

غربة 15 طرازاً وراثياً من الحمص *Cicer arietinum* L. للإجهاد الحلولي المصطنع بمركب بولي إيثيلين غليكول (PEG₆₀₀₀) مخبرياً

ريم حميد⁽¹⁾ وفيصل بكور⁽¹⁾ وفادي عباس^{(2)*}

(1). قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة البعث، حمص، سورية.

(2). الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، مركز بحوث حمص، حمص، سورية.

(*للمراسلة: د. فادي عباس، البريد الإلكتروني: fadiab77@gmail.com)

تاريخ القبول: 2021/08/16

تاريخ الاستلام: 2021/05/22

الملخص

نفذت هذه التجربة في مخابر الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، مركز بحوث حمص، خلال العام 2020، حيث استخدم مركب بولي إيثيلين غليكول (PEG₆₀₀₀) بهدف إحداث عدة جهود حلولية (0، -0.2، -0.4، -0.6، -0.8 MPa) في وسط إنبات خمسة عشر طراز وراثي من الحمص ضمن ظروف متحكم بها (درجة حرارة ثابتة 20 ± 3 م° ونسبة رطوبة 70% ضمن حاضنة مخبرية). صممت التجربة وفق التصميم كامل العشوائية (CRD)، وبثلاثة مكررات. تم دراسة نسبة الإنبات وسرعته وطول الجذر والسويقة وقوة البذور، ثم تم تصنيف الطرز بناءً على المؤشرات السابقة ومؤشري تحمل الجفاف النسبي وحسب التوزيع Z.distribution إلى متحملة وحساسة للإجهاد الحلولي خلال مرحلة الإنبات، أظهرت النتائج وجود تباين وراثي بين الطرز الوراثية المدروسة، في استجابتها لتغيرات تركيز PEG₆₀₀₀ في وسط النمو، حيث تراجعت نسبة الإنبات %، مع تراجع الجهد الحلولي لوسط الإنبات (0، -0.2، -0.4، -0.6، -0.8 MPa) بمعدلات (100، 87.11، 73.78، 45.11، 20.67% على الترتيب)، كما تراجعت سرعة الإنبات بالقيم (2.92، 2.14، 1.59، 0.83، 0.38 على الترتيب). تم حساب طول كل من السويقة الجنينية والجذر عند المستويات المختلفة للجهد الحلولي، فوجدنا تراجعاً ملحوظاً في أطولهما مع تراجع الجهد الحلولي للوسط، وكان معدل التراجع في طول السويقة أعلى، وكذلك الأمر تراجعت قوة البذور بقيم حادة مع تراجع الجهد الحلولي للوسط. وقد تباينت استجابة الطرز المدروسة للإجهاد الحلولي وأمكن بناءً على مؤشري تحمل الجفاف النسبي و بالاعتماد على تحليل Z.distribution اعتبار الطرز الوراثية غاب4، FLIP87-59C، FLIP87-8C، غاب5 الأكثر تحملاً، وبالتالي أفضلية اختيارها للزراعة في البيئات الأكثر عرضة لظروف قلة المياه، مقارنة مع الطرز الأخرى، في حين وجد أن الطرز تركي، مراكشي، FLIP12-250C، ILC3279، FLIP08-42C كانت الأكثر حساسية للإجهاد الحلولي.

الكلمات المفتاحية: الإجهاد الحلولي، بولي إيثيلين غليكول PEG₆₀₀₀، مرحلة الإنبات، الحمص.

المقدمة:

يعد الحمص من المحاصيل الغذائية الهامة، إذ يحتل المرتبة الثالثة في قائمة المحاصيل البقولية، بعد الفاصولياء والبالزلاء، وتقع ما نسبته 90% من المساحات المزروعة منه في المناطق التي تعتمد على مياه الأمطار، ومخزون التربة من الرطوبة بعد موسم الهطول المطري (Saxena and Gohn, 2002). كما يعد أحد المحاصيل البقولية الهامة المتأقلمة لظروف المناطق الجافة وشبه الجافة في العالم بسبب قدرته على امتصاص الماء من التربة بكفاءة عالية لامتلاكه مجموع جذري متعمق يستطيع الوصول الى الماء الموجود في الأعماق البعيدة من التربة (Jan, 2010).

يزرع الحمص حول العالم في حوالي 57 بلداً تقريباً تحت ظروف مناخية متباينة (Merga and Haji 2019)، وفي سورية يزرع الحمص بعلأ في منطقتي الاستقرار الأولى والثانية، وتشكل المساحة المزروعة بالحمص الشتوي حوالي 35% من مجموع المساحة الكلية في سورية (إيكاردا، 2002). بلغت المساحة المزروعة بالحمص في القطر في الأعوام 2016، 2017، 2018، 2019 حوالي 56، 61، 52، 78 ألف هكتار أنتجت بحدود 31، 41، 34، 52 ألف طن بمتوسط غلة 550، 674، 652، 670 كغ/هكتار على التوالي، ويلاحظ تفاوت الغلة بشكل واضح بين ظروف الزراعة المروية والبعيلة، فمثلاً بلغت غلة الحمص المزروع رياً في القطر عام 2019 (1734 كغ/ه) تراجع في الظروف البعلية إلى (634 كغ/ه) فقط، (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2019). مما سبق نستنتج عدم كفاية مياه الأمطار في زراعة هذا المحصول، خاصة أن معدل الهطول المطري أخذ بالتراجع. مما يدل على أن تراجع كميات الأمطار هو السبب الرئيس لتراجع الغلة، وهذا يبرز أهمية ودور تحسين الغلة في ظروف الجفاف للحفاظ على إنتاج مقبول في ظروف شح مياه الأمطار. ونشير هنا إلى تعرض سورية في الأعوام الأخيرة لموجات حادة من الجفاف أدت إلى العديد من المشكلات الزراعية تمثلت بتراجع إنتاج الحبوب في سورية، ومنع زراعة محصولي الشوندر السكري والقطن في بعض المناطق (محافظة حمص)، وتضررت بعض المحاصيل العلفية الضرورية لتغذية الماشية مما تسبب في ارتفاع أسعار الغذاء المحلي (عباس، 2009). ولم تتج المحاصيل البقولية من تأثيرات الجفاف، إذ تتعرض هذه المحاصيل في المناطق الجافة وشبه الجافة من حوض البحر الأبيض المتوسط إلى فترات من الجفاف تترافق غالباً مع حرارة عالية في الجو المحيط، وهذا يؤدي إلى تراجع الغلة الاقتصادية من البذور بحوالي 20-50% (Saxena et al., 1993). ولمواجهة هذه الظروف لأبد من حصر المادة الوراثية المتوفرة لدينا من كل الأنواع المحصولية واختيار الطرز الوراثية المناسبة من كل نوع لكل بيئة من البيئات السورية المتباينة.

