

تأثير فترات النقع بالماء ومستويات الملوحة على إنبات بذور نبات الحناء (*Lawsoina Inermis L.*)

خالد علي الحكيمي*، عبد الله حمود عبد الله الحاج، إسماعيل محمد المصنف، احمد سامي احمد عوضان، بكر ناجي حسن عبد الله، صهيب شرف غالب هائل، رحاب خالد نعمان الأصبجي

قسم الإنتاج النباتي. كلية الزراعة وعلوم الأغذية. جامعة إب. الجمهورية اليمنية

<https://doi.org/10.47372/uajnas.2025.n2.a01>

المخلص	مفاتيح البحث
أجريت التجربة لدراسة تأثير فترات النقع بالماء والري بمحلول كلوريد الصوديوم NaCl على إنبات بذور نبات الحناء <i>Lawsoina inermis L.</i> حيث استخدمت ثلاث فترات من النقع بالماء المقطر (12 - 24 - 36 ساعة) مع تبديل الماء المقطر كل 12 ساعة مع الشاهد (بدون نقع) وكذلك تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم هي (0.05 - 0.1 - 0.15 مول / لتر) مقارنة بالشاهد (ماء مقطر). تم قياس مؤشرات مختلفة من مقاييس الإنبات، وصممت التجربة حسب تصميم القطاعات المنسقة لمرة واحدة وبثلاثة مكررات. أظهرت النتائج وجود فروق معنوية لمعاملات النقع والتراكيز الملحية في صفات عدد الأيام حتى أول إنبات، وعدد الأيام حتى 50% إنبات، وسرعة الإنبات، ومتوسط وقت الإنبات، ذروة الإنبات، النسبة المئوية للإنبات، بينما لم تظهر فروق معنوية لصفتي تجانس الإنبات وقوة الإنبات. ولم تصل الفروق في التداخل بين النقع ومستويات الملوحة إلى حد المعنوية لجميع الصفات المدروسة. وأشارت النتائج إلى أن عدد الأيام حتى أول إنبات وعدد الأيام حتى 50% إنبات قلت بزيادة فترة النقع بالماء لمدة 36 ساعة تلتها معاملة 24 ساعة والمعاملة 12 ساعة مقارنة بالشاهد، بينما زادت سرعة الإنبات بزيادة فترة النقع بالماء. كما تفوقت معنويًا معاملة النقع لمدة 36 ساعة لصفة نسبة الإنبات على بقية المعاملات.	التسليم : 2025 / 12 / 17 القبول : 2026 / 02 / 26 كلمات مفتاحية : النقع بالماء، الري بمحلول ملحي، إنبات البذور، نبات الحناء.

1. المقدمة

ويزرع نبات الحناء في الجمهورية اليمنية في مناطق تهامة في محافظتي الحديدة وحجة، وبعض مناطق محافظة تعز [4].

ومن بين مراحل دورة حياة النبات، يُعدّ ظهور البادرات وإنبات البذور من العمليات الأساسية في نمو النباتات وبقائها. وتُعدّ مرحلة الإنبات من أهم مراحل نمو النبات، إذ تُحدد هذه المرحلة نشأة النباتات وقدرتها على تحمل الظروف المعاكسة وأدائها النهائي [5,6].

تعدّ الملوحة في المناطق الجافة وشبه الجافة إحدى أهم المشاكل التي تؤثر سلباً في نمو وتطور النبات لاسيما في مرحلة الإنبات ونمو البادرة. ويعتبر الإجهاد الملحي من أهم المشكلات التي تواجه التوسع الزراعي نتيجة التزايد المستمر لنسبة الأراضي المتأثرة بالأملاح لاسيما في المناطق المروية بسبب الاستخدام المفرط لمياه الري وعدم تنظيم شبكات الصرف فيها. وقد أوضحت الدراسات أن أكثر من 19.5% من الأراضي المروية قد تأثر بمشكلة الملوحة [7]. يؤدي الإنبات العالي والسريع والمتجانس إلى التأسيس الحقل الجيد [8]، إلا أن الإجهاد الملحي يعيق ذلك كونه أحد أهم الإجهادات الفسيولوجية التي تؤثر في إنبات البذور ونمو البادرة والذي بدوره يؤثر في مراحل النمو اللاحقة نتيجة تجمع أو تراكم الأملاح الذائبة بدرجة تفوق معدلاتها في التربة مما يؤدي إلى تثبيط الإنبات

يعتبر نبات الحناء *Lawsonia inermis L.* أحد نباتات العائلة الحنائية **Lythraceae** وهو نبات شجيري معمر، ذو ساق قائمة متفرعة يصل ارتفاعها 1-4 م وأوراقها ذات أعناق قصيرة كاملة وحادة القمة وبيضاوية الشكل إهليجية. يستخدم نبات الحناء منذ أكثر من 9000 سنة، حيث ينتج من أوراقه الصباغ الطبيعي المستخدم لأغراض الزينة، ويعد أيضاً من النباتات الطبية والعطرية إذ تستخدم أوراقه، أزهاره، بذوره، قشور الساق والجذور في الطب الشعبي لعلاج العديد من الأمراض مثل الصداع، قرحة المعدة، الإسهالات، التهاب المفاصل، الجذام، الحمى، السكري وأمراض القلب. وتوجد زراعته في المناطق الاستوائية الحارة والجافة، حيث ينتج مستويات مرتفعة من الصباغ في درجات حرارة 35 - 45 درجة مئوية [1,2,3]. كما يعتبر واحداً من المحاصيل النقدية التي تدخل في كثير من الصناعات مثل صناعة الشامبو ودباغة الجلود، كما يستفاد من مخلفاته في صناعة السلالات والمكانس [4]. وتشتهر زراعة الحناء في المناطق اليمنية ومنها وادي حضرموت، وتوجد زراعته في أشهر الصيف (أبريل - يونيو). والحناء من النباتات التي تتحمل الجفاف والملوحة، وقد بلغت صادرات منتج الحناء من محافظة حضرموت خلال الفترة 2007 - 2011 م حوالي 2332.7 طن.

* Correspondence to: Ibb University- Yemen

E-mail address: k_alhakimi@yahoo.com

نتيجة التأثير السلبي لامتناسص الماء من الجذور ودخول الأيونات بكميات لا تتناسب وحاجة الخلية فتؤثر في العمليات الحيوية فيها [9].

