غربلة بعض أصناف القمح السورية في ظروف الإجهاد المائي مخبرياً اعتماداً على الصفات الشكلية وتقييم اختلافاتها الفيزيولوجية والبيوكيميائية والإنتاجية حقلياً

Screening of Some Syrian Wheat Varieties under Water Stress Conditions in Laboratory and Assessment Their Physiological, Biochemical and Grain Yield Differences in the Field

Received 22 June 2010 / Accepted 26 October 2010

م . سمر عباس [1]، أ.د. مأمون خيتي [2]، و ا.د. محمود صبوح [2]

(1) : طالبة ماجستير

(2) : قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية.

المُلخَّص

نُفِّذَ البحث في مختبر بحوث المحاصيل الحقلية، ومختبر التقانات الحيوية، ومزرعة أبي جرش في جامعة دمشق، خلال الموسم الزراعي 2010/2009، بهدف سبر التباين الوراثي لاستجابة عشرة طرز وراثية من محصول القمح للإجهاد الحلولي عند مستوى البادرة الفتية كتقانةٍ للغربلة المخبرية السريعة والفعّالة، وللإجهاد المائي تحت ظروف الزراعة الحقلية. تمّ في التجربة المخبرية تقويم استجابة الطرز الوراثية المدروسة وهي عشرة طرز سورية معتمدة من القمح القاسي والطري لظروف الإجهاد الحلولي، لعزل الطرز الوراثية المتحملة عن قريناتها الحساسة في طور البادرة الفتية باستعمال تقانة الاستجابة للتحريض الحلولي (OIRT)، بالإضافة إلى دراسة أهمية النقل التدريجي في إكساب البادرات المحرضة بمستوياتٍ غير مميتة من الإجهاد مقدرة أكبر على تحمل المستويات المميتة من الإجهاد نفسه. لُوحظ وجود تباين وراثي في استجابة الطرز المدروسة للإجهاد الحلولي. ولُوحظ استناداً إلى صفتي طول الجذور والبادرات، ونسبة الانخفاض فيهما أنّ الطراز الوراثي بحوث9 يُصنف كطرازٍ عالي التحمل للإجهاد الحلولي، كونه أظهر نسبة انخفاض في طول الجذور والبادرات، في حين صُنفت الطرز الوراثية: شام 3، حوراني، بحوث 8، بحوث 6 كطرزٍ وراثية متوسطة التحمل للإجهاد الحلولي، وصُنف الطراز الوراثي شام 10 كطرازٍ حساس للإجهاد الحلولي حيث أبدى أعلى نسبة انخفاض في طول كلٍ من الجذور والبادرات. وبّينت النتائج أنّ متوسط طول الجذور والبادرات كان الأعلى معنوياً في البادرات المحرّضة حلولياً، وكانت نسبة الانخفاض في النمو فيها الأدنى معنوياً بالمقارنة مع البادرات غير المحرّضة، ما يشير إلى أهمية التحريض في زيادة كفاءة البادرات في تحمل المستويات المميتة من الإجهاد الحلولي. لُوحظ في التجربة الحقلية عند مستوى النبات الكامل وجود تباين وراثي معنوي في استجابة طرز القمح المدروسة للإجهاد المائي المُطبق فقط خلال مرحلة الازهار، ولُوحظ أن متوسط دليل المساحة الورقية كان الأعلى معنوياً لدى الصنفين بحوث9 و شام1 (4.16 و 3.62 على التوالي)، في حين كان متوسط كمية المادة الشمعية المتشكلة على سطوح الأوراق الأعلى معنوياً لدى الصنفين بحوث6 وشام7 (0.779 و 0.612 مغ/سم$^{-2}$ على التوالي). وكانت نسبة تسرب الذائبات الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف دوما1 (اكساد$_{1105}$) (30.92 %)، في حين كانت الأعلى معنوياً لدى الصنف حوراني (76.01 %). كما لُوحظ أنّ كمية البرولين المصنّعة تحت ظروف الإجهاد المائي كانت الأعلى معنوياً في نباتات الصنف بحوث6 (19.96 مغ/غ)، تلاه الصنف بحوث 9 (18.92 مغ/غ)، في حين كانت الأدنى معنوياً عند الصنف دوما1

©2012 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved.

(أكساد$_{1105}$) (13.91 مغ/غ). بيّنت نتائج التحليل الإحصائي أنّ الصنف بحوث9 قد حقق معنوياً أعلى قيمة من الغلة الحبية (289.17 غ . م$^{-2}$) تحت الإجهاد المائي، تلاه وبدون فروقاتٍ معنوية الصنف شام1 (250.07 غ . م$^{-2}$) بالمقارنة مع باقي الأصناف الأخرى، في حين كانت الغلة الحبية الأدنى معنوياً لدى الصنف حوراني (204.02غ.م$^{-2}$). وكانت الكتلة الحية الأعلى معنوياً لدى الصنف شام7 (776.03 غ . م$^{-2}$) بالمقارنة مع الأصناف الأخرى، وحقق الصنف شام10 معنوياً أدنى غلة كتلة حية (661.81 غ . م$^{-2}$) .

الكلمات المفتاحية: التباين الوراثي، الإجهاد المائي، الاجهاد الحلولي، تقانة الاستجابة للتحريض، القمح.

Abstract

This research work was carried out in the laboratory of Field Crops Research and laboratory of Biotechnology and Abu-Jarash Farm at Damascus University during the growing season 2009/2010, with the aim to explore the genetic variability of the response of ten wheat varieties to osmotic stress at seedling stage, as an effective and quick screening technique at laboratory level and their response to water stress under field conditions. In the laboratory experiment the response of investigated varieties have been evaluated to osmotic stress, to isolate the tolerant varieties from the sensitive ones at seedling stage by using the osmotic induction response technique (OIRT), in addition to study the importance of step-wise transfer in giving the induced seedling with sub-lethal level of stress greater ability to tolerate the lethal levels of stress itself. There was a genetic variability in the response of the investigated varieties to osmotic stress. It was noticed based on the roots and seedlings length and the percentage reduction of them, that the variety Bohooth $_{9}$ can be classified as a highly tolerant to osmotic stress due to its lower reduction in roots and seedlings length, while the varieties Cham $_{3}$, Hourani, Bohooth $_{8}$ and Bohooth $_{6}$ can be classified as moderately tolerant to osmotic stress, and the varieties Cham $_{10}$ as sensitive to osmotic stress. The results also showed that the average length of roots and seedlings was significantly higher in the omotically-induced seedlings and the decline in their growth was significantly lower compared with the non-induced seedlings, indicating the importance of increasing the efficiency of the seedlings to tolerate the lethal levels of the osmotic stress. With respect to field experiment at whole plant level, it was noticed significant genetic variability in the response of the studied wheat varieties to water stress applied only during the critical period of plant life cycle (flowering stage). It was noticed that the average leaf area index was significantly higher in the varieties Bohooth $_{9}$ and Cham$_{1}$ (4.16, 3.62, respectively). while the average quantity of wax deposited on the leaves was significantly higher in the varieties Bohooth $_{6}$ and Cham $_{7}$ (0.779, 0.612 mg.cm^{-2}, respectively). Among varieties which achieved the lowest percentage of solutes leakage was Doma $_{1}$ (ACSAD$_{1105}$) (30.92%), while the variety Hourani has recorded significantly higher percentage of solutes leakage (76.01%). It was noticed that the amount of proline accumulated was significantly higher in the variety Bohooth$_{6}$ (19.96 mg.g^{-1}), followed by the variety Bohooth $_{9}$ (18.92 mg/g), while the minimum proline content was noticed in Doma $_{1}$ (13.91 mg / g). Statistical analysis results showed that the variety Bohooth $_{9}$ has achieved significantly the highest grain yield (289.17 g . m$^{-2)}$ followed with Cham$_{1}$ (250.07 g . m^{-2}) without significant differences compared by the other varieties, while the variety Hourani recorded significantly the least value of grain yield (204.02 gm^{-2}). the variety Cham $_{7}$ has achieved significantly the highest biological yield (776.03 g . m^{-2}) compared by the other varieties, while the variety Cham $_{10}$ recorded significantly the least value of biological yield (661.81 g . m^{-2}).

Keywords: Genetic variability, Water stress, Osmotic stress, Induction Response Technique, Wheat.

المقدمة

يُعدّ محصول القمح في طليعة المحاصيل الاستراتيجية بحكم أهميته الغذائية التي تشكل مصدراً غذائياً لأكثر من مليار نسمة، أي ما يعادل 35 %من سكان العالم (Shao وزملاؤه، 2007)، حيث يتصدّر قائمة المحاصيل الحبيّة من حيث المساحة والإنتاج. ويُعدّ الخبز الغذاء الرئيس لأكثر من ثلاثة أرباع سكان الأرض (USDA، 2010). بلغ إجمالي مساحته المزروعة عالمياً نحو 225 مليون هكتاراً خلال موسم 2010، تُنتج نحو 677 مليون طناً، بإنتاجية تقدر بنحو 3 طن/هكتار (USDA، 2010). تتركز زراعة القمح على مستوى الوطن العربي في دول المغرب والجزائر ومصر وسورية والسعودية والعراق، ويحتل المغرب المرتبة الأولى من حيث المساحة المزروعة، تليها الجزائر، ثمّ سورية (F.A.O، 2004). يُغطي القمح زهاء 53 % من مساحة محاصيل الحبوب الأساسية المزروعة في القطر العربي السوري، حيث قُدّرت المساحة المزروعة في القطر العربي السوري بنحو 1221650 هكتاراً، تُنتج حوالي 3790000 طناً، بمتوسط إنتاجية مقدارها 1.82 طن.هكتار$^{-1}$ (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2009). ويحتل القمح في سورية المرتبة الأولى من حيث الأهمية حيث يشغل 20 % من مجمل الأراضي القابلة للزراعة. وتُشكل المساحات المزروعة بعلاً في سورية قرابة 55 % من إجمالي المساحة المزروعة بمحصول القمح (F.A.O، 2009)، ويتباين الإنتاج من سنةٍ إلى أخرى تبعاً للظروف المناخية (معدل الهطول المطري، ودرجات الحرارة) وعمليات الخدمة والأساليب المتبعة في الزراعة.

تتحدّد إنتاجية القمح بالعديد من الإجهادات اللا إحيائية (الجفاف، الملوحة، الحرارة المرتفعة والصقيع....). ويُعدُّ الجفاف المتزامن مع الحرارة المرتفعة من الإجهادات اللا إحيائية الأكثر تأثيراً في نمو نباتات المحاصيل، وتطورها، وإنتاجيتها. وتُعدّ إتاحة المياه أحد العوامل المهمة المحددة لإنتاجية المحاصيل الحقلية المختلفة (Reddy وزملاؤه، 2004).

