تأثیر هیدروپرایمینگ بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاه خارمریم (*Silybum marianum* L.)

مریم نصراصفهانی *، سحر محمدیان

گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه لرستان
*پست الکترونیک نویسنده مسئول: esfahani.m@lu.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۱۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۰۶)

چکیده

جوانه‌زنی کارآمد بذر و ظهور سریع و یکنواخت گیاهچه در راندمان تولید محصول مهم هستند؛ بنابراین استفاده از راهکارهایی برای بهبود جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه برای بالا بردن میزان تولید محصول ضروری می‌باشد. هیدروپرایمینگ یک تکنیک ساده پیش از جوانه‌زنی است که باعث بهبود عملکرد بذر می‌شود. در این تحقیق تأثیر دوره‌های مختلف هیدروپرایمینگ (۱۰، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت) در دماهای مختلف (۱۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد) و در مقایسه با بذرهای پرایم نشده روی صفات جوانه‌زنی در پنج جمعیت خارمریم (اهواز، ساری، اصفهان، دزفول و گچساران) مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. کیفیت جوانه‌زنی توسط درصد نهایی جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی، شاخص تیمسون، T50 و شاخص‌های رشد و ویگور گیاهچه ارزیابی شد. نتایج نشان داد که هیدروپرایمینگ در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد تأثیر بهتری روی عملکرد جوانه‌زنی بذور خارمریم در مقایسه با هیدروپرایمینگ در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد دارد. به‌علاوه، مقایسه پاسخ شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد به دوره‌های مختلف هیدروپرایمینگ در پنج جمعیت خارمریم نشان داد که بهترین دوره هیدروپرایمینگ برای جمعیت‌های اهواز و گچساران ۷۲ ساعت، برای ساری و دزفول ۴۸ و ۷۲ ساعت و برای اصفهان ۱۰ و ۲۴ ساعت می‌باشد؛ بنابراین، تأثیر هیدروپرایمینگ روی کیفیت جوانه‌زنی به جمعیت گونه گیاهی، دما و زمان هیدروپرایمینگ وابسته است و به این ترتیب انتخاب بهترین شرایط هیدروپرایمینگ به بهبود قابلیت جوانه‌زنی و بنیه بذر کمک می‌کند.

واژه‌های کلیدی: بنیه بذر، پیش‌تیمار، ضریب یکنواختی جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی

مقدمه

امروزه در پی رویکرد گسترده جامعه برای مصرف داروهایی با منشأ گیاهی، شرکت‌های داروسازی به تولید داروها و فرآورده‌های آرایشی-بهداشتی با منشأ گیاهی توجه خاصی پیدا کرده‌اند که این مسئله سبب افزایش تقاضای گیاهان دارای مواد مؤثره ارزشمند ازنظر داروئی شده است. گیاهان داروئی عمدتاً در زیستگاه‌های طبیعی به‌صورت خودرو رویش پیدا می‌کنند و جمع‌آوری این گیاهان از این زیستگاه‌ها نمی‌تواند جوابگوی تقاضای بالای صنعت داروسازی و نیز طب سنتی باشد (کارکانیسا[1] و همکاران، ۲۰۱۱). به‌علاوه به‌منظور حفظ پوشش گیاهی در عرصه‌های طبیعی و به‌خصوصی حفاظت از گونه‌های گیاهی ارزشمند ازنظر دارویی، کشت و پرورش گیاهان دارویی بسیار مورد توجه است که البته کشت و تکثیر آن‌ها با مشکلاتی مواجه می‌باشد. جوانه‌زنی کم و عدم یکنواختی در ظهور گیاهچه‌ها یکی

[1] Karkanisa

از مشکلات اصلی تکثیر بسیاری از گیاهان دارویی است. به این ترتیب، با توجه به استفاده بی‌شمار از گیاهان دارویی و نیز به‌منظور جلوگیری از برداشت‌های بی‌رویه و نامناسب گیاهان از عرصه‌های منابع طبیعی، استفاده از تکنیک‌های برای بالا بردن درصد و سرعت جوانه‌زنی و استقرار مطلوب گیاهچه‌های حاصل در جهت دستیابی به کارایی بالا در واحد سطح بسیار مورد توجه است.