تعتمد دراسة تأثير الجفاف في النبات على تعريض النبات إلى بيئات ذات رطوبة منخفضة نسبياً أو بتعريض بذور أو جذور النبات إلى بيئة ذات جهد مائي منخفض، ويتم ذلك إما من خلال التحكم في كمية ماء الري أو في عدد مرات الري أو باستخدام بعض المركبات العضوية لتخفيض جهد ماء التربة، ومن هذه المركبات المانتول Mannitol أو بولي إيثيلين غليكول Polyethylen glycol (PEG) التي تعتمد على مبدأ مسك جزيئات الماء في الوسط، ما يؤدي إلى حدوث فرق في الجهد الحلولي ما بين الوسط الداخلي والخارجي وحسب تركيز المحلول وبالتالي يمكن أن يسبب ذلك عدم إتاحة الماء الضروري لنمو واستطالة الأنسجة الخلوية النباتية، مما يعيق ويحد من نمو النبات من خلال تخفيض الجهد المائي للوسط الخارجي بشكل مشابه لجفاف التربة في الحقل، (Skribanek and Tomcsányi, 2008)،

وبالتالي تحت على الجفاف ضمن ظروف المخبر، وتستخدم بكثرة من أجل غريلة أصناف النوع الواحد لتحمل الجفاف عند المراحل المبكرة للنمو، كونها مركبات غير متشردة، ولا تدخل عبر غلاف البذرة، وتبقى الجهد الحلولي للوسط ثابتاً طيلة فترة التجربة (Valifard *et al.*, 2012).

تختلف نماذج الإنبات عند الجهود الحلولية نفسها بين بذور الأنواع النباتية المختلفة كما تختلف بين الأصناف التابعة للنوع نفسه، ففي الحمص وجد (Sleimi *et al.*, 2013) تبايناً بين أصناف وطرز الحمص في استجابتها للإجهاد الحلولي المحدث بتركيز 10 غ/لتر من البولي إيثيلين غليكول 4000 حيث تراجعت نسبة الإنبات في الصنف Kasseb إلى 51%. كما أدى الجفاف المحدث بواسطة PEG 6000 والمانيتول (2% و 4%) إلى تخفيض نسبة الإنبات وطول البادرات والأوزان الرطبة والجافة لبادرات عشرين صنفاً من الحمص بشكل معنوي مقارنةً مع الشاهد، وكان الجهد الحلولي -0.4 MPa من محلول PEG كان عاملاً مساعداً في التمييز بين أصناف الحمص الحساسة والمقاومة للجفاف (Randhawa and Kaur, 2014)، في حين وجد (Yucel *et al.*, 2010) أن النسبة المئوية للإنبات لتسعة أصناف من الحمص قد تأثرت بالإجهاد الحلولي وبزيادة تركيز PEG من 0 حتى -0.8 MPa تناقصت نسبة الإنبات الذي توقف بالكامل عند -0.8 MPa. كما وجد (Rohit *et al.*, 2020) تراجع طول الجذور والجزء الخضري عند زيادة تركيز PEG₆₀₀₀ في وسط النمو من 0 حتى 7%، وتباينت الطرز الوراثية المختبرة بشكل كبير في استجابتها للجهد الحلولي المنخفض. بناءً على ما سبق فقد هدف هذا البحث إلى غريلة 15 طرازاً وراثياً من الحمص للإجهاد الحلولي المصطنع بمركب بولي إيثيلين غليكول (PEG₆₀₀₀) مخبرياً، من خلال دراسة تأثيره في مؤشرات الإنبات وقوة البذور، وبالتالي تصنيف الطرز إلى متحملة وحساسة خلال مرحلة الإنبات من خلال بعض مؤشرات التحمل النسبي للجفاف.

مواد البحث وطرائقه:

أجريت هذه الدراسة في مخابر الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، مركز بحوث حمص خلال العام 2020، بهدف تقييم أداء خمسة عشر طرازاً من الحمص (الجدول، 1). تم تعقيم البذار سطحياً باستخدام محلول هيبو كلوريد الصوديوم بتركيز 2 % لمدة دقيقة واحدة، ثم غسلت البذور بعد ذلك بالماء المقطر عدة مرات، ثم زرعت في أطباق بتري فوق أوراق الترشيح Whatman paper، بمعدل 10 بذور في الطبق، وبثلاثة مكررات. ثم رطبّت أوراق الترشيح بمحاليل محضرة من بولي إيثيلين غليكول (PEG₆₀₀₀) لإحداث عدة جهود حلولية Osmotic potential في وسط النمو (-0.2، -0.4، -0.6، -0.8 MPa)، بالإضافة إلى أطباق احتوت على ماء مقطر فقط، اعتبرت كشاهد طيلة فترة التجربة. غطيت أطباق بتري، منعاً لفقد الماء بالتبخّر، ووضعت في الحاضنة (VS-91G09M-800, vision Scientific Co. LTD) 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 (Mokhberdoran *et al.*, 2009). وأخذت القراءات التالية:

1. النسبة المئوية للإنبات: بتعداد البذور النابتة إنباتاً طبيعياً بعد 4، 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 المنبئة حتى اليوم X ، DX : عدد الأيام من بداية اختبار الإنبات وحتى اليوم X .

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

4. قوة البذور: حسبت حسب معادلة (Ellis and Roberts, 1981)

$$SV = G(\%) \times SL \times 100$$

حيث SV قوة البذور، $G(\%)$ النسبة المئوية للإنبات، SL طول البادرة (جذير وسويقة).

تم تقييم تحمل الطرز الوراثية للإجهاد الحلولي باستخدام مؤشرين يستخدمان لتقييم تحمل الجفاف بشكل كمي، (ديب، 2002): الأول ($RDT1$) يعتمد على سرعة الإنبات ويعرف على أنه النسبة بين سرعة الإنبات تحت إجهاد حلولي معطى إلى سرعة الإنبات في ماء مقطر، والثاني ($RDT2$) 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 CRD ، وبثلاثة مكررات. وتم تحليل التباين لجميع الصفات المدروسة وحساب قيمة أقل فرق معنوي ومقارنة المتوسطات عند مستوى احتمالية 0.01.

جدول 1. يبين الطرز الوراثية المستخدمة في الدراسة:

الرقم	الطرز الوراثي	المصدر
1	ILC3279	مصر
2	FLIP12-250C	X07 TH 2/X06TH3× FLIP 02-36C
3	FLIP87-59C	X85 TH274/ILC 3843× FLIP 82-130
4	FLIP87-8C	X85 TH246/ILC 3398× FLIP 83-13
5	FLIP10-3C	X04 TH-5/XO3TH-5× FLIP 96-154
6	FLIP84-48C	X81 TH55/ILC 1920× ILC 2956
7	FLIP08-42C	X01TH67/(Lebanes-1XSEL99TER85485)×FLIP98-10C
8	FLIP09-117	X05TH122/FLIP99-34× FLIP 00-14
9	غاب 3	FLIP82x150C
10	غاب 4	FLIP85122× FLIP8215OX FLIP8677
11	غاب 5	FLIP88x85C
12	مراكشي	مزرع محلي
13	تركي	تركيا
14	درعوزي	محلي
15	بلدي	محلي

النتائج والمناقشة:

1. تأثير الجهد الحلولي المصطنع باستخدام بولي إيثيلين غليكول في نسبة الإنبات (%):

تأثرت نسبة إنبات الطرز الوراثية المدروسة سلباً مع انخفاض الجهد الحلولي لوسط النمو، حيث تناقصت بشكل معنوي مع زيادة تركيز (PEG_{6000}) في وسط النمو، حيث بلغت بالمتوسط بعد أربعة أيام 66.89% في الشاهد، وتراجعت عند الجهود الحلولية (0.2، -0.4، -0.6، -0.8) MPa فبلغت على التوالي القيم التالية (4.67، 14.44، 26.67، 42.00) %، (الجدول 2)، وبعد 8 أيام بلغت نسبة الإنبات في الشاهد 100%، تراجعت إلى (45.11، 73.78، 87.11) %، (الجدول 3)، عند الجهود الحلولية السابقة على التوالي، وبفروق معنوية واضحة ($P \leq 0.01$)، (الجدول 3).