يتعرض محصول القمح للإجهاد المائي عندما تقل مصادر المياه المتاحة في مناطق الزراعة المروية، أو نتيجة قلّة معدلات الهطول المطري، وعدم انتظام توزُّعها خلال موسم النمو بما يتناسب مع احتياجات النباتات المائية تحت نظم الزراعة المطرية. ويؤدي استمرار فقد الماء بالتبخر- نتح (Evapo-transpiration)، وتراجع معدل تدفق الماء وامتصاصه من قبل المجموعة الجذرية، وخاصةً في المناطق الجافة وشبه الجافة إلى تراجع محتوى الخلايا النباتية المائي، ومع استمرار نقص المياه يمكن أن تصل النباتات إلى حالة الذبول الدائم Permanent wilting، وفي الحالات الشديدة، قد يموت النبات بفعل التجفاف Desiccation (Levitt، 1980). ويتوقف مقدار الأذى الناجم عن الإجهاد المائي على شدته، ومدته، والمرحلة التطورية التي يتعرّض النبات خلالها للإجهاد المائي (Germ وزملاؤه، 2005). وتُعد مراحل حياة النبات، مثل الإنبات Germination، واسترساء البادرات Seedling establishment، والإزهار Flowering، الأكثر تأثراً بالإجهاد المائي، حيث يتراجع معدل نمو النباتات بسبب تدني وتيرة انقسام الخلايا النباتية واستطالتها. ويكمن التأثير المباشر للجفاف كونه يسبب تراجعاً في جهد الامتلاء Turgot potential في الخلية النباتية، ما يؤدي إلى تراجع معدل استطالتها (Cossgrove، 1989).

يُؤدي تعرض النباتات للإجهاد المائي إلى حدوث تبدلات شكلية وفيزيولوجية، وغالباً ما تكون هذه التكيفات ذات أهمية للحد من فقد الماء بالتبخر- نتح، وتحسين كفاءة النبات في تحمل ظروف شح المياه (French و Turner، 1991). تُعد آلية التعديل الحلولي Osmotic adjustment من أهم وسائل زيادة المقدرة على تحمل الجفاف، حيث تسمح هذه الآلية بضمان استمرار امتصاص الماء، وانفتاح المسامات، واستمرار عملية التبادل الغازي وعملية التمثيل الضوئي وتصنيع المادة الجافة عند مستوى منخفض جداً من إتاحة الماء (Morgan، 1984). يُكسب تشكل طبقة شمعية سميكة على طبقة البشرة الخارجية لأوراق القمح قدرةً أكبر على تحمل الجفاف من خلال تشكيل حاجز فيزيائي يحول دون فقد الماء من الأدمة الخارجية للأوراق، عند ارتفاع درجة حرارتها (Johnson وزملاؤه، 1983). كما يُعدُّ تراكم البرولين الحر Free prolin استجابةً للإجهاد الحلولي من أكثر التكيفات الفيزيولوجية شيوعاً في مختلف الأنواع، ويؤدي مثل هذا الحمض الأميني العديد من الوظائف أهمها تفاعله مع بروتينات الأغشية السيتوبلاسمية والمحافظة على تركيب أغشية الخلية السيتوبلاسمية (Bohnert و Jensen ، 1996).

تتعرض محاصيل الحبوب لفترات قصيرة من الجفاف والحرارة المرتفعة خلال مرحلة امتلاء الحبوب (Macnicol وزملاؤه، 1993). وتسبب الحرارة المرتفعة عادةً تراجعاً في طول فترة نمو الحبة Grain growth period وطول فترة امتلاء الحبوب، ما يؤدي إلى تشكيل حبوب صغيرة الحجم وضامرة (Wardlaw وزملاؤه، 1989)، وهذا ما يؤدي بدوره في مرحلة امتلاء الحبوب إلى تجمع عالٍ للغلوتين، ما ينعكس لاحقاً على تحسين الصفات التكنولوجية للقمح (Flagella وزملاؤه، 2010)

عموماً، يُعدُّ الجفاف المتزامن مع الحرارة المرتفعة من الإجهادات اللا إحيائية الأكثر تأثيراً في نمو نباتات المحاصيل وتطورها وإنتاجيتها، وخاصةً اذا ما حدث أثناء الفترات الحرجة من عمر النبات كمرحلتي استرساء البادرات والإزهار، حيث يؤثر نقص الماء في العديد من العمليات الحيوية والفيزيولوجية على مستوى الخلية والنبات الكامل بدءاً من استطالة الخلايا النباتية وانتهاء بعمليتي التمثيل الضوئي والتنفس (Hsiao وزملاؤه، 1976). وإن المحافظة على استقرار الإنتاجية وزيادتها في البيئات المجهدة مائياً أو غيرها من الإجهادات اللاإحيائية تستوجب ضرورة تحسين تحمل الطرز الوراثية

لهذه الإجهادات عن طريق استثمار التباين الوراثي بحيث تُنتخب التراكيب الوراثية المتحملة ضمن برامج التربية التقليدية أو من خلال نقل المورثات المسؤولة عن التحمل باعتماد أساليب التقانات الحيوية الحديثة.

يُعدُّ الإجهاد البيئي غير المميت بمنزلة أداة تحريض تستفز برنامج الدفاع الوراثي الكامن في مادة النبات الوراثية لدفعه لتصنيع مواد جديدة كوسائل دفاعية يسخرها النبات في مقاومة الظرف البيئي غير المناسب إلى حين انقضائه (AL-Ouda، 1999). أشارت العديد من البحوث السابقة، إلى أنّ الإجهاد المحرّض عادةً ما يغير التعبير الوراثي Gene expression، ويمنح النباتات مقدرة تكيفية أكبر لظروف الجفاف. ولا يمكن تمييز التباين الوراثي في تحمل الجفاف أو الحرارة المرتفعة إلاّ إذا عُرضت النباتات إلى مستويات غير مميتة (محرّضة) من الإجهاد. وعادةً ما تتفعّل مورثات الصدمة للإجهاد خلال فترة التحريض، ويبدأ تصنيع البروتينات والمركبات الضرورية لإحداث التبدلات الضرورية في العمليات الأيضية داخل النبات بما يتناسب وزيادة مقدرة النباتات المحرّضة على تحمل المستويات المميتة من الإجهاد (Strikanthbabu وزملاؤه، 2002). ويُعدُّ غياب أسلوب الغربلة Screening technique المناسب أحد العقبات الرئيسة التي تحول دون إمكانية الاستفادة من التباين الوراثي في التحمل الحقيقي للجفاف والحرارة المرتفعة، وخاصةً إن أسلوب الغربلة الذي لا يسمح فقط بتقييم الطرز الوراثية استناداً إلى مقدرتها على البقاء على قيد الحياة Survival ضمن ظروف الإجهاد، وإنما يستطيع أيضاً سبر التباين في مقدرة الطرز الوراثية على استعادة النمو Recovery growth بعد زوال العامل البيئي المحدد للنمو (جفاف، حرارة مرتفعة).

يهدف البحث إلى:

- تطوير تقانة غربلةٍ سريعةٍ وفعالةٍ في سبر التباين الوراثي لتحمل الجفاف لدى بعض أصناف القمح السورية عند مستوى البادرة الفتية بهدف الاستفادة منها لاحقاً في برنامج التحسين الوراثي لهذا المحصول.
- تقييم أهمية التحريض في تحسين مقدرة البادرات على تحمل المستويات المميتة من الإجهاد الحلولي.
- تقييم أداء بعض أصناف القمح تحت ظروف الاجهاد المائي خلال مرحلة النبات الكامل بالاعتماد على بعض الصفات المورفو-فسيولوجية والبيوكيميائية والإنتاجية.

مواد البحث وطرائقه

أولاً: التجربة المخبرية:

تضمنت سبر التباين الوراثي في طرز القمح المدروسة لتحمل الإجهاد الحلولي عند مرحلة البادرة الفتية باستعمال سكر البولي ايثيلين غليكول (PEG-6000)، تمّ خلط عدد من بذور أصناف القمح القاسي والطري وزراعتها مخبرياً في أطباق إلى حين إنباتها.

1 - تحديد المستوى المميت الأمثل: تمَّ إحداث الإجهاد المائي (الحلولي) مخبرياً باستعمال سكر البولي ايثلين غليكول. حيث عُرّضت بادرات القمح (بعمر يومين) إلى مستويات مميتة مختلفة من الإجهاد الحلولي (- 0.6، - 1.0، - 1.4، - 1.6 MPa) مدة 48 ساعة ثم نُقِلت البادرات إلى أطباق بتري أخرى تحوي ماءً مقطراً لتستعيد نموها مدة 72 ساعة، إضافةً إلى بادرات بقيت في الماء المقطر فقط منذ بداية التجربة وحتى نهايتها اُعتمدت كشاهد مطلق، حُسبت في نهاية فترة استعادة النمو نسبة الانخفاض في طول الجذور/البادرات بالمقارنة مع الشاهد المطلق وفق المعادلة الاتية (AL-Ouda، 1999):

نسبة الانخفاض (%) في طول الجذور/البادرات =

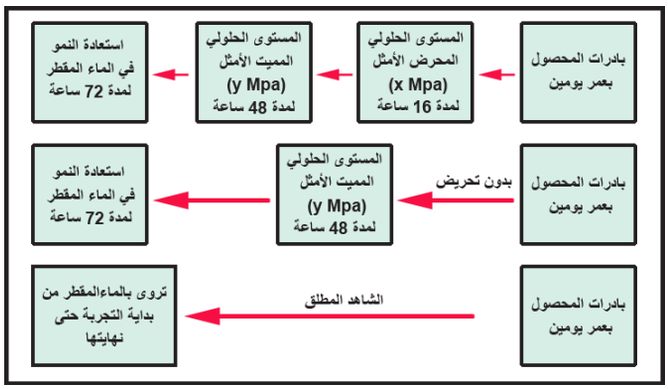
$$\frac{\text{طول الجذور/ البادرات في الشاهد المطلق - طول الجذور/ البادرات في المعاملة}}{\text{طول الجذور/ البادرات في الشاهد المطلق}} \times 100$$

واُعتُبرت المعاملة التي سببت تراجعاً في طول الجذور/البادرات مقدرةً بنحو 50 % بمنزلة المستوى الحلولي المميت الأمثل.

2 - تحديد المستوى الحلولي المحرض الأمثل: تمّ تعريض بادرات القمح (بعمر يومين) إلى مستويات حلولية محرضة (غير مميتة) مختلفة من الإجهاد الحلولي (- 0.3، - 0.4، - 0.5، - 0.6 Mpa) مدة 16 ساعة، ثم نُقلت البادرات المحرضة إلى المستوى الحلولي المميت الأمثل المحدد من التجربة السابقة وتُركت مدة 48 ساعة، ثم سُمح لها باستعادة النمو في الماء المقطر مدة 72 ساعة. وحُسبت في نهاية فترة استعادة النمو نسبة الانخفاض في نمو الجذور/البادرات بالمقارنة مع الشاهد المطلق. وتمّ اعتماد المستوى الذي كانت عنده نسبة الانخفاض في طول الجذور/البادرات أقل ما يمكن بالمقارنة مع الشاهد بمنزلة المستوى الحلولي المحّرض الأمثل.

