Journal of Agricultural, Environmental and Veterinary Sciences
Volume (5), Issue (4) : 30 Dec 2021
P: 41 - 56

AJSRP
ISSN: 2522-3364

مجلة العلوم الزراعية والبيئية والبيطرية
المجلد (5)، العدد (4) : 30 ديسمبر 2021م
ص: 41 - 56

# The role of some chemical transactions in the germination of seeds of some salt-stressed pepper genotypes

**Zobaeda Ali Hussein**

**Nedal Jamil Sofan**

Faculty of Agricultural Engineering || Bath University || Syria

**Bassam Fahad Al Atalah**

Sweida Research Center || General commission for Scientific Agricultural Research || Syria

**Abstract:** This research was carried out at Sweida Research Center/ General commission for Scientific Agricultural Research/ Syria during 2020. Seven pepper genotypes were used; five local varieties (10496, 10743, Aleppo pepper, thick sweet pepper and deer horn pepper) and two lines (129 and 110). This research aimed to determining the effect of seed priming treatments in enhancing the tolerance of pepper to salt stress during germination stage. Seeds were divided into four groups, the first group was treated with distilled water, the second with NaCl (50 mM), the third with poly ethylene glycol 6000 (PEG) (16.7 mM) and the fourth with sorbitol (250mM). Seeds were exposed after drying to several NaCl levels (0, 2, 4, 6 $gl^{-1}$), in addition to untreated control for each genotype. Germination percentage, vigor and speed indicators were recorded. The research was conducted according to a completely random design, and data were analyzed by two way ANOVA at 0.01 significant level.

In this research, studied genotypes showed different behavior according to the treatments and salinity levels. The results indicated that the treatments of PEG and sorbitol were superior for the studied indicators in most genotypes, especially at the low levels of salinity. In addition, the salinity and water treatments for most genotypes did not cause an increase in the values of the studied indicators. Depending on these results, it is advisable to treat pepper seeds before sowing with sorbitol or PEG when the salinity level is low.

**Keywords**: Pepper, salinity, germination, sorbitol, PEG6000.

# دور بعض المعاملات الكيميائية في إنبات بذور بعض طرز الفليفلة الخاضعة للإجهاد الملحي

**زبيدة علي حسين**

**نضال جميل صوفان**

كلية الهندسة الزراعية || جامعة البعث || سورية

**بسام فهد العطا الله**

مركز البحوث العلمية الزراعية بالسويداء || الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية || سورية

**المستخلص:** نُفذت الدراسة في مخبر مركز البحوث الزراعية في السويداء/ الهيئة العامة للبحوث الزراعية/ سورية في عام 2020. استُخدم في الدراسة سبعة طرز من الفليفلة؛ منها خمسة طرز محلية (الطرازان المحليان 10496 و10743، قرن الغزال، الفليفلة الحلبية والفليفلة الحلوة السميكة) وسلالتان (110 و129). هدف البحث إلى تحديد تأثير معاملة البذور قبل الزراعة في قدرتها على تحمل الإجهاد الملحي. إذ قسمت البذور إلى 4 مجموعات، ونُقعت المجموعة الأولى بالماء المقطر، والمجموعة الثانية بمحلول ملح الطعام

النقي 50 ميلي مول، والثالثة بمحلول البولي إيتلين غلايكول 6000 (PEG) بتركيز 16.7 ميلي مول، والرابعة بمحلول السوربيتول 250 ميلي مول. عرضت البذور بعد تجفيفها إلى عدة مستويات ملحية (0، 2، 4، 6، غ لتر$^{-1}$) فضلا عن استخدام شاهد غير معامل لكل طراز. قيست مؤشرات نسبة وقوة وسرعة الإنبات. نُفذت التجربة وفقاً للتصميم العشوائي التام، وحُللت البيانات باستخدام تحليل التباين ثنائي الاتجاه عند مستوى معنوية 0.01.

أظهرت الطرز سلوكاً مختلفاً حسب المعاملة ومستوى الملوحة المستخدمين، إذ أشارت النتائج إلى تفوق معاملتي الـ PEG والسوربيتول في المؤشرات المدروسة لمعظم الطرز خاصة في المستويات الخفيفة من الملوحة، فيما لم تعط معاملتي الملوحة والماء لمعظم الطرز زيادة في قيم المؤشرات المدروسة. اعتماداً على هذه النتائج، يُنصح بمعاملة بذور الفليفلة قبل الزراعة بالسوربيتول أو الـ PEG عندما يكون مستوى الملح قليلا.

**الكلمات المفتاحية:** الفليفلة، الإنبات، السوربيتول.

## المقدمة.

تشكل الفليفلة (*Capsicum annum* L.) محصولاً اقتصادياً هاماً في العالم وفي سورية، إذ بلغ الإنتاج العالمي 732524 طنا من مساحة 586078 هكتارا (FAO،2018 ). فيما بلغ الإنتاج في سورية 54116 طنا من مساحة 4577 هكتارا (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2018). ازداد الطلب في السنوات الأخيرة على إنتاجها بسبب أهميتها الغذائية العالية، وأصبح هذا الإنتاج في تزايد بشكل تدريجي في العديد من دول العالم، فقد ازداد إنتاج الفليفلة الحريفة الجافة من 1.4 مليون طنا في 1980 إلى 4.6 مليون طنا في العام 2017 على مستوى العالم (FAO، 2019). تحتوي ثمار الفليفلة كميات كبيرة من فيتامين C. وتختلف محتويات فيتامين C في طرز الفليفلة فتتراوح بين 43- 247 ملغ/100 غ ثمار طازجة (Yuni وآخرون، 2013)، وقد تحتوي الثمار الطازجة حتى 340 ملغ فيتامين C في 100 غ، ويرتفع محتوى فيتامين C في ثمار الفليفلة مع تقدم نضجها.

تُعد الملوحة من أكثر الإجهادات البيئية التي تؤثر بشكل سلبي في نمو النبات في العالم (Hafsi وآخرون، 2010)، تحدث هذه الظاهرة في المساحات الجافة وشبه الجافة بسبب معدل التبخر العالي من سطح التربة، وبسبب الكميات القليلة من الهطول المطري (Dai وآخرون، 2011)، كما تزداد المساحات المتأثرة بالملوحة بسبب الري الخاطئ (Jamil وآخرون، 2011). تعمل الملوحة على إحداث إجهاداً حلولياً وسمية شاردية ونقصاً في امتصاص العناصر وعيوباً فيزيولوجية للنبات (Lin وآخرون، 2017). يؤدي الإجهاد الحلولي الناتج عن الملوحة إلى تشكيل بعض أنواع الأكسجين التفاعلية (Khan وآخرون، 2012)، التي بدورها تضرر الأغشية الخلوية وتسبب تسريباً للشوارد (Noreen وآخرون، 2009)، مما يسبب خفض إنتاج المحصول كما ونوعا (Hessini وآخرون، 2015).

تحل مشكلة الإجهاد الملحي بعدة وسائل، حيث اتجهت الأنظار نحو إتباع طرائق مجدية. تُعد طريقة معاملة البذور قبل الزراعة (Seed priming) فعالة في تحسين إنبات البذور وتحسين سلوك النبات في الحقل استجابةً لظروف الملوحة (Adnan وآخرون،2020). أظهرت دراسات عديدة التأثير الإيجابي لمعاملة البذور قبل الزراعة من حيث تحملها للملوحة في العديد من محاصيل الخضار، مثل البندورة (*Solanum lycopersicum* L.) (Pradhan وآخرون،2014) (Pradhan وPrakash،2015 ) والفليفلة الحريفة (*Capsicum annuum* var. acuminatum L.) (Khan وآخرون، 2009[a]،2009[b]) والفليفلة الحلوة (*Capsicum annuum* L.) (Aloui وآخرون، 2014).

يمكن لطريقة seed priming أن تحسن معدل الإنبات من خلال تحفيز الأيض الذي يضم تخليق البروتين والأحماض النووية وزيادة الأنزيمات وتنشيط التنفس (kubala وآخرون، 2015)، وقد استنتج العديد من العلماء أن Seed priming ترفع من تجانس ونسبة الإنبات مقارنةً مع الشاهد غير المعامل (Souguirوآخرون، 2013؛ Basra وآخرون، 2002).

