

تقييم بعض معايير الإجهاد في تحمل طرز من العدس للإجهاد الحلولي باستخدام البولي ايثيلين غليكول

كاثرين نصير*⁽¹⁾ ومحمد حسام بهلوان⁽²⁾ وأحمد مجر⁽³⁾ وفادي عباس⁽³⁾

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

(2) قسم علوم التربة واستصلاح الأراضي، كلية الزراعة، جامعة حلب، حلب، سورية.

(3) الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية.

(* للمراسلة: م. كاثرين نصير، البريد الإلكتروني: catynseir@gmail.com.)

تاريخ الاستلام: 2021/09/12 تاريخ القبول: 2021/11/21

الملخص

أختبرت 10 طرز من العدس لتأثير الإجهاد المائي الناتج عن الجهد الأسموزي المحدث مخبرياً بواسطة البولي ايثيلين غليكول PEG₆₀₀₀ (0، -0.2، -0.6، -1.0 MPa ميغا باسكال) خلال مرحلة الإنبات، صممت التجربة وفق القطاعات الكاملة العشوائية (RBCD) وبثلاثة مكررات. حيث درست صفات نسبة الإنبات وسرعته وطول الجذير والسويقة، تم تصنيف الطرز بالاعتماد على المؤشرات السابقة و على مؤشر تحمل الجفاف النسبي وحسب التوزيع Normal distribution))Z.distribution إلى متحملة وحساسة للإجهاد الحلولي خلال مرحلة الإنبات، أظهرت النتائج وجود تباين وراثي بين الطرز الوراثة المدروسة، في استجابتها لتغيرات تركيز PEG₆₀₀₀ في وسط النمو، حيث تراجمت نسبة الإنبات %، مع تراجع الجهد الحلولي لوسط الإنبات (0، -0.2، -0.6، -1.0 MPa) بمعدلات (98.98، 97.22، 93.89، 50.56% على الترتيب)، كما تراجمت سرعة الإنبات بالقيم (7.45، 6.06، 5.25، 1.76 على الترتيب). تم حساب طول كل من السويقة الجينية والجذير عند المستويات المختلفة للجهد الحلولي، فوجدنا تراجعاً ملحوظاً في أطولهما مع تراجع الجهد الحلولي للوسط، وكان معدل التراجع في طول السويقة أعلى، وأمکن من خلال العلاقة بين نسبة الإنبات وسرعته حسب التحليل z.distribution اعتبار الطرز الوراثة G11، G15، G16، G9 الأكثر تحملاً، وبالتالي أفضلية اختيارها للزراعة في البيئات الأكثر عرضة لظروف قلة المياه، مقارنة مع الطرز الأخرى.

الكلمات المفتاحية: الإجهاد المائي، البولي ايثيلين غليكول PEG₆₀₀₀، الإنبات، العدس.

المقدمة

تعد زيادة الإنتاجية الزراعية من أهم التحديات التي تواجه المزارعين في ظل المعوقات البيئية التي تؤثر سلباً في نمو النبات و يؤدي إلى انخفاض في الإنتاج بحدود 50 % (Buchanan *et al.*, 2000; Bartels and Sunkar 2005; Mittler 2006; Wu *et al.*, 2011) يؤدي عدم استقرار الرطوبة في التربة في البيئات شبه الجافة إلى ضعف الإنبات وتفاوتته مما يؤثر سلباً على الإنتاج (Mwale *et al.*, 2003; Okcu *et al.*, 2005)، لذلك تمتلك صفة مقاومة النبات للجفاف في مرحلة الانبات أهمية كبيرة وخاصة في البيئات الدافئة المعرضة للتغيرات المناخية (IPCC, 2007).

ينتمي محصول العدس (*Lentil* (*Lens culinaris Medikus*))، الى العائلة البقولية Fabacea وهو من المحاصيل ذات التأثير الإيجابي على بنية التربة، نتيجة امتداد جذورها للطبقات العميقة من التربة وبالتالي تمنع انضغاطها ، و تتمتع هذه الجذور بخاصية تثبيت الأزوت كما تستخدم مخلفاته كسماد أخضر يتم قلبها في التربة، ووفقاً لـ (Yadav et al., 2007) يزرع العدس ضمن مجموعة واسعة من الترب الزراعية، من الفقيرة الى الطينية الثقيلة. ويعد العدس من أهم المحاصيل التي تلائم الزراعة في المناطق الجافة وشبه الجافة حول العالم، وذلك بسبب تحملها لظروف الجفاف وقلة الموارد المائية المتاحة لري المحصول (Kumar et al., 2012).