3 - تقويم أهمية التحريض الحلولي في تحسين مقدرة البادرات على تحمل المستوى المميت من الإجهاد الحلولي: عُرّضت بادرات القمح (بعمر يومين) إلى المستوى الحلولي المحرض الأمثل مدة 16 ساعة، ثم نُقلت البادرات المحّرضة إلى المستوى الحلولي المميت الأمثل مدة 48 ساعة، ونُقلت في الوقت نفسه مجموعة أخرى من البادرات غير المحرضة بشكلٍ مباشر إلى المستوى الحلولي المميت الأمثل، وتُركت البادرات المحرضة وغير المحرضة في المستوى الحلولي الأمثل مدة 48 ساعة، ثم سُمح للبادرات باستعادة نموها في الماء المقطر مدة 72ساعة، وحُسبت نسبة الانخفاض في طول الجذور والبادرات بالمقارنة مع الشاهد في نهاية فترة استعادة النمو. وتمّ استناداً إلى ذلك تقويم أهمية التحريض الحلولي في تحسين كفاءة البادرات في تحمل المستويات المميتة من الإجهاد (AL-Ouda، 1999). تُستخدم هذه التقانة التي تُحدد فيها كل من المستوى المحرّض الأمثل والمستوى المميت الأمثل لغربلة أصناف أو طرز

المحاصيل لتحمل الإجهاد الحلولي وفق الآتي:



4 - غربلة طرز القمح المدروسة لتحمل الإجهاد الحلولي في طور البادرة الفتية : تمّ استخدام عشرة أصناف هي (شام 1، شام 3، دوما1 (أكساد $_{1105}$)، شام7 ، بحوث 9 ، حوراني) من الأقماح القاسية، والأصناف (شام 4، بحوث 6، شام 10، بحوث 8) من الأقماح الطرية، في تقييم استجابة القمح مخبرياً للإجهاد الحلولي في طور البادرة الفتية (بعمر يومين) وذلك خلال موسم 2010/2009 على النحو الآتي:

تمّ تعريض بادرات القمح (بعمر يومين) من كل طراز على حدة (بواقع ثلاثة مكررات من كل طراز) للمستوى الحلولي المحرض الأمثل (- 0.4 Mpa) مدة 16ساعة، ثم نُقلت البادرات المحرّضة إلى المستوى المميت الأمثل من الإجهادالحلولي (- 1.6 Mpa)، وتُركت مدة 48 ساعة، ثم سُمح للبادرات باستعادة نموها في الماء المقطر مدة 72ساعة. وسُجلت في نهاية فترة استعادة النمو القراءات المتعلقة بطول الجذور/البادرات. وحُسبت نسبة الانخفاض في طول كل من الجذور/البادرات بالمقارنة مع الشاهد المطلق. وتمّ تقويم استجابة أصناف القمح المدروسة للإجهاد الحلولي باستعمال التحليل الإحصائي (Z-distribution analysis)، بالاعتماد على مؤشرات متوسط الطول الكلي للجذور والبادرات ونسبة الانخفاض فيهما بالمقارنة مع الشاهد. وقُسمت الأصناف وفقا لذلك إلى:

1 - الأصناف عالية التحمل وهي الأصناف التي تُبدي أدنى نسبة انخفاض في طول الجذور/البادرات

2 - الأصناف الحساسة: وهي الأصناف التي تُبدي أعلى نسبة انخفاض في طول الجذور/البادرات

3 - الأصناف متوسطة الاستجابة للاجهاد الحلولي.

ثانياً: الدراسة الحقلية:

أُجريت التجربة الحقلية في كلية الزراعة بجامعة دمشق خلال الموسم الزراعي 2010/2009، وذلك بزراعة عشرة أصناف من القمح المعتمدة في سورية بعضها من الأقماح الطرية (*Triticum aestivum* L.) والباقي من الأقماح القاسية (*Triticum durum* L.). تمّ الحصول على البذار من المؤسسة العامة لإكثار البذار ومن المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (ACSAD). قُسم الحقل المحضَّر بشكل جيد للزراعة إلى قطع تجريبية (60 قطعة) وتمَّ توزيع الأصناف المدروسة عشوائياً على القطع بواقع 3 مكررات في الزراعة البعلية لكل صنف و3 مكررات لكل صنف للشاهد المروي، أبعاد القطعة التجريبية (1×1م) وتُركت مسافة 3 متر بين القطع التجريبية المجهدة والمروية لمنع رشح المياه الى القطع المُجهدة، تمَّت الزراعة على أربعة سطور بطول (1م) للسطر وبفاصل (30 سم) بين السطر والآخر و(5 سم) بين النبات والآخر ضمن السطر نفسه وبكثافة نباتية 70 نبات .م^2، اعتُمدت القطع التجريبية المعاملة فقط على معدل الهطول المطري (زراعة بعلية)، في حين رُويت القطع التجريبية (الشاهد) بكميات كافية من الماء حسب احتياجات المحصول المائية. وأُضيفت الأسمدة المعدنية للقطع التجريبية حسب توصيات وزارة الزراعة للقمح المروي والبعلي، وسُجلت جميع القراءات من النباتات الموجودة في مركز القطع التجريبية. تمّ تطبيق الإجهاد المائي فقط خلال المرحلة التي تسبق الإزهار وحتى المرحلة تليه لنحو 20 يوماً، حيث تُعتبر مرحلة الإزهار من المراحل الحساسة لنقص الماء في حياة النبات (تمّ تطبيق ذلك على طرز القمح التي اُعتمدت كزراعة بعلية). وأُخذت في مرحلة تطبيق الإجهاد المائي القراءات التالية من 3 نباتات من كل مكرر:

1 - دليل المساحة الورقية(LAI): وهو تعبير عن درجة توريق المحصول ويمثل مساحة أوراق جميع النباتات المتواجدة في مساحة 1م^2 من الأرض.

2 - سماكة الطبقة الشمعية(مغ. سم^2): تمّ أخذ عدد معين من الأوراق مكتملة الاستطالة وحُسبت مساحتها ثم غمرنا الأوراق في كأس يحوي كمية من الكحول الايتيلي مدة ساعتين (Phillip وزملاؤه، 2005)، تمّ تبخير الكحول بشكل كامل، وُحسب وزن المادة الشمعية في وحدة المساحة الورقية وفق المعادلة الاتية:

كمية المادة الشمعية المذابة (غ) = وزن الكأس مع المادة الشمعية ــ وزن الكأس فارغاً.

3 - سلامة الأغشية الخلوية (نسبة تسّرب الذائبات الخلوية %): تمّ أخذ عينات من أقراص ورقية (من الورقتين العلويتين الأولى والثانية كاملة الاستطالة)، وُضع وزن محدد من الأقراص في عبوة بلاستيكية تحوي على 10 مل من الماء المقطر وتُركت العبوات على هزاز مدة 3 ساعات، تمّ قياس الامتصاص الأولي للمحلول عند طول موجة 273 نانومتر باستعمال جهاز قياس الطيف الضوئي Spectro-photometer، نُقلت المحاليل من كل عبوة الى أنابيب اختبار مزودة بسدادة قطنية ووضُعت في حمام مائي (درجة الغليان) مدة 30 دقيقة، قيس بعدها الامتصاص النهائي للمحلول عند طول الموجة نفسها، وحُسبت نسبة تسرب الذائبات وفق (Leoplod وزملاؤه،1981):

نسبة تسرب الذائبات = (الامتصاص الأولي ÷ الامتصاص النهائي)× 100

4 - محتوى الأوراق من البرولين (مغ/غ): تمّ أخذ عينة ورقية بوزن 500 مغ من الأوراق، ووُضعت في هاون وأُضيف إليها 5 مل من المحلول المائي لحمض سلفو ساليسيليك 3 %. طُحنت العينات ثم فُصل المستخلص بجهاز الطرد المركزي مدة 10 دقائق، جُمع محلول الاستخلاص، وأُخذ منه 2 مل وأُضيف اليه 2 مل من محلول غلاسيل اسيتك و2مل من محلول النينهدرين لتنشيط التفاعل، وُضعت أنابيب الاختبار في حمام مائي على درجة حرارة 100مئوية لمدة نصف ساعة ثم وُضعت في المبرد على حرارة 20 °م- مدة 3-5 دقائق، أُضيف لكل انبوب 6 مل من التولوين، رُجّت الأنابيب لمدة عشر ثواني وقيست شدة اللون عند طول موجة 520 نانومتر وقُدّرت كمية البرولين حسب (Bates وزملاؤه، 1973)، حيث أُعتمد منحني معياري باستعمال كميات معروفة من البرولين.

5 - غلة القمح الحبية (غ/م^2): ويساوي حاصل ضرب متوسط وزن الحبوب في النبات بمتوسط عدد النباتات في المتر المربع الواحد من الأرض.

6 - غلة القمح من الكتلة الحية (غ/م^2): ويساوي حاصل ضرب متوسط وزن الأجزاء الهوائية في النبات الواحد (باستثناء الحبوب) بعدد النباتات في المتر المربع الواحد من الأرض.

النتائج والمناقشة

أولاً: نتائج الدراسة المخبرية

1 - تحديد المستوى الحلولي المميت الأمثل:

يُلاحظ من الجدولين 1 و 2 وجود فروقات معنوية بين المستويات الحلولية المختلفة ($p\leq0.05$)، وتراجع متوسط طول الجذور والبادرات في أصناف القمح القاسي، والقمح الطري طرداً مع زيادة مستوى الإجهاد الحلولي، وازدادت تبعاً لذلك نسبة الانخفاض في طول كل من الجذور والبادرات بالمقارنة مع الشاهد، وهذا يتوافق مع نتائج (Lutts وزملاؤه، 2004) التي أظهرت أن الإجهاد الناجم عن البولي ايثلين غليكول يؤدي الى إنخفاض معدل النمو مقارنة بغيره من منظمات الحلول كالمانيتول. وتُعدّ معاملة المستوى المميت (- 1.6 Mpa) بمنزلة المستوى المميت الأمثل، كونها خَفّضت طول كل من الجذور والبادرات بنحو (50 %) تقريباً، حيث كانت نسبة الانخفاض الأعلى معنوياً (43.56 %، 44.50 %) عند الجذور والبادرات في أصناف القمح القاسي على التوالي (الجدول1)، وكانت نسبة الانخفاض أيضاً الأعلى معنوياً (29.05 %، 22.94 %) عند الجذور والبادرات في أصناف القمح الطري على التوالي (الجدول2).