وتُعد تقنية Haloprimming من تقنيات معاملة البذور، إذ تنقع البذور بمحاليل مثل NaCl وKNO3 مما يعمل على تحسين إنبات البذور، وتحسين نمو البادرة(Nawaz وآخرون،2013)، ففي دراسة حول استجابة بذور الفليفلة الحريفة للمعاملة بالجرعة المثلى من NaCl تركيز 1 ميلي مول، تم فحص عند مستويات ملوحة مختلفة 0، 3، 6،9 ديسيمنزم$^{-1}$، وذلك لتحسين قوة الإنبات وتحمل الإجهاد الملحي في بادرات الفليفلة الحريفة، وكانت المعاملة بـ NaCl فعالة في تخفيف الآثار السلبية للملوحة، إذ سجلت زيادة معنوية في نسبة وسرعة وقوة الإنبات مقارنة مع الشاهد غير المعامل (بذور غير معاملة) (Khan وآخرون، 2009).

إن تقنية Osmopriming من طرائق معاملة البذور، وهي عبارة عن نقع البذور في محاليل سكرية مثل البولي إتيلن جليكول (Polyethylene glycol: PEG) والسوربيتول (Sorbitol) والمانيتول (Mannitol)، يليها عملية التجفيف، وتحسن هذه التقنية من إنبات البذور، وأيضاً تعزز من سلوك المحاصيل بشكل عام تحت الظروف الملحية وغير الملحية (Nawaz وآخرون، 2013)، وتعمل Osmopriming على تحفيز الدورة الخلوية، فعلى سبيل المثال عُوملت بذور wild rye بـ 30 % PEG لمدة 24 ساعة نتج عن ذلك زيادة نشاط أنزيم Peroxidase، وزيادة شدة التنفس والتي أدت إلى زيادة قوة الإنبات (Jie وآخرون، 2002).

وتُشكل هذه الطريقة حلاً لمشكلة ضعف الإنبات في بذور الفليفلة (Demir وOkcu، 2004 ). اعتماداً على الذي سبق، يهدف البحث لدراسة تأثير معاملة البذور قبل الزراعة في تنشيط تحمل نبات الفليفلة للإجهاد الملحي في مرحلة الإنبات، وإلى اختيار أفضل معاملة.

## مواد البحث وطرائقه.

نُفذ هذه الدراسة في مخبر مركز البحوث الزراعية في السويداء/ الهيئة العامة للبحوث الزراعية/ سورية خلال العام 2020.

### المادة النباتية

درست سبعة طرز من الفليفلة، حصل عليها من الأصول الوراثية في الهيئة العامة للبحوث الزراعية (جدول 1).

**الجدول (1) طرز الفليفلة المستخدمة في البحث.**

| الطراز | الرمز المستخدم في البحث | الصفات |
|---|---|---|
| الطراز المحلي 10496 | 2 | الثمرة مكعبة تقريبا، الطعم حلو، اللون أخضر فاتح عند النضج الاستهلاكي وأحمر عند النضج البيولوجي. |
| الطراز المحلي 10743 | 3 | الثمرة مكعبة تقريبا، الطعم حار، واللون أخضر فاتح لامع عند النضج الاستهلاكي وأحمر عند النضج البيولوجي |
| السلالة 129 | 5 | الثمرة بلحية صغيرة، الطعم حريف جداً، اللون أخضر عند النضج الاستهلاكي وأحمر عند النضج البيولوجي |
| السلالة 110 | 8 | الثمرة متطاولة مقطعها دائري، الطعم حلو، اللون أخضر غامق عند النضج الاستهلاكي وأحمر عند النضج البيولوجي |
| الطراز المحلي قرن | 10 | الثمرة رفيعة جداً وقصيرة، الطعم حريف جداً، اللون أخضر غامق |

| الطراز | الرمز المستخدم في البحث | الصفات |
|---|---|---|
| الغزال | | عند النضج الاستهلاكي وأحمر عند النضج البيولوجي |
| الطراز المحلي الفليفلة الحلبية | 11 | الثمرة رفيعة وطويلة، الطعم حريف، اللون أخضر فاتح عند النضج الاستهلاكي وأحمر عند النضج البيولوجي |
| الطراز المحلي الفليفلة الحلوة السميكة | 12 | الثمرة عريضة مضلعة، الطعم حلو، اللون أخضر غامق عند النضج الاستهلاكي وأحمر عند النضج البيولوجي |

**طريقة المعاملة:**

عقمت 160 بذرة من كل طراز باستخدام محلول هيبوكلوريد الصوديوم بنسبة 1% مدة 3 دقائق، ثم تم غسلت مدة 5 دقائق بالماء المقطر. وقُسمت البذور إلى 4 معاملات بواقع 40 بذرة لكل معاملة، ونُقعت بذور المعاملة الأولى بالماء المقطر، والمعاملة الثانية بمحلول ملح الطعام النقي 50 ميلي مول، والمعاملة الثالثة بمحلول البولي إيتلين غلايكول 6000 بتركيز 16.7 ميلي مول، والمعاملة الرابعة بمحلول السوربيتول 250 ميلي مول مدة 24 ساعة، ثم أُزيلت البذور من محاليل النقع وغُسلت عدة مرات بالماء المقطر، حدث التجفيف على دراجة الغرفة حتى الوصول إلى الوزن قبل النقع.

**طريقة المعاملة ومرحلة الإنبات:**

بعد عملية التجفيف وضعت البذور في أطباق بتري على ورق ترشيح. بعد ذلك، تم إضافة 3.5 مل من محلول ملح Nacl النقي بعدة تراكيز (0، 2، 4، 6 غل-1)، حيث أن التركيز 0 غل-1 (ماء مقطر) (Aloui وآخرون، 2014)، كما استخدم شاهد غير معامل لكل طراز. وضعت الأطباق الأطباق في 24 مْ، ورطوبة نسبية 60% وبدورة ضوئية 16/8 (ضوء/ ظلام) مدة 17 يوماً. كررت 4 مرات وأربعة أطباق كل مكرروة10 بذور كل طبق، وعدت البذور نابتة عند خروج الجذير من غلاف البذرة بطول 2 مم (Aloui وآخرون، 2014).

**المؤشرات المدروسة:**

حسب كل من نسبة الإنبات النهائية وقوة الإنبات وسرعة الإنبات حسب المعادلات التالية:

$$\text{نسبة الإنبات النهائية (\%)} = \frac{\text{عدد البذور النابتة في نهاية الاختبار}}{\text{العدد الكلي للبذور}} \times 100$$

(Kandil وآخرون، 2012).

$$\text{سرعة الإنبات (بذرة/يوم)} = \frac{\text{عدد البذور النابتة في اليوم } n - \text{عدد البذور النابتة في اليوم}(n-1)}{\text{عدد الأيام حتى يوم القياس}}$$

(Wang وآخرون، 2010).

$$\text{قوة الإنبات} = \text{نسبة الإنبات} \times \text{الوزن الرطب للبادرات في نهاية الإختبار}$$

(Abdul-Baki وAnderson، 1973).

**التصميم والتحليل الإحصائي:**

صممت التجربة وفقاً للتصميم العشوائي التام، وحُللت البيانات باستخدام تحليل التباين ثنائي الاتجاه، على مستوى معنوية 0.01، باستخدام البرنامج الإحصائي Genstat V.12.