يزرع محصول العدس في سورية تحت ظروف الزراعة المطرية في محافظات حلب، وحماة، وادلب، والسويداء وفي المناطق التي يزيد معدّل الهطول المطري السنوي فيها عن 300 ملم. بمساحة قدرت بـ 113 ألف هكتار وإنتاجية وصلت إلى 101 ألف طن (المجموعة الاحصائية الزراعية السورية، 2019). وكما هو حال غالبية المحاصيل البعلية فإن قلة الأمطار أو مياه الري تؤدي الى تراجع ملحوظ في الإنتاجية. ونتيجة التغيرات المناخية السائدة لا يمكن التنبؤ بمعدلات الهطول المطري فيها لاسيما في بيئات حوض البحر الأبيض المتوسط (Richards et al., 2002)، مما قد تؤدي إلى ظروف بيئية غير مستقرة وأقل ملائمة لنمو نباتات المحاصيل الشتوية التي تُزرع تحت ظروف الزراعة المطرية (الحبوب، والبقوليات)، وخاصةً في حال انحباس الأمطار خلال المراحل الحرجة من حياة النبات (الانبات Emergence، والإزهار Anthesis، وامتلاء البذور Grain/seed filling)، (Shrestha et al., 2006). وتعتبر قوة النمو الأولي للبذور عن قدرتها الكامنة على الإنبات والتطور فيما بعد إلى بادرات طبيعية ضمن مدى واسع من الظروف الحقلية، وتُعد نسبة الإنبات وسرعته من المؤشرات التي تستعمل لتقييم التحمل للإجهاد المائي خلال مرحلة إنبات البذور في أوساط مجهدة مائياً (Farzaneh et al., 2006).

طوّر محصول العدس العديد من الصفات المورفولوجية لتحمل الجفاف كآليات للتكيف، بما في ذلك الأوراق الضيقة و الجذر العميق والواسع. حيث يرتبط الأداء المميز لهذا المحصول ارتباطاً وثيقاً بتطوير نظامه الجذري المتشعب القادر على امتصاص المياه من الطبقات العميقة للتربة، والقدرة العالية لدى النبات في فعالية استخدام الماء تحت ظروف الاجهاد الرطوبي (Quisenberry, 1982)، فكلما زاد تعمق الجذور و ازدادت كتلتها الحيوية كانت أقدر على استخراج رطوبة التربة المتاحة بكفاءة (Turner et al., 1987). بالإضافة إلى تكيف النبات من خلال تضيق الثغور السمية لتقليل معدل النتح (Cullis and Kunert, 2017).

تعد عمليات اختيار النباتات المقاومة للجفاف في البيئات الجافة ذات أهمية عالية (Ashraf et al., 1992, Tuberosa and Shaheen and Hood- (Salvi, 2006)، إلا أن المحاكاة المضبوطة والمنتظمة في الظروف الحقلية صعبة التحقيق (Nowotny, 2005)، حيث ترتبط عمليات تطوير أصناف مقاومة للجفاف بعكليات التربية و الانتخاب لأعداد كبيرة من الطرز المقاومة و هذا صعب حالياً لصعوبة توفر هذه الطرز بكميات كافية (Zeigler and Puckridge, 1995)، بالإضافة إلى صعوبة السيطرة على الظروف المناخية في العمل الحقلية فقد يساهم هطول الأمطار في الحد من نقص المياه في ظروف الحقل الطبيعية، لذلك تعتبر طرائق اختبار الجفاف في المختبر الأفضل في إعطائنا الفرصة لفهم سمات الأنماط الجينية المقاومة للجفاف و إمكانية السيطرة التامة على ظروف العمل. هذا ويعد استخدام المحاليل التناضحية في دراسة تأثير الجفاف من الطرق الناجعة في تقييم مقاومته خلال مرحلة الإنبات، فقد أُستعملت العديد من المركبات الكيميائية التي تُحرّض على الإجهاد الحلولي ضمن ظروف المخبر لتقليد الظروف البيئية السائدة في الحقل من حيث قلة الماء. ومن هذه المواد مركبات المانيتول *D-mannitol*

(ديب، 2002)، وبولي إيثيلين غليكول PEG (Oertli, 1985). حيث تؤدي هذه المركبات دوراً سلبياً في تراجع الجهد الحلولي لوسط النمو، وبالتالي قلة الماء المتاح للبذور لكي تنتش بصورة طبيعية (Blum, 2008). وقد كان استخدام محلول مادة البولي إيثيلين غليكول (PEG₆₀₀₀) فعالاً لمقاربة إجهاد الجفاف مع تدخلات التمثيل الغذائي المحدودة والمرتبطة باستخدام الأسمولات منخفضة الوزن الجزيئي التي يمكن أن يستفيد منها النبات (Hohl and Schopfer, 1991)، وتبين أن الاستخدام المخبري لتحمل الجفاف باستخدام الـ البولي إيثيلين غليكول طريقة مناسبة لاختبار مجموعات كبيرة من الأصول الوراثية بشكل فعال وبدقة جيدة (Kulkarni and Deshpande, 2007). حيث تؤدي زيادة تركيز سكر الـ PEG في وسط النمو إلى تراجع فرق التدرج في الجهد المائي بين وسط النمو والبذرة، نتيجة تراجع الجهد المائي لوسط النمو (انخفاض عدد جزيئات الماء الحرة)، مما يؤثر سلباً على معدل تدفق الماء وامتصاصه من قبل البذور (العودة وخيتي، 2008).

أهداف البحث :

يهدف هذا البحث إلى غربلة عشرة طرز وراثية من العدس للإجهاد المائي خلال مرحلة الإنبات باستخدام جهود حلولية محدثة بتراكيز مختلفة من البولي إيثيلين غليكول (PEG₆₀₀₀) بالاعتماد على صفات نسبة الإنبات و سرعته و طول الجذير و السوقية.