2. مواد وطرائق البحث :

كذلك أن تحمل الملوحة في مرحلة الإنبات هي عامل مهم لأن الملوحة غالباً ما تكون في الطبقة السطحية من التربة [10,11].

كما تعد الملوحة احد اهم المشاكل البيئية التي تؤثر في إنتاج المحاصيل في المناطق الجافة وشبه الجافة على مستوى العالم [12]. وينتج عن زيادة كلوريد الصوديوم في مهد البذور قلة امتصاصها للماء وإجهادها وحدث السمية الأيونية وتأخير الإنبات والبزوغ وسرعتهم وتثبيط نمو البادرات، إذ يؤثر الإجهاد الملحي في كل العمليات ذات الصلة بامتصاص المغذيات وتطور الجنين [9]. وقد أظهرت دراسة [13] والتي شملت إنبات ستة محاصيل خضر (البقدونس، نبات حب الرشاد، القرنبيط، الكرفس، السبانخ، السلق السويسري) تحت ستة مستويات مسـتـويـات من الإجهاد الملحي 0، 0.6، 1.75، 2.9، 3.9، 4.9 dS/m أن هناك اختلافاً معنوياً في سرعة الإنبات لأغلب محاصيل الخضر المدروسة، حيث انخفضت سرعة الإنبات في الكرفس والقرنبيط عند التراكيز 0.6، 3.9، 4.9 dS/m، بينما انخفضت سرعة الإنبات في البقدونس والسلق وحب الرشاد عند التراكيز 4.9 dS/m بينما لم تظهر بذور السبانخ فروق معنوية في سرعة الإنبات، أما نسبة الإنبات، فقد كانت هناك فروقاً معنوية للكرفس في جميع التراكيز الملحية، ولبذور السبانخ والقرنبيط كانت نسبة الإنبات عالية عند المستويين [3.9،

4.9 (dS/m)] ولبذور البقدونس عند التراكيز [2.9، 3.9، 4.9 (dS/m)] ، ولبذور نبات حب الرشاد عند التركيز 1.75 dS/m. إن زيادة تركيز الملوحة عن 2.21 مول عملت على تثبيط إنبات بذور البقدونس [14]. كما وجد [15] أن إنبات البذور لمجموعة من المحاصيل الحقلية (الشعير، القمح، البرسيم، دوار الشمس) تحت إجهاد ملوحة (0، 500، 1000، 2000، 3000، 4000، 5000، 6000 ppm) قللت من نسبة الإنبات، كما أظهرت الدراسات وجود علاقة عكسية بين الملوحة والإنبات في النباتات المختلفة [16,17,18,19]. وفي دراسة لاستكشاف مدى تحمل الطرز الوراثية للफल الحار المحلي للإجهاد الملحي استخدمت مستويات ملوحة (0، 50، 100، 150، 200، 250 مل مولار/ لتر) أن ارتفاع مستويات الملوحة أدى إلى انخفاض معنوي كبير في نسبة الإنبات، حيث انخفضت من $88.89 \pm 2.68\%$ تحت 0 mM إلى $4.90 \pm 62.22\%$ عند (250 mM) وقد قدر هذا الانخفاض بحوالي -0.118% لكل واحد mM إضافي من كلوريد الصوديوم [20]. إن نقع البذور يعتبر إحدى استراتيجيات المعاملات ما قبل الزراعة للتأثير على نمو وتطور الشتلات من خلال تعديل النشاط الأيضي قبل الإنبات وقبل ظهور الجذور، ويعزز بشكل عام معدل الإنبات وأداء النبات [21,22,23]. وقد درس [6] عدة معاملات لكسر السكون وزيادة نسبة الإنبات، منها النقع بالماء لمدة 17 ساعة، حيث أظهرت تقوفاً بنسبة الإنبات مقارنة بالبذور الغير منقوعة. كما وجد [24] أن النقع بالماء لمدة 12 ساعة و 24 ساعة كان له تأثير على كسر السكون وزيادة نسبة الإنبات. كما أن نقع بذور المحاصيل وخاصة الخضروات والحشائش ذات البذور الصغيرة أثبتت فاعلية في زيادة صفات الإنبات لديها [25]. وأشار [26] والذي درس تأثير مستويات الملوحة والنقع بالماء على نبات الشيهباء *Lallemantia* إلى أن النقع بالماء يمكن أن يزيد من المقاومة الفيزيولوجية للبذور تجاه الظروف المعاكسة ومنها الملوحة. كما تعد هذه التقنية إحدى الطرق الفعالة لتقليل وتعديل الأضرار الناتجة عن الإجهاد الملحي، مما يتيح لها أن تلعب دوراً في العمليات الفسيولوجية المتعلقة بالمرحلة الأولى للإنبات وظهور الجذور.

وفي دراسة أجراها [27] على نبات النيجر (الغزنية الحبشية) *Guizotia abyssinica* بنقع البذور بالماء لمدة 6 ساعات وتراكيز 0، 25، 50، 100، 150 مل مولار/لتر من ملح كلوريد الصوديوم، أظهر وجود فروق معنوية على الصفات المدروسة، مع عدم وجود تأثير معنوي للتداخل بين النقع بالماء والتراكيز الملحية. وتهدف هذه الدراسة إلى معرفة تأثير فترات النقع بالماء ومستويات الملوحة والتداخل بينهما على كفاءة إنبات بذور الحناء.

تم الحصول على بذور الحناء من محافظة حضرموت (غيل باوزير) من محصول العام 2020م، أجريت التجربة في معمل الإنتاج النباتي كلية الزراعة وعلوم الأغذية - جامعة إب بتاريخ 2020/12/1م واستخدم فيها تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم (0.05، 0.1، 0.15 مول / لتر) مقارنة بالشاهد (ماء مقطر)، وكذلك ثلاثة فترات من النقع بالماء المقطر (12، 24، 36 ساعة) مع الشاهد (بدون نقع)، مع تبديل الماء المقطر كل 12 ساعة، أنبتت البذور في أطباق بتري بقطر 90 ملم في درجة حرارة الغرفة 22 - 24 درجة مئوية، تم الري بمستويات الملوحة كل يومين بنفس كمية المياه 2 مل، وأخذت القراءات ابتداء من تاريخ 2020/12/5م ثم تتبعت إنبات البذور يوماً حتى انتهاء التجربة بعد 14 يوماً، واعتبرت البذور نابتة عند تمزق الغطاء وظهور الجذير مرئياً [28,29].