خار مریم (*Silybum marianum* L.) یک گیاه دارویی از تیره کاسنی که در ایران در مناطق مختلفی مانند گنبدکاووس، کلاردشت، دره هراز، دشت مغان، شوش، حمیدیه، رامهرمز، ایذه و کازرون پراکندگی داد (فلاح حسینی و همکاران، ۱۳۸۳). تمام بخش‌های گیاه از نظر داروئی با ارزش هستند، ولی بذرها از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. ماده مؤثره این گیاه سیلی‌مارین نام دارد که به‌واسطه خاصیت آنتی‌اکسیدانی در درمان بیماری‌های کبدی (سیروز و مسمومیت کبدی)، کاهش کلسترول خون و پیشگیری و درمان سرطان استفاده می‌شود (سوبرامانینما[1] و همکاران، ۲۰۰۸). با توجه به کاربردهای مختلف ترکیبات حاصل از خار مریم در دنیای پزشکی، تقاضا برای این گیاه در صنعت داروسازی رو به افزایش است و به این ترتیب استفاده از تکنیک‌هایی برای بهبود جوانه‌زنی و یکنواختی در سرعت جوانه‌زنی و به این ترتیب بالا بردن میزان تولید محصول الزامی می‌باشد.

کیفیت بذر یکی از فاکتورهای اساسی و مهم در صنعت بذر است که بازده تولیدات کشاورزی به آن وابسته است و توسط بنیه بذر[2] تخمین زده می‌شود (همپتون[3]، ۲۰۰۲؛ راجو[4] و همکاران، ۲۰۱۲). بنیه بذر با تأثیر مستقیم روی سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی و نیز استقرار مطلوب گیاهچه‌ها راندمان تولید محصول را افزایش می‌دهد، به این ترتیب استفاده از تکنیک‌هایی به‌منظور بهبود بنیه بذر می‌تواند به افزایش عملکرد تولید محصول منجر گردد (فس‌هازیون[5]، ۲۰۰۵). پرایمینگ یک تکنیک ساده و ارزان است که بنیه بذر را از طریق بهبود عملکرد جوانه‌زنی (درصد نهایی جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و یکنواختی ظهور گیاهچه‌ها) افزایش می‌دهد (اشرف و فولاد[6] ۲۰۰۵؛ آدبیسی[7] و همکاران، ۲۰۱۱؛ اقبال[8] و اشرف، ۲۰۰۷). پرایمینگ به تیمارهای پیش از کاشت بذر اطلاق می‌شود که به بذر اجازه داده می‌شود برای مدت‌زمان معینی آبگیری انجام دهد به‌طوری که فرآیندهای متابولیکی مربوط به مراحل اولیه جوانه‌زنی فعال شوند ولی میزان آب جذب‌شده برای خروج ریشه‌چه از پوشش بذر کافی نیست (تیریاکی[9] و همکاران، ۲۰۰۹). در این تکنیک، بذرها در معرض آب (هیدروپرایمینگ)، پلی‌اتیلن‌گلیکول (اسموپرایمینگ)، نمک‌ها مانند $CaCl_2$, KNO_3, KH_2PO_4, $CaSO_4$ (هالوپرایمینگ)، مواد غذایی مانند اسید آسکوربیک و Zn^{2+}، هورمون‌ها و پلی‌فنل‌ها قرار داده می‌شوند (فاروق[10] و همکاران، ۲۰۰۶a؛ فاروق و همکاران، ۲۰۰۶b؛ فاروق و همکاران، ۲۰۰۶c؛ فاروق و همکاران، ۲۰۱۱). عوامل متعددی مانند دما، طول دوره پرایمینگ، پتانسیل اسمزی محلول پرایم و کیفیت بذر روی کیفیت و عمل پرایمینگ تأثیر دارند و این شرایط برای گونه‌های مختلف یکسان نیست (فس‌هازیون، ۲۰۰۵). گزارش‌های متعددی حاکی از بهبود رفتار جوانه‌زنی و شاخص‌های مربوط به آن اعم از متوسط زمان جوانه‌زنی، بنیه بذر، سرعت جوانه‌زنی و استقرار اولیه در بذرهای پرایم شده می‌باشد و در مورد بذرهای پرایم شده مانند آفتابگردان (آل سیدی[11] و همکاران، ۲۰۱۱)، برنج (فاروق و همکاران، ۲۰۰۹)، کلزا (بیژن‌زاده[12] و همکاران، ۲۰۱۰)، گندم (گیری و شیلینگر[13]، ۲۰۰۳) و اسفناج (چن و آرورا[14]، ۲۰۱۳) به اثبات رسیده است.