الجدول1. تأثير مستويات حلولية مميتة مختلفة في نمو بادرات أصناف القمح القاسي.

المعاملات (المستوى الحلولي، MPa)	متوسط طول الجذور (سم)	نسبة الانخفاض في متوسط طول الجذور (%)	متوسط طول البادرات (سم)	نسبة الانخفاض في متوسط طول البادرات (%)
الشاهد	29.24	0.00	44.17	0.00
0.6-	22.50	23.18	34.34	22.24
1.0-	25.68	12.04	39.11	10.85
1.4-	20.72	29.10	31.39	28.70
1.6-	16.42	43.56	24.22	44.50
LSD (5%)	2.79	1.13	4.65	1.24
C.V (%)	6.95	15.37	7.66	17.21

الجدول 2. تأثير مستويات حلولية مميتة مختلفة في نمو بادرات أصناف القمح الطري.

المعاملات (المستوى الحلولي، MPa)	متوسط طول الجذور (سم)	نسبة الانخفاض في متوسط طول الجذور (%)	متوسط طول البادرات (سم)	نسبة الانخفاض في متوسط طول البادرات (%)
الشاهد	37.05	0.00	52.64	0.00
0.6-	34.93	5.42	50.10	4.68
1.0-	28.40	23.29	41.70	20.83
1.4-	33.81	8.27	48.58	7.42
1.6-	26.17	29.05	40.45	22.94
LSD (5%)	1.80	0.72	2.11	0.59
C.V (%)	3.20	12.72	2.58	11.15

ويتفق هذا مع تعريف المستوى المميت الأمثل الذي تمّ ذكره سابقاً. إن زيادة تركيز السكريات الذوابة في محلول النمو يؤدي إلى انخفاض الجهد المائي لمحلول النمو (أي يصبح الجهد المائي سالباً بشكل أكبر) وهذا يؤدي بدوره إلى تراجع حدة التدرج في الجهد المائي Water potential gradient بين النبات ومحلول النمو، الأمر الذي أدى إلى انخفاض معدل تدفق الماء وامتصاصه من قبل الجذور مما أدى إلى تعرض الخلايا النباتية إلى العجز المائي Water deficit وتراجع قيمة جهد الامتلاء Turgot potential وبالتالي تراجع استطالة الخلايا النباتية Plant cell expansion (Cossgrove، 1989).

2 - تحديد المستوى المحرض الأمثل:

يُلاحظ من الجدولين 3 و 4 وجود فروقات معنوية في تأثير المعاملات الحلولية المحرضة المختلفة في طول كل من الجذور والبادرات.

وتعدّ المعاملة (-0.4 MPa) بمثابة المستوى المحرض الأمثل، كونها سَببت في نهاية فترة استعادة النمو أدنى نسبة انخفاض في طول الجذور والبادرات (40.93 %، 41.98 % على التوالي)، وذلك في أصناف القمح القاسي (الجدول 3)، وكانت نسبة الانخفاض في طول كل من الجذور والبادرات في نهاية فترة استعادة النمو عند هذه المعاملة الأقل معنوياً (53.66 %، 51.02 %) لكل من الجذور والبادرات على التوالي في أصناف القمح الطري (الجدول 4). وهذا يتفق مع تعريف المستوى الحلولي المحرض الأمثل الذي تم تعريفه سابقاً. وتُفسَّر قدرة الأصناف العالية على استعادة النمو عند هذه المعاملة بكفاءة هذا المستوى المحرض على دفع المورثات التي تتفعّل بتأثير الإجهاد الحلولي للتعبير الوراثي Gene expression الكامل. والذي يتمثل في تصنيع كمية أكبر من البروتينات الدفاعية (AL-Ouda، 1999)، التي ساعدت في وقاية وضمان سلامة نسبة أكبر من الخلايا النباتية، وهذا ما تجلّى بقدرة تلك الأصناف الأكبر على استعادة النمو .

3 - تقييم أهمية التحريض الحلولي:

يُلاحظ من الجدول 5 وجود فروقات معنوية ($P \leq 0.05$) بين المعاملات المعتمدة للوقوف على أهمية التحريض في تحسين كفاءة بادرات أصناف القمح القاسي في تحمل المستوى المميت من الإجهاد الحلولي. ويُلاحظ أن متوسط طول الجذور والبادرات كان الأعلى معنوياً في البادرات المحرضة (36.07، 44.95 سم على التوالي)، في حين كان متوسط طول الجذور والبادرات الأدنى معنوياً لدى البادرات غير المحرضة، التي نُقلت مباشرةً إلى المستوى الحلولي المميت (29.92، 39.69 سم على التوالي)، وكانت نسبة الانخفاض في طول كل من الجذور والبادرات غير المحرّضة (21.57، 21.71 %على التوالي)،

الجدول 3. تأثير المستويات الحلولية المحرضة المختلفة في نمو بادرات أصناف القمح القاسي.

المعاملات (المستوى الحلولي، MPa)	متوسط طول الجذور (سم)	نسبة الانخفاض في متوسط طول الجذور (%)	متوسط طول البادرات (سم)	نسبة الانخفاض في متوسط طول البادرات (%)
الشاهد	42.41	0.00	51.11	0.00
0.3-	20.00	52.84	24.92	51.24
0.4-	25.05	40.93	29.65	41.98
0.5-	22.05	48.23	28.12	44.98
0.6-	18.10	57.32	22.35	56.62
LSD (5%)	2.29	0.39	2.53	0.31
C.V (%)	4.76	3.10	4.30	2.86

الجدول 4. تاثير المستويات الحلولية المحرضة المختلفة في نمو بادرات أصناف القمح الطري.

المعاملات (المستوى الحلولي، MPa)	متوسط طول الجذور (سم)	نسبة الانخفاض في متوسط طول الجذور (%)	متوسط طول البادرات (سم)	نسبة الانخفاض في متوسط طول البادرات (%)
الشاهد	36.99	0.00	45.53	0.00
0.3-	16.14	56.36	21.32	53.17
0.4-	17.14	53.66	22.30	51.02
0.5-	15.46	58.20	20.10	55.58
0.6-	14.22	61.55	19.17	57.89
LSD (5%)	3.94	0.45	3.97	0.40
C.V (%)	10.48	3.90	8.20	3.54

بالمقارنة مع البادرات المحرضة (5.72، 10.20 % على التوالي). ويُلاحظ من الجدول 6 أيضاً وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) بين المعاملات المعتمدة للوقوف على أهمية التحريض في تحسين مقدرة بادرات أصناف القمح الطري على تحمل المستوى المميت من الإجهاد الحلولي، ويُلاحظ أنّ متوسط طول الجذور والبادرات كان الأعلى معنوياً في البادرات المحرضة (27.40، 35.85 سم على التوالي)، في حين كان متوسط طول الجذور والبادرات الأدنى معنوياً لدى البادرات غير المُحرضة، التي نُقلت مباشرة إلى المستوى الحلولي المميت (26.71، 33.00سم على التوالي). وكانت نسبة الانخفاض في طول كل من الجذور والبادرات غير المحرضة (6.31، 12.93 % على التوالي) أعلى معنوياً بالمقارنة مع البادرات المحرضة (3.92، 5.30 % على التوالي). تُعزِّز هذه النتائج أهمية تعريض النباتات مسبقاً إلى مستويات غير مميتة من الإجهاد، ما يسمح بتنبيه النباتات للخطر المحدق (الجفاف)، ويدفعها إلى الاستعداد المتمثل بحشد كل الوسائل الدفاعية المتاحة لمواجهة المستوى المميت من الجفاف والبقاء حية ريثما يزول العامل البيئي المحدد للنمو، عندها تستطيع فقط النباتات التي حافظت على حياة خلاياها أن تستعيد نموها، في حين يسبب تعرض البادرات بشكل مفاجئ ومباشر لمستوى مميت من الإجهاد صدمة وإرباكاً لتلك البادرات نتيجة عدم توافر الوقت الكافي لتصنيع الوسائل الدفاعية وبالتالي قتل جميع بادرات الطرز الحساسة والمتحملة على حد سواء، تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه العودة وزملاؤه (2005) في محصول القمح، و Ganesh Kumar وزملاؤه (1998)، وAL-Ouda وزملاؤه (2009) في محصول زهرة الشمس.

5 - التباين في إستجابة الأصناف المدروسة لتحمل الإجهاد الحلولي خلال مرحلة البادرة الفتية:

استُعملت تقانة الغربلة لتحمل الإجهاد الحلولي في طور البادرة الفتية (بعمر يومين) على النحو الآتي :

وذلك لسبر التباين الوراثيGenetic variability في استجابة أصناف القمح المدروسة لتحمل الإجهاد الحلولي في مرحلة البادرة الفتية، بهدف تمييز الأصناف المتحملة عن قريناتها الحساسة. وسنعتمد أسلوب التحليل الإحصائي z-distibution في تحديد طبيعة الاستجابة لأصناف القمح المدروسة لظروف الإجهاد الحلولي استناداً إلى القيم المطلقة لطول الجذور والبادرات ونسبة الانخفاض فيهما بالمقارنة مع الشاهد. تشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروقات معنوية في متوسط طول الجذور، ونسبة الانخفاض فيها بالمقارنة مع الشاهد بين الأصناف المدروسة. ونُلاحظ من الجدول 7 أنّ متوسط طول الجذور تحت تأثير الإجهاد الحلولي كان الأعلى معنوياً لدى الأصناف شام3، دوما1 (أكساد$_{1105}$)، بحوث9 (38.53،

الجدول 5. أهمية التحريض في زيادة مقدرة بادرات القمح القاسي على تحمل الإجهاد المائي.

المعاملات	متوسط طول الجذور (سم)	نسبة الانخفاض في متوسط طول الجذور (%)	متوسط طول البادرات (سم)	نسبة الانخفاض في متوسط طول البادرات (%)
الشاهد (بدون تحريض)	38.26	0.00	50.07	0.00
بادرات محرضة	36.07	5.72	44.95	10.20
بادرات غير محرضة	29.92	21.71	39.69	21.57
LSD (5%)	6.60	1.18	7.36	1.73
C.V (%)	8.25	10.22	7.23	11.41

الجدول 6. أهمية التحريض في زيادة مقدرة بادرات القمح الطري على تحمل الإجهاد المائي.

