

تقييم بعض المعايير المورفو-فيزيولوجية في تحمل طرز من القمح للإجهاد الحلوي باستخدام بولي إيثيلين غليكول (PEG₆₀₀₀)

د. غسان اللحام*⁽¹⁾ وزينب تدبير⁽¹⁾ وريم المنصور⁽¹⁾ ووزان النجار⁽¹⁾ ورياض بليش⁽¹⁾ ومحمد علي⁽¹⁾ وسعود شهاب⁽¹⁾ وثامر الحنيش⁽¹⁾

(1). إدارة بحوث المحاصيل، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية.

(*للمراسلة: د. غسان اللحام. البريد الإلكتروني: gh_lahham@hotmail.com).

تاريخ القبول: 2015/09/09

تاريخ الاستلام: 2015/08/26

المخلص:

نفذت التجربة في مخابر الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، في دمشق/سورية. بهدف دراسة أثر الإجهاد الحلوي المفروض صناعياً، في مجموعة من المؤشرات الفيزيولوجية المرتبطة بتحمل الجفاف، عند مرحلتي النمو الأولي (الإنبات والبادرة). نَمَّيت بذور الطرز المدروسة تحت تأثير تراكيز مختلفة (0، -0.6، -0.8، -1 MPa) من محلول بولي إيثيلين غليكول (PEG₆₀₀₀)، بهدف إحداث عدة اجهادات حلوية في وسط إنبات 15 طرازاً وراثياً من القمح وذلك وفق تصميم القطع المنشقة، وبثلاثة مكررات. أظهرت النتائج وجود تباين وراثي بين الطرز، في استجابتها لتغيرات الإجهاد الحلوي، فقد حققت الطرز (حوراني، بحوث 7، دوما 1، دوما 41282، دوما 45367، دوما 4، جولان 2، h-8150) أقل معدلات تراجع في مؤشر التحمل النسبي للجفاف (RDTI) بحوالي (4، 2، 1، 8، 12، 9، 5، 3%) على التوالي. بينما أظهرت الطرز (شام 3، بحوث 11، دوما 41149) حساسية مفردة للإجهاد الحلوي المتزامن مع مرحلة الإنبات. سبب الإجهاد الحلوي تراجعاً في صفات البادرات المنماة في أوساط مجهدة، وأبدت الطرز (دوما 1، حوراني، بحوث 7، دوما 41282، بحوث 8، جولان 2) تقوفاً ملحوظاً مع زيادة تراكم المادة الجافة في بادراتها (DMSI%) المنماة في الأوساط عالية التركيز (-1MPa) من الإجهاد، إذ أعطت قيماً بلغت (36، 30، 42، 43، 34، 34، 36، 43، 48%) على التوالي، مقارنة مع الشاهد. وبذلك صُنِّفت من أكثر الطرز تحملاً للإجهاد الحلوي. أظهرت دراسة معامل الارتباط، وجود فروقات معنوية بين المؤشرات الفيزيولوجية المدروسة، مما يبرز أهمية الاعتماد على مؤشر التحمل النسبي للجفاف، خلال مرحلة إنبات البذور، والتي انعكست على زيادة أطوال جذور الطرز المدروسة فيما بعد ($r = 0.608^{**}$)، والحصول على بادرات قوية ($r = 0.743^{**}$) تحت ظروف الإجهاد، خلال مراحل النمو الأولية للقمح.

الكلمات المفتاحية: الإجهاد الحلوي، PEG₆₀₀₀، مؤشر التحمل النسبي للجفاف، القمح.

المقدمة:

يعدّ القمح (*Triticum spp.*) الغذاء الرئيس لمئات الملايين من البشر في العالم، إذ يزوده بأكثر من 60% من مركبات الطاقة والبروتين (Gill, et al., 2004). بلغت مساحة الأراضي المزروعة بالقمح في سورية 1.374 مليون هكتار توزعت ما بين 698 ألف هكتار تحت ظروف الزراعة المروية و676 ألف هكتار تحت ظروف الزراعة المطرية، أنتجت قرابة 2.186 و0.995 مليون طن من الحبوب، على التوالي. قدرت غلة الهكتار الواحد قرابة 3.133 طن تحت الظروف المروية و1.472 طن تحت ظروف الزراعة المطرية (وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، 2013).

يعزى تراجع غلة محصول القمح، لأنّ نصف المساحة المزروعة تقريباً بهذا المحصول تقع تحت ظروف الزراعة المطرية، تتأثر بكمية الأمطار، وطريقة توزيعها خلال موسم النمو. يأتي الجفاف كأحد أهم الاجهادات البيئية، ويشكل حوالي 26% من مجموع الاجهادات (Tas and Tas, 2007)، وبالتالي يعدّ أحد أهم العوامل المؤثرة على نمو النباتات وتطورها (Rampino et al., 2006). تعدّ مرحلة إنبات البذور، والبادرة، من المراحل الحرجة، لاسيما في المناطق التي تتعرض للجفاف (Pratap and Sharma, 2010)، وذلك يؤثر سلباً في تراجع إنتاجية المحصول (Thomson, et al., 2005). يؤدي تراجع الجهد المائي

حول البذور، إلى تراجع نسبة الإنبات وطول الجذور (Kaydam and Yagnur, 2008)، وتبدي البادرات تبايناً وراثياً خلال المراحل الأولية من النمو، نتيجة ظروف الإجهاد الحلولي (Jajarmi, 2009)، مما ينعكس على أطوالها، وتراكم المادة الجافة فيها (Moud and Maghsoudi, 2008)، وقد يعزب الأثر المثبط لزيادة الإجهاد الحلولي للوسط، على معدل امتصاص الماء المستخدم من قبل البذور مما يؤدي إلى تراجع نسبة الإنبات (Strogonov, 1964)، وبالتالي تعدّ مرحلة الإنبات، مرحلة هامة في تطور النبات، يعتمد عليها تأسيس عدد كبير من البادرات تفيد في تحديد الغلة الحبية (Moud and Maghsoudi, 2008). وهي صفة تكيفية هامة، تؤدي إلى زيادة قدرة الطرز على تحمل الجفاف، حيث بمقدور الطرز ذات الجذور الطويلة، زيادة كمية امتصاص الماء من طبقات التربة العميقة (Leishman and Westody, 1994).