## النتائج والمناقشة.

**نسبة الإنبات :**

تشير الأرقام في الجدول 2 إلى حدوث التفاعل بين الطرز والمعاملات في نسبة الإنبات استجابةً لمستوى الملوحة 0 غ ل$^{-1}$، إذ أظهرت النتائج أن أفضل نسبة إنبات كانت 93.33% لكل من المعاملة المائية ومعاملة الـ PEG عند الطراز 5، والتي تفوقت بفروق معنوية عن بقية التفاعلات عدا معاملات السوربيتول للطراز 11 والشاهد للطراز 5، والملوحة للطراز 3 والشاهد والـ PEG للطراز 2. فضلا عن ذلك، لم تُسجل معاملة الـ PEG فروقاً معنوية مقارنة مع الشاهد غير المعامل في الطرز 2 و5 و10 و11 و12، فيما انخفضت بفروق معنوية في الطرازين 3 و8، كما سلكت المعاملة المائية نفس سلوك معاملة الـ PEG بالمقارنة مع الشاهد غير المعامل.، في المقابل انخفضت معاملتي الملوحة معنوياً في الطرز 2 و5 و8 و11 و12 والسوربيتول في 2 و3 و8 و12 مقارنةً مع الشاهد غير المعامل. عموماً، لم تحقق المعاملات النجاح في تحسين نسبة الإنبات استجابةً للمستوى الخالي من الملوحة في معظم الطرز، ويشار أن Oliveira وآخرون (2019) توصلوا إلى عدم وجود فروق معنوية في نسبة الإنبات بين بذور البطيخ المعاملة وغير المنقوعة في وسط خال من الملوحة، كما توصل Ocvirk وآخرون (2020) إلى عدم وجود فروق معنوية في نسبة إنبات بذور زهرة الشمس المعاملة وغير المنقوعة عند زراعتها في وسط خال من الإجهاد.

**الجدول (2) التفاعل بين الطرز والمعاملات في نسبة الإنبات استجابةً لمستوى الملوحة 0 غ لتر$^{-1}$.**

| المعاملة/الطراز | 2 | 3 | 5 | 8 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الشاهد | $^{bcde}$ 76.67 | $^{ab}$ 90.00 | $^{abc}$ 83.33 | $^{def}$ 66.67 | $^{hij}$ 46.67 | $^{def}$ 66.67 | $^{hij}$ 46.67 |
| الملوحة | $^{fghi}$ 56.67 | $^{abcd}$ 80.00 | $^{cdef}$ 70.00 | $^{jkl}$ 40.00 | $^{ghij}$ 50.00 | $^{ghij}$ 50.00 | $^{l}$ 26.67 |
| الماء | $^{cdef}$ 70.00 | $^{ijk}$ 43.33 | $^{a}$ 93.33 | $^{l}$ 26.67 | $^{jkl}$ 40.00 | $^{cdef}$ 70.00 | $^{kl}$ 30.00 |
| PEG | $^{ab}$ 90.00 | $^{efg}$ 63.33 | $^{a}$ 93.33 | $^{jkl}$ 40.00 | $^{ijk}$ 43.33 | $^{cdef}$ 70.00 | $^{fghi}$ 56.67 |
| السوربيتول | $^{ijk}$ 43.33 | $^{fgh}$ 60.00 | $^{cdef}$ 70.00 | $^{jkl}$ 40.00 | $^{jkl}$ 40.00 | $^{ab}$ 90.00 | $^{fgh}$ 60.00 |
| المتوسط | 67.33 | 67.33 | 82.00 | 42.67 | 44.00 | 69.33 | 44.00 |

تشير الأحرف المختلفة في كامل الجدول إلى وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية 1% (اختبار أقل فرق معنوي)، قيمة LSD هي 18.63 وقيمة معامل الاختلاف 14.5%، يشير اللون الرمادي إلى المرتبة الأولى، ويُشير "الشاهد" إلى الشاهد غير المعامل.

تظهر أرقام الجدول 3التفاعل بين الطرز والمعاملات قبل الزراعة في نسبة الإنبات النهائية استجابةً لمستوى الملوحة 2 غ/ ل، إذ احتلت معاملة السوربيتول (100%) المرتبة الأولى وبفروق معنوية مقارنةً مع باقي التفاعلات عدا معاملات السوربيتول في الطراز 2 والسوربيتول والـ PEG في الطراز 3 والـ PEG في الطراز 5 والسوربيتول والـ PEG في الطراز 12، وسجلت معاملة السوربيتول تفوقاً معنوياً مقارنة مع الشاهد غير المعامل في الطرز 2 و3 و5 و12، يُفسر ذلك بأن تراكم السوربيتول يرتبط بتحمل الإجهادين المائي والملحي، هو يعد من المركبات المشاركة في تحمل الملوحة (Shulaev وآخرون، 2008)، فالسوربيتول من السكريات الكحولية التي تعمل كذائبات توافقية تشارك في التعديل

الحلولي، وكمضادات لأنواع الاكسجين التفاعلية (Ashraf وFoolad، 2008 ) مما يقلل من أثرها الضار، وبالتالي يُترجم ذلك برفع التحمل تجاه الإجهاد، يُضاف إلى ذلك قدرة البذرة على امتصاص السوربيتول بسبب صغر وزنه الجزيئي مما يوفر كمية زائدة منه تستخدمه البذرة في تحمل الملوحة بوقت لاحق، كما سجلت معاملة الـ PEG تفوقاً معنوياً مقارنة مع الشاهد غير المعامل في الطرز 2 و3 و5 و11 و12، وقد توصل كل من Pradhan و(2015) Prakash، حيث بينا في دراستهما أن المعاملة بالـ PEG سببت تفوقا معنويا في نسبة الإنبات على البندورة، وعلى الرغم من إثبات فعالية المعاملة بالـ PEG في تحسين مقاييس الإنبات خاصة تجاه الإجهاد الملحي (Jisha وآخرون، 2014)، ترجع بعض الدراسات فعالية المعاملة بالـ PEG إلى تنشيط النظام المضاد للأكسدة وتوفر التعديل الحلولي والحفاظ على سلامة الغشاء الخلوي (Zhang وآخرون، 2015). في المقابل لم تُحقق معاملتي الماء والملوحة تفوقاً معنوياً مقارنة مع الشاهد غير المعامل إلا في الطرازين 3 و5 للملوحة والطرز 2 و3 و5 لمعاملة الماء.

**الجدول (3) التفاعل بين الطرز والمعاملات في نسبة الإنبات استجابةً لمستوى الملوحة 2 غ لتر$^{-1}$.**

| المعاملة/الطراز | 2 | 3 | 5 | 8 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الشاهد | $^{ghij}$46.67 | $^{hijk}$ 43.33 | $^{efghi}$ 53.33 | $^{hijk}$ 43.33 | $^{ijk}$ 40.00 | $^{ghij}$ 46.67 | $^{jkl}$ 33.33 |
| الملوحة | $^{defg}$ 63.33 | $^{cdef}$ 66.67 | $^{bcd}$ 80.00 | $^{kl}$ 26.67 | $^{jkl}$ 33.33 | $^{defg}$ 63.33 | $^{m}$ 0.00 |
| الماء | $^{bcd}$ 80.00 | $^{cde}$ 70.00 | $^{bcd}$ 80.00 | $^{lm}$ 18.75 | $^{ijk}$ 40.00 | $^{fghij}$ 50.00 | $^{m}$ 0.00 |
| PEG | $^{cde}$ 70.00 | $^{ab}$ 93.33 | $^{abc}$ 83.33 | $^{hijk}$43.33 | $^{efghi}$ 56.67 | $^{bcd}$ 80.00 | $^{abc}$ 83.33 |
| السوربيتول | $^{ab}$ 90.00 | $^{ab}$ 90.00 | $^{a}$ 100.00 | $^{efgh}$ 60.00 | $^{ijk}$ 40.00 | $^{ijk}$ 40.00 | $^{ab}$ 90.00 |
| المتوسط | 70.00 | 72.67 | 79.33 | 38.42 | 42.00 | 56.00 | 41.33 |

تشير الأحرف المختلفة في كامل الجدول إلى وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية 1% (اختبار أقل فرق معنوي)، قيمة LSD هي 19.496 وقيمة معامل الاختلاف 15.8%، يشير اللون الرمادي إلى المرتبة الأولى، ويُشير "الشاهد" إلى الشاهد غير المعامل.