تباينت استجابة أصناف الحمص المختبرة للجهد الحلولي فقد تفوق الصنف غاب4 في نسبة إنباته النهائية (بعد 8 أيام) في متوسط جميع مستويات الجهد الحلولي لوسط النمو بفروق معنوية على بقية الأصناف (93.33 %)، تلاه الأصناف غاب5، FLIP87-59C، FLIP87-8C (85.33 %) حيث كانت الفروق بينها ظاهرية، بالمقابل تدنت نسبة الانبات عند الأصناف مراكشي، FLIP12-250، ILC3279، FLIP08-42C فبلغت (46.67، 45.33، 44.67، 42.00 %) على التوالي. ويلاحظ توقف الإنبات نهائياً عند الجهد -0.6 MPa عند بعض الطرز (FLIP12-250، ILC3279، FLIP08-42C، مراكشي، تركي)، وبالتالي يمكن اعتباره مستوى مشبث لإنبات هذه الطرز، في حين توقف إنبات الطرازين (FLIP84-48C، بلدي) عند الجهد -0.8 MPa، بينما حققت خمسة طرز نسبة إنبات مقبولة بين 40-66 % عند الجهد -8 MPa (درعوزي، غاب5، FLIP87-8C، FLIP87-8C، غاب4)، (الجدول، 3).

جدول 2. تأثير الجهد الحلولي المحدث بالبولي إيثيلين غليكول في نسبة الإنبات % لبذور أصناف الحمص بعد 4 أيام

الجهد الحلولي (MPa) (OP)						الطرز الوراثي (G)
المتوسط	-0.8	-0.6	-0.4	-0.2	0	
24.67 ^{de}	0.00	0.00	10.00	50.00	63.33	ILC3279
25.33 ^{de}	0.00	0.00	16.67	53.33	56.67	FLIP12-250C
47.33 ^{ab}	16.67	20.00	40.00	73.33	86.67	FLIP87-59C
44.00 ^{ab}	16.67	26.67	46.67	63.33	66.67	FLIP87-8C
16.00 ^{fg}	0.00	0.00	6.67	20.00	53.33	FLIP10-3C
18.00 ^{efg}	0.00	0.00	13.33	20.00	56.67	FLIP84-48C
13.33 ^g	0.00	0.00	0.00	6.67	60.00	FLIP08-42C
20.67 ^{defg}	0.00	0.00	16.67	23.33	63.33	FLIP09-117C
40.00 ^{bc}	0.00	23.33	53.33	50.00	73.33	غاب3
51.33 ^a	20.00	43.33	56.67	66.67	70.00	غاب4
37.33 ^c	16.67	23.33	40.00	40.00	66.67	غاب5
26.00 ^d	0.00	0.00	20.00	30.00	80.00	مراكشي
22.00 ^{def}	0.00	0.00	13.33	30.00	66.67	تركي
26.00 ^d	0.00	0.00	23.33	43.33	63.33	درعوزي
40.00 ^{bc}	0.00	20.00	43.33	60.00	76.67	بلدي
-	4.67 ^e	10.44 ^d	26.67 ^c	42.00 ^b	66.89 ^a	المتوسط
LSD _{0.01} (G)=7.373 LSD _{0.01} (OP)=4.260 LSD _{0.01} (G*OP)=16.501 CV=15.7%						

جدول 3. تأثير الجهد الحلولي المحدث بالبولي إيثيلين غليكول في نسبة الإنبات % لبذور أصناف الحمص بعد 8 أيام

الجهد الحلولي (MPa) (OP)						الطرز الوراثي (G)
المتوسط	-0.8	-0.6	-0.4	-0.2	0	
44.67 ^g	0.00	0.00	43.33	80.00	100.00	ILC3279
45.33 ^{fg}	0.00	0.00	46.67	80.00	100.00	FLIP12-250C
85.33 ^b	60.00	73.33	93.33	100.00	100.00	FLIP87-59C
85.33 ^b	56.67	73.33	96.67	100.00	100.00	FLIP87-8C
64.00 ^{de}	10.00	63.33	66.67	80.00	100.00	FLIP10-3C
58.67 ^e	0.00	46.67	73.33	73.33	100.00	FLIP84-48C
42.00 ^g	0.00	0.00	46.67	63.33	100.00	FLIP08-42C
58.00 ^e	6.67	40.00	60.00	83.33	100.00	FLIP09-117C
76.67 ^c	16.67	83.33	83.33	100.00	100.00	غاب3
93.33 ^a	66.67	100.00	100.00	100.00	100.00	غاب4
85.33 ^b	53.33	86.67	86.67	100.00	100.00	غاب5
46.67 ^{fg}	0.00	0.00	60.00	73.33	100.00	مراكشي

49.33 ^f	0.00	0.00	73.33	73.33	100.00	تركي
79.33 ^{bc}	40.00	66.67	90.00	100.00	100.00	درعوزي
66.00 ^d	0.00	43.33	86.67	100.00	100.00	بلدي
-	20.67 ^e	45.11 ^d	73.78 ^c	87.11 ^b	100.00 ^a	المتوسط
LSD _{0.01} (G)=6.092 LSD _{0.01} (OP)=3.517 LSD _{0.01} (G*OP)= CV=9.8%						

يؤدي الإجهاد الحلولي إلى تقليل كمية المياه الممتصة من قبل البذور، وإطالة الزمن اللازم لاكمال مرحلة التشرب وبدء مرحلة الإنبات الفيزيولوجي، كما يتراجع فرق التدرج في الجهد المائي بين البذور ووسط الامتصاص فيتراجع معدل امتصاص الماء من قبل البذور، ويؤثر تراجع كمية المياه الممتصة سلباً في نشاط الأنزيمات المحللة للمدخرات الغذائية المعقدة والمخزنة في أندوسبيرم وبيرسبرم البذور، وتحويلها إلى مواد بسيطة يستفيد منها المحور الجنيني النامي (Guerrier, 1988)، بالإضافة إلى أهمية الماء في نقل نواتج التحلل من الأنسجة الخازنة إلى المحور الجنيني، مما يؤدي إلى تراجع معدل انقسام واستطالة وتمايز خلايا المحور الجنيني إلى جذير وسويقة جنينية، مما يمنع من اكتمال عملية الإنبات، كما أن انخفاض جهد الماء يؤثر سلباً على العمليات الاستقلابية من خلال زيادة تراكم المركبات الفينولية، مما يؤدي إلى انخفاض نسبة الإنبات، والدور السلبي الذي يلعبه وجود مادة البولي إيثيلين غليكول والتي تؤدي إلى تخفيض الجهد الحلولي للوسط وبالتالي قلة الماء المتاح للبذور لكي تنتش بصورة طبيعية (Blum, 2008; Imanparast and Hassanpanah, 2009)، وكذلك تأمين الوسط المائي اللازم لانتقال مخزونات البذرة إلى الجنين (Misra *et al.*, 2002). تتوافق النتائج التي توصلنا إليها مع العديد من الدراسات على الحمص (Rohit *et al.*, 2020; Koskosidis *et al.*, 2020)، كما تتفق مع (Yucel *et al.*, 2010) الذي وجد توقف إنبات أغلب الطرز الوراثية للحمص عند الجهد -0.8 MPa. وتختلف هذه النتائج مع (Randhawa and Kaur, 2014) الذي وجد أن الجهد الحلولي -0.4 MPa يساعد في التمييز بين الأصناف المتحملة والحساسة، حيث وجدنا أن الجهد الحلولي -0.6 يمكن أن يضع حدوداً واضحة بين الأصناف المتحملة والحساسة، وقد يعود ذلك إلى اختلاف مصدر وسلوك الطرز الوراثية في كلا التجريبتين.