يعدّ التحسين الوراثي لصفة الغلة الحبية تحت ظروف الجفاف، مشكلة تواجه مربي النبات، لذلك استخدمت بعض المركبات الكيميائية مثل بولي إيثيلين غليكول PEG₆₀₀₀ التي تحث على الجفاف ضمن ظروف المخبر، وتستخدم بكثرة من أجل غرلة أصناف القمح لتحمل الجفاف عند المراحل المبكرة للنمو، كونها مركبات غير متشردة، ولا تدخل عبر غلاف البذرة، وتبقى الجهد الحلولي للوسط ثابت طيلة فترة التجربة (Valifard *et al.*, 2012). أشار الباحثون إلى أن تعريض بادرات القمح بنسبة 20% من مركب PEG₆₀₀₀ أدت إلى تراجع طول السويقة، ووزنها الرطب، والجاف (Pereyra *et al.*, 2006). وفي دراسة أخرى تراجعت أطوال الجذور والبادرات، وأوزانها الرطبة والجافة، مع زيادة تركيز PEG₆₀₀₀ في وسط النمو، وتم تحديد المؤشرات التي ارتبطت بالتحمل مثل مؤشر التحمل بدليل طول الجذور (RLSI%) والوزن الجاف للبادرة (DMSI%) كمؤشرات واقعية في غرلة الطرز للجفاف (Ahmad *et al.*, 2009).

تهدف هذه الدراسة إلى:

- 1- دراسة تأثير عدة مستويات من الإجهاد الحلولي، المحدث بواسطة مركب بولي إيثيلين غليكول (PEG₆₀₀₀) في بعض المؤشرات المورفو-فيزيولوجية، لدى بعض الطرز الوراثية من القمح.
- 2- تقييم التباين الوراثي لدى الطرز المدروسة، وتحديد أهم الصفات الفيزيولوجية المرتبطة بتحمل الجفاف، خلال مرحلتي الإنبات والبادرة.

مواد البحث وطرقه:

نفذت الاختبارات، في مخابر الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، في دمشق/ سورية، خلال عام 2012 بهدف تقييم أداء عدة طرز وراثية من القمح، في طور الإنبات، وطور البادرة، حيث روعي عند اختيارها وجود التباين الجغرافي والوراثي في مصدرها، (الجدول 1).

عقدت كمية كافية من بذور الطرز المدروسة سطحياً، باستخدام محلول هيبوكلووريد الصوديوم تركيز 1% لدقيقة واحدة، ثم وزعت بالتساوي في أطباق بتري (ذات أقطار 12سم) فوق أوراق ترشيح بمعدل 25 بذرة في الطبقة الواحدة. تم تحديد مستويات الجهد الحلولي (Osmotic potentials) (0، -0.6، -0.8، -1 MPa)، لوسط إنبات طرز القمح المختبرة، بالاعتماد على محلول أم (Stock solution) من مركب بولي إيثيلين غليكول (PEG₆₀₀₀)، حضرت عند درجة حرارة المخبر (25 م°) (Michel and Kaufmann, 1973).

الجدول 1. مواصفات طرز القمح الوراثية المستخدمة في الدراسة.

التسلسل	الطرز الوراثي	النوع	صفات الطرز	المنطقة البيئية الملائمة
1	بحوث 8	طري	مقاوم للرقاد والانفراط، عالي الإنتاجية	مروي
2	أكساد 1273	قاسي	متحمل للجفاف	استقرار ثانية
3	h-8150	قاسي	متحمل للجفاف	استقرار ثانية
4	جولان 2	طري	مبكر، متوسط الطول، عالي الإنتاجية	استقرار أولى
5	شام 3	قاسي	متوسط الباكورية، متوسط الطول، عالي الإنتاجية	استقرار ثانية
6	شام 5	قاسي	مبكر، طويل، عالي الإنتاجية	استقرار ثانية
7	شام 10	طري	عالي الإنتاجية	مروي

استقرار ثانية	مبكر، طويل	طري	دوما 4	8
استقرار أولى	متوسط الباكورية، متوسط الطول، عالي	قاسي	بحوث 11	9
استقرار أولى	حساس للجفاف	قاسي	دوما 41149	10
استقرار أولى+ ثانية	متوسط الباكورية، متوسط الطول، عالي الإنتاجية	قاسي	دوما 1	11
استقرار ثانية	متحمل للجفاف	قاسي	دوما 41282	12
استقرار أولى	حساس للجفاف	قاسي	دوما 45367	13
استقرار أولى	متوسط الباكورية، متوسط الطول، عالي الإنتاجية	قاسي	بحوث 7	14
استقرار ثانية	متوسط الباكورية، طويل، متوسط الغلة	قاسي	حوراني	15

المصدر: نتائج الحقول الاختبارية، قسم الحبوب.

رطبت أوراق الترشيح بالمحاليل المحضرة مسبقاً، بمعدل 10 ميلتر، في كل طبق، ثم حضرت أطباق تحتوي ماءً مقطراً فقط، اعتبرت كشاهد طيلة فترة التجربة، غطيت الأطباق منعاً لفقد الماء بالتبخر، ووضعت في الحاضنة في الظلام على درجة حرارة 20°م (ISTA, 1985) واعتبرت البذرة نابتة عند ظهور الجذير (Evaneri, 1957). ثم بعد ذلك تم أخذ القراءات التالية:

1- مؤشر التحمل النسبي للجفاف (RDTI%): وهو نسبة العدد الكلي للبذور النابتة تحت إجهاد حلولي معين، إلى العدد الكلي للبذور النابتة في ماء مقطر (ديب، 2002).

2- طول الجذور (سم) (RL): تم قياسه اعتباراً من منطقة اتصالها مع الساق وحتى نهاية الجذور السفلية.

3- مؤشر تحمل الإجهاد بدليل طول الجذور (RLSI%): وهو نسبة طول الجذور تحت إجهاد حلولي معين إلى طول الجذور في الماء المقطر (Ashraf et al., 1996).

4- مؤشر تحمل الإجهاد بدليل الوزن الجاف للبادرات (DMSI%): وهو نسبة الوزن الجاف للبادرات تحت إجهاد حلولي معين، إلى الوزن الجاف للبادرات في الماء المقطر (Ashraf et al., 1996).