المعاملات	متوسط طول الجذور (سم)	نسبة الانخفاض في متوسط طول الجذور (%)	متوسط طول البادرات (سم)	نسبة الانخفاض في متوسط طول البادرات (%)
الشاهد (بدون تحريض)	28.52	0.00	37.88	0.00
بادرات محرضة	27.40	3.92	35.85	5.30
بادرات غير محرضة	26.71	6.31	33.00	12.93
LSD (5%)	2.13	1.68	2.89	1.26
C.V (%)	3.41	12.86	3.59	14.28

37.10، 36.17 سم على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، وكان متوسط طول الجذور الأدنى معنوياً لدى الصنف شام 10 (23.73 سم). في حين كانت نسبة الانخفاض في متوسط طول الجذور الأدنى معنوياً لدى الصنف شام 4 ودوما1 (أكساد $_{1105}$) (17.62، 17.49 على التوالي). وكانت نسبة الانخفاض في متوسط طول الجذور الأعلى معنوياً لدى الأصناف بحوث 6، شام 3، بحوث 8 (44.60، 43.63، 41.49 %على التوالي)، وتشير أيضاً نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروقات معنوية في متوسط طول البادرات ونسبة الانخفاض فيها بالمقارنة مع الشاهد بين الأصناف المدروسة. وُنلاحظ من الجدول 7 أن متوسط طول البادرات كان الأعلى معنوياً عند الأصناف شام 3، بحوث 9، ودوما1 (أكساد$_{1105}$) (49.93، 47.03، 45.80 سم على التوالي) وبدون فروقات معنوية فيما بينها، في حين كان متوسط طول البادرة الأدنى عند الصنف شام 10 (35.30 سم). وكانت نسبة الانخفاض الأدنى في متوسط طول البادرة لدى الأصناف دوما1 (أكساد$_{1105}$)، شام4، شام7 (15.02، 15.46، 18.18 % على التوالي). في حين كانت نسبة الانخفاض الأعلى لدى الصنف بحوث 6 (48.14 %).

تمَّ الإعتماد على أسلوب التحليل الإحصائي Z-distribution في توزيع الأصناف المدروسة استناداً إلى متوسط طول الجذور ونسبة الانخفاض في طول الجذور (الشكل 2) إلى:

1 - الأصناف عالية التحمل للإجهاد الحلولي: وهي الأصناف التي أبدت أعلى نمو مطلق، وأدنى نسبة انخفاض في طول الجذور بالمقارنة مع الشاهد، مثل بحوث 9.

2 - الأصناف عالية الحساسية للإجهاد الحلولي: وهي الأصناف التي أبدت أدنى نمو مطلق في طول الجذور وأعلى نسبة انخفاض فيها بالمقارنة مع الشاهد، مثل شام 10.

3 - الأصناف متوسطة التحمل إلى المتحملة: مثل شام 1، شام 7، شام 4، دوما1 (أكساد$_{1105}$).

4 - الأصناف متوسطة الحساسية إلى حساسة للإجهاد الحلولي: مثل شام 3، حوراني، بحوث 8، بحوث 6.

وبالاعتماد على أسلوب التحليل الإحصائي السابق، تم توزيع الأصناف المدروسة استناداً إلى متوسط طول البادرة ونسبة الانخفاض فيها وفق الشكل 3 إلى ما يلي:

1 - الأصناف عالية التحمل للإجهاد الحلولي: وهي الأصناف التي أبدت أعلى نمو مطلق، وأدنى نسبة انخفاض في طول البادرات بالمقارنة مع الشاهد مثل بحوث 9.

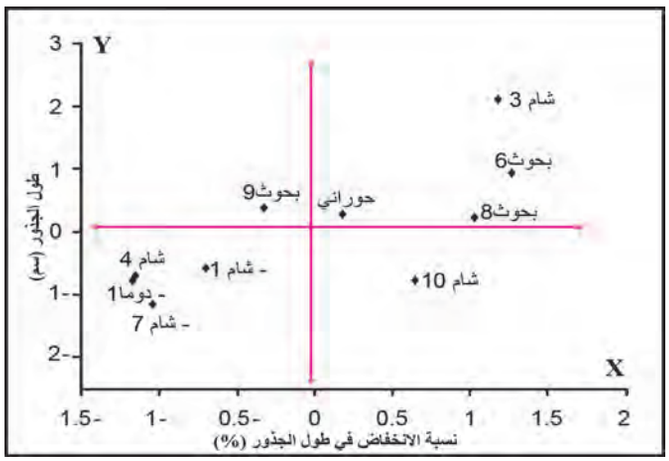
2 - الأصناف عالية الحساسية للإجهاد الحلولي: وهي الأصناف التي أبدت أدنى نمو مطلق وأعلى نسبة انخفاض في طول البادرات مثل الصنف شام10.

3 - الأصناف متوسطة التحمل إلى المتحملة للإجهاد الحلولي: وهي الأصناف شام1، شام7، شام 4، دوما1 (أكساد$_{1105}$).

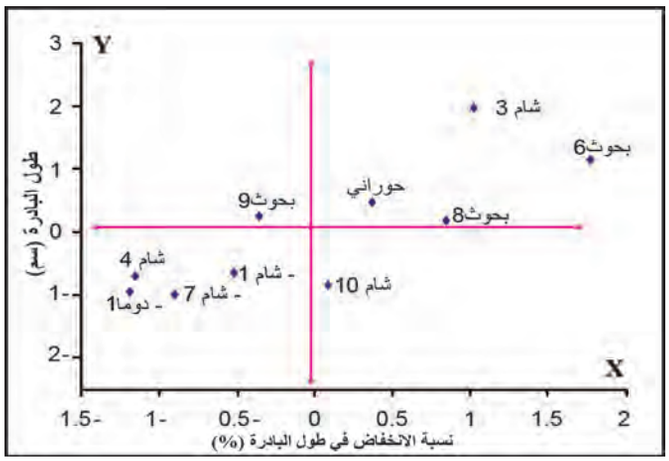
4 - الأصناف متوسطة الحساسية إلى الحساسة: مثل شام 3، بحوث 6، بحوث 8، حوراني.

الجدول 7. استجابة طرز القمح الوراثية المدروسة للإجهاد الحلولي في مرحلة البادرة الفتية باستخدام تقانة الغربلة.

الطراز / المؤشر	الشاهد		المعاملة			
	طول الجذور (سم)	طول البادرات (سم)	طول الجذور (سم)	طول البادرات (سم)	نسبة الانخفاض في طول الجذور (%)	نسبة الانخفاض في طول البادرات (%)
بحوث 8	48.30	61.60	27.73	38.10	41.94	37.72
شام 1	39.77	51.73	33.47	44.47	22.61	22.52
شام 4	37.61	51.07	30.67	42.80	17.62	15.46
شام 7	34.03	47.73	27.10	38.43	18.94	18.18
دوما 1	38.30	48.03	37.10	45.80	17.49	15.02
شام 3	68.93	83.10	38.53	49.93	43.63	39.67
بحوث 9	50.03	62.43	36.17	47.03	26.94	24.27
حوراني	49.23	65.03	33.20	43.73	32.36	32.45
شام 10	37.97	49.40	23.73	35.30	37.82	29.26
بحوث 6	56.70	73.30	31.13	43.30	44.60	48.14
LSD (5%)	8.29	9.11	8.17	9.98	2.29	2.14
C.V(%)	10.48	8.95	14.94	13.56	14.39	14.25



الشكل2. يبين توزع طرز القمح حسب استجابتها للإجهاد الحلولي باستخدام التحليل الإحصائي Z- distribution حسب نسبة الانخفاض في طول الجذور.



الشكل3. يبين توزع طرز القمح حسب استجابتها للإجهاد الحلولي باستخدام التحليل الإحصائي Z-distribution حسب نسبة الانخفاض في طول البادرات.

ثانياً: نتائج الدراسة الحقلية:

تشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في صفة دليل المساحة الورقية بين الأصناف والمعاملات والتفاعل بينهما. ويُ ويلاحظ من الجدول 8 أن متوسط دليل المساحة الورقية كان الأعلى معنوياً لدى نباتات القمح غير المُجهدة مائياً (الشاهد المروي) (4.81) بالمقارنة مع النباتات التي تعرضت للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار(1.31)، حيث سبب الإجهاد المائي خلال تلك المرحلة من حياة النبات انخفاضاً في متوسط دليل المساحة الورقية مقداره (71.86 %) بالمقارنة مع الشاهد. بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في صفة دليل المساحة الورقية بين أصناف القمح المدروسة، حيث كان متوسط دليل المساحة الورقية الأعلى معنوياً لدى نباتات الأصناف بحوث 9، شام1، حوراني (4.16، 3.62، 3.39 على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها. في حين كان متوسط دليل المساحة الورقية الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف شام4 (2.36) تلاه الصنفان بحوث6، شام3 (2.63،2.42 على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها. وبينت النتائج أن الصنف بحوث9 قد حقق معنويا أعلى دليل مساحة ورقية (1.91) تحت ظروف الإجهاد المائي تلاه الصنف شام1(1.64) بدون فروقات معنوية، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الصنف حوراني (0.77). يتبين مما تقدم أن حجم المسطح الورقي الأخضر كان الأدنى معنوياً لدى نباتات القمح المجهدة مائياً (الزراعة البعلية) بالمقارنة مع الشاهد (الزراعة المروية). يؤدي تراجع محتوى التربة المائي (نتيجة قلة معدل الهطول المطري، وارتفاع معدل فقد الماء بالتبخر –نتح) إلى تراجع معدل امتصاص الماء، فتصبح كمية الماء المتصة جذرياً غير كافية لتعويض الماء المفقود الذي يؤثر سلباً في معدل نمو الأوراق نظراً لأهمية جهد الامتلاء في دفع خلايا الأوراق على الاستطالة (Cossgrove، 1989). وتعتبر صفة استطالة خلايا الأوراق من أكثر الصفات الفيزيولوجية حساسيةً للإجهاد المائي وبالتالي فان تقليل معدل استطالة الأوراق أو تقليص مساحة المسطح الورقي الأخضر من الصفات التكيفية الهامة لتجنب الجفاف، يُعزى التباين الوراثي بين الطرز الوراثية في دليل المساحة الورقية إلى الاختلاف في مرونة جدران الخلايا النباتية أو إمكانية تفعيل آلية التعديل الحلولي أو إلى التباين في كفاءة هذه الطرز في تشكيل مجموع جذري ومتعمق ومتشعب بهدف الحصول على أكبر كمية من محتوى التربة المائي (Bressan وزملاؤه، 1990). في البيئات التي تعاني نقصاً في محتوى الترب المائي، يتم انتخاب الطرز التي تمتاز بنسبة أكبر من دليل المساحة الورقية تماماً قبل البدء بمرحلة الطلب على نواتج التمثيل الضوئي (20-30 يوم قبل الإزهار) (Fisher، 1985) ، أمّا خلال مرحلة النمو الخضري فان امتلاك الطرز لدليل مساحة ورقية عالي سيؤدي إلى استهلاك كميات الماء المحدودة في التربة خلال المراحل الحرجة من حياة النبات، وباعتبار الماء الناقل الوحيد لنواتج التمثيل من المصدر إلى المصب فإن ذلك سيسبب فشل النباتات في إعطاء غلةٍ حبيةٍ جيدة. وتقترح الدراسات السابقة في محصول القمح وجود علاقة ارتباط سلبية بين زيادة معدل استطالة الورقة العلمية وطول حامل السنبلة ، وعدد الزهيرات الخصبة وبالتالي عدد الحبوب في السنبلة تحت ظروف الزراعة البعلية لأنه يتم المنافسة بين تلك المكونات الثلاثة على نواتج التمثيل الضوئي المُصَنعة بكمياتٍ محدودة (Fisher وStockman، 1986).