يُظهر الجدول 4 التفاعل بين الطرز والمعاملات قبل الزراعة في نسبة الإنبات النهائية استجابةً لمستوى الملوحة 4 غ لتر$^{-1}$، فقد تفوقت معاملتي الماء وPEG في الطراز 5 ومعاملة الملوحة في الطراز 3 (93.33 %) بفروق معنوية مقارنة مع باقي التداخلات عدا معاملات الشاهد والملوحة والسوربيتول في الطراز5، ومعاملة PEG في الطراز3، وبالمقارنة مع الشاهد فقد حققت تفوقا معاملتي الـ PEG بفروق معنوية فقط في الطرازين 3 و12، والسوربيتول فقط في الطرازين 10 و12. يُلاحظ من هذه النتائج أنه كلما زاد المستوى الملحي المستخدم في الوسط كلما قلت فاعلية معاملات النقع، يظهر ذلك جلياً في معاملتي الـ PEG والسوربيتول اللتان سببتا تفوقاً بفروق معنوية في خمسة طرز لكل منهما (مقارنة مع الشاهد غير المعامل) استجابةً للمستوى 2 غ لتر$^{-1}$ (الجدول 3)، في حين تراجع هذا الرقم إلى طرازين فقط في المستوى 4 غ لتر$^{-1}$ قد يعود ذلك إلى انخفاض القدرة على امتصاص الماء من الوسط بسبب زيادة الملح، وإلى التسمم الشاردي الناتج عن سحب كميات إضافية من شوارد الصوديوم والكلور، وهذا يؤدي إلى تعطيل إنتاج كل من البروتينات والأحماض النووية، وإلى خفض التنفس (Mwando وآخرون، 2020) مما ينعكس سلباً على إنبات البذور، وبشكل مماثل لسلوك معاملتي الـ PEG والسوربيتول، سجلت معاملة الملوحة تفوقاً بفروق معنوية فقط في الطراز3، في حين لم تُسجل معاملة الماء أي تفوق معنوي مقارنةً مع الشاهد غير المعامل. فضلا عن ذلك فقد يلاحظ انعدام الإنبات للطراز 12 في معاملتي الملوحة والماء في المستوى 2 غ لتر$^{-1}$ أو في المستوى 6 غ لتر$^{-1}$، أو الملوحة فقط في المستوى 4 غ لتر$^{-1}$، وقد يعود ذلك إلى الطبيعة الوراثية للطراز، أو أن مدة النقع 24 ساعة كانت

أكثر من اللازم في هذا الطراز، مما أدى إلى الوصول إلى المرحلة غير العكوسة من مراحل الإنبات (نهاية الطور الثاني)، وهذا ما يؤدي إلى موت الجنين خلال التجفيف بعد النقع، وبالتالي فشل الإنبات (Lutts وآخرون، 2016).

**الجدول (4) التفاعل بين الطرز والمعاملات في نسبة الإنبات استجابةً لمستوى الملوحة 4 غ لتر$^{-1}$**

| المعاملة/ الطراز | 2 | 3 | 5 | 8 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الشاهد | cdef 60.00 | defg 53.33 | abc 76.67 | ghi 40.00 | efgh 50.00 | bcde 63.33 | hi 35.00 |
| الملوحة | bcde 63.33 | a 93.33 | a 90.00 | i 30.00 | ghi 40.00 | fghi 43.33 | j 0.00 |
| الماء | bcde 66.67 | hi 33.33 | a 93.33 | ghi 40.00 | defg 53.33 | bcde 63.33 | j 12. 50 |
| PEG | def 58.75 | ab 80.00 | a 93.33 | efgh 50.00 | hi 33.33 | bcd 70.00 | cdef 60.00 |
| السوربيتول | bcd 70.00 | bcde 63.33 | a 90.00 | ghi 40.00 | bcd 70.00 | bcd 70.00 | bcd 70.00 |
| المتوسط | 63.75 | 64.66 | 88.67 | 40.00 | 49.33 | 62.00 | 35.5 |

تشير الأحرف المختلفة في كامل الجدول إلى وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية 1% (اختبار أقل فرق معنوي)، قيمة LSD هي 16.93وقيمة معامل الاختلاف 13.6%، يشير اللون الرمادي إلى المرتبة الأولى، ويُشير "الشاهد" إلى الشاهد غير المعامل.

يُبين الجدول 5 التفاعل بين الطرز والمعاملات قبل الزراعة في نسبة الإنبات استجابةً لمستوى الملوحة 6 غ لتر$^{-1}$، فقد تفوقت معاملتي الشاهد والـ PEG (100%) في الطراز 5 بفروق معنوية مقارنة مع باقي التفاعلات عدا معاملات الماء والسوربيتول في الطرازين 2 و5 ومعاملة الشاهد في الطراز11، وبالمقارنة مع الشاهد فقد حققت تفوقا معاملتي الـ PEG بفروق معنوية في الطرازين8 و12، والسوربيتول في الطراز 12، تبين هذه النتائج استمرار تدهور معاملتي الـ PEG والسوربيتول استجابةً للمستوى الملحي الأعلى (6 غ لتر$^{-1}$)، فيما لم تُسبب معاملتي الملوحة والماء تفوقاً بفروق معنوية على الشاهد بل على العكس فقد سببتا انخفاضاً معنوياً في معظم الطرز.

**الجدول (5) التفاعل بين الطرز والمعاملات المدروسة في نسبة الإنبات النهائية استجابةً لمستوى الملوحة 6 غ لتر$^{-1}$**

| المعاملة/ الطراز | 2 | 3 | 5 | 8 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الشاهد | bcd 73.33 | defg 56.67 | a 100.00 | hi 33.33 | efg 53.33 | ab 83.33 | i 30.00 |
| الملوحة | fgh 50.00 | fgh 50.00 | cdefg 60.00 | jk 10.00 | jk 10.00 | cdef 63.33 | k 0.00 |
| الماء | ab 83.33 | defg 56.67 | ab 83.33 | ij 26.67 | hi 33.33 | cdef 63.33 | k 0.00 |
| PEG | bc 76.67 | cdef 63.33 | a 100.00 | cdef 63.33 | i 30.00 | bcde 70.00 | fgh 50.00 |
| السوربيتول | ab 83.33 | cdef 63.33 | ab 83.33 | ghi 43.33 | i 30.00 | bcde 70.00 | defg 56.67 |
| المتوسط | 73.33 | 58.00 | 85.33 | 35.33 | 31.33 | 70.00 | 27.33 |

تشير الأحرف المختلفة في كامل الجدول إلى وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية 1% (اختبار أقل فرق معنوي)، قيمة LSD هي 19.25 وقيمة معامل الاختلاف 16.4%، يشير اللون الرمادي إلى المرتبة الأولى، ويُشير "الشاهد" إلى الشاهد غير المعامل.

**قوة الإنبات:**

يُظهر الجدول 6 نتائج تحليل التباين لتأثير التفاعل بين الطرز والمعاملات قبل الزراعة في قوة الإنبات استجابةً لمستوى الملوحة 0 غ/ ل، فقد تفوقت معاملتي الماء (5202) والـ PEG (5577) في الطراز 5 بفروق معنوية مقارنةً مع باقي التفاعلات، وبالمقارنة مع الشاهد غير المعامل سُجل التفوق المعنوي لمعاملة الـ PEG في الطرز كافة، وللسوربيتول أيضاً في كافة الطرز عدا الطراز 8، وللماء في الطرز 2 و5 و10 و11، وللملوحة في الطرز 2 و3 و5 و10 و11، يدل ذلك على الأثر الإيجابي للمعاملات في قوة الإنبات خاصةً معاملتي الـ PEG والسوربيتول، ويُلاحظ من هذه النتيجة أن المعاملات قبل الزراعة كانت أكثر تأثيراً في صفة قوة الإنبات منها في نسبة الإنبات في المستوى 0 غ/ ل (الجدول 2)، وقد أشار Yan (2015) على الملفوف، الذي بيّن عدم وجود فروق معنوية في نسبة الإنبات بين المعاملات والشاهد غير المعامل في المستوى الخالي من الإجهاد، فيما سجل وجود هذه الفروق في قوة الإنبات.