5- الوزن الجاف للبادرة (غ) (SDW): وضعت البادرات في ظرف ورقي صغير كُتب عليه التركيز والطرز المدروس، ثم وضعت العينات السابقة في مجفّف مسبقاً على درجة حرارة 105°م لمدة 30 دقيقة، وضبطت الحرارة على 85°م حتى ثبات الوزن الجاف، وُسجّلت الأوزان، باستخدام ميزان كهربائي حساس.

6- معامل ثباتية الأغشية الخلوية (CMS%): قُدّر معامل ثباتية الغشاء باستخدام جهاز قياس الناقلية الكهربائية، حسب الطريقة المقترحة من قبل Sullivan, (1972) وذلك بتقدير نسبة الضرر الحاصل للأغشية الخلوية. حيث قُطعت 100 ملغ من الأوراق الفتية كاملة الاستطالة، بشكل متجانس، ووضعت في أنابيب اختبار تحتوي ماءً مقطراً، وقُسمت العينات إلى مجموعتين: شاهد (C1، C2) في ماء مقطر فقط، ومعاملة (T1، T2) عُصمت عيناتها النباتية في محلول تركيز (-1.8MPa) من PEG₆₀₀₀، ووضعت جميعها في حاضنة على درجة حرارة 25°م لمدة 24 ساعة، أُخذت القراءة الأولى، ثم نقلت إلى درجة حرارة 100°م لمدة 15 دقيقة. ثم أُخذت القراءة الثانية لكلتا المجموعتين بعد التبريد. وحُسبت نسبة تضرر الأغشية الخلوية باستخدام المعادلة الآتية:

$$\% \text{ مؤشّر الضرر} = [1 - (1 - T1 / T2) / (1 - C1 / C2)] \times 100$$

حيث: C، T تشير إلى المعاملة والشاهد على التوالي.

1، 2 تشير إلى الناقلية الكهربائية المقاسة الأولى والثانية.

التحليل الإحصائي:

استخدم تصميم القطع المنشقة، (Split Plot design) بثلاثة مكررات، لتحديد مصادر التباين (ANOVA) وفقاً للباحثين Gomez and Gomez, (1984) حيث تم ترتيب العوامل التجريبية المدروسة [مستويات الجهد الحلولي 0، -0.6، -0.8،

1- MPa، والطرز الوراثية (الجدول 1) في القطع الرئيسية والمنشقة، على التوالي. وُحلت البيانات إحصائياً باستعمال برنامج GENSTAT v12، ثم قُدرت قيمة أقل فرق معنوي (LSD) بين متوسطات المعاملات (Steel and Torrie, 1997). وحُسب معامل الارتباط البسيط (r) بين الصفات المدروسة بمجملها.
النتائج والمناقشة:

أولاً- تأثير الجهد الحلوي، في مؤشر التحمل النسبي للجفاف (RDTI%):

يبين الجدول (2) تراجع مؤشر التحمل النسبي للجفاف بصورة معنوية ($P \leq 0.01$) عند المستويات (-0.6، -0.8، -1 MPa) بمعدلات (98، 95، 84%) بالمقارنة مع الشاهد، على التوالي. وتباينت الطرز في هذا المؤشر حيث صُنفت الطرز (حوراني، بحوث 7، دوما 1، دوما 41282، دوما 45367، دوما 4، جولان 2، h-8150) كطرز متحملة للإجهاد الحلوي، وأعطت قيمةً قرابة (4، 2، 1، 8، 12، 9، 5، 3%) مقارنةً مع الشاهد، على التوالي. مما يعني وجود تباين وراثي بين الطرز استجابةً للإجهاد الحلوي (Nayer and Heidari, 2008). تلاها الطرز (بحوث 8، شام 10، شام 5، أكساد 1273) بمعدلات (16، 13، 24، 18%) على التوالي. بينما أبدت الطرز (شام 3، بحوث 11، دوما 41149) حساسيةً مفرطةً لتراجع الجهد الحلوي للوسط، حيث أعطت أعلى معدلات تراجع في هذا المؤشر بلغت قرابة (32، 35، 40%) على التوالي. وهذا يعود إلى تراجع المحتوى المائي للوسط، مما يؤثر سلباً في معدل تدفق الماء وامتصاصه من قبل البذور، نتيجةً للدور السلبي الذي يؤديه وجود مادة البولي إيثيلين غليكول في تخفيض الجهد الحلوي لوسط النمو، وبالتالي قلة الماء المتاح لإنتاش البذور (Imanparast and Hassanpanah, 2009)، وتتوافق هذه النتائج مع ما وجدته Moayadi *et al.*, (2009) من حيث وجود تراجع في نسبة الإنبات (%) وذلك مع زيادة تركيز PEG في وسط النمو. وتتفق هذه النتائج مع ما وجدته العديد من الباحثين (Farsiano and Ghobadi, 2009) في محصول الذرة الصفراء، والشوندر السكري (عباس، 2011).

الجدول 2. تأثير الإجهاد الحلوي في مؤشر التحمل النسبي للجفاف (RDTI%) لطرز من القمح.

متوسط (B)	الجهد الحلوي MPa (A)			الطرز الوراثية (B)
	-1	-0.8	-0.6	
0.96 ^{bc}	0.92 ^{g-j}	0.99 ^{a-g}	0.96 ^{c-1+}	حوراني
0.96 ^b	0.93 ^{e-1}	0.99 ^{a-g}	0.95 ^{c-1}	بحوث 7
0.93 ^{bc}	0.85 ^{j-1}	0.97 ^{b-g}	0.97 ^{b-g}	دوما 45367
0.97 ^b	0.95 ^{c-1}	0.94 ^{d-i}	1.03 ^{a-c}	دوما 41282
1.02 ^a	1.01 ^{ab}	0.99 ^{a-g}	1.02 ^{a-d}	دوما 1
0.78 ^e	0.56 ⁿ	0.85 ^{j-1}	0.94 ^{e-1}	دوما 41149
0.79 ^e	0.55 ⁿ	0.96 ^{c-h}	0.85 ^{j-1}	بحوث 11
0.93 ^{bc}	0.88 ^{i-k}	0.96 ^{c-1}	0.97 ^{c-h}	دوما 4
0.97 ^b	0.88 ^{h-k}	1.01 ^{a-e}	1.01 ^{a-e}	شام 10
0.95 ^{bc}	0.81 ^{kl}	0.98 ^{b-g}	1.07 ^a	شام 5
0.88 ^d	0.67 ^m	0.98 ^{b-g}	0.99 ^{a-g}	شام 3
0.97 ^b	0.96 ^{c-1}	0.96 ^{c-1}	1.01 ^{a-f}	جولان 2
0.94 ^{bc}	0.96 ^{c-1}	0.88 ^{i-k}	0.99 ^{a-g}	h-8150
0.91 ^{cd}	0.81 ^{kl}	0.93 ^{f-j}	0.99 ^{a-g}	أكساد 1273
0.87 ^d	0.83 ^{kl}	0.79 ^l	0.99 ^{a-g}	بحوث 8
0.92	0.84 ^c	0.95 ^b	0.98 ^{a+}	متوسط (A)
A= 0.029, B=0.064, A*B= 0.112				LSD _{0.01}
A= 88.84**, B=15.10**, A*B= 7.55**				قيمة F المحسوبة