مواد البحث وطرقه:

نفذت هذه التجربة في مخابر الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، خلال العام 2020، بهدف تقييم أداء عشرة طرز وراثية من العدس (الجدول، 1)، تم الحصول عليها من قسم البقوليات في إدارة بحوث المحاصيل (G15، G11، G9، G8، G4، G3)، تم تعقيم البذار سطحياً باستخدام محلول هيبوكلوريد الصوديوم بتركيز 5 % لمدة دقيقة واحدة، ثم غسلت البذور بعد ذلك بالماء المقطر عدة مرات، ثم زرعت في أطباق بتري فوق أوراق الترشيح Whatman paper، بمعدل 12 بذرة في الطبق، وبثلاثة مكررات. ثم رطبنا أوراق الترشيح بمحاليل محضرة من بولي إيثيلين غليكول (PEG₆₀₀₀) لإحداث عدة جهود حلولية Osmotic potential في وسط النمو (-0.2، -0.6، -1.0 MPa)، بالإضافة إلى أطباق احتوت على ماء مقطر فقط، اعتبرت كشاهد طيلة فترة التجربة. تم الاعتماد على محلول أم Stock Solution من مركب بولي إيثيلين غليكول (PEG₆₀₀₀)، الذي حُضر عند درجة حرارة المخبر 25°م وذلك حسب الطريقة الموضحة في أعمال Michel and (1973) Kaufmann، واستخدم 10 ميليلتر في كل طبق، وفق التراكيز المدروسة، ثم غطيت أطباق بتري منعاً لفقد الماء بالتبخّر، ووضعت في الحاضنة مدة ثمانية أيام في الظلام على درجة حرارة 20 م، ورطوبة نسبية 70% (ISTA, 1985).

اعتبرت البذرة نابتة عند اختراق الجذير لغلاف البذرة بمقدار 2 ملم (Evenari et al., 1957). وأخذت القراءات التالية:

1. النسبة المئوية للإنبات: بتعداد البذور النابتة إنباتاً طبيعياً بعد 2، 4، 6، 8 يوماً (ISTA, 1985).

2. سرعة الإنبات: تم تحديدها باستخدام مؤشر النشاط Vigor index (Pezzani and Montana, 2006).

$$VI = \sum \left(\frac{NX}{DX} \right)$$

حيث NX: عدد البذور المنبته حتى اليوم X، DX: عدد الأيام من بداية اختبار الإنبات وحتى اليوم X.

3. طول الجذير والسوقية الجنينية (ملم): في نهاية فترة الاختبار تم قياس طول كل من الجذير والسوقية الجنينية بمسطرة مدرجة، ثم حسبت نسبة الانخفاض في الطول مقارنةً بالشاهد كنسبة مئوية.

4. تم تقييم تحمل الطرز الوراثية للإجهاد الحلولي باستخدام مؤشر التحمل النسبي (RDTI Relative drought tolerance index) الذي يعتمد على عدد البذور المنبئة ويعرف بأنه نسبة عدد البذور النابتة تحت جهد حلولي معطى إلى عدد البذور النابتة في الماء المقطر. ثم تم توزيع الطرز إلى متحملة وحساسة باستخدام التوزيع الإحصائي Z-distribution. صممت التجربة المخبرية وفق التصميم العشوائي الكامل (RBCD)، وبثلاثة مكررات. وتم تحليل التباين لجميع الصفات المدروسة وحساب قيمة أقل فرق معنوي ومقارنة المتوسطات عند مستوى احتمالية 0.01.

الجدول (1): يبين الطرز الوراثية المستخدمة في الدراسة ونسبها

الرقم	الطرز الوراثي	النسب
1	G3	ILL8008XL-4147
2	G4	ASHAXILL7979
3	G8	L-4147XILL4649
4	G9	Barimusor-6XALEMAYA
5	G11	LIRL-21-50-1-1-1-0XILL6994
6	G15	ILL10750X33108
7	G16	ILL10749XILL3597
8	G19	ILL4404ILL7950
9	G20	ILL5883XILL3492
10	G21	ILL4605XL-4147

النتائج والمناقشة:

1. تأثير الجهد الحلولي المحدث باستخدام بولي ايتيلين غليكول في نسبة الإنبات (%) لطرز العدس المدروسة:

تأثرت نسبة إنبات الطرز الوراثية المدروسة سلباً مع انخفاض الجهد الحلولي لوسط النمو، حيث تناقصت بشكل مع زيادة تركيز (PEG6000) في وسط النمو، فبلغت بالمتوسط في نهاية فترة الاختبار 98.89% في الشاهد (أي في الماء المقطر، 0 ميغا باسكال)، إلا أن التناقص لم يكن معنوياً مع الجهدين (-0.2، -0.6) MPa فبلغت على التوالي القيم التالية (97.22، 93.89) %، ومعنوياً مع الجهد -1.0 MPa (50.56%)، (الجدول، 1).

تراوحت قيمة متوسط نسبة إنبات طرز العدس المختبرة عند جميع الجهود الحلولية بين 89.58% في الطراز G11 و 79.17% في الطراز G20، ولوحظ أن الفروقات بينها عند الجهود 0، -0.2، -0.6 MPa كانت طفيفة وظاهرية، وهذا يعكس حقيقة أن العدس من أكثر المحاصيل البقولية تحملاً للجفاف، وبدأت الفروق تظهر عند الجهد -1.0 MPa، حيث بلغت أعلاها عند الطرز G3، G11، G16، فبلغت 66.67%، وتفوقت هذه الطرز الثلاثة معنوياً على بقية الطرز، في حين لم تتجاوز نسبة الإنبات عند الطرز G19، G20، G8، القيم 27.78، 33.33، 38.89% على التوالي (الجدول، 2).