**الجدول (6) التفاعل بين الطرز والمعاملات في قوة الإنبات استجابةً لمستوى الملوحة 0 غ لتر$^{-1}$**

| المعاملة/ الطراز | 2 | 3 | 5 | 8 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الشاهد | $^{nopq}$600 | $^{nopq}$686 | d 2567 | $^{klmn}$1000 | $^{pqr}$440 | $^{ijklm}$1183 | $^{mnopq}$833 |
| الملوحة | $^{ijklmn}$1041 | $^{efg}$1953 | $^{c}$3074 | $^{jklmn}$1013 | $^{lmno}$966 | $^{ghijk}$1472 | $^{mnopq}$753 |
| الماء | $^{gh}$1713 | $^{mnop}$889 | $^{a}$5202 | $^{opqr}$513 | $^{ijklmn}$1052 | $^{de}$2362 | $^{r}$82 |
| PEG | $^{ghi}$1522 | $^{def}$2222 | $^{a}$5577 | $^{hijkl}$1395 | $^{fgh}$1811 | $^{c}$3238 | $^{fgh}$1859 |
| السوربيتول | $^{hijkl}$1397 | $^{gh}$1728 | $^{b}$4123 | $^{qr}$387 | $^{ghij}$1491 | $^{b}$3797 | $^{efg}$1950 |
| المتوسط | 1254.6 | 1495.6 | 4108.6 | 861.6 | 1152 | 2410.4 | 1095.4 |

تشير الأحرف المختلفة في كامل الجدول إلى وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية 1% (اختبار أقل فرق معنوي)، قيمة LSD هي 644.2 وقيمة معامل الاختلاف 16.8%، يشير اللون الرمادي إلى المرتبة الأولى، ويُشير "الشاهد" إلى الشاهد غير المعامل.

يُظهر الجدول 7 التفاعل بين الطرز والمعاملات قبل الزراعة في قوة الإنبات استجابةً لمستوى الملوحة 2 غ/ ل، فقد تفوقت معاملة السوربيتول في الطراز 5 (3906) بفروق معنوية مقارنة مع باقي التفاعلات، وبالمقارنة مع الشاهد غير المعامل. فقد تفوقت معاملات السوربيتول بفروق معنوية في الطرز كافة، والـ PEG في الطرز كافة عدا الطراز 8، والملوحة في 2 و5 و11، والماء في الطرازين 2 و11. عموماً تُقلل المعاملة من الأثر الضار للأملاح في الوسط. ومن المثير للاهتمام أن تأثيرها في قوة الإنبات أكثر منه على نسبة الإنبات النهائية تحت ظروف الإجهاد الملحي (Chen وآخرون، 2021)، أي تُحفز المعاملة تأسيس بادرات قوية عن طريق تحسين نمو الجذور على حساب نمو السويقة مما يسبب زيادة في طول ووزن البادرة (Mirmazloum وآخرون، 2020)، وهذا يؤدي إلى زيادة قوة الإنبات استجابةً للملوحة، كما أن تعريض البذور إلى عوامل مجهدة قبل الزراعة من شأنه إطلاق مجموعة من الاستجابات الاستقلابية المؤقتة، التي تقود إلى ذاكرة إجهادية تسمح للبذور بتحمل الإجهاد بفاعلية أكبر عند التعرض له مجدداً (Gamir وآخرون، 2014)، ولكن ذلك ينطبق على المستويات الملحية المتدنية حسب النتائج في هذه الدراسة.

**الجدول (7) التفاعل بين الطرز والمعاملات المدروسة في قوة الإنبات استجابةً لمستوى الملوحة 2 غ لتر$^{-1}$**

| المعاملة/ الطراز | 2 | 3 | 5 | 8 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الشاهد | $^{opq}$431 | $^{nopq}$597 | $^{ghijk}$1451 | $^{mnop}$701 | $^{opq}$573 | $^{lmno}$782 | $^{opq}$510 |

| المعاملة/ الطراز | 2 | 3 | 5 | 8 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الملوحة | ijklm 1289 | lmno 755 | cdef 2213 | klmno 953 | klmno 952 | efgh 2016 | q 0.00 |
| الماء | fghij 1840 | klmno 859 | jklmn 1260 | pq 60 | mnop 680 | ghijk 1475 | q 0.00 |
| PEG | efghi 1931 | bc 2836 | b 3231 | klmno 1053 | efghij 1919 | bcd 2751 | defg 2098 |
| السوربيتول | cde 2520 | cdef 2353 | a 3906 | efgh 2056 | hijkl 1415 | efgh 2064 | defg 2115 |
| المتوسط | 1602.2 | 1480.0 | 2412.2 | 964.6 | 1107.8 | 1817.6 | 944.6 |

تشير الأحرف المختلفة في كامل الجدول إلى وجود فروق معنوية على مستوى معنوية 1% (اختبار أقل فرق معنوي)، قيمة LSD هي 667.6 وقيمة معامل الاختلاف 20.9%، يشير اللون الرمادي إلى المرتبة الأولى، ويُشير "الشاهد" إلى الشاهد غير المعامل.

يُظهر الجدول 8التفاعل بين الطرز والمعاملات قبل الزراعة في قوة الإنبات استجابةً لمستوى الملوحة 4 غ/ ل، فقد تفوقت معاملة السوربيتول في الطراز 5 (3767) بفروق معنوية مقارنةً مع باقي التفاعلات، كما تفوقت معاملة السوربيتول بفروق معنوية في الطرز كافة مقارنة مع الشاهد غير المعامل ومقارنةً مع معاملتي الملوحة والماء أيضاً، وبالمثل حققت تفوقا معنويا معاملة الـ PEG في الطرز كافة مقارنة مع الشاهد غير المعامل عدا الطراز 10، في حين تفوقت بفروق معنوية كل من معاملتي الملوحة والماء فقط في الطراز 2 مقارنة مع الشاهد غير المعامل. يُلاحظ من هذه النتائج استمرار معاملتي الـ PEG والسوربيتول في تنشيط قوة الإنبات رغم زيادة وجود الملح في الوسط، ويعود ذلك إلى قدرتهما على تعزيز النظام المضاد للأكسدة وعلى التعديل الحلولي كما ذُكر سابقاً (Zhang وآخرون، 2015)، بالمقابل سجل تناقص تأثير معاملتي الماء والملوحة مع ازدياد تركيز المستوى الملحي، ويُعزى ذلك إلى التسمم الشاردي الذي يؤثر سلباً في بعض العمليات الفيزيولوجية كما ذُكر آنفاً (Mwando وآخرون، 2020).

**الجدول (8) التفاعل بين الطرز والمعاملات المدروسة في قوة الإنبات استجابةً لمستوى الملوحة 4 غ ل$^{-1}$.**

| المعاملة/الطراز | 2 | 3 | 5 | 8 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الشاهد | opqr 368 | mnopq 462 | fg 1310 | klmnop 571 | klmno 633 | ghijklm 915 | nopqr 417 |
| الملوحة | hijklmno 826 | jklmno 755 | ghijklmn 875 | nopqr 420 | hijklmno 825 | klmno 703 | r 0 |
| الماء | ghijk 994 | pqr 167 | ijklmno 811 | lmnopq 529 | jklmno 722 | jklmno 799 | qr 88 |
| PEG | fgh 1275 | cde 1993 | b 3121 | fghi 1259 | jklmno 760 | c 2445 | ghijkl 960 |
| السوربيتول | de 1845 | ef 1546 | a 3767 | fghij 1167 | ef 1546 | cd 2073 | ghijk 1011 |
| المتوسط | 1061.6 | 984.6 | 1976.8 | 789.2 | 897.2 | 1387.0 | 619.0 |

تشير الأحرف المختلفة في كامل الجدول إلى وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية 1% (اختبار أقل فرق معنوي)، قيمة LSD هي 460.3 وقيمة معامل الاختلاف 19.6%.، يشير اللون الرمادي إلى المرتبة الأولى، ويُشير "الشاهد" إلى الشاهد غير المعامل.