+ المتوسطات التي تتبع الحرف الأبجدي نفسه لا يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى 1%.
** تشير إلى وجود فروقات معنوية عند مستوى 1%.

ثانياً- تأثير الجهد الحلولي، في طول الجذور (سم) (RL):

يشير الجدول (3) إلى تراجع أطوال جذور الطرز المختبرة، بصورة معنوية ($P \leq 0.01$) نتيجة زيادة تركيز الإجهاد الحلولي في وسط النمو (0.6، -0.8، -1 MPa) بحدود (30، 37، 65%) على التوالي. في حين أدت التراكيز المتدنية والمتوسطة (-0.6، 0.6، -0.8 MPa) إلى تنشيط نمو جذور بعض الطرز مثل (دوما 1، دوما 41282، دوما 45367) بحوالي (9.23، (17.32)، (10.30%) على التوالي. في حين تراجعت هذه الصفة بشدة لدى الطرز (بحوث 8، h-8150، دوما 41149، (شام 3) عند المستويات المتوسطة (-0.6 MPa) للإجهاد الحلولي (60، 60، 59%) على التوالي. وتأثرت بعض الطرز مثل (بحوث 11، جولان 2، دوما 4) بشكل سلبي عند المستوى العالي للوسط (-1 MPa) قرابة (92، 78، 79%) على التوالي، وبذلك تصنف كحساسة للإجهاد الحلولي. كما صنفت الطرز (بحوث 7، دوما 1، حوراني، دوما 41282، دوما 45367) كمتحملة للمستويات الحلولية العالية، إذ أبدت معدلات منخفضة في تراجع هذه الصفة بلغت قرابة (11، 26، 27، 38، 41%) على التوالي (الجدول 3).

الجدول 3. تأثير الإجهاد الحلولي في مؤشر طول الجذور (سم) (RL) لطرز من القمح.

متوسط (B)	الجهد الحلولي MPa (A)				الطرز الوراثية (B)
	-1	-0.8	-0.6	0	
14.35 ^{a-c}	11.30 ^{f-t}	15.80 ^{f-k}	14.90 ^{g-n}	15.40 ^{g-l†}	حوراني
15.10 ^{ab}	14.90 ^{g-n}	17.80 ^{d-h}	10.90 ^{m-t}	16.80 ^{e-i}	بحوث 7
16.48 ^a	9.70 ^{p-w}	18.20 ^{c-g}	21.50 ^{b-d}	16.50 ^{i-j}	دوما 45367
15.6 ^a	9.40 ^{q-w}	17.80 ^{d-h}	20.00 ^{b-t}	15.20 ^{g-m}	دوما 41282
13.20 ^{b-d}	9.60 ^{p-w}	14.20 ^{g-o}	16.00 ^{f-k}	13.00 ^{i-r}	دوما 1
15.15 ^{ab}	2.20 ^z	12.60 ^{i-r}	14.60 ^{g-o}	31.20 ^a	دوما 41149
11.68 ^{de}	1.7 ^z	10.60 ^{n-u}	12.20 ^{j-t}	22.20 ^{bc}	بحوث 11
12.72 ^{c-e}	4.70 ^{y-z}	10.40 ^{o-v}	13.20 ^{i-q}	22.60 ^b	دوما 4
10.80 ^e	5.40 ^{z-w}	8.80 ^{r-y}	11.10 ^{s-t}	17.80 ^{h-d}	شام 10
11.90 ^{de}	5.80 ^{w-z}	11.20 ^{s-t}	9.50 ^{p-v}	21.00 ^{b-e}	شام 5
8.57 ^f	2.50 ^z	6.60 ^{u-z}	9.10 ^{q-x}	16.10 ^{f-k}	شام 3
7.75 ^f	3.10 ^z	6.00 ^{w-z}	8.10 ^{s-z}	13.80 ^{h-p}	جولان 2
8.01 ^f	3.85 ^z	4.80 ^{x-z}	6.60 ^{u-z}	16.80 ^{e-i}	h-8150
7.95 ^f	4.30 ^z	6.10 ^{v-z}	9.40 ^{q-w}	12.0 ^{k-t}	أكساد 1273
7.48 ^f	4.60 ^{yz}	5.00 ^{x-z}	7.90 ^{t-z}	12.40 ^{j-s}	بحوث 8
11.8	6.20 ^c	11.10 ^b	12.30 ^b	17.50 ^{a†}	متوسط (A)
A= 2.650, B=2.924, A*B= 5.768					LSD 0.01
A= 5.80**, B=17.05**, A*B= 210.09**					قيمة F المحسوبة

† المتوسطات التي تتبع الحرف الأبجدي نفسه لا يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى 1%.
** تشير إلى وجود فروقات معنوية عند مستوى 1%.