يفسر السبب في تراجع نسبة الإنبات بأن الإجهاد الحلولي يقلل من كمية الماء الممتصة من قبل البذور كما يتراجع فرق التدرج في الجهد المائي بين البذور ووسط الامتصاص فيتراجع معدل امتصاص الماء من قبل البذور، مما يؤثر على العمليات الفيزيولوجية التي تؤدي لخروج الجذير والسويقة (Guerrier, 1988)، وهذه النتائج تتفق مع العديد من الدراسات السابقة التي خلصت إلى أن استخدام الجهود العالية من البولي ايتيلين غليكول تؤدي إلى خفض نسبة الإنبات النهائية أو عدد بذور العدس المنبئة (Siahsar et al., 2010; Jamaati-e-Somarin and Zabihi-e-Mahmoodabad, 2011).

الجدول (2). تأثير الجهد الحلوي المصطنع بالبولي ايتيلين غليكول PEG6000 في النسبة المئوية لإنبات عشرة طرز من العدس

الجهد الحلوي OP (Mpa)					الطرز الوراثية
متوسط OP	-1.0	-0.6	-0.2	0	G
87.50ab	66.67	88.89	94.44	100.00	G3
80.56bc	50.00	88.89	88.89	94.44	G4
84.03abc	38.89	97.22	100.00	100.00	G8
87.50ab	55.56	94.44	100.00	100.00	G9
89.58a	66.67	97.22	97.22	97.22	G11
87.50ab	55.56	94.44	100.00	100.00	G15
88.89a	66.67	94.44	94.44	100.00	G16
81.25bc	27.78	97.22	100.00	100.00	G19
79.17c	33.33	88.89	97.22	97.22	G20
85.42abc	44.44	97.22	100.00	100.00	G21
-	50.56b	93.89a	97.22a	98.89a	G متوسط
G=7.051, OP=5.724, G*op=15.102					LSD _{0.01}

2. تأثير الجهد الحلوي المحدث باستخدام بولي ايتيلين غليكول في سرعة الإنبات:

أثر الجهد الحلوي المنخفض لوسط الانبات سلبا في سرعة انبات بذار طرز العدس المختبرة، حيث بلغت قيمتها في الشاهد 7.54، وتناقصت معنوياً بالقيم (6.06، 5.25، 1.76) مع تراجع الجهد الحلوي للوسط (-0.2، -0.6، -1.0) MPa على التوالي. وكانت الفروق بين الطرز الوراثية معنوية، حيث حققت الطرز G15، G11، G16 أعلى متوسط سرعة انبات بلغت (6.00، 5.95، 5.89)، في حين كانت القيم الأدنى عند الطرز G4، G3، G19 (4.32، 4.50، 4.51) على التوالي، (الجدول، 3)، والملاحظ هنا أن نسبة الإنبات لم ترتبط بسرعه عند جميع الطرز، فمثلاً الطراز G3 كانت نسبة إنباته النهائية جيدة إلا أن سرعته تعد من ضمن القيم الأدنى، ويعود اختلاف سلوك الطرز بسبب التباعد الوراثي بينها الذي أثر على تباين استجابتها لظروف الإجهاد من خلال اختلاف طبيعة ونموذج الإنبات عندها.

عموماً تقصر تراجع سرعة الإنبات بسبب أن الجهد الحلوي المنخفض والذي يقلل من كمية الماء الممتصة من قبل البذور بسبب إطالة الزمن اللازم لاكتمال مرحلة التثرب وبدء مرحلة الإنبات الفيزيولوجي، أي تأخير انتباج البذور نتيجة تباطؤ حركة المياه إليها بسبب انخفاض الجهد الحلوي للوسط (Jamil et al., 2006).

الجدول (3). تأثير الجهد الحلوي المصطنع بالبولي ايتيلين غليكول PEG6000 في سرعة الإنبات لعشرة طرز من العدس

الجهد الحلوي OP (Mpa)					الطرز الوراثية
متوسط OP	-1.0	-0.6	-0.2	0	G
4.50c	2.14	4.69	5.17	6.00	G3
4.32c	1.64	3.78	4.92	6.92	G4
5.29ab	1.25	5.49	6.33	8.08	G8
5.34ab	1.97	5.39	5.92	8.08	G9
5.95a	2.97	6.01	6.40	8.40	G11
6.00a	2.14	5.50	7.86	8.50	G15
5.89a	2.50	6.06	6.81	8.17	G16
4.51c	0.64	5.49	5.50	6.42	G19
4.79bc	1.08	4.92	5.99	7.18	G20
4.95bc	1.22	5.15	5.75	7.67	G21
-	1.76d	5.25c	6.06b	7.54a	G متوسط

G=0.735, OP=0.467, G*op=1.470	LSD _{0.01}
-------------------------------	---------------------

3. تأثير الجهد الحلولي المحدث باستخدام بولي إيثيلين غليكول في طول الجذير والسويقة الجينية (ملم):

تراجع طول الجذير معنوياً مع تناقص الجهد الحلولي لوسط النمو حيث بلغ طول الجذير بالمتوسط لجميع الطرز عند الشاهد 36.8 ملم، ثم انخفضت إلى 28.5 ملم عند الجهد الحلولي 0.2 -MPa، وبلغت نسبة الانخفاض مقارنةً بالشاهد 20.86%، واستمر التناقص إلى 15.9، 4.9 ملم عند الجهدين -0.6، -1.0 MPa بنسبة انخفاض قدرها 54.34، 85.81 % على التوالي. كما أظهرت الطرز المدروسة فروقاً معنوية فيما بينها في مؤشر طول الجذير حيث تفوقت الطرز G16، G8، G15 في طول الجذير بالمتوسط (26.5، 25.0، 24.2) ملم على التوالي، في حين حققت الطرز G4، G16 أقل نسبة انخفاض مقارنةً بالشاهد (40.70، 40.10)%، وكانت الفروق بينها ظاهرية، (الجدول، 4).