يُظهر الجدول 9 نتائج تحليل التباين لتأثير التفاعل بين الطرز والمعاملات قبل الزراعة في قوة الإنبات استجابةً لمستوى الملوحة 6 غ لتر$^{-1}$، فقد تفوقت معاملة PEG في الطراز 5 (2775) بفروق معنوية مقارنة مع باقي التفاعلات، وتفوقت معنوياً معاملتي الـ PEG والسوربيتول في الطرز 2 و3 و5 و8 و11 بالمقارنة مع الشاهد غير المعامل

وبالمقارنة مع معاملتي الماء والملوحة أيضاً، في حين سببت معاملتي الملوحة والماء تخفيضاً معنوياً في معظم الطرز مقارنةً مع الشاهد غير المعامل.

**الجدول (9) التفاعل بين الطرز والمعاملات المدروسة في قوة الإنبات استجابةً لمستوى الملوحة 6 غ ل$^{-1}$**

| المعاملة/ الطراز | 2 | 3 | 5 | 8 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الشاهد | klmno223.3 | klmno200.0 | ghi700.0 | ijklm401.7 | hij544.4 | fg1000.0 | jklmno250.0 |
| الملوحة | klmno218.8 | no81.3 | lmno132.0 | jklmno265.0 | mno90.0 | gh780.0 | o0.0 |
| الماء | ijkl440.5 | mno109.3 | jklmn380.5 | jklmn326.7 | lmno138.9 | ijkl433.3 | o0.0 |
| PEG | def1217.1 | ef1111.7 | a2775.0 | c1563.3 | hijk502.5 | b1928.8 | jklmno243.8 |
| السوربيتول | def1234.8 | fg954.4 | cd1467.1 | ef1140.0 | hijk472.5 | cde1387.7 | jklmn380.0 |
| المتوسط | 666.9 | 491.34 | 1090.92 | 739.34 | 349.66 | 1105.96 | 174.76 |

تشير الأحرف المختلفة في كامل الجدول إلى وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية 1% (اختبار أقل فرق معنوي)، قيمة LSD هي 318.2 وقيمة معامل الاختلاف 22.3%، يشير اللون الرمادي إلى المرتبة الأولى، ويُشير "الشاهد" إلى الشاهد غير المعامل.

**سرعة الإنبات:**

يُظهر الجدول 10 نتائج تحليل التباين لتأثير التفاعل بين الطرز والمعاملات قبل الزراعة في سرعة الإنبات استجابةً لمستوى الملوحة 0 غ لتر$^{-1}$، فقد تفوقت معاملة الشاهد في الطراز 5 (0.5833 بذرة/ يوم) بفروق معنوية مقارنةً مع باقي التداخلات عدا معاملات الماء وPEG في الطراز 5 ومعاملة الشاهد في الطراز 2، وبالمقارنة مع الشاهد غير المعامل سُجل الانخفاض المعنوي في معاملات السوربيتول في الطرز 2 و3 و5 و8 و10، والـ PEG في الطرز 3 و8 و10 و11، والماء في الطرز كافة عدا الطراز 5، والملوحة في الطرز 2 و5 و8 و11 و12. في دراسة حول نبات البرسيم لم تسجل فروق معنويةً بين المعاملة والشاهد من قبل Mouradi وآخرون (2016).

**الجدول (10) التفاعل بين الطرز والمعاملات في سرعة الإنبات استجابةً لمستوى الملوحة 0 غ ل$^{-1}$.**

| المعاملة/ الطراز | 2 | 3 | 5 | 8 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الشاهد | abc0.5208 | bcde0.4762 | a0.5833 | cdef0.4375 | ghi0.3244 | bcde0.4762 | ghij0.3155 |
| الملوحة | ghij0.3170 | def0.4196 | fg0.3884 | kl0.2098 | hijk0.2723 | hijk0.2768 | l0.1384 |
| الماء | efg0.3929 | ijk0.2411 | ab0.5312 | l0.1384 | kl0.2143 | fg0.3884 | l0.1339 |
| PEG | bcd0.4955 | fgh0.3571 | ab0.5357 | kl0.2054 | jk0.2321 | fg0.3884 | ghij0.3170 |
| السوربيتول | ijk0.2500 | fgh0.3571 | efg0.3929 | kl0.1964 | kl0.2054 | bcd0.4911 | fgh0.3527 |
| المتوسط | 0.3952 | 0.1428 | 0.4863 | 0.2375 | 0.2497 | 0.4041 | 0.2515 |

تشير الأحرف المختلفة في كامل الجدول إلى وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية 1% (اختبار أقل فرق معنوي)، قيمة LSD هي 0.112 وقيمة معامل الاختلاف15.3%، يشير اللون الرمادي إلى المرتبة الأولى، ويُشير "الشاهد" إلى الشاهد غير المعامل.

يُظهر الجدول 11نتائج تحليل التباين لتأثير التفاعل بين الطرز والمعاملات قبل الزراعة في سرعة الإنبات استجابةً لمستوى الملوحة 2 غ لتر$^{-1}$، فقد حققت معاملة السوربيتول في الطراز 5 (0.5714 بذرة/يوم) تفوقا معنويا مقارنة مع باقي التفاعلات عدا معاملتي الـ PEG في الطرز 3 و5 و11 و12 والسوربيتول في الطرز2 و3 و12، وبينت النتائج التفوق المعنوي لمعاملتي السوربيتول في الطرز 2 و3 و5 و12 والـ PEG في الطرز 3 و11 و12 مقارنةً مع الشاهد غير المعامل، فيما لم تُسبب معاملتي الماء والملوحة تفوقاً معنوياً في معظم الطرز، وقد يعود السبب في ذلك إلى التحلل البطيء لمركبات الإندوسبرم أو إلى انتقالها البطيء مما يُسبب تراجعاً في سرعة الإنبات (Hamidi وSafarnejad، 2010).

**الجدول (11) التفاعل بين الطرز والمعاملات في سرعة الإنبات استجابةً لمستوى الملوحة 2 غ ل$^{-1}$**

| المعاملة/ الطراز | 2 | 3 | 5 | 8 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الشاهد | defgh 0.3521 | fghij 0.3083 | cdef 0.3938 | fghij 0.3083 | hijkl 0.2458 | efghi 0.3271 | jklm 0.2063 |
| الملوحة | efgh 0.3393 | cdefg 0.3884 | cdef 0.4196 | lm 0.1384 | klm 0.1741 | efgh 0.3438 | n 0.0000 |
| الماء | bcde 0.4241 | cdef 0.3929 | bcde 0.4241 | mn 0.1027 | jklm 0.2098 | ghijk 0.2768 | n 0.0000 |
| PEG | cdef 0.3929 | ab 0.5357 | abcd 0.4643 | hijkl 0.2455 | fghij 0.3080 | abcd 0.4643 | abcd 0.4598 |
| السوربيتول | abc 0.4955 | abc 0.5000 | a 0.5714 | fghij 0.3080 | ijklm 0.2143 | ijklm 0.2143 | abc 0.4866 |
| المتوسط | 0.4007 | 0.4250 | 0.4546 | 0.2205 | 0.2304 | 0.3252 | 0.2305 |

تشير الأحرف المختلفة في كامل الجدول إلى وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية 1% (اختبار أقل فرق معنوي)، قيمة LSD هي 0.1148 وقيمة معامل الاختلاف 16.2%، يشير اللون الرمادي إلى المرتبة الأولى، ويُشير "الشاهد" إلى الشاهد غير المعامل.

يُظهر الجدول 12 التفاعل بين الطرز والمعاملات قبل الزراعة في سرعة الإنبات استجابةً لمستوى الملوحة 4 غ لتر$^{-1}$، فقد تفوقت معاملة PEG في الطراز 5 (0.5357 بذرة/يوم) بفروق معنوية مقارنةً مع باقي التفاعلات عدا معاملات السوربيتول والماء والملوحة والشاهد في الطراز 5 ومعاملة الملوحة في الطراز 3، وبالمقارنة مع الشاهد غير المعامل لُوحظ الزيادة المعنوية لمعاملات السوربيتول فقط في الطراز 12، والـ PEG فقط في الطرازين 3 و12، والملوحة فقط في الطراز 3، في المقابل لم تُسجل معاملة الماء أي تفوق معنوي مقارنة مع الشاهد.