ثالثاً- تأثير الجهد الحلولي، في مؤشر تحمل الجفاف بدليل طول الجذور (RLSI%):

أدت زيادة تركيز الإجهاد الحلولي (-0.8، -1 MPa) في الوسط إلى تراجع معنوي ($P \leq 0.01$) في مؤشر تحمل الجفاف بدليل طول الجذور، للطرز المدروسة بحوالي (12، 48%) على التوالي. في حين تراجعت هذه الصفة عند المستوى العالي للوسط (-1 MPa)، لاسيما لدى الطرز (بحوث 11، دوما 41149، شام 3) التي تراجعت فيها هذه الصفة بشدة قرابة (86، 85، 73%) على التوالي. تلاها (دوما 4، جولان 2، دوما 45367، أكساد 1273) بلغت (64، 62، 55، 54%) على التوالي. في حين صنفت الطرز (دوما 1، حوراني، شام 5، بحوث 8، h-8150) كمتحملة للمستويات الحلولية العالية، إذ أبدت أقل معدلات تراجع في هذه الصفة بلغت قرابة (40، 24، 39، 42، 42%) على التوالي، مع الإشارة إلى تفوق الطراز بحوث 7 في هذه الصفة عند المستويات المتوسطة والعالية (-0.8، -1 MPa) بمعدلات زيادة بلغت (50، 24%) على التوالي (الجدول 4).

يشير تباين استجابة الطرز في هذه الصفة إلى ضرورة التركيز على إيجاد أصناف متفوقة، وقادرة على تطوير مجموعة جذرية متشعبة ومتعمقة، وأكثر قدرةً على استخلاص المياه من طبقات التربة العميقة، لاستمرار عملية التمثيل الضوئي وتصنيع المادة الجافة (Gill *et al.*, 2002).

الجدول 4. تأثير الإجهاد الحلولي في مؤشرات تحمل الإجهاد بدليل طول الجذور (RLSI%) لطرز من القمح.

متوسط (B)	الجهد الحلولي MPa (A)			الطرز الوراثية (B)
	-1	-0.8	-0.6	
90.96 ^a	73.40 ^a	102.90 ^a	96.60 ^{a+}	حوراني
89.49 ^a	89.10 ^a	107.70 ^a	71.60 ^a	بحوث7
99.87 ^a	58.90 ^a	110.40 ^a	130.30 ^a	دوما45367
103.80 ^a	62.30 ^a	117.20 ^a	131.90 ^a	دوما41282
103.17 ^a	74.50 ^a	110.00 ^a	125.00 ^a	دوما1
31.47 ^c	7.20 ^a	40.20 ^a	47.00 ^a	دوما41149
37.11 ^{bc}	7.80 ^a	47.80 ^a	55.70 ^a	بحوث11
41.74 ^{bc}	20.80 ^a	46.00 ^a	58.40 ^a	دوما4
47.40 ^{bc}	30.30 ^a	49.40 ^a	62.40 ^a	شام10
42.10 ^{bc}	27.60 ^a	53.30 ^a	45.20 ^a	شام5
37.70 ^{bc}	15.50 ^a	41.00 ^a	56.50 ^a	شام3
41.60 ^{bc}	22.50 ^a	43.50 ^a	58.70 ^a	جولان2
30.26 ^c	22.90 ^a	28.60 ^a	39.30 ^a	h-8150
55.00 ^b	35.80 ^a	50.80 ^a	78.30 ^a	أكساد1273
47.00 ^{bc}	37.10 ^a	40.30 ^a	63.70 ^a	بحوث8
59.91	39.05 ^c	65.95 ^b	74.72 ^{a+}	متوسط (A)
A= 11.22, B=25.10, A*B= ns				LSD _{0.01}
A= 39.77**, B=18.53**, A*B= 1.20**				قيمة F المحسوبة

+ المتوسطات التي تتبع الحرف الأبجدي نفسه لا يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى 1%.
** تشير إلى وجود فروقات معنوية عند مستوى 1%.

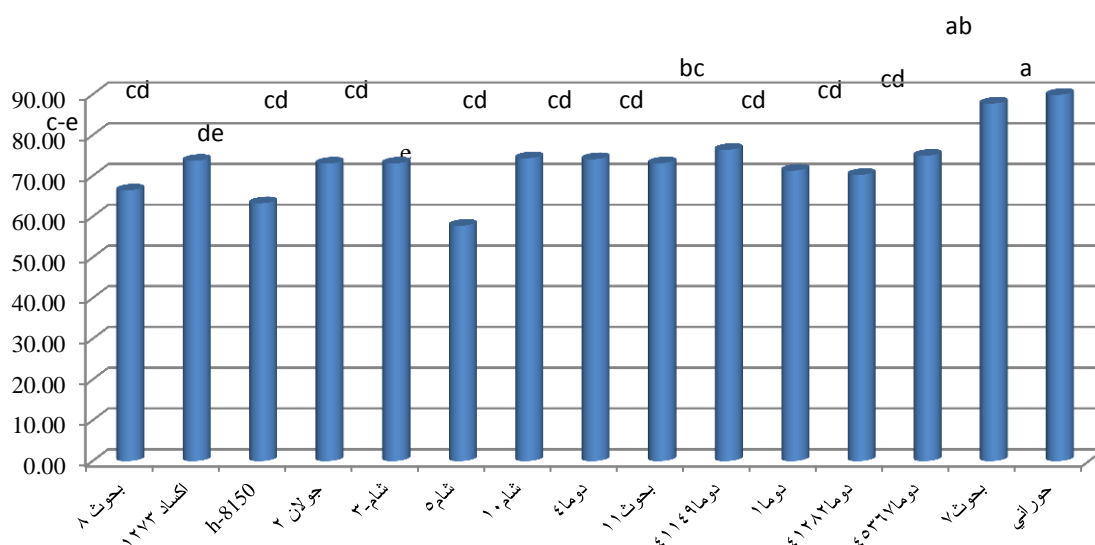
خامساً- تأثير الجهد الحلولي في معامل ثباتية الأغشية الخلوية (CMS%):

يبين الشكل (1) وجود فروقات معنوية ($P \leq 0.01$) بين الطرز المدروسة، وأنبعضها أبدت درجات مرتفعة، من الضرر الحاصل في أغشيتها الخلوية، مثل الطرازين (بحوث 7، حوراني) التي أظهرت حساسيةً مفردةً لتراجع الجهد الحلولي للوسط، حيث عانت انخفاضاً شديداً في معامل ثباتية الغشاء. أما الطرز المتحملة (شام 5، h-8150، بحوث 8، دوما 1، دوما 41282) فقد أبدت استجابةً جيدة لظروف الإجهاد، وحافظت على ثباتية عالية، وبالتالي قلَّ معدل تسرب الأيونات من أغشيتها مقارنةً مع الطرز الحساسة، ويتجلى محافظة الغشاء الخلوي على ثباتيته وبنائه بصورة أفضل وأكثر استقراراً، لدى الطرز المتحملة للجفاف (Sayar *et al.*, 2008)، مما يشير إلى أهمية هذه الصفة في التمييز بين الأصناف المتحملة والحساسة (Martin *et al.*, 1987).