3. الصفات المدروسة :

1. عدد الأيام حتى أول إنبات (يوم): هو عدد الأيام من بداية التجربة (يوم النقع) حتى ظهور أول بذرة منبئة.
2. عدد الأيام حتى إنبات 50% (يوم): هو عدد الأيام اللازمة لوصول نسبة الإنبات التراكمي إلى 50% من العدد الكلي للبذور المزروعة حسب عدد الأيام حتى إنبات 50% (يوم) وفقاً للمعادلة المقترحة من [9] والمستخدمة حديثاً من قبل [31,32].

$$T50\% = t_i + \left(\frac{N}{n_j - n_i} \right) \times (t_j - t_i)$$

حيث: N= العدد الكلي للبذور المنبئة عند نهاية التجربة.

$N/2$ = نصف العدد الكلي (أي 50%).

3. سرعة الإنبات (يوم): حسب سرعة الإنبات بموجب المعادلة الآتية: سرعة الإنبات (يوم) = مجموع (عدد البذور النابتة كل يوم × رقم اليوم) / عدد البذور النابتة الكلية في نهاية فترة الإنبات
4. تجانس الإنبات (بذرة/يوم): وهي من الصفات المهمة للشتلات، فكلما كانت الشتلات متجانسة في نموها، (أي أنها نبتت في وقت واحد تقريباً) تكون مماثلة في الطول والسمك وقوة النمو وتكون جميعها جاهزة للزراعة في الحقل المستديم دون أن تبقى منها شتلات لا تصلح للزراعة في الوقت المحدد، وتم حسابها بموجب المعادلة الآتية، [33]:

$$= \frac{\text{عدد البذور الكلية النابتة في نهاية مدة الإنبات}}{\text{تجانس الإنبات (بذرة/يوم)}} = \frac{\text{عدداً}}{\text{الأمم من بداية زراعة البذور إلى توقف الإنبات}}$$

5. متوسط زمن الإنبات (يوم): وتم حسابه بموجب المعادلة الآتية:

$$= \frac{\text{متوسط زمن الإنبات (يوم)}}{\text{متوسط زمن الإنبات (يوم)}} = \frac{\text{عدد البذور النابتة كل يوم × رقم اليوم}}{\text{عدد البذور النابتة الكلية في نهاية فترة الإنبات}}$$

6. ذروة الإنبات: هي اليوم الذي يتحقق فيه أعلى عدد من البذور المنبئة في يوم واحد تم حسابها طبقاً لطريقة [32].

$$pv = \max\left(\frac{G_i}{t_i}\right)$$

حيث أن:

G_i = العدد التراكمي للبذور المنبئة حتى اليوم i .

t_i = عدد الأيام منذ بداية التجربة.

تمثل القيمة الأكبر ذروة الإنبات (اليوم الذي يحدث فيه الإنبات بأعلى معدل).

7. النسبة المئوية للإنبات (%): حسب النسبة المئوية للإنبات باستخدام المعادلة التالية [34]:

$$= \frac{\text{عدد البذور النابتة}}{\text{العدد الكلي للبذور}} \times 100$$

8. قوة الإنبات (جم وزن طازج/بادرة): اجري اختبار قوة الإنبات

لتمييز البذور القوية عن البذور ضعيفة الحيوية، أي لتمييز البذور القادرة على إعطاء نباتات طبيعية قوية النمو إذا ما توافرت لها الظروف الملائمة أثناء زراعتها في الحقل، تم تحديد قوة الإنبات بحساب متوسط الوزن الطازج لعشر بادرات طبيعية بعد اليوم العشرين من الإنبات [33].

4. تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:

نفذت التجربة في أطباق بترى باستخدام نظام القطاعات المنشقة Split-Plots Design وفقاً للتصميم العشوائي الكامل (CRD) وبثلاثة مكررات، حيث تضمنت التجربة عاملين، العامل الأول: فترات النقع بالماء (بدون نقع، 12، 24، 36 ساعة)، وزعت ضمن القطع الرئيسية Main Plots والعامل الثاني: استخدم أربعة مستويات من محلول كلوريد الصوديوم هي: 0، 0.05، 0.1، 0.15 مول/لتر) وزعت ضمن القطع الثانوية Sub Plots. تم تحليل النتائج إحصائياً حسب التصميم المتبع واستخدم لذلك برنامج Opstat1 Software (Programmer, Computer Section, CCS HAU, Hisar, India) للحصول على تحليل التباين ANOVA لجميع الصفات قيد الدراسة. كما قورنت المتوسطات باستخدام أقل فرق معنوي L.S.D وعلى مستوى احتمال 5% [35,36].

5. النتائج والمناقشة:

1. عدد الأيام حتى أول إنبات (يوم):

أظهرت النتائج الواردة في الجدول (1) أن عدد الأيام حتى أول إنبات تقل بزيادة فترة النقع بالماء حيث أعطت المعاملة 36 ساعة نقع بالماء أقل القيم ويتفوق معنوي على جميع المعاملات، تليها المعاملة 24 ساعة والمعاملة 12 ساعة ويتفوق معنوي على الشاهد، بينما الفرق بين المعاملة 36 ساعة وبين المعاملتين 12 و 24 ساعة لم يصل إلى حد المعنوية. وقد يرجع ذلك إلى تشبع البذور بالماء خلال تلك الفترة الطويلة مما يسرع المواد الغذائية للجنين وسرع من إنبات البذور. وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه [26].

أما بالنسبة لتأثير التراكيز الملحية المختلفة فقد أعطى الشاهد أقل قيمة ويتفوق معنوي على جميع المعاملات (5.833 يوم) كما تفوقت المعاملتين (0.1 و 0.05) معنوياً على المعاملة (0.15) عند القيم (7.083، 8.667، 12.500) أيام، أما بالنسبة للتداخل بين النقع بالماء وتراكيز الملوحة وتأثيرهما على عدد الأيام حتى أول إنبات فيلاحظ أن الفروق بين متوسطات المعاملات لم تصل إلى حد المعنوية. وقد يرجع ذلك إلى أن زيادة التراكيز الملحية أدت إلى نقص امتصاص البذور للماء وتأثيره السلبي على امتصاص الغذاء وتطور الجنين. ويتفق هذا مع ما توصل إليه [37] وخالف ذلك [26].