كذلك الأمر تراجع طول السويقة معنوياً مع تناقص الجهد الحلولي لوسط النمو حيث بلغ طول السويقة بالمتوسط لجميع الطرز عند الشاهد 32.9 ملم، ثم انخفضت إلى 27.7، 9.2، 0.3 ملم عند الجهود الحلولية 0.2 -، -0.6، -1.0 MPa بنسبة انخفاض قدرها 15.25، 72.04، 99.04 % على التوالي. كما أظهرت الطرز المدروسة فروقاً معنوية واضحة فيما بينها في مؤشر طول السويقة، ففي الشاهد تراوح طول السويقة بين 29.3 و44.0 ملم، وبالمتوسط العام تفوقت الطرز G8، G15، (22.6، 21.9) ملم على التوالي. وحقق الطرازان G4، G16 أقل معدل تراجع في طول السويقة (48.56، 51.02 %)، (الجدول، 5).

نستنتج من نتائج الجدولين 3 و4 تراجع طول البادرة لطرز العدس معنوياً مع تناقص الجهد الحلولي لوسط النمو، وكان معدل التراجع في طول السويقة أعلى من معدل التراجع في طول الجذير، وهي نتائج تتفق مع (Awari and Mate, 2015). إن عملية تطاول الجذير والسويقة بعد إنبات البذور تنتج بالأساس عن الانقسام الخلوي واستطالة الخلايا، ويفسر التناقص في تطاولها بسبب تأثر الخلايا الميرستيمية للجذير والسويقة بتراجع ضغط الامتلاء تحت ظروف الاجهاد، ما يؤثر سلباً في عملية الانقسام الخلوي وتوقفها عند مستويات معينة (Hellal et al., 2018).

الجدول (4). تأثير الجهد الحلولي المصطنع بالبولي إيثيلين غليكول PEG6000 في طول الجذير لعشرة طرز من العدس

الطرز الوراثية G	طول الجذير (ملم)								الطرز الوراثية G
	0	-0.2	-0.6	-1.0	متوسط OP	-0.2	-0.6	-1.0	
G3	29.0	24.3	14.0	5.7	18.3de	16.53	50.83	80.35	49.24bc
G4	31.7	26.7	25.0	5.0	22.1bcd	15.87	19.84	84.60	40.10c
G8	44.7	41.7	11.7	2.0	25.0ab	6.42	73.48	95.40	58.43ab
G9	37.3	27.7	12.0	6.0	20.8cd	24.62	66.58	84.10	58.43ab
G11	36.7	27.7	12.3	5.7	20.6cd	23.06	66.39	84.44	57.96ab
G15	48.0	31.0	14.3	3.3	24.2abc	35.04	70.22	92.75	66.00a
G16	39.3	36.7	23.3	6.7	26.5a	1.79	37.89	82.43	40.70c
G19	37.3	23.7	15.3	3.7	20.0cd	35.71	58.13	89.88	61.24ab
G20	24.3	20.7	12.7	4.7	15.6e	13.95	46.19	80.52	46.89bc
G21	40.0	25.3	18.3	6.3	22.5abc	35.65	53.88	83.58	57.70ab
متوسط G	36.8a	28.5b	15.9c	4.9d	-	20.86c	54.34b	85.81a	-
LSD _{0.01}	G=4.179, OP=2.643, G*OP= 8.358				G=15.43, OP=8.45, G*OP=26.73				

الجدول (5). تأثير الجهد الحلوي المصطنع بالبولي إيثيلين غليكول PEG6000 في طول السويقة لعشرة طرز من العدس

نسبة الإخفاض % مقارنة بالشاهد (%)									
متوسط OP	-1.0	-0.6	-0.2	متوسط OP	-1.0	-0.6	-0.2	0	
71.95a	100.00	84.87	30.98	12.3gh	0.0	4.0	18.3	26.7	G3
48.56c	100.00	39.65	6.04	21.3abc	0.0	20.0	31.3	34.0	G4
64.38a	99.33	80.65	13.17	22.6a	0.3	8.3	37.7	44.0	G8
65.17a	99.02	81.21	15.29	15.0fg	0.3	5.3	25.0	29.3	G9
64.37a	97.03	76.11	19.96	17.4def	1.0	8.0	27.0	33.7	G11
62.59ab	100.00	73.75	14.02	21.9ab	0.0	11.0	35.3	41.3	G15
51.02bc	95.05	49.81	8.19	18.2cde	1.3	14.3	27.0	30.0	G16
61.62ab	100.00	77.14	7.71	15.6ef	0.0	6.7	26.3	29.3	G19
68.49a	100.00	86.83	18.64	11.7h	0.0	3.3	19.3	24.0	G20
62.96ab	100.00	70.43	18.45	19.1bcd	0.0	10.7	29.3	36.3	G21
-	99.04a	72.04b	15.25c	-	0.3d	9.2c	27.7b	32.9a	متوسط G
G=12.94, OP=7.09, G*OP=22.41				G=3.156, OP=1.996, G*OP=6.312				LSD _{0.01}	