الجدول 5. تأثير الإجهاد الحلولي في مؤشر تحمل الإجهاد بدليل تراكم المادة الجافة (DMSI%) لطرز من القمح.

متوسط (B)	الجهد الحلولي MPa (A)			الطرز الوراثية (B)
	-1	-0.8	-0.6	
95.88 ^{bc}	73.92 ^{j-l}	108.70 ^{b-e}	105.03 ^{d-t†}	حوراني
79.21 ^{ef}	54.50 ^{op}	89.75 ^{g-i}	93.37 ^{f-h}	بحوث 7
75.01 ^{e-g}	34.87 ^r	83.13 ^{h-k}	107.02 ^{c-i}	دوما 45367
113.08 ^a	80.91 ^{h-k}	117.14 ^{b-d}	141.17 ^a	دوما 41282
103.40 ^b	77.96 ^{i-l}	109.75 ^{b-e}	122.48 ^b	دوما 1
60.02 ^{hi}	16.80 st	76.70 ^{i-l}	86.60 ^{g-j}	دوما 41149
54.34 ^l	13.04 ^l	72.54 ^{j-m}	77.45 ^{i-l}	بحوث 11
59.40 ^{hi}	36.95 ^{qr}	70.41 ^{k-n}	70.83 ^{k-n}	دوما 4
67.46 ^{gh}	45.80 ^{p-r}	75.60 ^{i-l}	80.90 ^{h-k}	شام 10
83.33 ^{de}	65.40 ^{l-o}	82.90 ^{h-k}	101.70 ^{e-g}	شام 5
63.87 ^h	31.90 ^{rs}	72.30 ^{j-m}	87.40 ^{g-j}	شام 3
72.67 ^{fg}	53.00 ^{op}	85.00 ^{h-k}	80.00 ^{l-h}	جولان 2
72.83 ^{fg}	57.60 ^{m-p}	79.40 ^{h-l}	81.60 ^{h-k}	h-8150
88.76 ^{cd}	5170 ^{o-q}	93.30 ^{t-h}	121.00 ^{bc}	أكساد 1273
68.18 ^{gh}	55.70 ^{n-p}	64.80 ^{l-o}	84.10 ^{h-k}	بحوث 8
77.16	50.00^c	85.41^b	96.07^{a†}	متوسط (A)
A= 5.257, B=11.755, A*B= 20.360				LSD 0.01
A= 305.04**, B=30.21**, A*B= 3.53**				قيمة F المحسوبة

† المتوسطات التي تتبع الحرف الأبجدي نفسه لا يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى 1%.
** تشير إلى وجود فروقات معنوية عند مستوى 1%.



الشكل 1. تأثير الإجهاد الحلولي في معاميل ثباتية الأغشية الخلوية (CMS%) لطرز القمح المدروسة.

مما سبق، يلاحظ تباين استجابة الطرز في تحملها للإجهاد الحلولي. فقد أظهر الطرازان (h-8150، جولان 2) تحملاً أعلى للإجهاد خلال مرحلة الإنبات، وتراجعت درجة تحملها إلى مستويات أقل خلال مرحلة البادرة. بالمقابل أبدت الطرز (بحوث 11، دوما 41149، شام 3، أكساد 1273) حساسيةً مفرطةً للإجهاد الحلولي خلال مرحلتي نموها (الإنبات والبادرة). في حين صنّفت الطرز (دوما 1، دوما 41282، بحوث 7، حوراني، دوما 45367) كطرز متحملة خلال مرحلة الإنبات والبادرة. مما يؤكد أنّ درجة التحمل النباتي للإجهادات البيئية لاسيما الجفاف، قد لا تعبر بالضرورة عن طبيعة استجابة تلك الطرز لظروف الإجهاد

المائي، خلال المراحل اللاحقة من النمو والتطور، حيث تختلف الاستجابة لظروف الإجهاد المائي، ومن ثمّ معايير التحمل باختلاف المرحلة التطورية وهذا يتطابق مع ما وجدته العوده (2007).

سادساً- معامل الارتباط (r) بين الصفات المدروسة، خلال مرحلتي الإنبات والبادرة.

يبين الجدول (6) قيم معامل الارتباط بين الصفات المدروسة، حيث لوحظ أنّ زيادة معدلات التحمل النسبي للجفاف، أعطت فيما بعد، قيمةً عالية الدلالة الإحصائية ($P \leq 0.01$) في تراكم المادة الجافة لدى جذور وبادرات الطرز ($r = 0.608^{**}$ ، $r = 0.755^{**}$) على التوالي. نتيجة الزيادة الايجابية في أطوال جذورها ($r = 0.355^*$) وهذا يؤكد أهمية انتخاب طرز ذات جذور قادرة على الامتداد والتشعب، لما لها من أثر إيجابي في زيادة معدلات امتصاص الماء وانعكاسه الايجابي على تصنيع كمية أكبر من المادة الجافة في الجذور ($r = 0.753^{**}$) تمكنها من امتصاص كمية أكبر من مصادر النمو الأرضية ومدّ الأجزاء الهوائية بكمية كافية منها، مما ينعكس بشكل إيجابي في معدل تراكم المادة الجافة، وتؤدي إلى تشكيل أو إعطاء بادرات قوية ($r = 0.743^{**}$) من خلال محافظة الأغشية الخلوية على ثباتيتها في جذور وبادرات القمح ($r = 0.376^{**}$ ، $r = 0.482^{**}$) على التوالي. ومن خلال استعراض نتائج الجدول (6) يلاحظ مدى المساهمة الايجابية للصفات المورفو- فيزيولوجية، خلال مرحلتي الإنبات والبادرة. وبالتالي يبرز هنا أهمية العمل التراكمي للصفات الفيزيولوجية، بالدرجة الأولى في رفع مقاومة طرز القمح للجفاف.