2. تأثير الجهد الحلولي المصطنع باستخدام بولي إيثيلين غليكول في سرعة الإنبات:

أثر الجهد الحلولي المنخفض لوسط الانبات بصورة سلبية في سرعة انبات بذار الحمص، حيث بلغت قيمتها في الشاهد 2.92، وتناقصت معنوياً بالقيم (2.14، 1.59، 0.83، 0.38) مع تراجع الجهد الحلولي للوسط (-0.2، -0.4، - -0.6، -0.8) MPa على التوالي. وكانت الفروق بين الطرز الوراثية معنوية، حيث حقق الصنف غاب4 أعلى متوسط سرعة انبات (2.45) تلاه FLIP87-59C (2.25)، حيث كانت الفروق بينهما ظاهرية، ثم الطرازان FLIP87-8C (2.17)، وغاب 5 (2.00)، في حين كانت أقل سرعة إنبات عند الطرز FLIP09-117C، مراكشي، FLIP10-3C، (1.17، 1.17، 1.18، 1.20، 1.20، 1.23، 1.24) بالقيم ILC3279، تركي، FLIP84-48C، FLIP12-250C على التوالي، (الجدول، 4).

عند الشاهد (مستوى الجهد الحلولي 0) لوحظ أن الفروق بين الطرز الوراثية في سرعة إنباتها كانت معنوية ($P \geq 0.01$)، مما يدل على اختلاف طبيعة ونموذج الإنبات عندها وبالتالي التباعد الوراثي بين هذه الطرز.

جدول 4. تأثير الجهد الحلولي المحدث بالبولي إيثيلين غليكو في سرعة الإنبات:

المتوسط	الجهد الحلولي (OP) MPa					الطرز الوراثي (G)
	-0.8	-0.6	-0.4	-0.2	0	
1.17 ^{bc}	0.00	0.00	0.79	2.25	2.83	ILC3279
1.20 ^f	0.00	0.00	1.00	2.33	2.67	FLIP12-250C
2.25 ^{ab}	1.17	1.42	2.17	3.08	3.42	FLIP87-59C
2.17 ^{bc}	1.13	1.58	2.38	2.83	2.92	FLIP87-8C
1.20 ^f	0.13	0.79	1.00	1.50	2.58	FLIP10-3C
1.18 ^f	0.00	0.58	1.25	1.42	2.67	FLIP84-48C
0.86 ^g	0.00	0.00	0.58	0.96	2.75	FLIP08-42C
1.24 ^f	0.08	0.50	1.17	1.63	2.83	FLIP09-117C
1.96 ^d	0.21	1.63	2.38	2.50	3.08	غاب 3
2.45 ^s	1.33	2.33	2.67	2.92	3.00	غاب 4
2.00 ^{cd}	1.08	1.67	2.08	2.25	2.92	غاب 5
1.23 ^f	0.00	0.00	1.25	1.67	3.25	مراكشي
1.17 ^f	0.00	0.00	1.25	1.67	2.92	تركي
1.64 ^e	0.50	0.83	1.71	2.33	2.83	درعوزي
1.83 ^{de}	0.00	1.04	2.17	2.75	3.17	بلدي
-	0.38 ^e	0.83 ^d	1.59 ^c	2.14 ^b	2.92 ^a	المتوسط
LSD _{0.01} (G)=0.209 LSD _{0.01} (OP)=0.120 LSD _{0.01} (G*OP)=0.466 CV=13.3%						

تعد سرعة الإنبات من المؤشرات التي تستخدم لتقييم تحمل الإجهاد، فالطرز التي تتميز بسرعة إنبات أعلى تتميز بقوة البادرة ويزداد احتمال نموها بشكل أفضل، وتكون سرعة الإنبات في الطرز المتحملة للإجهاد الحلولي أعلى من سرعة الإنبات عند الطرز الحساسة (Misra *et al.*, 2002; Farzaneh *et al.*, 2008). وعموماً نستنتج أن الأصناف التي تحملت الجهود الحلولية المنخفضة وكانت نسبة إنباتها أعلى فإنه بالضرورة تكون سرعة إنباتها أعلى، وهذا يشير إلى قوة الصنف ونشاطه حتى تحت تأثير مستوى إجهاد عالي بالمقارنة مع بقية الأصناف المختبرة، وتتوافق هذه النتائج مع نتائج (Farsiani and Ghobadi, 2009) في الذرة الصفراء، حيث وجد انخفاض سرعة الإنبات عند انخفاض الجهد الحلولي لوسط النمو، ويعود ذلك إلى تأخير إنبات البذور نتيجة تباطؤ حركة المياه إلى البذور بسبب انخفاض الجهد الحلولي للوسط (Jamil *et al.*, 2006).

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

ترجع طول الجذير لبادرات الحمص مع تناقص الجهد الحلولي لوسط النمو حيث بلغ طول الجذير بالمتوسط لجميع الطرز عند الشاهد 42.7 ملم، ثم انخفضت إلى 33.0 ملم عند الجهد الحلولي -0.2 MPa، وبلغت نسبة الانخفاض مقارنةً بالشاهد 19.66%، واستمر التناقص إلى 26.8، 13.0، 3.2 ملم عند الجهود الحلولية -0.4، -0.6، -0.8 MPa بنسبة انخفاض قدرها 35.22، 68.68، 92.51% على التوالي. كما أظهرت الطرز المدروسة فروقاً معنوية فيما بينها في مؤشر طول الجذير حيث تفوقت الطرز FLIP87-59C، غاب 4، غاب 5 في طول الجذير بالمتوسط (36.9، 36.8، 35.3) على التوالي، في حين حققت الطرز FLIP10-3C، غاب 4، غاب 5 أقل نسبة انخفاض مقارنةً بالشاهد (28.3، 28.6، 24.8) %، وكانت الفروق بينها ظاهرية، (الجنول، 5).