ويُلاحظ من الجدول 8 أيضاً وجود فروقات معنوية في صفة تشكل الترسبات الشمعية بين المعاملات. ويُلاحظ أنّ متوسط كمية المادة الشمعية كان الأدنى معنوياً لدى نباتات القمح غير المجهدة مائياً (الشاهد)(0.375 مغ/سم^2)، بالمقارنة مع النباتات التي عُرضت للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار (0.545 مغ/سم^2). كما يلاحظ أنّ الإجهاد المائي خلال تلك المرحلة

من حياة النبات قد سبّب زيادةً في متوسط كمية المادة الشمعية المترسبة على الأوراق مقدارها (34.04 %) مقارنةً مع الشاهد. وبيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية بين أصناف القمح المدروسة. وكان متوسط كمية المادة الشمعية الأعلى معنوياً لدى نباتات الأصناف بحوث6، شام7 و شام3 (0.779، 0.612، 0.609 مغ/سم^2 على التوالي) مع وجود فروقات معنوية بينها، في حين كان متوسط كمية المادة الشمعية الأدنى معنويا لدى نباتات الصنف حوراني (0.234 مغ/سم^2) تلاه الصنفان دوما1 (أكساد1105) وشام1 (0.361 و0.365 على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها. بينت النتائج أنّ الصنف بحوث6 حقق معنوياً تحت ظروف الإجهاد المائي أعلى معدل لكمية المادة الشمعية المترسبة على الأوراق (0.931 مغ/سم^2) وتلاه وبدون فروقات معنوية بينهما الصنف شام7 (0.736 مغ/سم^2)، في حين حقق الصنف شام4 (0.339 مغ/سم^2) معنويا أدنى معدل لكمية المادة الشمعية المترسبة على الأوراق بالمقارنة مع باقي الأصناف الأخرى نتيجة الإجهاد المائي. وتشير هذه النتائج إلى وجود تباين وراثي في استجابة أصناف القمح المدروسة لتحمل الإجهاد المائي خلال المرحلة الحرجة من حياة النبات (مرحلة الإزهار). تُعتبر صفة القدرة على تشكيل كمية كبيرة من الترسبات الشمعية على سطوح الأوراق والسوق من أهم المؤشرات المرتبطة بتجنب الإجهاد المائي، حيث تُسهم مثل هذه الترسبات البيضاء في تقليل معدل فقد الماء بالنتح وذلك للمحافظة على محتوى مائي عالٍ لفترة أطول وعلى جهد امتلاء جيد داخل الأوراق، من خلال قدرة هذه الترسبات على التقليل من الأشعة الشمسية الواصلة إلى الأوراق وبالتالي تحول دون ارتفاع درجة حرارتها، ومن ثم ازدياد فرق التدرج في ضغط بخار الماء بين الأوراق والوسط المحيط (Reddy وزملاؤه، 2004). بالإضافة إلى أن مثل هذه الترسبات الشمعية تشكل حاجزاً فيزيائياً Physical barrier يعيق فقد الماء عبر خلايا الأدمة الخارجية، الأمر الذي يؤدي إلى المحافظة على جهد امتلاء جيد داخل الخلايا النباتية ومحتوى مائي في التربة لفترة زمنية أطول وهذا يتوافق مع نتائج (Mamruth وزملاؤه، 2010) الذي عدّ تشكل الترسبات الشمعية عاملاً مهماً في تحسين سلوكية الأصناف للإجهاد الجفافي، ما يُؤثر إيجاباً على الغلة الحبية النهائية للمحصول, وذلك بسبب الأهمية العالية لتوافر محتوى التربة المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب والذي يزيد من درجة امتلاء الحبوب ومن ثم وزن الألف حبة وبالتالي الحصول على غلة حبية نهائية جيدة.

يُلاحظ من الجدول9 وجود فروقات معنوية في نسبة تسرب الذائبات بين المعاملات. ويُلاحظ أن نسبة تسرب الذائبات كان الأدنى معنوياً لدى نباتات القمح غير المُجهدة مائياً (الشاهد) (48.74 %) بالمقارنة مع النباتات التي عُرِّضت للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار (73.39 %). ويُلاحظ أنّ الإجهاد

الجدول 8. تأثير الإجهاد المائي في دليل المساحة الورقية، وكمية المادة الشمعية في أصناف القمح المجهدة خلال مرحلة الإزهار.

الصنف	دليل المساحة الورقية				كمية المادة الشمعية (مغ/سم^2)			
	المعاملة		المتوسط	نسبة الانخفاض (%)	المعاملة		المتوسط	نسبة الزيادة (%)
	مروي	بعلي			مروي	بعلي		
شام1	5.60	1.64	3.62	70.71	0.250	0.479	0.365	47.76
شام3	3.40	1.43	2.42	57.94	0.559	0.659	0.609	15.20
شام7	4.58	1.25	2.92	72.71	0.489	0.736	0.612	33.60
بحوث9	6.42	1.91	4.16	70.25	0.255	0.512	0.383	50.31
دوما1	4.34	1.59	2.97	63.36	0.325	0.397	0.361	18.13
حوراني	6.02	0.77	3.39	87.21	0.123	0.346	0.234	64.47
شام4	3.67	1.04	2.36	71.66	0.279	0.339	0.309	17.65
شام10	5.02	1.19	3.11	76.29	0.305	0.478	0.392	36.31
بحوث6	4.13	1.13	2.63	72.64	0.627	0.931	0.779	32.66
بحوث8	4.92	1.19	3.06	75.81	0.436	0.575	0.506	6.89
المتوسط	4.81	1.31	3.06	71.87	0.365	0.545	0.455	34.04
التحليل الإحصائي	دليل المساحة الورقية			وزن المادة الشمعية		
	المعاملات	الأصناف	التفاعل	المعاملات	الأصناف	التفاعل
L.S.D (5%)	0.36*	0.81*	1.15*	0.101*	0.226*	0.319 NS
C.V. (%)	223.47					

NS:غير معنوي * : معنوي

المائي خلال تلك المرحلة من حياة النبات قد سبب زيادةً في متوسط تسرب الذائبات مقداره (32.47 %) بالمقارنة مع الشاهد. وبينّت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية في صفة تسرب الذائبات بين الأصناف المدروسة، حيث كان متوسط تسرب الذائبات الأعلى معنوياً لدى نباتات الأصناف حوراني وبحوث 8 (76.01، 70.01 % على التوالي) وبدون فروقات معنوية. في حين كان متوسط تسرب الذائبات الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف دوما1 (أكساد$_{1105}$) (30.92 %) تلاه الصنفان شام7 وشام10 (52.42، 60.34 %على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها. كما بينت نتائج التحليل الإحصائي أن الصنف حوراني قد حقق نتيجة تعرضه للإجهاد المائي معنويا أعلى قيمة لنسبة تسرب الذائبات (88.70 %) تلاه وبدون فروق معنوية الصنف شام1(86.77 %) بالمقارنة مع الأصناف الأخرى، في حين حقق الصنف دوما1 (أكساد$_{1105}$) معنوياً أدنى قيمة لمعدل تسرب الذائبات (34.55 %) تحت ظروف الإجهاد المائي، وكانت نسبة الزيادة في تسرب الذائبات بالمقارنة مع الشاهد المروي الأدنى لدى الصنفين شام4، شام10 (18.20، 18.64 %على التوالي)، في حين كانت نسبة الزيادة في تسرب الذائبات الأعلى لدى الصنف شام1(52.91 %). يؤدي الإجهاد المائي إلى تخريب الأغشية السيتوبلاسمية بشكل غير مباشر من خلال تأثيره في معدل التمثيل الضوئي، أو معدل تثبيت الكربون خلال تفاعلات الظلام في حلقة إرجاع الكربون الثلاثية، ما يؤدي إلى تراجع معدل استهلاك المركبات الغنية بالطاقة المصنعة (NADPH،ATP)، والذي يعرقل إعادة توليد المستقبل النهائي للإلكترونات (المركب NADP+) الذي يُعد المستقبل النهائي للإلكترونات خلال تفاعلات الضوء، وفي هذه الحالة يقوم الأكسجين بتلقف هذه الإلكترونات والتفاعل معها من جديد ليشكل جذر السوبر أوكسيد الحر(O^{-2}) الذي سيتفاعل مع جذر الماء الأوكسجيني (H_2O_2) كي يشكل جذر الماءات الحر (OH^-)، وهو ذو قدرة تفاعلية عالية جداً، حيث يقوم بمهاجمة المواد الدهنية الداخلة في تركيب الأغشية السيتوبلاسمية والعمل على تخريبها (Dahse وزملاؤه، 1990و Smirnoff وزملاؤه، 1998) يتّضح مما تقدم أهمية توافر الماء بكميات كافية للمحافظة على استقرار وثبات الأغشية السيتوبلاسمية، حيث تؤثر شدة الإجهاد المائي التي يتعرض لها النبات، ومدته في حجم الضرر الحاصل في الأغشية السيتوبلاسمية. وترتبط حياة الخلية النباتية في تلك الظروف على قدرة وكفاءة الطراز الوراثي في المحافظة على سلامة الأغشية السيتوبلاسمية ضمن ظروف الاجهاد المائي وقدرة تلك الطرز النباتية المُجهدة مائياً على استعادة النمو بعد زوال العامل البيئي المحدد للنمو (الجفاف)، أي بنسبة الخلايا التي بقيت حية في نهاية فترة الإجهاد المطبق. يعمل الجفاف على استبدال وتخريب البروتينات الداخلة في تركيب الأغشية السيتوبلاسمية

الجدول 9. تأثير الإجهاد المائي في نسبة تسرب الذائبات و محتوى البرولين في أصناف القمح خلال مرحلة الإزهار.