4. تقييم تحمل الطرز الوراثية النسبي للجهد المائي:

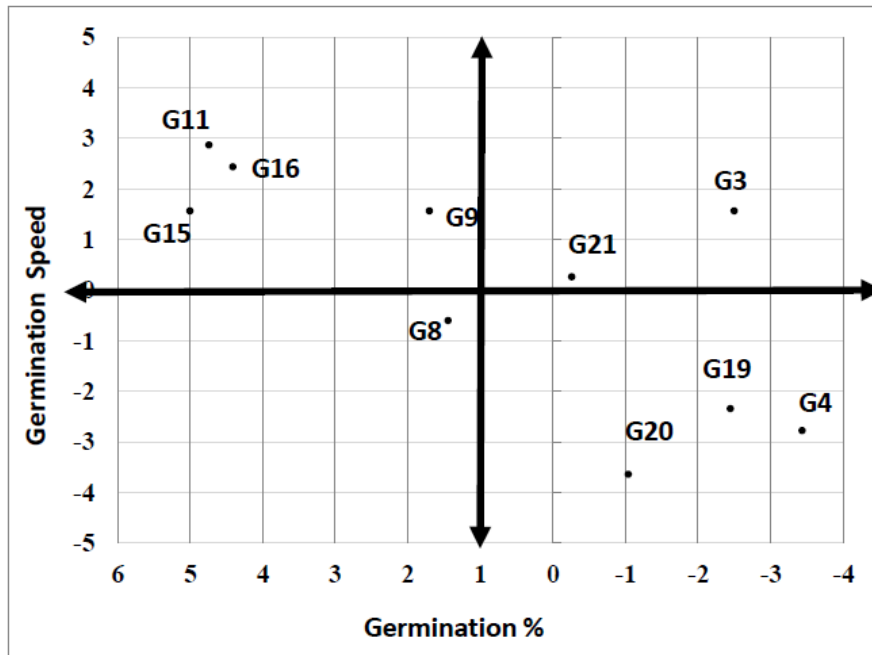
أظهرت نتائج تحليل مؤشر تحمل الجفاف RDTI وجود فروق معنوية بين مستويات الجهد الحلوي لجميع الطرز، حيث انخفضت قيم هذا المؤشر مع تناقص الجهد من -0.2، -0.6، -1.0 MPa على الترتيب كما يلي: 0.98، 0.95، 0.51، كما تم الحصول على فروق معنوية بين الطرز تحت مختلف مستويات الجهد الحلوي، وامتلك الطرز G3، G9، G15، G16، G11، أعلى القيم للمؤشر المدروس (0.89، 0.85، 0.83، 0.83، 0.83) مقارنةً ببقية الطرز، أما أقل الطرز بالنسبة لهذا المؤشر فكانت G19، G20، G8 (0.75، 0.75، 0.79)، (الجدول، 6). ويؤكد هذه النتائج توزيع الطرز حسب تحملها بناءً على مؤشري نسبة الإنبات وسرعته (الشكل، 1).

الجدول (6). معدل عدد البذور النابتة RDTI لطرز العدس المدروسة تحت مستويات مختلفة من جهد الوسط الحلوي المصطنع بالبولي

إيثيلين غليكول PEG6000

الترتيب	الجهد الحلوي (MPa) (OP)				الطرز الوراثي (G)
	المتوسط	-1.0	-0.6	-0.2	
3	0.83ab	0.67	0.89	0.94	G3
6	0.81ab	0.54	0.95	0.94	G4
8	0.79ab	0.39	0.97	1.00	G8
5	0.83ab	0.56	0.94	1.00	G9
1	0.89a	0.68	1.00	1.00	G11
4	0.83ab	0.56	0.94	1.00	G15
2	0.85ab	0.67	0.94	0.94	G16
10	0.75b	0.28	0.97	1.00	G19
9	0.75b	0.34	0.92	1.00	G20
7	0.80ab	0.44	0.97	1.00	G21
-	-	0.51b	0.95a	0.98a	متوسط G
G=0.124, OP=0.068, G*OP=0.215					LSD _{0.01}

حيث يظهر هذا التوزيع بوضوح أن أفضل الطرز في تحملها للجفاف (في الجزء الموجب من محوري الإحداثيات) كانت G11، G16، G15، في حين كانت أقل الطرز تحملاً (في الجزء السالب من محوري الإحداثيات): G20، G19، G4، في حين يمكن اعتبار بقية الطرز متوسطة التحمل.



الشكل (1) توزيع طرز العدس إلى متحملة، وحساسية للإجهاد الحلولي حسب نتائج التحليل الإحصائي Z-distribution الاستنتاجات :

أظهرت النتائج السابقة تراجع نسبة الإنبات وسرعته، و تراجع طول البادرة مع انخفاض الجهد الحلولي لوسط النمو، كما أظهر تحليل مؤشر الجفاف النسبي وتوزيع الطرز Z-distribution تباين الطرز المدروسة في تحملها للإجهاد خلال مرحلة الإنبات. وأمكنا تصنيف الطرز الوراثية للعدس تبعاً لتحملها للإجهاد الجفافي في مرحلة الإنبات على النحو الآتي:

- الطرز الوراثية الأكثر تحملاً: G11، G15، G16، G9 وهي الطرز التي أظهرت أعلى نسبة إنبات (87.50، 89.58%)، وأعلى سرعة إنبات (5.34، 6.00)، وكانت ضمن الترتيب 1 إلى 5 بالنسبة لمؤشر تحمل الجفاف النسبي، وتوضعت في القطاع الموجب لمحوري مخطط التوزيع z-distribution .