2. عدد الأيام حتى إنبات 50 % (يوم):

أشارت النتائج في الجدول نفسه أن عدد الأيام حتى إنبات 50% تقل بزيادة فترة النقع بالماء حيث أعطت المعاملة بالنقع لمدة 36 ساعة (11.833) يوم أقل القيم ويتفوق معنوي على جميع المعاملات. ويمكن إرجاع ذلك إلى احتمالية اكتمال أنشطة التمثيل الغذائي قبل الإنبات، مما جعل البذرة جاهزة للإنبات في وقت أقصر، كما أشار إلى ذلك [38]. كما تفوقت المعاملات بالنقع لمدة (12 و 24) ساعة معنوياً على الشاهد (بدون نقع) بينما لا يوجد فروق معنوية بين هاتين المعاملتين.

أما تأثير التراكيز الملحية فقد أظهرت النتائج أن عدد الأيام حتى إنبات 50% تزداد بزيادة التراكيز الملحية حيث أعطى الشاهد أقل القيم (9.500) يوم ويتفوق معنوي على جميع المعاملات كما تفوقت المعاملة (0.05) عند 10.333 يوم على المعاملتين (0.1، 0.15)، وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه [27]، أما بالنسبة للتداخل بين النقع والتراكيز الملحية وتأثيرهما على عدد الأيام حتى إنبات 50% فلم تظهر النتائج أي فروق معنوية بين المعاملات. وقد يرجع ذلك أيضاً إلى السمية الأيونية وخاصة لكلوريد الصوديوم، مما يمنع أو يؤخر الإنبات وسرعته [25].

3. سرعة الإنبات (يوم/ بذرة):

من خلال النتائج الواردة في الجدول (1) فقد أعطت المعاملة النقع بالماء لمدة 36 ساعة أقل القيم 9.761 يوم من بين تلك القيم ويتفوق معنوي على جميع المعاملات ما عدا المعاملة بالنقع لمدة 24 ساعة فإنه لا توجد فروقاً معنوية بينها وبين المعاملة بالنقع لمدة 36 ساعة. ويمكن تفسير ذلك بزيادة مضادات الأكسدة مثل الجلوتاثيون والأسكوربات في البذور المنقوعة فزادت بذلك سرعة الإنبات كما أشار إلى ذلك [25]. كما لم تظهر أي فروق معنوية بين الشاهد والنقع لمدة 12 ساعة، وتتفق النتائج مع ما توصل إليه [22,39]. وبالنسبة للتراكيز الملحية فقد أعطى الشاهد أقل القيم 8.630 أيام ويتفوق معنوي على المعاملتين 0.1، 0.15، عند القيم 11.293، 13.250 أيام على التوالي، وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه [40] بزيادة تراكيز ملح NaCl على سرعة الإنبات اليومي لبذور الحناء، بينما لم تظهر هناك فروق معنوية بينها وبين المعاملة 0.05 كما أن التداخل بين النقع بالماء والتراكيز الملحية وتأثيرهما على سرعة الإنبات لم يكن له أي تأثير معنوي على سرعة الإنبات، وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه [39] الذي لم يجد تأثيراً معنوياً للتداخل بين النقع بالماء ونسبة الملوحة على بذور نبات الكانولا لهذه الصفة.

4. تجانس الإنبات (بذرة /يوم):

بينت النتائج الواردة في الجدول نفسه أن تجانس الإنبات بالنسبة للنقع، فقد زاد تجانس الإنبات بزيادة فترة النقع بالماء، متفقاً مع ما توصل إليه [39]، إلا أنه لم تظهر أي فروق معنوية بين المعاملات المختلفة. أما بالنسبة للتراكيز الملحية فقد أظهرت المعاملة 0.15 أقل قيمة ويتفوق معنوي على جميع المعاملات، أما النسبة للتداخل بين النقع والتراكيز الملحية المختلفة فإنه لم تظهر أي فروق معنوية بين جميع المعاملات.

5. متوسط زمن الإنبات (يوم):

من خلال النتائج الواردة في الجدول (2) بينت النتائج ظهور فروق معنوية عند الأيام (8-10-12)، حيث أعطى الشاهد عند اليوم الثامن (0.137) أقل قيمة ويتفوق معنوي على المعاملة بالنقع لمدة 36 ساعة، بينما لم تظهر فروق معنوية على المعاملتين بالنقع لمدة 12، 24 ساعة. أما بالنسبة لليوم العاشر فقد أظهر الشاهد تفوقاً معنوياً على المعاملة بالنقع لمدة 36 ساعة ولكن لم تتفوق على المعاملتين بالنقع لمدة 12، 24 ساعة، ويتفق هذا مع ما أورده [25] من أن وقت الإنبات تأثر بفترة نقع البذور في الماء. أما بالنسبة لليوم الثاني عشر فقد أعطى الشاهد 0.922 يوم أقل القيم وبانخفاض معنوي على جميع المعاملات. وبالنسبة للتراكيز الملحية ظهرت فروقاً معنوية عند جميع الأيام مع كل الملاحظات بينما لم تظهر أي فروق معنوية بالنسبة للتداخل ما عدا اليوم الخامس فقد أعطت فرقاً معنوياً، واتفقت هذه النتائج مع ما توصل إليه [41].