مما سبق يمكن اعتماد صفة مؤشر التحمل النسبي، للنبور النامية تحت ظروف الإجهاد الحلولي، كمعيار لغربة طرز هذا المحصول خلال مرحلة الإنبات كونها ارتبطت بقوة مع الحصول على نباتات تتمتع بمواصفات فيزيولوجية مهمة لتحمل الجفاف مثل تراكم المادة الجافة في الجذور، وهذا يتطابق مع دراسة (Ahmadi et al., 2012) التي أشار فيها إلى وجود ارتباط إيجابي معنوي بين مؤشرات فترة الإنبات لطرز القمح، ومؤشرات المراحل اللاحقة. وهذا ما يمكننا من الاستفادة من التباين الوراثي، للصفات النباتية المدروسة، خلال مرحلتي الإنبات والبادرة كأداة مفيدة في دراسة آلية تحمل الجفاف، وتحديد النقاة المناسبة، والحزمة الزراعية المتكاملة، وإدخال طرز جديدة، لزيادة إنتاجية هذا المحصول. وهي من السبل الواعدة لسد احتياجات الإنسان الغذائية في المستقبل.

الجدول 6. قيم معامل الارتباط (r) بين الصفات المدروسة، خلال مرحلتي الإنبات والبادرة.

الصفة المدروسة	مؤشر التحمل النسبي للجفاف	طول الجذور	مؤشر تحمل الجفاف بدليل الوزن الجاف للبادرات	مؤشر تحمل الجفاف بدليل طول الجذور	مؤشر تحمل الجفاف بدليل الوزن الجاف للبادرات
طول الجذور	0.355*				
مؤشر تحمل الجفاف بدليل طول الجذور	0.608**	0.753**			
مؤشر تحمل الجفاف بدليل الوزن الجاف للبادرات	0.755**	0.493**	0.743**		
ثباتية الأغشية الخلوية	0.091	0.376**	0.482**		0.112

*, ** معنوية قيمة معامل الارتباط عند مستوى 5% أو 1% على التوالي.

الخلاصة والمقترحات:

1- تأثرت الصفات المورفو- فيزيولوجية المدروسة سلباً مع تراجع الجهد الحلولي، نتيجة لإضافة مركب بولي إيثيلين غليكول (PEG6000) في وسط الزراعة.

2- تباينت استجابة الطرز المدروسة في تحملها للإجهاد الحلولي، خلال مرحلتي النمو النباتي (الإنبات والبادرة).

3- يمكن استعمال طريقة الغرلة المخبرية خلال مرحلة الإنبات، كصفة مؤشر التحمل النسبي للجفاف، كأداة سريعة في تقييم التباين الوراثي لتحمل الإجهاد الحلولي لدى طرز القمح.

4- إجراء المزيد من الدراسات لتقويم أداء وسلوكية الطرز المدروسة، ضمن ظروف الزراعة الحقلية. لنتمكن من الحصول على طراز وراثي من القمح يمكن زراعته بنجاح في المناطق التي تعاني من عدم انتظام وتوزع الهطولات المطرية، أو عدم كفاية مياه الري اللازمة.

المراجع:

- ديب، طارق علي (2002). تأثير الإجهاد الجفافي المصطنع بواسطة المانيتول في إنبات خمسة أصناف من القمح القاسي. مجلة باسل الأسد للعلوم الهندسية. 129-15111.
- عباس، فادي (2011). استجابة طرز من الشوندر السكري للإجهاد الجفافي، والملحي، وتقدير التفاعل الوراثي البيئي لبعض الصفات الإنتاجية والنوعية، رسالة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة البعث. 211 صفحة.
- العودة، أيمن (2007). تقويم أهمية التحريض وطبيعته في تحسين تحمل بعض سلالات أكساد من القمح القاسي والطري للإجهاد الملحي. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. 32(2)-15-32.
- وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي (2013). مديرية الإحصاء والتعاون الدولي، الجمهورية العربية السورية. جدول 10.
- Ahmad, S.; R. Ahmad; and M.Y. Ashraf (2009). Sunflower (*Helianthus annuus* L.) response to drought stress at germination and seedling growth stages. Pak. J. Bot., 41(2): 647-654.
- Ahmadi, G.; A. Akbarabadi; D. Kahrizi; A. Rezaizad; and M.Gheytouli (2012). Study of drought tolerance of bread Wheat (*Triticumaestivum* L.) genotypes in seedling stage, Biharean Biologist. 6 (2): 77-80.
- Almansouri, M.; J. Kinet; and S. Lutts (2001). Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum*). Plant Soil. 231:243-254.
- Ashraf, M.; M. Naqvi; and A. Khan (1996). Evaluation of four screening techniques for drought tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.).Acta Agron. Hung., 44: 213-220.
- Clarke, J.; and T. Mc-Caig (1982). Evaluation of techniques for screening for drought resistance in wheat. Crop Sci., 22: 503-506.
- Evaneri, N. (1957). Les problèmes physiologiques critères de laermination Bull. Soc, Physiol. Vege., 3 :105-124.
- Farsiano, A.; and M. Ghobadi (2009). Effects of PEG and NaCl stress on two cultivars of corn (*Zea mays* L.) at germination and early seedling stages. World Academy of Sci. Eng. and Tech., 57: 382-385.
- Gill, B.S.; R. Appels; A.M. Botha; C.R. Buell; J.L. Bennetzen; B. Chalhoub; F. Chumley; J.Dvor'a'k; M. Iwanaga; B. Keller; R. Li; W. McCombie; Y. Ogihara; F. Quetier; T. Sasaki (2004). Genetics. 168: 1087-1096.
- Gill,K.; D. Sharma; P. Singhand; S. Bhullar (2002). Osmotic stress-induced changes in germination, growth and soluble sugar content of (*Sorghum bicolor* L. Moench) seeds. Bulg. J. Plant Physiol., 28:12-25.
- Gomez, K.; and A. Gomez (1984). Statistical Procedures for Agricultural Research. 2nd Ed. John Willey & Sons, Inc. NewYork. 641.
- Imanparast, L. and D. Hassanpanah (2009). Response of onobrychis genotypes to PEG 10000 induced osmotic stress. Biotech., 8: 365-369.
- ISTA. (1985). International Seed Testing Association, hand book Canada. 31:1-125.
- Jajarmi, V. (2009). Effect of water stress on germination indices in seven wheat cultivar. World Acad. Sci. Eng. Tech., 49: 105-106.
- Kaydam, D.; and M. Yagnur (2008). Germination, seedling growth and relative water content of shoot in different seed sizes of triticale under osmotic stress of water and NaCl. African J. of Biotec., 7(16): 2862-2868.
- Leishman, M.R. and M. Westody (1994). The role of seed size in seedling establishment in dry soil conditionexperimental evidence from semi-arid species. J. of Ecol., 82(2): 249-258
- Martin, U.; S. Alladru; and Z. Bahari (1987). Dehydration tolerance of leaf tissues of six woody angiosperm species. Physiol. Plant. 69:182-186.