جدول 5. تأثير الجهد الحلولي المحدث باستخدام PEG لوسط النمو في طول الجذير (ملم) في أصناف الحمص المدروسة

الطرز الوراثي (G)	طول الجذير (مم)										نسبة الانخفاض % مقارنة بالشاهد (%)
	الجهد الحلولي (MPa) (OP)										
	0	-0.2	-0.4	-0.6	-0.8	المتوسط	-0.2	-0.4	-0.6	-0.8	المتوسط
ILC3279	31.3	26.7	15.7	0.0	0.0	14.7 ^{gh}	14.59	49.51	100.00	100.00	66.0 ^d
FLIP12-250	39.7	36.0	21.0	0.0	0.0	19.3 ^{ef}	9.35	46.90	100.00	100.00	64.1 ^{de}
FLIP87-59C	69.7	59.7	28.3	18.0	9.0	36.9 ^a	13.90	59.04	74.14	91.61	59.7 ^e
FLIP87-8C	40.0	26.7	23.3	22.3	9.3	24.3 ^d	33.33	41.67	44.17	79.55	49.7 ^f
FLIP10-3C	19.3	20.3	19.7	12.7	2.3	14.9 ^{gh}	-3.10	-1.93	34.39	83.90	28.3 ^h
FLIP84-48C	48.3	12.3	19.3	7.3	0.0	17.4 ^{fg}	74.37	59.78	84.74	96.49	78.8 ^a
FLIP08-42C	48.7	31.3	22.7	0.0	0.0	20.5 ^e	35.42	53.33	100.00	100.00	72.2 ^{bc}
FLIP09-117	54.7	26.7	26.7	17.7	2.3	25.6 ^{cd}	50.85	51.03	66.71	98.31	66.7 ^{cd}
غاب 3	48.3	46.7	42.3	22.7	4.0	32.8 ^b	3.11	12.37	52.96	91.41	40.0 ^g
غاب 4	47.3	51.3	42.7	35.3	7.3	36.8 ^a	-8.76	9.33	25.65	88.00	28.6 ^h
غاب 5	44.0	48.0	38.7	37.3	8.3	35.3 ^{ab}	-9.44	11.28	15.49	81.83	24.8 ^h
مراكشي	33.3	18.3	16.0	0.0	0.0	13.5 ^h	45.16	52.02	100.00	93.02	72.6 ^{bc}
تركي	38.3	25.0	15.0	0.0	0.0	15.7 ^{gh}	34.63	60.83	100.00	100.00	73.9 ^{ab}
درعوزي	28.3	25.0	23.7	16.3	4.7	19.6 ^{ef}	11.33	16.89	42.00	88.89	39.8 ^g
بلدي	49.7	40.3	46.7	5.0	0.0	28.3 ^c	18.57	6.25	89.92	94.67	52.4 ^f
المتوسط	42.7 ^a	33.0 ^b	26.8 ^c	13.0 ^d	3.2 ^e	-	19.66 ^d	35.22 ^c	68.68 ^b	92.51 ^a	-
LSD _{0.01}	LSD _{0.01} (G)=2.780, LSD _{0.01} (OP)=1.605 LSD _{0.01} (G*OP)=6.216, CV=12.3%										LSD _{0.01} (G)=6.168, LSD _{0.01} (OP)=3.185, LSD _{0.01} (G*OP)=12.337, CV=14.1%

كذلك الأمر تراجع طول السوقية مع تناقص الجهد الحلولي لوسط النمو حيث بلغ طول السوقية بالمتوسط لجميع الأصناف عند الشاهد 18.4 ملم، ثم انخفضت إلى 10.6، 6.9، 4.0، 1.8 ملم عند الجهود الحلولية -0.2، -0.4، -0.8، -0.6 MPa بنسب انخفاض 40.40، 61.32، 78.99، 90.62% على التوالي. كما أظهرت الطرز فروقاً معنوية واضحة فيما بينها في مؤشر طول السوقية، ففي الشاهد وصل طول السوقية في السلالة FLIP87-59C إلى 29.3 ملم، في حين لم يتجاوز 9.7 ملم في السلالة FLIP10-3C، وعند تتبع متوسط جميع الجهود الحلولية نجد تفوق الصنفان غاب 4 وغاب 5 (13.7، 13.1) ملم على التوالي. وحقق الصنف غاب 4 أقل معدل تراجع في طول السوقية (46.5%) تلاه وبفروق ظاهرية الطرز درعوزي، غاب 5، FLIP10-3C بمعدلات تراجع بلغت (50.8، 51.6، 53.4) % على التوالي، وكانت الفروق معنوية مع باقي الطرز، وأظهر الطرازان FLIP84-48C، تركي أعلى معدلات انخفاض (85.0، 83.6) % على التوالي، (الجدول، 6).

جدول 6. تأثير الجهد الحلولي المحدث باستخدام PEG لوسط النمو في طول السوقية (ملم) في أصناف الحمص المدروسة

الطرز الوراثي (G)	طول السوقية (ملم)					نسبة الانخفاض % مقارنة بالشاهد (%)					
	الجهد الحلولي (MPa) (OP)										
	0	-0.2	-0.4	-0.6	-0.8	المتوسط	-0.2	-0.4	-0.6	-0.8	المتوسط
ILC3279	14.3	12.3	6.0	0.0	0.0	6.5 ^{de}	13.33	57.61	100.00	100.00	67.7 ^d
FLIP12-250C	18.3	11.3	4.0	0.0	0.0	6.7 ^{de}	37.33	77.32	100.00	100.00	78.7 ^{bc}
FLIP87-59C	29.3	12.7	8.0	4.3	4.3	11.7 ^b	56.70	72.28	85.05	90.28	76.1 ^c
FLIP87-8C	22.3	10.0	10.0	9.7	4.0	11.2 ^b	54.92	54.92	56.25	80.59	61.7 ^{de}
FLIP10-3C	9.7	7.3	5.3	3.0	2.0	5.5 ^{ef}	21.52	43.18	67.27	81.61	53.4 ^{fg}
FLIP84-48C	18.7	4.3	3.7	2.0	0.0	5.7 ^{ef}	76.90	80.41	89.28	93.33	85.0 ^{ab}
FLIP08-42C	18.3	11.7	3.0	0.0	0.0	6.6 ^{de}	35.00	82.78	100.00	100.00	79.4 ^{bc}
FLIP09-117C	19.7	7.0	6.3	2.7	2.0	7.5 ^{cd}	63.67	68.09	86.15	94.74	78.2 ^{bc}
غاب3	22.3	13.7	15.3	5.0	2.3	11.7 ^b	37.79	30.79	77.58	87.23	58.3 ^{ef}
غاب 4	21.7	22.0	10.3	10.3	4.3	13.7 ^a	-1.36	52.24	52.24	82.75	46.5 ^g
غاب 5	22.3	14.0	10.0	15.0	4.3	13.1 ^a	37.14	54.92	32.38	82.00	51.6 ^{fg}
مراكشي	16.7	3.3	2.0	0.0	0.0	4.4 ^f	80.20	87.93	100.00	92.06	90.0 ^a
تركي	16.7	4.0	7.0	0.0	0.0	5.5 ^{ef}	76.23	58.05	100.00	100.00	83.6 ^{abc}

50.8 ^{fg}	85.00	62.18	42.74	13.25	8.2 ^c	3.3	5.0	7.7	11.7	13.3	درعوزي
56.6 ^{ef}	89.74	76.54	56.62	3.34	6.5 ^{de}	0.0	2.7	5.0	13.0	11.7	بلدي
-	90.62 ^a	78.99 ^b	61.32 ^c	40.40 ^d	-	1.8 ^e	4.0 ^d	6.9 ^c	10.6 ^b	18.4 ^a	المتوسط
LSD _{0.01} (G)=7.264, LSD _{0.01} (OP)=3.751 LSD _{0.01} (G*OP)=14.527, CV=13.2%					LSD _{0.01} (G)=1.317, LSD _{0.01} (OP)=0.760 LSD _{0.01} (G*OP)=2.945, CV=16.6%					LSD _{0.01}	