6. ذروة الإنبات:

أظهرت النتائج الواردة في الجدول (3) أن النقع بالماء لمدة 36 ساعة أعطى أعلى القيم ويتفوق معنوي على الشاهد في اليوم السادس والثامن والعاشر والثاني عشر والرابع عشر، بينما الفرق بينها وبين المعاملات لم يصل إلى حد المعنوية، كما لوحظ في الجدول نفسه أن اليوم الخامس والسادس عشر والثامن عشر لم تتأثر معنوياً بالنقع بالماء. وتتفق هذه النتائج مع توصل إليه [42]، والذي وجد فروقاً معنوية لنقع بذور نبات *Santalum album L.*

الجدول رقم (1): تأثير النقع بالماء المقطر والري بالمحلول الملحي (NaCl) على عدد الأيام حتى أول إنبات، عدد الأيام حتى 50% إنبات، سرعة الإنبات و تجانس الإنبات

تجانس الإنبات (بذرة/يوم)	سرعة الإنبات (يوم)	عدد الأيام حتى إنبات 50% (يوم)	عدد الأيام حتى أول إنبات	الصفات المدروسة المعاملات
مستويات النقع بالماء المقطر				
0.338	11.592	13.500	10.000	الشاهد (بدون نقع)
0.384	11.145	12.667	8.583	نقع 12 ساعة
0.370	9.834	12.500	8.333	نقع 24 ساعة
0.421	9.761	11.833	7.167	نقع 36 ساعة
N.S	1.288	0.769	1.223	L.S.D.5%
التراكيز الملحية (مول/لتر)				
0.495	8.630	9.500	5.833	0
0.407	9.159	10.333	7.083	0.05
0.394	11.293	12.667	8.667	0.1
0.218	13.250	18.000	12.500	0.15
0.001	1.036	0.628	1.338	L.S.D.5%
التداخل بين النقع بالماء المقطر والتراكيز الملحية				
الشاهد (بدون نقع)				التراكيز الملحية (مول/لتر)
0.481	9.704	10.000	7.333	0
0.352	10.250	11.333	8.667	0.05
0.315	13.135	14.667	12.000	0.1
0.204	13.278	18.000	12.000	0.15
نقع 12 ساعة				التراكيز الملحية (مول/لتر)
0.481	9.157	10.000	5.667	0
0.426	8.819	10.000	6.000	0.05
0.407	11.381	12.667	8.000	0.1
0.222	15.222	18.000	14.667	0.15
نقع 24 ساعة				التراكيز الملحية (مول/لتر)
0.500	8.088	10.000	5.333	0
0.352	8.048	10.000	6.667	0.05
0.407	10.702	12.000	8.667	0.1
0.222	12.500	18.000	12.667	0.15
نقع 36 ساعة				التراكيز الملحية (مول/لتر)
0.519	7.572	8.000	5.000	0
0.500	9.519	10.000	7.000	0.05
0.444	9.952	11.333	6.000	0.1
0.222	12.000	18.000	10.667	0.15
N.S	N.S	N.S	N.S	L.S.D.5%

أما بالنسبة للتراكيز الملحية فقد أظهرت النتائج الواردة في الجدول نفسه أن المعاملة 0.15 أعطت أقل القيم وبانخفاض معنوي في جميع أيام القياس، بينما

كانت أعلى ذروة للإنبات وبتفوق معنوي عند الشاهد في جميع أيام القياس، بينما لم تظهر أي فروق معنوية بالنسبة للتداخل بين النقع والتراكيز الملحية على ذروة الإنبات.

جدول رقم(3): تأثير النقع بالماء المقطر والري بالمحلول الملحي (NaCl) والتداخل بينها على ذروة الإنبات

ذروة الإنبات								الصفات المدروسة المعاملات
18 يوم	16 يوم	14 يوم	12 يوم	10 أيام	8 أيام	6 أيام	5 أيام	
مستويات النقع بالماء المقطر								
1.52	1.46	1.27	0.98	0.73	0.15	0.04	0.00	الشاهد(بدون نقع)
1.73	1.52	1.35	1.21	0.94	0.42	0.19	0.02	نقع 12 ساعة
1.67	1.65	1.56	1.44	0.94	0.44	0.21	0.02	نقع 24 ساعة
1.90	1.90	1.75	1.56	1.23	0.60	0.29	0.08	نقع 36 ساعة
N.S	N.S	0.309	0.240	0.225	0.212	0.132	N.S	L.S.D.5%
التراكيز الملحية (مول/لتر)								
2.23	2.23	2.08	2.02	1.60	0.90	0.46	0.13	0
1.83	1.81	1.69	1.63	1.40	0.46	0.21	0.00	0.05
1.77	1.65	1.46	1.21	0.81	0.23	0.06	0.00	0.1
0.98	0.83	0.71	0.33	0.02	0.02	0.00	0.00	0.15
0.267	0.267	0.382	0.232	0.256	0.214	0.142	0.05	L.S.D.5%
التداخل بين النقع والتراكيز الملحية								
الشاهد(بدون نقع)								التراكيز الملحية (مول/لتر)
2.17	2.17	2.00	1.83	1.33	0.42	0.17	0.00	0
1.58	1.58	1.42	1.25	1.00	0.17	0.00	0.00	0.05
1.42	1.42	1.00	0.58	0.58	0.00	0.00	0.00	0.1
0.92	0.92	0.67	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15
نقع 12 ساعة								التراكيز الملحية (مول/لتر)
2.17	2.17	1.83	1.83	1.42	0.83	0.42	0.08	0
1.92	1.92	1.75	1.75	1.58	0.58	0.33	0.00	0.05
1.83	1.83	1.42	1.17	0.75	0.25	0.00	0.00	0.1
1.00	1.00	0.42	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15
نقع 24 ساعة								التراكيز الملحية (مول/لتر)
2.25	2.25	2.25	2.25	1.58	1.00	0.50	0.08	0
1.58	1.58	1.58	1.58	1.42	0.58	0.33	0.00	0.05
1.83	1.83	1.58	1.50	0.75	0.17	0.00	0.00	0.1
1.00	1.00	0.83	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15
نقع 36 ساعة								التراكيز الملحية (مول/لتر)
2.33	2.33	2.25	2.17	2.08	1.33	0.75	0.33	0
2.25	2.25	2.00	1.92	1.58	0.50	0.17	0.00	0.05

جدول رقم (4): تأثير النقع بالماء المقطر والري بالمحلول الملحي (NaCl) على النسبة المئوية للإنبات، قوة الإنبات