الصنف	نسبة تسرب الذائبات (%)				محتوى البرولين (مغ/غ)			
	المعاملة		المتوسط	نسبة الزيادة (%)	المعاملة		المتوسط	نسبة الزيادة (%)
	مروي	بعلي			مروي	بعلي		
شام1	40.86	86.77	63.81	52.91	4.38	17.22	10.80	74.56
شام3	51.14	70.91	61.02	27.89	9.92	18.19	14.06	45.43
شام7	36.30	68.54	52.42	47.04	7.02	14.91	10.96	52.93
بحوث9	53.32	81.97	67.65	34.95	4.94	18.92	11.93	73.89
دوما1	27.28	34.55	30.92	21.03	5.20	13.91	9.55	62.60
حوراني	63.32	88.70	76.01	28.62	4.28	15.90	10.09	73.09
شام4	58.13	71.06	64.59	18.20	2.68	17.48	10.08	84.66
شام10	54.14	66.54	60.34	18.64	9.15	18.08	13.61	49.40
بحوث6	45.17	81.42	63.30	44.52	15.27	19.96	17.62	23.47
بحوث8	57.66	83.45	70.56	30.90	4.42	16.90	10.66	73.84
المتوسط	48.73	73.39	61.06	32.47	6.73	17.15	11.94	61.39
التحليل الإحصائي	نسبة تسرب الذائبات %				محتوى البرولين (مغ/غ)			
	المعاملات	الأصناف	التفاعل		المعاملات	الأصناف	التفاعل	
L.S.D (5%)	5.71*	12.76*	18.05^{NS}		1.04*	2.32*	3.28*	
C.V. (%)	18.47				17.16			

NS:غير معنوي * : معنوي

وأكسدة المواد الدهنية المُسَفَّرة بفعل الجذور الحرة المتشكلة (Smirnoff وزملاؤه، 1998)، ما يؤدي إلى فقدان الأغشية السيتوبلاسمية خاصيتها الاصطفائية، وبالتالي تكوين غشاء سيتوبلاسمي غني بالفجوات، ما يؤدي بدوره إلى خروج العديد من الذائبات المعدنية والعضوية (البوتاسيوم، أحماض عضوية، أحماض أمينية،.....الخ) المفيدة لحياة الخلية (Dashe وزملاؤه، 1990) وهذا ما يتوافق مع نتائج Takele(2010) في محصول الذرة البيضاء.

يُلاحظ من الجدول 9 وجود فروقات معنوية في صفة محتوى البرولين بين المعاملات. ويُلاحظ أن متوسط محتوى البرولين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات القمح غير المُجهدة مائياً (الشاهد) (6.73 مغ/غ) مقارنة مع النباتات التي عُرضت للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار (17.15مغ/غ). ويُلاحظ أن الإجهاد المائي خلال تلك المرحلة من حياة النبات سبب زيادة في متوسط محتوى البرولين مقداره (61.39 %) بالمقارنة مع الشاهد. وبينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في صفة محتوى البرولين بين أصناف القمح المدروسة، وكان متوسط محتوى البرولين الأعلى معنوياً لدى نباتات الصنف بحوث 6 (17.62مغ/غ) تلاه الصنفين شام3 وشام10 (14.06، 13.61على التوالي) بدون فروقات معنوية بينها. في حين كان متوسط محتوى البرولين الأدنى معنوياً لدى الصنف دوما1 (أكساد$_{1105}$) (9.55 مغ/غ) تلاه الصنفان شام4 وحوراني (10.08، 10.09 على التوالي) بدون فروقات معنوية بينها. وبيّنت نتائج التحليل الإحصائي أن الصنف بحوث 6 قد حقق نتيجة تعرضه للإجهاد المائي معنوياً أعلى قيمة لمحتوى البرولين (19.96 مغ/غ) تلاه بدون فروقات معنوية الصنف بحوث 9 (18.92 مغ/غ). بالمقارنة مع الأصناف الأخرى. في حين حقق الصنف دوما1 (أكساد$_{1105}$) معنوياً أدنى قيمة لمحتوى البرولين (13.91 مغ/غ) تحت ظروف الإجهاد المائي.وكانت نسبة الزيادة في محتوى البرولين الأعلى بالمقارنة مع الشاهد لدى الصنف شام4 (84.66 مغ/غ) تلاه الصنف شام1 (73.89 %). في حين كانت نسبة الزيادة الأدنى لدى الصنف بحوث6 (23.47 %) تلاه الصنف شام3 (45.43 %). يعمل تراكم البرولين بشكل عام على تحسين تحمل النباتات للإجهاد المائي، حيث تشير النتائج إلى أن معدل تصنيع وتراكم البرولين يزداد بازدياد الإجهاد المائي الذي يتعرض له النبات. كما وإن زيادة معدل تصنيع البرولين تحدد كفاءة الطراز الوراثي في إمكانية استعادة النمو وذلك لأن البرولين يُمثل مصدراً مهماً للطاقة والكربون الذي تستخدمه الخلايا النباتية من أجل استعادة النمو بعد زوال العامل البيئي المحدد للنمو (الجفاف)، أي أنّ القدرة على استعادة النمو ترتبط مع كمية الذائبات الحلولية التي تمّ تصنيعها خلال فترة التعرض للإجهاد (AL-Ouda، 1999).

عموماً، للبرولين دور مهم في تحسين تحمل النباتات للإجهاد المائي من خلال قدرته على خفض قيمة الجهد المائي داخل خلايا النبات، ما يزيد من فرق التدرج في الجهد المائي بين النبات والوسط المحيط، الأمر الذي يؤدي إلى ازدياد امتصاص الماء من قبل النبات، حيث يصبح كافياً لتعويض الماء المنتوح والمحافظة على استطالة الخلايا النباتية من خلال المحافظة على جهد الإمتلاء داخل الخلايا النباتية، وبالتالي ضمان استمرار الانفتاح الجزئي للمسامات وانتشار غاز الفحم اللازم لعملية التمثيل الضوئي وبالتالي تصنيع المادة الجافة، وتشير النتائج الى أن التباين في معدل تصنيع وتجميع البرولين هو من أهم الأسباب لتباين الطرز في تحمل الإجهادالمائي، وهذا يتوافق مع نتائج (AL-Ouda، 1999). و أيضاً و نتائج (Bajji وزملاؤه، 2001).

يتبين من الجدول 10 وجود فروقات معنوية في صفة الغلة الحبية بين المعاملات. وُيلاحظ أن متوسط الغلة الحبية كانت الأدنى معنوياً لدى أصناف القمح المجهدة مائياً (البعلية) (238.97 غ.م$^{-2}$) بالمقارنة مع الأصناف في الشاهد المروي خلال مرحلة الإزهار (655.72 غ.م$^{-2}$). وُيلاحظ أن الإجهاد المائي خلال تلك المرحلة من حياة النبات قد سبب نقصاناً في متوسط الغلة الحبية مقداره (63.14 %) بالمقارنة مع الشاهد المروي. وبينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في صفة الغلة الحبية بين أصناف القمح المدروسة، وكان متوسط الغلة الحبية الأعلى معنوياً لدى نباتات الصنف دوما1 (أكساد$_{1105}$) (527.73 غ.م$^{-2}$) تلاه الصنف بحوث8 (502.96 غ.م$^{-2}$) وبدون فروقات معنوية بينها. في حين كان متوسط الغلة الحبية الأدنى معنوية لدى الصنف حوراني (344.20 غ.م$^{-2}$) تلاه الصنف شام3 (366.74 غ.م$^{-2}$) وبدون فروقات معنوية بينها. بينت نتائج التحليل الإحصائي أنّ الصنف بحوث9 قد حقق نتيجة تعرضه للإجهاد المائي معنوياً أعلى قيمة للغلة الحبية (289.17 غ.م$^{-2}$) تلاه وبدون فروقات معنوية الصنف شام1 (250.07 غ.م$^{-2}$). بالمقارنة مع الأصناف الأخرى. في حين سجل الصنف حوراني معنوياً أدنى قيمة من الغلة الحبية (204.02 غ.م$^{-2}$) تحت ظروف الإجهاد المائي. ويتبين من الجدول 10 أيضاً وجود فروقات معنوية في صفة غلة الكتلة الحية بين المعاملات. وُيلاحظ أن متوسط غلة الكتلة الحية كانت الأدنى معنويا لدى أصناف القمح المجهدة مائياً (البعلية) (701.85غ.م$^{-2}$) بالمقارنة مع الأصناف في الشاهد المروي خلال مرحلة الإزهار (2418.55 غ.م$^{-2}$). ويُلاحظ أن الإجهاد المائي خلال تلك المرحلة من حياة النبات قد سبب نقصاناً في متوسط غلة الكتلة الحية مقداره (70.73 %) بالمقارنة مع الشاهد المروي. وبينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات في متوسط صفة غلة الكتلة الحية بين أصناف القمح المدروسة، وكان متوسط غلة الكتلة الحية الأعلى لدى نباتات الصنف دوما1 (أكساد$_{1105}$) (1800.53 غ.م$^{-2}$) تلاه الصنف شام7 (1673.61 غ.م$^{-2}$). في حين كان متوسط غلة الكتلة الحية الأدنى لدى الصنف شام3 (1370.23 غ.م$^{-2}$). وبينت نتائج التحليل الإحصائي أن الصنف شام7 قد حقق نتيجة تعرضه للإجهاد المائي أعلى قيمة من غلة الكتلة الحية (800.46غ.م$^{-2}$) تلاه الصنف شام3 (776.03 غ.م$^{-2}$).

بالمقارنة مع الأصناف الأخرى. في حين سجّل الصنف شام4 أدنى قيمة من غلة الكتلة الحية (614.44 غ.م$^{-2}$) تحت ظروف الإجهاد المائي. تتحدد الغلة الحبية في محصول القمح بمكونين فيزيولوجيين هما الكتلة الحية عند النضج ومعامل الحصاد وذلك حسب معادلة (Gifford وزملاؤه، 1984)، حيث أن زيادة الغلة الحبية خلال مرحلة الطلب على نواتج التمثيل الضوئي (المرحلة التي تسبق الازهار بنحو 20-30 يوم) من العوامل المهمة المحددة لحجم المصدر، وبالتالي كفاءة النبات التمثيلية وكمية المادة الجافة المتاحة خلال مرحلة تشكل السنابل وتطورها، ومرحلة امتلاء الحبوب مايؤدي الى زيادة متوسط عدد الحبوب في وحدة المساحة ومتوسط وزن الألف حبة ومن ثم الغلة النهائية، وهذا يتوافق مع ما توصل إليه (العودة وزملاؤه، 2005) في محصول الشعير.

يؤدي الجفاف إلى التراجع في نمو الأجزاء الهوائية لقلة محتوى التربة المائي ما يؤدي الى إخلال التوازن في نسبة الأجزاء الهوائية الى الأجزاء الأرضية ، حيث تعمد النباتات إلى تسخير كمية أكبر من المادة الجافة نحو المجموعة الأرضية لتشكيل مجموع جذري متعمق كآلية تكيفية هامة من أجل الحصول على كمية ماء أكبر من التربة. ونلاحظ من الجدول 10 أن نسبة الانخفاض في غلة المحصول الحبية (63.14 %) كانت قريبةً من نسبة الانخفاض في الكتلة الحية (70.73)، ما يشير إلى أهمية الكتلة الحية عند النضج كمؤشر فيزيولوجي عام في تحديد غلة القمح الحبية .تتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه (العودة وزملاؤه، 2005) في محصول الشعير، و (Gifford وزملاؤه، 1984) في محصول القمح.