نستنتج من نتائج الجدولين 5 و6 تراجع طول البادرة لأصناف الحمص مع تناقص الجهد الحلولي لوسط النمو، وكان معدل التراجع في طول السوقية أعلى من معدل التراجع في طول الجذير عند الجهود -0.2، -0.4، -0.6 MPa، في حين كان معدل التراجع متقارباً عند الجهد -0.8 MPa وبالتالي كان متوسط التراجع في طول السوقية أعلى من التراجع في طول الجذير. تفيد النتائج السابقة بأن التراجع في طول السوقية يعد مؤشراً هاماً لغرلة الأصناف الحساسة، اتفقت نتائج تراجع طول السوقية بشكل أكبر من الجذير مع نتائج (Awari and Mate, 2015). إن عملية تطاول الجذير والسوقية بعد إنبات البذور تنتج بالأساس عن الانقسام الخلوي واستطالة الخلايا، ويفسر التناقص في تطاولها بسبب تأثر الخلايا الميرستيمية للجذير والسوقية بتراجع ضغط الامتلاء تحت ظروف الاجهاد، ما يؤثر سلباً في عملية الانقسام الخلوي وتوقفها عند مستويات معينة (Hellal *et al.*, 2018). تتفق هذه النتائج مع العديد من الدراسات السابقة وفي محاصيل مختلفة مثل الحمص (Tian and Lei, 2006) والكنينا (Aljbawi *et al.*, 2020). في جميع الدراسات السابقة تراجع نمو البادرة مع تراجع الجهد الحلولي لوسط النمو. كذلك لوحظ أن زيادة مستويات الإجهاد المائي تسبب تأخير بزوغ بادرات النبات كنتيجة لتناقص انقسام الخلايا والعمليات الاستقلابية داخل النبات (Partheeban *et al.*, 2017).

4. تأثير الجهد الحلولي المحدث باستخدام بولي إيثيلين غليكول في قوة البذور:

تراجعت قوة البذور عند جميع الطرز الوراثية للحمص مع تناقص الجهد الحلولي لوسط النمو حيث بلغت قيمة هذا المؤشر بالمتوسط لجميع الطرز عند الشاهد 6180.9، ثم انخفضت إلى 3961، 2638.7، 1294.9، 233.1 عند الجهود الحلولية -0.2، -0.4، -0.6، -0.8 MPa على التوالي. كما أظهرت الطرز المدروسة فروقاً معنوية فيما بينها حيث تفوق غاب4 بالمتوسط (4972.0) تلاه بقروق معنوية FLIP8759C، غاب5 بالمتوسط (4458.0، 4590.0) على التوالي، في حين حققت الطرز تركي، ILC3279، FLIP10-3C، FLIP10-3C أقل القيم (1852.7، 1725.3، 1643.3، 1534.0) وكانت الفروق بين هذه الطرز الأربعة ظاهرية (الجدول، 7).

جدول 7. تأثير الجهد الحلولي المحدث باستخدام PEG لوسط النمو في قوة البذور لأصناف الحمص المدروسة

الجهد الحلولي MPa (OP)						الطرز الوراثي (G)
المتوسط	-0.8	-0.6	-0.4	-0.2	0	
1725.3 ^{hi}	0.0	0.0	940.0	3120.0	4566.7	ILC3279
2140.0 ^{fg}	0.0	0.0	1166.7	3733.3	5800.0	FLIP12-250C
4590.0 ^b	796.7	1633.3	3386.7	7233.3	9900.0	FLIP87-59C
3244.0 ^d	753.3	2340.0	3226.7	3666.7	6233.3	FLIP87-8C
1643.3 ^{hi}	43.3	986.7	1673.3	2613.3	2900.0	FLIP10-3C
2009.3 ^{gh}	0.0	440.0	1693.3	1213.3	6700.0	FLIP84-48C
2127.3 ^{fg}	0.0	0.0	1206.7	2730.0	6700.0	FLIP08-42C
2612.6 ^e	43.3	803.3	1980.0	2803.3	7433.3	FLIP09-117C
4062.0 ^c	103.3	2310.0	4796.7	6033.3	7066.7	غاب3
4972.0 ^a	760.0	4566.7	5300.0	7333.3	6900.0	غاب4
4458.0 ^b	676.7	4586.7	4193.3	6200.0	6633.3	غاب5
1534.0 ⁱ	0.0	0.0	1080.0	1590.0	5000.0	مراكشي

1852.7 ^{ghi}	0.0	0.0	1616.7	2146.7	5500.0	تركي
2480.0 ^{ef}	320.0	1426.7	2820.0	3666.7	4166.7	درعوزي
3259.3 ^d	0.0	330.0	4500.0	5333.3	6133.3	بلدي
-	233.1 ^e	1294.9 ^d	2638.7 ^b	3961.1 ^b	6108.9 ^a	المتوسط
LSD _{0.01} (G)=366.8, LSD _{0.01} (OP)=211.8, LSD _{0.01} (G*OP)=820.3, CV=13.5%						

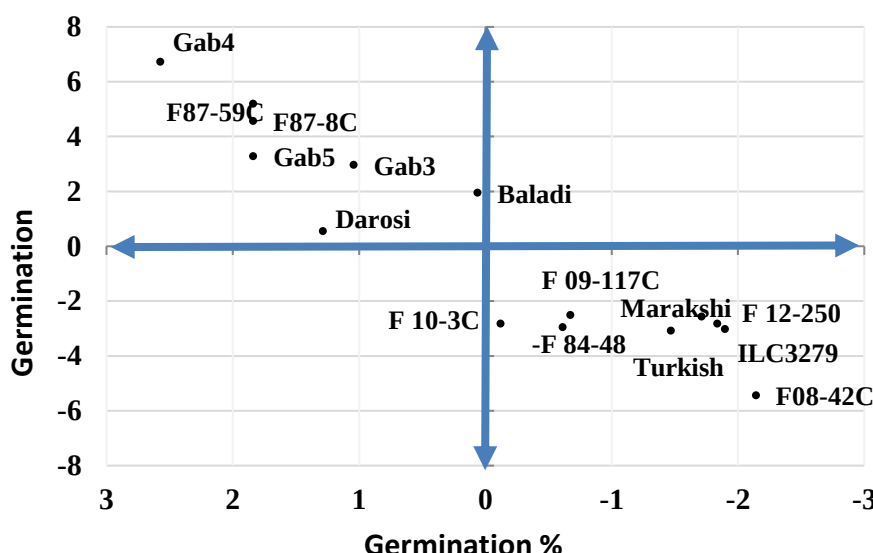
5. تقييم تحمل الطرز الوراثية النسبي للجفاف:

أظهرت نتائج تحليل مؤشر تحمل الجفاف الأول (RDTI1) وجود فروق معنوية ($P \geq 0.01$) بين مستويات الجهد الحلولي لجميع الطرز، حيث انخفضت قيم هذا المؤشر مع زيادة الجهد من -0.2، -0.4، -0.6، -0.8 MPa على الترتيب كما يلي: 0.74، 0.54، 0.28، 0.13، كما تم الحصول على فروق معنوية بين الطرز تحت مختلف مستويات الجهد الحلولي، وامتلك الطرز غاب4، FLIP87-8C، غاب5، FLIP87-59C أعلى القيم للمؤشر المدروس (0.79)، 0.66، 0.61، 0.58 مقارنة ببقية الطرز، أما أقل الأصناف بالنسبة لهذا المؤشر فكانت ILC3279، تركي، مراكشي، FLIP08-42C (0.27، 0.26، 0.22، 0.15)، (الجدول، 7). كذلك تظهر نتائج تحليل مؤشر تحمل الجفاف الثاني RDTI2 (الجدول، 8)، وجود فروق معنوية بين مستويات الجهد الحلولي لجميع الأصناف، حيث انخفضت قيم هذا المؤشر مع زيادة الجهد من -0.2، -0.4، -0.6، -0.8 MPa على الترتيب كما يلي: 0.87، 0.74، 0.45، 0.21، كما تم الحصول على فروق معنوية بين الأصناف تحت مختلف مستويات الجهد الحلولي، وامتلك الصنف غاب4 أعلى القيم للمؤشر المدروس (0.92) مقارنة ببقية الطرز، تلاها FLIP87-8C، FLIP10-3C، غاب5 (0.82)، أما أقل الطرز بالنسبة لهذا المؤشر فكانت FLIP12-250C (0.32)، ILC3279 (0.31)، FLIP08-42C (0.28)، (الجدول، 7). ويؤكد هذه النتائج توزيع الأصناف حسب تحملها بناء على مؤشري نسبة الإنبات وسرعته (الشكل، 1).

جدول 8. معدل سرعة الإنبات (RDTI 1) ومعدل عدد البذور النابتة (RDTI 2) لطرز الحمص تحت مستويات

مختلفة من جهد الوسط الحلولي المحدث باستخدام PEG:

الجهد الحلولي (OP) MPa												الطرز الوراثي (G)
RDTI2						RDTI1						
الترتيب	المتوسط	-0.8	-0.6	-0.4	-0.2	الترتيب	المتوسط	-0.8	-0.6	-0.4	-0.2	
14	0.31 ^{fg}	0.00	0.00	0.43	0.80	12	0.27 ^{fg}	0.00	0.00	0.28	0.81	ILC3279
13	0.32 ^{fg}	0.00	0.00	0.47	0.80	8	0.33 ^f	0.00	0.00	0.40	0.90	FLIP12-250C
2	0.82 ^b	0.60	0.73	0.93	1.00	4	0.58 ^{cd}	0.35	0.42	0.64	0.91	FLIP87-59C
3	0.82 ^b	0.57	0.73	0.97	1.00	2	0.69 ^{ab}	0.40	0.55	0.83	0.98	FLIP87-8C
8	0.55 ^{de}	0.10	0.63	0.67	0.80	9	0.33 ^f	0.05	0.31	0.39	0.58	FLIP10-3C
10	0.48 ^e	0.00	0.47	0.73	0.73	10	0.31 ^{fg}	0.00	0.22	0.47	0.53	FLIP84-48C
15	0.28 ^g	0.00	0.00	0.47	0.63	15	0.15 ^h	0.00	0.00	0.22	0.36	FLIP08-42C
9	0.48 ^e	0.07	0.40	0.60	0.83	11	0.30 ^{fg}	0.03	0.18	0.41	0.58	FLIP09-117C
6	0.71 ^c	0.17	0.83	0.83	1.00	5	0.56 ^{de}	0.07	0.53	0.78	0.84	غاب3
1	0.92 ^a	0.67	1.00	1.00	1.00	1	0.79 ^a	0.45	0.79	0.90	1.00	غاب 4
4	0.82 ^b	0.53	0.87	0.87	1.00	3	0.61 ^{bc}	0.37	0.58	0.72	0.78	غاب 5
12	0.33 ^{fg}	0.00	0.00	0.60	0.73	14	0.22 ^{gh}	0.00	0.00	0.38	0.51	مراكشي
11	0.37 ^f	0.00	0.00	0.73	0.73	13	0.26 ^{fg}	0.00	0.00	0.44	0.58	تركي
5	0.74 ^c	0.40	0.67	0.90	1.00	6	0.48 ^{de}	0.17	0.29	0.61	0.83	درعوزي
7	0.58 ^d	0.00	0.43	0.87	1.00	7	0.47 ^e	0.00	0.33	0.68	0.87	بلدي
-	-	0.21 ^d	0.45 ^c	0.74 ^b	0.87 ^a	-	-	0.13 ^d	0.28 ^c	0.54 ^b	0.74 ^a	المتوسط
LSD _{0.01} (G)=0.076, LSD _{0.01} (OP)=0.039 LSD _{0.01} (G*OP)=0.153, CV=12.6%						LSD _{0.01} (G)=0.102, LSD _{0.01} (OP)=0.052 LSD _{0.01} (G*OP)=0.203, CV=16.6%						LSD _{0.01}



الشكل (1) توزيع طرز الحمص إلى متحملة، وحساسية للإجهاد الحولي حسب نتائج التحليل الإحصائي Z-distribution

إن دراسة مؤشري تحمل الجفاف السابقين تمكننا من تحديد الاختلافات بين الطرز المدروسة، حيث يمتلكان ميزة المقارنة على أساس نسبي بين نسبة الإنبات وسرعته والربط بينهما تحت الظروف المجهدّة والشاهدة، لاسيما أن هذين المؤشرين مرتبطين بقوة ($r = 0.882^{**}$) وذلك من خلال تحليل الارتباط لهما، مما يشير إلى إمكانية استخدامهما في تقدير التحمل للجفاف خلال مرحلة الإنبات.

الاستنتاجات والمقترحات:

أظهرت النتائج السابقة تراجع نسبة الإنبات وسرعته وقوة البذور، وكذلك تراجع طول البادرة مع انخفاض الجهد الحولي لوسط النمو، كما أظهر تحليل مؤشري الجفاف المدروسين وتوزيع الطرز Z-distribution تبين الطرز المدروسة في تحملها للإجهاد خلال مرحلة الإنبات. وأمكننا تصنيف الطرز تبعاً لتحملها للإجهاد الجفافي في مرحلة الإنبات على النحو الآتي:

- الطرز الوراثية المحتملة: وهي الطرز التي أظهرت أعلى نسبة وسرعة إنبات (85.33، 93.33%)، (2.00، 2.45) على التوالي، وحققت الترتيب 1 إلى 4 بالنسبة لمؤشري تحمل الجفاف، وتوضعت في أقصى القطاع الموجب لمحوري مخطط التوزيع z-distribution وهي: غاب4، FLIP87-59C، FLIP87-8C، غاب5.
- الطرز الوراثية الحساسة: وهي الأصناف التي أظهرت أقل نسبة وسرعة إنبات بمعدلات (42.00-49.33%)، (1.17، 1.23) على التوالي، وحققت الترتيب 11 إلى 15 بالنسبة لمؤشري تحمل الجفاف، وتوضعت في أقصى القطاع السالب لمحوري مخطط التوزيع z-distribution وهي: تركي، مراكشي، FLIP12-250C، ILC3279، FLIP08-42C.
- الطرز متوسطة التحمل: وتمثل باقي الطرز الوراثية والتي أبدت قيماً متوسطة بين المجموعتين السابقتين فاعتبرت متوسطة التحمل.