قوة الإنبات (غم وزن طازج/بادرة)	النسبة المئوية للإنبات (%)	الصفات المدروسة
المعاملات		
مستويات النقع بالماء المقطر		
0.44	68.33	الشاهد (بدون نقع)
0.55	69.17	نقع 12 ساعة
0.33	66.67	نقع 24 ساعة
0.35	77.50	نقع 36 ساعة
N.S	3.328	L.S.D.5%
التركيز الملحية (مول/لتر)		
0.34	89.17	0
0.32	75.83	0.05
0.38	75.83	0.1
0.63	40.83	0.15
N.S	6.951	L.S.D.5%
التداخل بين النقع بالماء المقطر والتركيز الملحية		
الشاهد (بدون نقع)		التركيز الملحية (مول/لتر)
0.34	86.67	0
0.45	73.33	0.05
0.50	76.67	0.1
0.48	36.67	0.15
نقع 12 ساعة		التركيز الملحية (مول/لتر)
0.29	86.67	0
0.25	76.67	0.05
0.33	73.33	0.1
1.32	40.00	0.15
نقع 24 ساعة		التركيز الملحية (مول/لتر)
0.37	90.00	0
0.23	63.33	0.05
0.37	73.33	0.1
0.34	40.00	0.15
نقع 36 ساعة		التركيز الملحية (مول/لتر)
0.37	93.33	0
0.35	90.00	0.05
0.31	80.00	0.1
0.38	46.67	0.15
N.S	N.S	L.S.D.5%

7. النسبة المئوية للإنبات (%):

يتضح من الجدول (4) أنه بزيادة فترة النقع بالماء ازدادت النسبة المئوية للإنبات وأعلى قيمة لها كانت عند المعاملة بالنقع بالماء لمدة 36 ساعة (77.50%) ويتفوق معنوي على جميع المعاملات، واتفقت هذه النتائج مع ما توصل إليه [41] على إنبات بذور الكانولا وكذلك [39]. واختلفت مع ما توصل إليه [43]، حيث وجد أن أعلى نسبة إنبات كانت لنقع بذور الحناء لمدة 6 ساعات، وتناقضت بزيادة مدة النقع في درجة حرارة الغرفة. أما التراكيز الملحية فقد أظهرت النتائج أن المعاملة 0.15 ملي مول أعطت أقل القيم وبانخفاض معنوي على جميع المعاملات بينما كانت أعلى نسبة عند الشاهد 89.17 يوماً ويتفوق معنوي على جميع المعاملات تليها المعاملة 0.05 و 0.1 ملي مول ويتفوق معنوي، ويتفق ذلك مع ما أشار إليه [44] بأن الإجهاد الملحي يمكن أن يسبب إجهاداً أيونياً من خلال تراكم الأيونات السامة في أنسجة الجنين، ومنه فإن معدلات الإنبات تنخفض مع زيادة تركيز كلوريد الصوديوم. كذلك يتفق هذا التناقض في نسبة الإنبات بزيادة تركيز الملوحة مع ما توصل إليه [40] بتراكيز NaCl 25 - 200 ملي مول على إنبات بذور الحناء. ونلاحظ في الجدول أن التداخل بين النقع بالماء والتراكيز الملحية لم يكن له أي تأثير معنوي على النسبة المئوية للإنبات، واتفقت هذه النتيجة مع ما توصل إليه [6] وكذلك [22]، وقد يرجع إلى أن النقع المسبق بالماء يؤدي إلى التنشيط الإنزيمي وتحفيز العمليات الحيوية المسؤولة عن بدء الإنبات، مما يؤدي إلى تقارب النتائج بين المعاملات وعدم ظهور الفروق المعنوية لهذا التداخل [45,46].

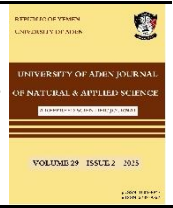
8. قوة الإنبات (غم وزن طازج/بادرة):

أشارت النتائج الواردة في الجدول نفسه أن قوة الإنبات لم تتأثر معنوياً بالنقع بالماء، وكان هذا مخالفاً لما أشار إليه [47] والذي وجد أن بذور الطماطم تأثرت قوة إنباتها بالنقع بالماء مقارنةً بالبذور الغير منقوعة. وأظهرت النتائج أيضاً عدم التأثير بالتراكيز الملحية والتداخل بين النقع والتراكيز الملحية لم يكن لها أي أثر معنوي، ويتفق هذا مع [45].

المراجع العربية :