- Michel, B.; and M. Kaufmann (1973). The osmotic potential of polyethylene Glycol 6000, plant physiol., 51: 914-916.
- Moayedi, A.; A. Boyce; and S. Barakbah (2009). Study on osmotic stress tolerance in promising durum wheat genotypes using drought stress indices. J. of Agric. And Biol. Sci., 5: 603-607.
- Moud, A. M. and K. Maghsoudi (2008). Salt stress effects on respiration and growth of germinated seeds of different wheat (*Triticumaestivum* L.) cultivars. World Journal of Agricultural Sciences. 4 (3): 351-358.
- Nayer, M.; and R. Heidari (2008). Water stress induced by polyethylene glycol 6000 and sodium chloride in two maize cultivars. Pak. j. of Biol. Sci., 11(1):92-97.
- Pereyra, M.A.; C.A. Zalazar; and C.A. Barassia (2006). Phospholipids in Azospirillum- inoculated wheat seedlings exposed to water stress. Plant Physiol. Biotec., 44: 873-879.
- Pratap, V. and Y.K. Sharma (2010). Impact of osmotic stress on seed germination and seedling growth in black gram (*Phaseolus mungo*). J. Env. Biol., 31(5) 721-726.
- Rampino, P. ; S. Pataleo; C. Gerardi; G. Mita; and C. Perrotta (2006). Drought stress response in wheat: physiological and molecular analysis of resistant and sensitive genotypes. Plant Cell Environ., 29: 2143-2152.
- Sayar, R.; H. Khemira; A. Kameeli; and M. Mosbahi (2008). Physiological tests as predictive appreciation for drought tolerance in durum wheat. Agron., Res., 6(1):79-90.
- Slafer, G.; J. Araus; and R. Richards (2000). Physiological traits that increase the yield potential of Wheat. in: Wheat ecology and physiology of yield determination, Satorre and G.A. Slafer. Food Products Press, an imprint of the Haworth Press. 379-401.
- Soltani, A.; M. Gholipoor; and M. Zeinali (2006). Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. Env. and Exp. Bot., 55: 195-200.
- Strogonov, B.P. (1964). Physiological basis of salt tolerance of plants. Translated from Russian by A. Poljakoff-Mayber and A. M. Mayber, Program for Scientific Translations Ltd., 279 p.
- Steel, R. and J. Torrie.(1997). Principles and procedures of statistics: A Biometrical Approach. McGraw Hill, New York USA.633P.
- Sullivan, C. (1972). Mechanisms of heat and drought resistance in grain sorghum and methods of measurement. In Sorghum in seventies. N.G.P. Rao and L.R. House. Oxford and IBH publishing Co., New Delhi, India: 247-264.
- Tas, S.; and B. Tas (2007). Some physiological responses of drought stress in wheat genotypes with different ploidy in Turkey. World. J. Agric. Sci., 3: 178-183.
- Thomson, A.M.; R.A. Brown; M.J. Rosenberg; R.C. Izaurralde; and V. Benson (2005). Climate change impacts for the conterminous USA: Anintegrated assessment. Part 3. Dry land production of grain and forage crops. Clim. Change, 69: 43-65.
- Vahid, J. (2009). Effect of water stress on germination indices, in seven wheat cultivar. World Academy of Sci., Eng. and Tech., 105-106.
- Valifard, M.; A. Moradshahi; and B. Kholdebarin (2012). Biochemical and physiological responses of two wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars to drought stress applied at seedling stage. J. Agr. Sci. Tech., 14: 1567-1578.

Evaluation of Some Morpho-Physiological Criteria in Wheat Genotypes to Osmotic Potential by Polyethylene Glycol (PEG₆₀₀₀)

Ghassan Al Lahham⁽¹⁾ Zaynab Tadbeer⁽¹⁾ Reem Al Mansour⁽¹⁾ Razan Al Najjar⁽¹⁾ Riad Balish⁽¹⁾
Mohammed Ali⁽¹⁾ Saoud Shehab⁽¹⁾ and Thamer Al Henish⁽¹⁾

(1). Crops Research Administration, General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Damascus, Syria.

(*Corresponding author: Dr. Ghassan Al Lahham. E-Mail: gh_lahham@hotmail.com).

Received: 26/08/2015

Accepted: 09/09/2015

Abstract:

The experiment was carried out at the General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Damascus/Syria, in 2012, to assess the performance of 15 genotypes of wheat at germination and seedling stages, under artificially imposed of three osmotic potential levels (-0.6, -0.8, -1 MPa), using specific concentrations of poly ethylene glycol PEG6000, in addition to the control, according to splitplot design, according to plant growth stage, with three replicates. The results showed significant differences ($P \leq 0.01$), among the genotypes. The genotypes (Hourani , Bohoth 7, Douma 1, Douma 41282, Douma 45367, Douma 4, Golan 2, h-8150) achieved the lowest reduction in relative drought tolerance index (RDTI) about (4, 2, 1, 8, 12, 9, 5, 3%) respectively. The media of osmotic potential caused a significant decline in growing seedling, but the genotypes (Douma 1, Hourani Bohoth 7, Douma 41282, Bohoth 8, Golan 2) had the highest seedling superiority with a remarkable increase in dry matter accumulation (DMSI%) at the high level (-1MPa) about (36, 30, 42, 43, 34, 34, 36, 43, 48%) respectively, compared with control. and classified as more tolerance for osmotic potential. A significant correlation between physiological indicators was determined which appear the importance of relative drought tolerance index, during seed germination, which reflected on root length increment later ($r = 0.608^{**}$) and having strong ($r = 0.743^{**}$) under stress conditions, during the early growth stages of wheat.

Keywords: Osmotic potential, PEG₆₀₀₀, Relative drought tolerance index, Wheat.