بناءً على ما سبق لابد من إجراء المزيد من الدراسات لمعرفة استجابة هذه الأصناف 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 المتحملة كسلالات أبوية في برامج التربية التي تتم بغرض تحسين التحمل للجفاف.

المراجع:

- إيكاردا (2002). التقرير السنوي الصادر عن المركز الدولي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة.
- ديب، طارق علي (2002). تأثير الاجهاد الجفافي المصطنع بواسطة المانيتول في انبات خمسة أصناف من القمح القاسي. مجلة باسل الأسد للعلوم الزراعية. (15) : 111-129.
- عباس، فادي (2009). الجفاف وتحديات الأمن الغذائي في سورية. ندوة دور المحاصيل الحقلية في تعزيز الأمن الغذائي الوطني. كلية الزراعة بجامعة البعث 2009/7/30. كتاب الأبحاث الكاملة ص: 86-103.
- المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية (2019). الصادرة عن وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي. سورية.
- Al-Jbawi, E; Fadi Abbas, and Thamer Al-Huniesh (2020). Effect of Water Stress on Germination Process and Initial Seedling Growth of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Research Journal of Science – RJS 1(1): 1-9.
- 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.
- Blum, A. (2008). Use of PEG to induce and control plant water deficit in experimental hydroponics culture. <http://www.plantstress.com/methods/PEG.htm>
- Ellis, R. A. and E.H. Roberts (1981). The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Sci. Tech., 9:373-409.
- Farsiani, A.; and M.E. 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 Science. Engineering and technology. 57: 382-385.
- Farzaneh, S.; R.S. Sarifi and F.A. Gjaderi (2008). *In vitro* study of the effect of drought stress on germination and seedling growth of sugar beet cultivars. Agric. Sci., 18: 81-93.
- Hellal, F.A.; H.M. El-Shabrawi; H.M. Abd El-Hady; I.A. Khatab; 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.
- Imanparast, L.; and D. Hassanpanah (2009). Response of onobrychis genotypes to PEG 10000 induced osmotic stress. Biotechnology, 8: 365-369.
- 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 Vegetables Species. Journal of Central European Agriculture. 7(2): 273-282.
- Jan, A. (2010). Impact Of salt stress and mineral nutrition on Chickpea and Roselle .Post-Doctoral Research fellow Report. University of Kebangsaan. Malaysia (UKM).
- Koskosidis, A; Khah, E; Mavromatis, A; Pavli, A; and D.N. Vlachostergios (2020). Effect of PEG-induced drought stress on germination of ten chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca 48(1):294-304.
- Merga B, and J. Haji (2019).. Economic importance of chickpea: Production, value, and world trade. Cogent Food & Agriculture. 5(1):1615718.

- Misra, A.N.; A.K. Biswal; and M. Misra (2002). Physiological, biochemical and molecular aspects of water stress responses in plants and their biotechnological applications. *Proc. Nat. Acad. Sci. India*, 72 (BII): 115-134.
- Mokhberdoran, S.M.; K. Nabavi; and R.S. Haghighi (2009). Effect of Temperature, Iso-Osmotic Concentrations of NaCl and PEG Agents on Germination and Some Seedling Growth Yield Components in Rice (*Oryza sativa* L.). *Asian Journal of Plant Sciences*, 8: 409-416.
- Okcu, G.; M.D. Kaya; and M. Atak. (2005). Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). *Turkish journal of agriculture and forestry*. 29(4): 237-242,
- Partheeban¹, C.N.; P. Chandrasekhar¹; R.R. Jeyakumar¹; and R. Gnanam. (2017). Effect of PEG Induced Drought Stress on Seed Germination and Seedling Characters of Maize (*Zea mays* L.) Genotypes. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 6(5): 1095-1104.
- 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.
- Randhawa, N.; and K. Jagmeet (2014). Germination Indices In Response To Water Deficit Induced Through PEG And Mannitol In Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Genotypes. *International Journal Of Advanced Research*. 2 (8): 65-73.
- Rohit, A. Arora; Panwar R.K and S.K. Verma (2020). *In vitro* screening of chickpea genotypes for drought related traits using PEG 6000. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 9(4): 3438-3443.
- Saxena N ; John C O'Toole (2002). Field Screening for Drought Tolerance in Crop Plants with Emphasis on Rice. *Proceedings of an International Workshop on Field Screening for Drought Tolerance in Rice*, 11–14 Dec 2000, P: 128-137, ICRISAT, Patancheru, India.
- Saxena, N. P., Johansen, C., Saxena, M. C., and Silim, S. N. (1993). Selection for drought and salinity tolerance in cool season food legumes. Pages 24–270 in *Breeding for Stress Tolerance in Cool Season Food Legumes* (Singh, K.B., and Saxena, M.C. eds.). UK: Wiley.
- Skribanek, A.; and A. Tomcsányi (2008). Predicting water stress tolerance of malting barley varieties with seedlings PEG-reactions. *Acta Biologica Szegediensis*, 52(1):187-189.
- Sleimi, N.; I. Bankaji; H. Touchan; and F. Corbineau (2013). Effects of temperature and water stresses on germination of some varieties of chickpea (*Cicer arietinum*). *African Journal of Biotechnology* Vol. 12(17): 2201-2206,
- Tian, X.; and Y. Lei (2006). Nitric oxide treatment alleviates drought stress in wheat seedling. *Biologia Plantarum*, 50(4), 775-778.
- 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.
- Yucel, D.O.; A.E. Anlarsal; D. Mart; and C. Yücel (2010). Effects of drought stress on early seedling growth of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. *World Appl. Sci. J.* 11(4):478-485.

Screening of 15 Chickpea (*Cicer Arietinum* L.) Genotypes to Osmotic Potential Induced by Polyethylene Glycol (PEG₆₀₀₀)

Reem Hamid⁽¹⁾, Faisal Bakkour⁽¹⁾ and Fadi Abbas^{*(2)}

(1). Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Al Baath University, Homs, Syria.

(2). General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Agriculture Research Center of Homs, Homs, Syria.

(*Corresponding author: Dr.Fadi Abbas. E-Mail: fadiab77@gmail.com).

Received: 22/05/2021

Accepted: 16/08/2021

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, -0.4, -0.6, -0.8, MPa, for screening 15 chickpea genotypes under controlled conditions (in incubator at 20±3 C, constant humidity 70% RH) . Complete randomized design (CRD) with three replicates was used. The germination %, germination speed, radicle and hypocotyl length, and seed vigor were studied, and the genotypes classified according to these attributes, relative drought stress indices, 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, -0.4, -0.6, -0.8, MPa, the percent of germination were (100, 87.11, 73.78, 54.11, 20.67 %) respectively, as compared with the control. While the speed of germination was (2.92, 2.14, 1.59, 0.83, 0.38) 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 differences between genotypes in the response to drought stress using PEG₆₀₀₀ during germination, RDTI indices, and the z-distribution analysis, the genotypes were classified to tolerant to drought stress, i.e., Gab4, FLIP87-59C FLIP87-8C, and Gab5. and could be sown successfully under the most drought conditions, compare to other genotypes. While the genotypes Turkish, Morocco, FLIP12-250C, ILC3279, and FLIP08-42C classified the most sensitive,

Keywords: Osmotic Potential, Polyethylene Glycol PEG₆₀₀₀, Germination Stage, Chickpea.