**الجدول (12) التفاعل بين الطرز والمعاملات في سرعة الإنبات استجابةً لمستوى الملوحة 4 غ ل$^{-1}$**

| المعاملة/ الطراز | 2 | 3 | 5 | 8 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الشاهد | cdef 0.4275 | fghijk 0.3521 | a 0.5496 | klmno 0.2598 | hijklm 0.2985 | bcde 0.4552 | mnop 0.2073 |

| المعاملة/ الطراز | 2 | 3 | 5 | 8 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الملوحة | fghijk 0.3482 | abc 0.5179 | abcd 0.4866 | pq 0.1339 | mnop 0.2054 | lmno 0.2411 | r 0.0000 |
| الماء | efghi 0.3795 | op 0.1741 | abc 0.5179 | mnop 0.2054 | jklmn 0.2768 | fghijk 0.3393 | qr 0.0670 |
| PEG | ghijkl 0.3214 | cdef 0.4241 | ab 0.5357 | ijklmn 0.2857 | op 0.1741 | efgh 0.3884 | fghijk 0.3527 |
| السوربيتول | defg 0.3929 | fghij 0.3571 | abc 0.5000 | nop 0.2009 | efgh 0.3884 | efgh 0.3884 | efgh 0.3884 |
| المتوسط | 0.3739 | 0.3650 | 0.5179 | 0.2171 | 0.2686 | 0.3624 | 0.2030 |

تشير الأحرف المختلفة في كامل الجدول إلى وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية 1% (اختبار أقل فرق معنوي)، قيمة LSD هي 0.0938 وقيمة معامل الاختلاف 13.2%، يشير اللون الرمادي إلى المرتبة الأولى، ويُشير "الشاهد" إلى الشاهد غير المعامل.

يُظهر الجدول (13) التفاعل بين الطرز والمعاملات في سرعة الإنبات استجابةً لمستوى الملوحة 6 غ/ ل، فقد تفوقت معاملة الشاهد في الطراز 5 (0.7054 بذرة/يوم) بفروق معنوية مقارنة مع التفاعلات كافة. بالمقارنة مع الشاهد غير المعامل، لُوحظ التفوق المعنوي لمعاملتي السوربيتول فقط في الطراز 12، والـ PEG فقط في الطراز 3، وعلى العكس من ذلك سببت معاملتي الملوحة والماء انخفاضاً معنوياً في معظم الطرز. عموماً تشير النتائج إلى انخفاض سرعة الإنبات بزيادة المستوى الملحي، وقد يعود السبب في ذلك إلى أن الإجهاد الملحي في مرحلة الإنبات يعمل على تخفيض نسبة وسرعة وقوة إنبات البذور، بواسطة تخفيض الماء الميسر في الوسط نتيجة زيادة تركيز شوارد Na+ وCl- وبالتالي قلة امتصاص البذور للماء مؤدياً ذلك إلى عدم تبكير عملية الإنبات (Jamil وآخرون،2006) فضلا عن تأثير سمية الشوارد الممتصة من قبل البادرة أو البذرة، كما يعمل الإجهاد الملحي على تعطيل مجموعة من الأنظمة الأنزيمية اللازمة لإنبات البذور(Khemiri وآخرون،2004).

**الجدول (13) التفاعل بين الطرز والمعاملات في سرعة الإنبات استجابةً لمستوى الملوحة 6 غ لتر$^{-1}$.**

| المعاملة/ الطراز | 2 | 3 | 5 | 8 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الشاهد | bcd 0.5030 | defghij 0.3958 | a 0.7054 | mnop 0.2113 | fghijk 0.3512 | b 0.5833 | nop 0.2083 |
| الملوحة | klmno 0.2723 | klmno 0.2723 | ghijkl 0.3437 | qr 0.0625 | qr 0.0625 | hijkl 0.3393 | r 0.0000 |
| الماء | defgh 0.4509 | jklmn 0.3125 | defg 0.4554 | pq 0.1250 | opq 0.1741 | hijkl 0.3393 | r 0.0000 |
| PEG | defghi 0.4286 | efghijk 0.3527 | bc 0.5714 | fghijkl 0.3482 | pq 0.1429 | defghij 0.3929 | jklmno 0.2857 |
| السوربيتول | cdef 0.4598 | efghijk 0.3527 | cde 0.4643 | lmnop 0.2366 | pq 0.1429 | efghijk 0.3750 | ijklm 0.3214 |
| المتوسط | 0.4229 | 0.0072 | 0.5080 | 0.1967 | 0.1747 | 0.4059 | 0.1630 |

تشير الأحرف المختلفة في كامل الجدول إلى وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية 1% (اختبار أقل فرق معنوي)، قيمة LSD هي 0.11295 وقيمة معامل الاختلاف 16.5%، يشير اللون الرمادي إلى المرتبة الأولى، ويُشير "الشاهد" إلى الشاهد غير المعامل.

**الاستنتاجات**

- نجاح معاملتي الـ PEG والسوربيتول في المؤشرات المدروسة خاصةً في مستويات الملوحة المنخفضة.
- لم تحقق المؤشرات المدروسة النجاح مع ارتفاع مستوى الملوحة في صفتي نسبة الإنبات وسرعة الإنبات.
- اختلاف سلوك الطرز تجاه الإجهاد الملحي وتجاه معاملات النقع.

## التوصيات.

- يُنصح باستعمال مادتي PEG والسوربيتول في المعاملات البذرية للتغلب على مشكلة الملوحة ذات المستويات القليلة، إذ عملت هذه المعاملات على تسريع الإنبات وزيادة نسبة الإنبات وزيادة قوة الإنبات في أغلب الطرز المدروسة.

**أولاً- المراجع بالعربية:**

- المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية (2018). قسم الإحصاء، مديرية الإحصاء والتخطيط، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، دمشق، سورية.

**ثانياً- المراجع بالإنجليزية:**

- Abdul-Baki, A.A and J.D. Anderson.1973. Vigour deterioration of soybean seeds by multiple criteria. Crop Sci., 13: 630-633.
- Adnan, M., H. Abd-ur-Rahman, M. Asif, M. Hussain, H.M. Bilal, M. Adnan, F. Ur-Rehman, S. Ahmad and M. Khalid. 2020. "Seed Priming; An Effective Way to Improve Plant Growth". EC Agriculture, 6 (6): 1-5.
- Aloui, H., M. Souguir, S. Latique and C. Hannachi. 2014. Germination and growth in control and primed seeds of pepper as affected by salt stress. Cercetari Agronomice in Moldova, 47: 83-95.
- Ashraf, M. and M. R. Foolad.2007. "Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance," Environmental and Experimental Botany, 59(2): 206–216.
- Basra, S.M.A., M.N.Zia, T. Mahmood, I. Afzal and A. Khaliq. 2002. Comparison of different invigoration techniques in wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds. Pak. J. Arid. Agric., 5: 11-16.
- Bewleyl, J.D.1997. Seed germination and dormancy. Plant Cell, 9: 1055–1066.
- Chen,X., R. Zhang, Y.Xing, B. Jiang, B.Li, X. Xu.2021. The efficacy of different seed priming agents for promoting sorghum germination under salt stress. Plos One, 16(1): e0245505. https://doi.org/10.1371/journal. pone.0245505
- Dai, X., Z. Huo and H. Wang. 2011. Simulation for response of crop yield to soil moisture and salinity with artificial neural network. Field Crop Res., 121: 441–449.
- Demir, I. and G. Okcu. 2004. Aerated hydration treatment for improved germination and seedling growth in aubergine (*Solanum melongena*) and pepper (*Capsicum annuum*). Ann. Appl. Biol., 144: 121–123.

