance of plants at different stages of growth, Proc. Int. Conf. on Current Development of Salinity and Drought Tolerance of Plants, January 7-11, 1990, Tandojam, Pakistan.

Massoud, F.I. (1977). Basic principles for prognosis and monitoring of salinity and sodicity. Proc. Int. Salinity Conf. Texas technical University, Lubbock, pp. 432-454.

Pearson, G.A.; Ayers, A.D. and Eberhard, D.L. (1966). Relative salt tolerance of rice during germination and early seedling development. Soil Sci., 102: 151-156.

Prisco, T.J. and O'Leary, J.W. (1970). Response of osmotically-stressed plants to growth regulators. Adv. Front Plant Sci., 25: 129.

Prisco, J.T. and O'Leary, J.W. (1970). Osmotic and toxic effects of salinity on germination of *Phaseolus vulgaris* L. seeds. Turriabxla, 20: 174-184.

Prisco, J.T.; Filho, J.E. and Filho, G.E. (1981). Effect of NaCl salinity on cotyledon starch mobilization during germination of *Vigna unguiculata* Walp. Seed, Review Brazil, Bot., 4: 63-71.

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, Vol. 38: 519-523.

Received	2005/12/15	إيداع البحث
Accepted for Publ.	2006/03/12	قبول البحث للنشر