- الطرز الوراثية الأكثر حساسية: G4، G19، G20، وهي الطرز التي أظهرت أقل نسبة إنبات (79.17، 81.25%) و سرعة إنبات بمعدلات (4.32-4.79%)، وحققت الترتيب 6، 9، بالنسبة لمؤشر تحمل الجفاف، إلا أنها توضعت في أقصى القطاع السالب لمحوري مخطط التوزيع z-distribution (اعتبر الطراز G4 بناءً على ذلك من الطرز الأكثر حساسية، لتأخر سرعة إنباته بشكل واضح).

- الطرز متوسطة التحمل: وتمثل باقي الطرز الوراثية والتي أبدت قيمةً متوسطة بين المجموعتين السابقتين فاعتبرت متوسطة التحمل.

التوصيات و المقترحات:

زراعة الطرز G11، G15، G16، G9 وهي الطرز التي أظهرت أعلى نسبة إنبات وأعلى سرعة إنبات، في البيئات ذات الهطولات المطرية الشحيحة والمتذبذبة لإظهارها مؤشرات تحمل جفافي نسبي جيدة .

زراعة الطرز G4 ، G19 ، G20، وهي الطرز التي أظهرت أقل نسبة إنبات وتأخر سرعته في البيئات المسقرة مناخيا وذات الهطولات المطرية المقبولة كونها طرز حساسة للجفاف.

الاستمرار بعمليات الانتخاب والتربية في الطرز الزراعية المتبقية (G3، G8، G21) كونها متوسطة التحمل إلى إجراء المزيد من الدراسات لمعرفة استجابة هذه الطرز للإجهاد الجفافي تحت الظروف الحقلية، عند مراحل أخرى من النمو الخضري وحتى مرحلة النبات الكامل، لتأكيد النتائج التي تم التوصل إليها، بحيث تلائم ما يتعرض له المحصول عند زراعته في القطر العربي السوري، وإمكانية الاستفادة من الطرز المحتملة كسلالات أبوية في برامج التربية التي تتم بغرض تحسين التحمل للجفاف.

المراجع

العودة، أيمن وخيتي، مأمون. (2008). فيزيولوجيا المحاصيل الحقلية. الجزء النظري- منشورات جامعة دمشق، كلية الزراعة. 217صفحة.

ديب، طارق علي (2002). تأثير الإجهاد الجفافي المصطنع بواسطة المانيتول في إنبات خمسة أصناف من القمح القاسي. مجلة باسل الأسد للعلوم الزراعية. (15) : 111-129.

Ashraf M, Bokhari H, Cristiti SN. 1992. Variation in osmotic adjustment of lentil (*Lens culinaris*, Medik) in response to drought. *Acta Bot Neerl.* 41:5162.

Awari VR and S.N Mate (2015). Effect of drought stress on early seedling growth of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. *Life Sciences International Research Journal.* 2(2):356-361.

Bartels D, Sunkar R. 2005. Drought and salt tolerance in plants. *Critical Rev Plant Sci.* 24:23_58.

Blum, A. (2008). Use of PEG to induce and control plant water deficit in experimental hydroponics culture.

Buchanan BB, Gruissem W, Jones RL. 2000. *Biochemistry and molecular biology of plants.* Rockville, MD: American Society of Plant Physiologists.

Cullis, C. and K. J Kunert. (2017). Unlocking the potential of orphan legumes, *J. Exp. Bot.* 68 1895-1903.

Evenari, N. (1957). Les problèmes physiologiques critiques de la germination *Bull. Soc, Physiol. Vege.* 3 :105-124.

Farzaneh, S.; Sarifi R.S.; Gjadi F.A. (2006). In vitro study of the effect of drought stress on germination and seedling growth of sugar beet cultivars *Agric. Sci.*, 18: 81-93.

Guerrier, G (1988). Comparative phosphate activity in four species during germination in NaCl media. *J.Plant Nutr.* 11:535-547.

Hellal, F.A.; H.M. El-Shabrawi; H.M. Abd El-Hady; I.A. Khatib; S.A.A. El-Sayed; and C. Abdelly (2018). Influence Of PEG induced drought Stress On molecular and biochemical constituents and seedling growth of Egyptian barley cultivars. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology* 16: 203-212.

Hohl M, Schopfer P. 1991. Water relations of growing maize coleoptiles. Comparison between mannitol and polyethylene glycol 6000 as external osmotica for adjusting turgor pressure. *Plant Physiol.* 95:716_722.

ISTA, (1985). *International Seed Testing Association, hand book* Canada.

Jamil, M.; D.B. Lee; K.Y. Jung.; and A. Muhammad (2006). Effect of Salt (NaCl) Stress on Germination and Early Seedling Growth of Four Vegetable Species. *Journal of Central European Agriculture.* 7(2): 273-282.