- FAO, Food and Agriculture Organization.2018.Seen at 25/2/2020 at FAOSATAT http://www.fao.org/faostat/en/#compare.
- FAO, Food and Agriculture Organization.2019.Seen at 25/2/2020 at FAOSATAT http://www.fao.org/faostat/en/#compare.
- Gamir, J., P.Sánchez-Bel and V. Flors.2014.Molecular and physiological stages of priming: how plants prepare for environmental challenges. Plant Cell Reports,33:1935-1949.
- Hafsi, C., M. Romero-Puertas, D.K. Gupta, L.A.D. Rio, L.M Sandalio and C. Abdelly.2010.Moderate salinity enhances the antioxidative response in the halophyte *Hordeum maritimum* L. under potassium deficiency. Environ. Exp. Bot., 69: 129–136.
- Hamidi, H., and A. Safarnejad. 2010.Effect of drought stress on alfalfa cultivars *(Medicago sativa* L.) in germination stage. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, 8(6):705-709.
- Hessini, K., S. Ferchichi, S.B. Youssef, K.H. Werner and C. Cruz. 2015. How does salinity duration affect growth and productivity of cultivated barley? Agron. J., 107: 174–180.
- Jamil, A., S. Riaz, M.Ashraf and M.R. Foolad.2011. Gene expression profiling of plants under salt stress. Crit. Rev. Plant Sci., 30: 435–458.
- Jamil, M., D.B. Lee, K.Y. Jung, M. Ashraf, S. C. Lee and E.S. Rha.2006.Effect of salt stress (NaCl) on germination and early seedling growth of four vegetables species. The Journal of Central European Agriculture, 7: 273-282.
- Jie, L., L.G. She, O.D. Mei, L. Fang and W. E. Hua.2002. Effect of PEG on germination and active oxygen metabolism in wild rye (Leymu.7 chinensis) seeds. Acta Prata culturaeSinica,11 :59-64.
- Jisha,K., K.Vijayakumari and J.T. Puthur.2013. Seed priming for abiotic stress tolerance: an overview. Acta Physiologiae Plantarum, 35(5):1381–1396.
- Kandil, A.A., A.E. Sharief and S.R.H. Ahmed. 2012. Germination and seedling growth of some chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.) under salinity stress. Journal of Basic and Applied Sciences, 8: 561-571.
- Khan, H.A., C.M. Ayub, M.A. Pervez, R.M. Bilal, M.A. Shahid and K.Ziaf. 2009[a]. Effect of seed priming with NaCl on salinity tolerance of hot pepper *(Capsicum annuum* L.) at seedling stage. Soil Environ., 28(1): 81-87.
- Khan, H.A., M.A. Pervez, C.M. Ayub, K. Ziaf, R.M. Bilal and M.A. Shahid. 2009[b]. Hormonal priming alleviates salt stress in hot pepper (*Capsicum annuum* L.). Soil Environ., 28: 130-5.
- Khan, M.I.R., N. Iqbal, A. Masood and N.A. Khan.2012[b].Variation in salt tolerance of wheat cultivars: Role of glycinebetaine and ethylene. Pedosphere, 22: 746–754.
- Khemiri, H., H. Belguith, T. Jridi, M. Ben El Arbi and J. Ben Hamida. 2004. Biochemical characterization of an active amylase during germination process of rape seed (*Brassica napus* L.). Enzymology and metabolism (pp. 146-149). International Congress of Biochemistry, Marrakech, May 3-6.

- Kubala,S., M.Garnczarska, L. Wojtyla, A. Clippe, A. Kosmala, A. Żmieńko, S. Lutts and M. Quinet. 2015.Deciphering priming-induced improvement of rape seed (*Brassica napus* L.) germination through an integrated transcriptomic and proteomic approach. Plant Science, 231: 94-113.
- Lin, J., Y. Wang, S. Sun, C. Mu and X. Yan. 2017. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on the growth, photosynthesis and photosynthetic pigments of *Leymus chinensis* seedlings under salt-alkali stress and nitrogen deposition. Sci. Total Environ., 576: 234–241.
- Liu, Q., H.W.M. Hilhorst, S.P.C. Groot and R.J. Bino. 1997. Amounts of nuclear DNA and internal morphology of gibberellin- and abscisic acid-deficient tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) seeds during maturation, imbibition and germination. Ann. Bot., 79: 161-168.
- Lutts, S., P.Benincasa, L. Wojtyla, S. Kubala and R. Pace.2016. Seed priming: new comprehensive approaches for an old empirical technique. In: Susana Araujo and Alma Balestrazzi, New Challenges in Seed Biology - Basic and Translational Research Driving Seed Technology, InTech, p: 1-49 http://hdl.handle.net/2078.1/177458 DOI : 10. 5772/64420.
- Mirmazloum, I., K. Attila, É. Erdélyi, M. Ladányi, É. Z. Németh and P. Radácsi.2020. The Effect of Osmopriming on Seed Germination and Early Seedling Characteristics of Carum carvi L. Agriculture, 10, 94; doi:10.3390/agriculture10040094
- Mouradi, M., A. Bouizgaren, M. Farissi, B. Makoudi, A. Kabbadj, A.A. Very, H. Sentenac, A. Qaddoury and C. Ghoulam.2016. Osmopriming improves seeds germination, growth, antioxidant responses and membrane stability during early stage of Moroccan alfalfa populations under water deficit. Chilean Journal of Agricultural Research, 76(3): 265-272.
- Mwando, E., Y. Han, T.T. Angessa, G. Zhou, C.B. Hill and X.Q Zhang.2020. Genome-wide association study of salinity tolerance during germination in barley (Hordeum vulgare L.). Frontiers in Plant Science, 11:118
- Nawaz, J., M. Hussain, A. Jabbar, G. A.Nadeem, M.Sajid, M. Subtain, and I.Shabbir.2013. Seed Priming A Technique. Intl J. Agri Crop. Sci., 6 (20): 1373-1381
- Noreen, S., M. Ashraf, M. Hussain and A. Jamil. 2009. Exogenous application of salicylic acid enhances antioxidative capacity in salt stressed sunflower *(Helianthus annuus* L.*)* plants. Pak. J. Bot., 41: 473–479.
- Ocvirk,D., M. Špoljarevi, M. Kristi, J. T. Hancock, T. Tekli and M. Lisjak.2020.The effects of seed priming with sodium hydrosulphide ondrought tolerance of sunflower (*Helianthus annuus* L.) ingermination and early growth. Annals of Applied Biology, DOI: 10.1111/aa b.12658.
- Oliveira, C.E.S., F. Steiner, A. M. Zuffo, T. Zoz, C. Z. Alves and V.C. B. Aguiar. 2019. Seed priming improves the germination and growth rate of melon seedlings under saline stress. Ciência Rural, Santa Maria, 49:07, e20180588.

- Pradhan, N. and P. Prakash.2015. Seed priming in tomato (Effect of osmopriming with PEG6000 on salt tolerance of tomato genotypes). LAP LAMBERT Academic Puplishing, pp: 1-113.
- Pradhan, N., P. Prakash, S.K. Tiwari, C. Manimurugan, R.P. Sharma and P.M. Singh. 2014. Osmopriming of tomato genotypes with polyethylene glycol 6000 induces tolerance to salinity stress. Trends Biosci., 7: 4412-4417.
- Shulaev, V., D. Cortes, G. Miller and R. Mittler.2008. "Metabolomics for plant stress response," Physiologia Plantarum, 132(2): 199–208.
- Souguir,M., F. Hassiba and C. Hannachi.2013.Effect of NaCl priming on seed germination of Tunisian fenugreek (*Trigonella foenumgraecum* L.) under salinity conditions. Journal of Stress Physiology & Biochemistry, 9(2), 86-96
- Wang, Z.F., J.F. Wang, Y.M. Bao, F.H. Wang and H.S. Zhang.2010. Quantitative trait loci analysis for rice seed vigor during the germination stage. J. Zhejiang Univ. Sci. B., 11: 958–964.
- Yan, M.2015. Seed priming stimulate germination and early seedling growth of Chinese cabbage under drought stress./ South African Journal of Botany, 99: 88–92.
- Yuni,W., B.Ana-Rosa, S.Enny, B. J. Rao ul, and B.G. Arna ud. 2013. Secondary metabolites of Capsicum species and their importance in the human diet. Journal of Natural Products, (76): 783–793
- Zhang, F., J. Yu, C.R. Johnston, Y. Wang, K.Zhu and F. Lu.2015. Seed Priming with Polyethylene Glycol Induces Physiological Changes in Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) Seedlings under Suboptimal Soil Moisture Environments. PLOS ONE 10(10): e0140620. doi:10.1371/ journal. pone.0140620.