- قسم البستنة وتقاناتها - كلية الزراعة والأغذية والبيئة - جامعة صنعاء الجمهورية اليمنية 261 صفحة، 2025
- Christos, A. Damalas; Spyridon, D. Koutroubas; Sideris, Fotiadis. Hydro-priming effects on seed germination and field performance of faba bean in spring sowing. *Agriculture*, 9(9), 201, 2019
 - Kazem Ghassemi-Golezani; Ali A. Aliloo; Mostafa, Valizadeh; Mohammad, Moghaddam. Effects of hydro and osmo-priming on seed germination and field emergence of lentil (*Lens culinaris* Medik.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 36(1), 29-33, 2008
 - Ibrahim, N. D.; Bhadmus, Z.; Singh, A. Hydro-priming and re-drying effects on germination, emergence and growth of upland rice (*Oryza sativa* L.). *Nigerian Journal of Basic and Applied Sciences*, 21(2), 157-164., 2013
 - Maryada, Garg. Studies On Standardization of Seed Germination Procedure of *Lawsonia inermis* Linn. (Henna). *J. Mountain Res.* Vol. 19 (1), 441-451, 2024
 - Hossein, Sadeghi; Fardin, Khazaei; Liela, Yari; Saman Sheidaei. Effect of seed osmo-priming on seed germination behavior and vigor of soybean (*Glycine max* L.). *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*, 6(1), 39-43, 2011
 - Farzaneh, Ghalavand; Amin, L. Jalal-Abadi; Alireza A. Mashhadi; Seyed A. Siadat; Ahmad, Koochekzadeh. The effect of different priming methods on seeds and seedlings of *Lallemantia* under salt stress *Journal of Plant Process and Function*, Vol. 10, No. 46, 2022
 - Afsaneh, Badalzadeh; Abdolrazagh D. Shahraki. Effect of Hydro-priming and Salinity Stress on Germination Indices of Niger (*Guizotia abyssinica* Cass.). *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 69(4): 511-518, 2021
 - عزيز مهدي عبد، الشمري. التأثير التحفيزي لمستخلصات الحبة السوداء والحبة الحلوة على مواصفات الإنبات لبذور بعض التراكيب الوراثية من الفلفل *Capsicum annum* L .. مجلة ذي قار للأبحاث الزراعية 3 (2) : 313-330، 2014
 - Xueqin, Jia; Zihong, Jiang. Salicylic Acid Alleviates Salt Stress in Soybean by Improving Anti-Oxidant Capacity and Growth Performance. *Pakistan Journal of Botany*, 55(1), 37-44, 2023 DOI: [http://dx.doi.org/10.30848/PJB2023-1\(31\)](http://dx.doi.org/10.30848/PJB2023-1(31)).
 - Coolbear, P.; Francis, A.; Grierson, D. The effect of low temperature pre-sowing treatment on the germination performance and membrane integrity of artificially aged tomato seeds. *Journal of Experimental Botany*, 35(11), 1609-1617, 1984
 - Nicole, Dron; Steven, Simpfendorfer; Tim, Sutton, Georgina; Pengilly; Kristy Hobson. Cause of death: *Phytophthora* or flood? Effects of waterlogging on *Phytophthora medicaginis* and resistance of chickpea (*Cicer arietinum*). *Agronomy*, 12(1), 89., 2021
 - Ranal, M. A.; Santana, D. G. D. How and why to measure the germination process?. *Brazilian Journal of Botany*, 29(1), 1-11, 2006
 - ميتادي، بوراس ورياض، زيدان. تأثير معاملة بذور الخضر قبل الزراعة في تحسين الإنبات ونمو الشتول. 20 (2) 111-124، 2004
 - حازم، البياتي، ومزاحم محمود عبد. استجابة بذور صنفين من القطن. *Gossypium hirsutum* L. على الإنبات باستخدام الماء الممغنط، الكلية التقنية الزراعية في الموصل- جمهورية العراق، مجلة ديالى للعلوم الزراعية، 25 (2): 164-172، 2013
 - Gomez, KA; Gomez, AA. Statistical procedures for agricultural research. New York: John Wiley and Sons; pp. 298-308, 1984
 - Sastry, EVD. Essentials of agricultural statistics. Jaipur, India: Pointer Publishers; pp. 260-266, 2007
 - Zahra, Khodarahmpour; Mansour, Ifar; Mohammad, Motamedi. Effects of NaCl salinity on maize (*Zea mays* L.) at germination and early seedling stage. *African Journal of Biotechnology*, 11(2), 298-304., 2012
 - Muhammad, Arif. Seed priming improves emergence, yield and storability of soybean. PhD (Agronomy) Thesis, NWFP Agricultural University, Peshawar, Pakistan, 93p, 2005
 - Seyed, N. Mosavian; Mahjoobeh, Esmaeilzade-Moridani. Effect of hydro-priming duration on germination and early seedling growth of rapeseed under salinity stress. *African Journal of Agricultural*
 - Baiq, Chairunnisa; Ade, S. Henna Art in Global Era: From Traditional to Henna Art in Global Era: From Traditional to Popular Culture. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, volume 323: 220-225, 2018
 - Kostas, Chartzoulakis; Klapaki, G. Response of Two Greenhouse Pepper Hybrids to NaCl Salinity During Different Growth Stages. *Scientia Horticulturae*, 86(3), 247-260, 2000 DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0304-4238\(00\)00151-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0304-4238(00)00151-5).
 - Marli, Ranal; Denise, Santana. How and why to measure the germination process?. *Brazilian Journal of Botany*, 29(1), 1-11, 2006
 - عبد، الشمري، وعزيز مهدي. التأثير التحفيزي لمستخلصات الحبة السوداء والحبة الحلوة على مواصفات الإنبات لبذور بعض التراكيب الوراثية من الفلفل *Capsicum annum* L .. مجلة ذي قار للأبحاث الزراعية 3 (2) : 313-330، 2014
 - FAO. Global Network on Integrated Soil Management Sustainable Use of Salt Affected Soils, 2000, Available in: <http://www.Faw.org/ag/AGL/agll/spush/intro>.
 - Surendra, S. Parihar; Dadlani, M.; Debarat, Mukhopadhyay; Sandeep, Lal. Seed dormancy, germination and seed storage in henna (*Lawsonia inermis* L.). *Indian Journal of Agricultural Sciences* 86, (9), : 1201-1207, 2016
 - FAO. Global Network on Integrated Soil Management Sustainable Use of Salt Affected Soils, 2000, Available in: <http://www.Faw.org/ag/AGL/agll/spush/intro>.
 - Kiirya, Kenneth. Salinity in the Soil in Salinity Environment – Plants- Molecules, A. Lauchli and L. Lüttge (eds.), Kluwer academic publishers, Dordrecht. 552 pp, 2004
 - Aglaia, Liopa-Tsakalidi; Barouchas, Pantelis. Salinity, chitin and GA3 effects on seed germination of chervil (*Anthriscus cerefolium*). *Australian Journal of Crop Science*, 5(8), 973-978., 2011
 - فاطمة، محمد، وسالم بوهدمة. تأثير حمض الجبريليك على خصائص الإنبات ونمو وقوة البادرة تحت ظروف الإجهاد الملحي في الذرة الشامية (*Zea mays* L.) .مجلة الإسكندرية للتبادل العلمي ٣٧ (1) : 138-145، 2016
 - Majid, Khayatneszhad; Roza, Gholamin. Effects of salt stress levels on five maize (*Zea mays* L.) cultivars at germination stage. *Afric J. Biotech*, 10(60), 12909-12915 sen.pp.164, 2011
 - عدنان، زوين، وعبد الحسين حسن. تأثير الإجهاد الملحي في خصائص إنبات الذرة الصفراء مجلة العلوم الزراعية العراقية - (7) 745-54738، 2014
 - Shaima M. Dawd; Abdulla Al Shihab. Effect of Different Salt Concentrations on Ratio, Speed, Growth and Development of Seedlings of Some Vegetable Crops. *Journal of Agricultural and Statistical Sciences*, 16(1): 1755-1759, 2020 DocID: <https://connectjournals.com/03899.2020.16.1755>.
 - فوزية، أبو غديري، وأماني عامر أبو غديري. دراسة تأثير ملوحة مياه الري على الإنبات ونمو البادرات لبذور النبات الطبي اليقونس (*Petroselinum sativum* L.) *Academia journal for Basic and Applied Sciences*. 4, 2, 1-13 . 2022
 - سيهام محمد، الزويك. دراسة تأثير مستويات مختلفة من الملوحة على مرحلة الإنبات والأطوار اللاحقة لبعض المحاصيل الحقلية. *جامعة الفاتح* 3(6)، 61-72، 2010
 - حميد، حماد، ضياء عبد محمد، وعبد الرحيم، عبيد. تأثير ملوحة مياه الري ومغذيتها والنقع بحامض الاسكوربيك والمستخلص البحري (OLIGO- X) في إنبات ونمو بادرات بذور هجين الخيار DALIA الخاص بالزراعة المحمية. *كلية الزراعة - جامعة ديالى* . مجلة ديالى للعلوم الزراعية ، 5 (2) : 213 – 222، 2013
 - Adam, Bolton; Phillip, Siman. Variation for Salinity Tolerance During Seed Germination in Diverse Carrot [*Daucus carota* (L.)] Germplasm. *HortScience horts*, 54(1), 38-44, 2019 DOI: 10.21273/HORTSCI13333-18
 - Chartzoulakis, K.; Klapaki, G. Response of Two Greenhouse Pepper Hybrids to NaCl Salinity During Different Growth Stages. *Scientia Horticulturae*, 86(3), 247-260, 2000 DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0304-4238\(00\)00151-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0304-4238(00)00151-5).
 - Erna, Karalija; Ajna Losic; Arnela, Demir; Dunja Samec. Effects of Seed Priming on Mitigating the Negative Effects of Increased Salinity in Two Varieties of Sweet Pepper (*Capsicum annum* L.). *Soil systems*, 8(1), 35, 2024 <https://doi.org/10.3390/soilsystems8010035>
 - إلهام أحمد علي، عرفان. تأثير المحفزات الحيوية النباتية على إنبات بعض طرز الفلفل المحلية تحت الإجهاد الملحي وعلى جودة الشتلات، رسالة ماجستير