- Kulkarni M, Deshpande U. 2007. In Vitro screening of tomato genotypes for drought resistance using polyethylene glycol. *Afr J Biotechnol.* 6:691_696.
- Kumar, A.D.; P. S. Basu ; E. Srivastava; S. K. Chaturvedi; N. Nadarajan and S. Kumar. (2012). Phenotyping of traits imparting drought tolerance in lentil, *Crop & Pasture Scie.*, 63, 547–554.
- Maguire, J.D. (1962). Speed of germination – aid in selection and evaluation for *seedling emergence and vigor.* *Crop. Sci.* 2: 176- 177
- Michel B. E., Kaufmann M. R. (1973). The Osmotic Potential of Polyethylene Glycol 6000. *PI Physoil* 51: 914 – 916.
- Mittler R. 2006. Abiotic stress, the field environment and stress combination. *Trends Plant Sci.* 11:15_19.
- Mwale S, Hamusimbi C, Mwansa K. 2003. Germination, emergence and growth of
- Oertli, J.J. (1985). The response of plant cells to different forms of moisture stress. *J. plant physiol.* 121:295-300.
- Okcu G, Kaya MD, Atak M. 2005. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). *Turk J Agric For.* 29:237_ 242.
- Pezzani, F.; and C. Montana (2006). Inter-and intra-specific variation in the germination response to light quality and scarification in grasses growing in two-phase mosaics of the chihuahuan desert. *Ann. Bot.*, 97: 1063-1071.
- Quisenberry, J.E. (1982). Breeding for drought resistance and plant water use efficiency. In: M.N. Christiansen and C.F. Lewis (eds): *Breeding Crops for Less Favorable Environ.* Pp. 193-212. John Wiley and Sons, New York.
- Richards, R. A. G. J; A. G. Rebetzke.; Condon, and A. F. van Herwaarden 2002. Breeding opportunities for increasing the efficiency of water use and crop yield in temperate cereals. *Crop Scie.* 42, 111—121.
- Shaheen R, Hood-Nowotny RC. 2005. Effect of drought and salinity on carbon isotope discrimination in wheat cultivars. *Plant Sci.* 168:901_909.
- Shrestha, R.; N. Turner; K. Siddique; D. Turner; J. Speijers. (2006). A water deficit during pod development in lentils reduces flower and pod numbers but not seed size. *Crop Pasture Scie.* 57, 427-438.
- sunflower (*Helianthus annuus* L.) in response to osmotic seed priming. *Seed Sci Technol.* 31:199_206.
- The challenge for rice research in the 21st century. *GeoJournal.* 35:307_324.
- Tuberosa R, Salvi S. 2006. Genomics-based approaches to improve drought tolerance of crops. *Trends Plant Sci.* 11:405_412.
- Turner, N.C.; W.R. Stem and P. Evans. (1987). Water relations and osmotic adjustment of leaves and roots of lupines in response to water deficits. *Crop Scie* 27; 977-983.
- Yadav, S. S.; McNeil; L. David; Stevenson; C. Philip B. S. Verlag. 2007. *Lentil: an ancient crop for modern times.* ISBN 9781402063121.
- Zeigler RS, Puckridge DW. 1995. Improving sustainable productivity in rice based rainfed lowland systems of South and Southeast Asia. *Feeding four billion people:*

The Effect of Drought Stress Induced by PEG₆₀₀₀ During Germination Stage On 10 Lentil Genotypes of Lentil (*Lens Culinaris Medikus*)

Catherine Nseir^{(1)*}, Mohamad Housam Bahlawan⁽²⁾, Ahmad Majar⁽³⁾
Fadi Abbas⁽³⁾

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

(2) Faculty of Agriculture, Aleppo University, Aleppo, Syria.

(3) General Commission for Scientific Agricultural Research, Damascus, Syria.

(*Corresponding author: Eng. Catherine Nseir, E-Mail: catynseir@gmail.com).

Received:12/09/2021

Accepted:21/11/2021

Abstract:

This experiment was conducted in the labs of General Commission for Scientific Agricultural Researches GCSAR, Homs Center, during 2020. PEG₆₀₀₀ was applied to the germination media with low osmotic potentials (OP) i.e. 0, -0.2, -0.6, -1.0, MPa, for screening 10 lentil genotypes. Complete randomized design CRD with three replicates was used. The germination %, germination speed, radicle and hypocotyl length, and the genotypes classified according to these attributes, relative drought stress index, and Z. distribution. The results exhibited a genetic difference between the genotypes concerning the response to the application of PEG₆₀₀₀ in the media. The germination percent was decreased with the decline of osmotic potential 0, -0.2, -0.6, -1.0, MPa, The percent of germination were (98.98, 97.22, 93.89, 50.56 %) respectively, as compared with the control. While the speed of germination were (7.45, 6.06, 5.25, 1.76) respectively. The length of epicotyl and radicle were estimated in all of tested osmotic potentials, the results showed that with decreasing the osmotic potential the length decreased, and the decrement in epicotyl was more than radicle. And seed vigor decreased with OP decreasing. According to the relation between germination percentage and speed through the z-distribution analysis, the genotypes were classified as tolerant to drought stress, i.e. G11, G15, G16, and. and could be sown successfully under the most drought conditions, compare to other genotypes.

Key words: Osmotic Potential, Polyethylene Glycol PEG₆₀₀₀, Germination Stage, Lentile.