الاستنتاجات

⋆ تُعدُّ تقانة الغربلة المخبرية من الطرق السريعة في سبر التباين لتحمل الاجهاد المائي في محصول القمح، وتتوقف فعالية الغربلة على تعريض البادرات بشكل مسبق لمستوى غير مميت (محرض) من الإجهاد الحلولي قبل نقلها إلى المستوى المميت من الإجهاد.

⋆ تُشير علاقة الارتباط الموجبة والمعنوية جداً (**0.839) بين مؤشر دليل المساحة الورقية والغلة الحبية النهائية إلى إمكانية تحسين غلة القمح في ظروف الإجهاد المائي من خلال انتخاب الطرز الوراثية التي تتسم بدليل مساحة ورقية أكبر، شريطة تشكل الجزء الأكبر من المسطح الورقي الأخضر قبيل مرحلة الازهار بنحو 20 يوماً .

⋆ يرتبط معدل تصنيع ومن ثم سماكة الطبقة الشمعية المترسبة فوق سطوح الأوراق طرداً مع شدة الاجهاد المائي، حيث تُسهم هذه الصفة في تحسين تحمل الطراز الوراثي للجفاف من خلال زيادة كفاءة استعمال المياه .

الجدول10. تأثير الإجهاد المائي على الغلة الحبية (غ . م$^{-2}$)، وغلة الكتلة الحية (غ . م$^{-2}$) في أصناف القمح عند الحصاد.

الصنف	الغلة الحبية (غ . م$^{-2}$)				غلة الكتلة الحية(غ . م$^{-2}$)			
	المعاملة		المتوسط	نسبة الانخفاض (%)	المعاملة		المتوسط	نسبة الانخفاض (%)
	مروي	بعلي			مروي	بعلي		
شام1	700.84	250.07	475.45	64.32	2408.33	706.73	1557.53	70.65
شام3	515.14	218.34	366.74	57.61	1964.43	776.03	1370.23	60.50
شام7	667.30	228.59	447.95	65.74	2546.77	800.46	1673.61	68.57
بحوث9	674.79	289.17	481.98	57.15	2385.92	720.83	1553.37	69.79
دوما1	800.96	254.50	527.73	68.23	2855.40	745.65	1800.53	73.89
حوراني	484.39	204.02	344.20	57.88	2413.85	674.87	1544.36	72.04
شام4	643.12	224.99	434.05	65.02	2396.79	614.44	1505.62	74.36
شام10	636.18	224.19	430.18	64.76	2418.60	661.81	1540.20	72.64
بحوث6	676.42	247.95	462.19	63.34	2245.45	659.52	1452.49	70.63
بحوث8	758.07	247.84	502.96	67.31	2549.99	658.13	1604.06	74.19
المتوسط	655.72	238.97	447.34	63.14	2418.55	701.85	1560.20	70.73
التحليل الإحصائي	الغلة الحبية (غ . م$^{-2}$)			غلة الكتلة الحية(غ . م$^{-2}$)				
	المعاملات	الأصناف	التفاعل	المعاملات	الأصناف	التفاعل		
L.S.D (5%)	*51.90	*78.41	^{NS}175.74	*223.39	^{NS}499.51	^{NS}706.42		
C.V. (%)	27.43			28.29				

NS:غير معنوي * : معنوي

* التباين في معدل تصنيع وتجميع البرولين هو من أهم الأسباب لتباين الطرز في تحمل الاجهاد المائي .

* تُشير علاقة الارتباط الموجبة والمعنوية جداً (** 0.772) بين الغلة الحبية وبين عدد الحبوب في السنبلة، والموجبة والمعنوية جداً (**0.901) بين الغلة الحبية وبين عدد الحبوب على النبات إلى ضرورة الانتخاب لهذه الصفات عند التربية لتحمل الإجهاد المائي مع المحافظة على طاقة المحصول الانتاجية .

المقترحات:

مما تقدم يتبين لنا أهمية استخدام تقانة الغربلة المخبرية متبوعةً بالدراسة الحقلية لتقييم التباين الوراثي بين الأصناف و الطرز الوراثية من القمح، بالإضافة الى أهمية تحسين حجم المصدر (LAI) خلال مرحلة الطلب على نواتج التمثيل الضوئي من أجل زيادة كفاءة النباتات في المحافظة على الطاقة الضوئية الممتصة وتحويلها إلى طاقة كيمائية مايؤدي الى زيادة كمية الكتلة الحية في النباتات التي تتعرض للإجهاد المائي.

المراجع

الشحاذة العودة، أيمن.، صالح، رفيق والشيخ علي، رؤى. 2007. تقييم أهمية استجابة أصناف الشعير المحلية لتحمل الإجهاد الحلولي في مرحلة النمو الأولي. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد 22 (1) :15-33.

المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية. 2009. مديرية الإحصاء والتخطيط، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، الجمهورية العربية السورية.

العودة، أيمن.، شاهرلي، مخلص و الجنعير، فاطمة. 2009. غربلة بعض طرز زهرة الشمس (*Helianthus-annus* L.) لتحمل الجفاف والحرارة العالية. رسالة ماجستير، قسم المحاصيل الحقلية ، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

التمو، منور. 2007. دراسة خصائص بعض التراكيب الوراثية من الشعير، وتقويم أهميتها كمصادر وراثية لتحمل الجفاف. رسالة ماجستير قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

AL - Ouda, A. S. 1999. Genetic variability for heat and drought stress tolerance among sunflower hybrids: An assessment based on physiological and biochemical parameters. Ph. D. Thesis submitted to Crop Physiology Dept., UAS, Bangalore, India.

Bajji, M., S. Lutts., j. M. jean –Marie Kinet. 2001. Water deficite effect on solute contribution to osmotic adjustment as function of leaf ageing in three durum wheat (*Triticum durume* Desf.) CULTIVAR PERFOMING DIFFERENTL IN CONDITIONS PLANT Science 160 (4):669-681.

Bates Ls., R. P. Waldran., I. D. Teare. 1973. Rapid determination of free praline for water stress studies. Plant Soile 93:205-208.

Bohnert, H. j., R. G. Jensen. 1996. Strategies for engineering water stress tolerance in plants. Trends Biotechnol . 14: 89-97.

Bressan, R. A., D. E. Nelson., N. M. Iraki., P. C. La-Rosa., N. K. Singh., P. M. Hasegawa ., N. C. Carpita. 1990. Reduced cell expansion and chang in cell walls of plant cells adapted to NaCL. Environmental Injury to Plants (F.Katterman ed), Academic Press .SanDiego, p.137.

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

Dahse, I., C. M. Willmer., H. Meidner. 1990. Tentoxine suppresses stommatal opening by inhibiting photo-phosphorylation .J. EXP. Bot 230:1109-1113.

FAO. 2004. Statistical Year bookVol. 2/2 (Issuz) - Country Profiles -WEB Edition NEW.

Fischer, R.A., Stockman, Y. M. 1986. Increased kernel number in Norin-10 derived dwarf wheat, Evaluation of cause. Australian Journal of Plant Physiolopgy. 13: 767-784.

Flagella Giuliani., M. M., L. Giuzio., Chiara Volpi., S. Stefania Masci. 2010 Influence of water deficit on durum wheat storage protein composition and technological quality European Journal of Agronomy (in press).

French, R.J., N.C. Turner. 1991. Water Deficit Changes

jenks., Karaba N. NATARAJA. 2010.

Reddy, A. R., K. V. Chaitanya., M. Vivekanandan. 2004. Drought – induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. J. Plant Physiol., (161) :1189-1202.

Shao, H. B., L. Y. Chu., G. Wu., J.H. Zhang., Z.H. Lu., Y. C. Hu. 2007. Changes of some anti-oxidative physiological indices under soil water deficit Surface B:Biointerfaces 54(2):143-149

Smirnoff, N. 1998. plant resistance to environment stress. Curr opin .Biotechnol. 9: 214-219.

Strikanthbabu, V., G. kumar., B. T. Krishna Prasad. 2002. Identification of pea genotypes with enhanced thermo-tolerance using temperature induction response (TIR) technique. J. Plant Physiology. (159): 535-545.

Takele, A. 2010 Differential Responses of Electrolyte Leakage and Pigment Composition in Maize and Sorghum After Exposure to and Recovery from pre- and post- flowering Dehydration Agricultural Sciences in China 9(6) :813-824.

USDA. World Agricultural Production. 2009.

Wardlaw, I. f., I. Field., p. Cartwright. 1989. factors limiting the rate of dry matter accumulation in the grain of wheat grown at high temperature .Australian Journal of Plant Physiology 7: 87-400.

dry mater partitioning and seed yield in narrow- leafed lupines (Lupinus angustifolius L.). Aust. Jour.Agric. Res. 42: 471- 484.

Ganesh Kumar, B. T. Krishnaprasad., M. Savitha., R. Gapalakrishna., K. Mukhopdhyay., G. Rama Mohan., M. Udaya Kumar. 1998. Enhanced expression of heat shock proteins in thermotolerant lines of sunflower and their progenies selected on the basis of temperature induction responses. Theor. Appl. Genet. (160) :213-217

Germ , M., O. B. Urbanc., A. D. Kocjan. 2005. The response of Sunflower to acute disturbance in water availability. Acta Agriculture Solvenica; 85 (1) :135-141.

Gifford, R. M., j. H Thorne., W. D. Hitz., R. D. Giaquinta. 1984. Crop productivity and photoassimilates pairtioning. Sience225: 801-808.

Hsiao,T. C., E. Acevedo., E. Ferreres., D. W. Henderson. 1976. Stress, growth and osmotic adjustment. philos. trans. RSOS. London B(273):479-500.

Johnson, R.C., N.C. Turner., C.B. Osmond. 1983. Leaf Photosynthesis and Conductance of selected Triticum sp. At different water potential. . Plant Physiology. 83: 1014- 1017.

Leoplod, A.C., M. E. Musgrave., J.M. Williams.1981. Solute leakage resulting from leaf desiccation. Plant Physiology. 68: 1222- 1225.

Lutts, S., M. Almansouri., j. M. Kinet . 2004. Salinity and Water stress have contrasting effects on the relationship between growth and cell viability during and after stress exposure in durum wheat callus plant Science 167(1) :9-18.

Macnicol, P. K., J. V. Jacobsen., M. M. Keys., I. M. Stuart. 1993. Effects of heat and water stress on malt quality and grain parameters of Schooner barley grown in cabinets. j. Cereal Sci.18 :61-68.

Mamrutha, H. M., T. Mogili., K. jhans., I. Lakshmi., N.Rama., D. Kosma., M. Under Kuar., Mattthew A.