44. فرشة، عز الدين. دور الهرمونات النباتية ومضادات الأكسدة في تحمل القمح الصلب للملوحة. أطروحة دكتوراة. جامعة الاخوة ، منتوري قسنطينة، الجمهورية الجزائرية. 196 صفحة، 2015
45. Ehab, A. Ibrahim. Seed priming to alleviate salinity stress in germinating seeds. *Journal of Plant Physiology*, 192, 38-46, 2016.
46. Abdul, Hameed; Sadiq, Husain; Farah, Nisar; Aysha, Rasheed and Syed, Z. Shah. Seed priming as an effective technique for enhancing salinity tolerance in plants: Mechanistic insights and prospects for saline agriculture with a special emphasis on halophytes. *Seeds* 4, 14, 2025. <https://doi.org/10.3390/seeds4010014>.
47. P. J. C. Harris; Ibrahim, Eshkab; Salma, A. Salem. The Impact of Hydropriming and Halopriming on Seed Vigor and Germination of Tomato (*Solanum lycopersicum*) Seeds at High Temperature. *Life Sci J Pak*; Vol.4 Issue 1, 2022
40. Owdah, A. Al-Sobhi. Impact of NaCl salinity on the germination of *Acacia mellifera*, *Aloe vera*, *Amaranthus graecizans* and *Lawsonia inermis* plant seeds growing in Saudi Arabia, *Biosciences, Biotechnology Research Asia*, Vol. 4(2), : 371-376, 2007
41. Mohammad, A., Aboutalebian; Ali, Mohagheghi; Shoja A. Niaz; Hossein R. Rouhi. Influence of hydropriming on seed germination behavior of canola cultivars as affected by saline and drought stresses. *Annals of Biological Research*, 3 (11):5216-5222, 2012
42. Harish, Debta; T. K. Kunhamu; Peter, Petrik; Peter, Fleischer. Effect of Hydropriming and Osmopriming on the Germination and Seedling Vigor of the East Indian Sandalwood (*Santalum album* L.). *Forests*, 14 (6), 1076, 2023
43. Snehal, S. Phirke; Moitreyee, Saha. In vitro seed germination of *lawsonia inermis* L. *Bionano Frontier*. Vol. 7 (1), : 65-67, 2012



Research Article

Effect of Different intervals of hydro-priming and irrigation with NaCl saline solution on seed germination of henna plant *Lawsonia inermis L.*

Khalid Ali Al Hakimi*, Abdullah Hamoud Abdullah Al-Hajj , Esmael Mohammed Al-musanif , Ahmed Sami Awshan , Baker Naji Hasan , Suhaib Sharaf Ghalib , Rehab Khalid Al Asbahi
 Plant Production Department, Faculty of Agriculture and Food Sciences, Ibb University, Yemen.
<https://doi.org/10.47372/uajnas.2025.n2.a01>

ARTICLE INFO	Abstract
<p>Received: 17/12/ 2025 Accepted: 26/02/ 2026</p> <p>Keywords: <i>Seed hydro-priming,</i> <i>saline irrigation,</i> <i>seed germination,</i> <i>henna plant</i> <i>(Lawsonia inermis L.).</i></p>	<p>This experiment was conducted to study the effect of hydro-priming and irrigation with NaCl solution on the germination of henna (<i>Lawsonia inermis L.</i>) seeds. Three intervals of hydro-priming (12, 24, and 36 hours) were used, with the distilled water being changed every 12 hours, along with a control treatment (no-priming). Three concentrations of sodium chloride NaCl (0.05, 0.1, and 0.15 M/L) were also tested, compared to a control treatment (irrigated with distilled water). Various germination parameters were measured, and the experiment was designed using a split plots design with three replications. The results showed significant differences among the hydro-priming treatments and salinity levels for the traits of days to first germination, days to 50% germination, germination rate, mean germination time, peak germination, and percentage of germination, while no significant differences were observed for uniformity and vigor of germination. The interaction effects between hydro-priming and salinity levels were not significant for any of the studied traits.</p> <p>The results indicated that the number of days to first germination and the number of days to 50% germination decreased with increasing of hydro-priming time 36 hours, followed by the 24 hours and 12 hours treatments, compared to the control. Meanwhile, germination speed increased as hydropriming increased. In addition, the 36 hour hydro-priming treatment was significantly superior to the other treatment in terms of germination percentage.</p> <p>The results indicated that the percentage of first germination, days to 50% germination, and germination rate decreased with increasing of hydro-priming time (36 hours), followed by the 24 hours and 12 hours treatments, compared to the control. Conversely, the 36 hours soaking treatment resulted in the highest percentage of germination.</p>