با وجود مطالعات گسترده در ارتباط با ترکیبات شیمیایی گیاه خار مریم و ارزش دارویی آن، تحقیقات

[1] Subramaniam
[3] Seed Vigor
[3] Hampton
[4] Rajjou
[5] Fessehazion

[6] Ashraf and Foolad
[7] Adebisi
[8] Iqbal
[9] Tiryaki
[10] Farooq
[11] El-Saidy
[12] Bijanzadeh
[13] Giri and Schillinger
[14] Chen and Arora

در زمینه استفاده از تکنیک‌ها و راهکارها در جهت بهبود عملکرد جوانه‌زنی بسیار اندک است؛ بنابراین در این تحقیق تأثیر هیدروپرایمینگ در دوره‌ها و دماهای مختلف پرایمینگ روی شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه‌ها در پنج جمعیت بذر خار مریم بومی ایران مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق تأثیر دوره‌ها و دماهای مختلف هیدروپرایمینگ بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه‌های پنج جمعیت گیاه خارمریم (اهواز، ساری، اصفهان، دزفول و گچساران) تهیه‌شده از شرکت پاکان بذر اصفهان مورد بررسی قرار گرفت. وزن هزار دانه بذور خارمریم تقریباً ۲۳ تا ۳۰ گرم اندازه‌گیری شد.

چهار دوره مختلف هیدروپرایمینگ (۱۰، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت) در دو دمای مختلف (۱۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد) به همراه شاهد (بذرهای پرایم نشده) مورد بررسی قرار گرفت. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل (فاکتور اول جمعیت، فاکتور دوم سطوح مختلف هیدروپرایمینگ و فاکتور سوم دمای پرایمینگ) در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. پس از اتمام دوره‌های پرایمینگ، بذرهای پرایم شده تا رسیدن به وزن اولیه در دمای اتاق و شرایط تاریکی خشک شدند.

برای ارزیابی رفتار جوانه‌زنی بذرهای پرایم شده در مقایسه با بذرهای پرایم نشده، ۲۵ بذر از هر تیمار در داخل پتری‌ها (با قطر ۹ سانتی‌متر) بین دولایه کاغذ صافی قرار داده و ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر به هر پتری‌دیش اضافه گردید. آزمایش‌های مقدماتی در ارتباط با بررسی قوه نامیه بذرهای خار مریم نشان داد که دمای مناسب برای فرآیند جوانه‌زنی ۱۰ درجه سانتی‌گراد است به این ترتیب ابتدا پتری‌ها به دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد و در تاریکی نگهداری شده و بعد از جوانه‌زنی به اتاق کشت با تناوب نوری ۱۶ ساعت روشنایی/۸ ساعت تاریکی انتقال داده شدند. جهت تعیین شاخص‌های جوانه‌زنی، تعداد بذر جوانه‌زده به‌طور روزانه در طی ۱۴ روز مورد بررسی قرار گرفت و ظهور ریشه‌چه به طول ۲ میلی‌متر به‌عنوان معیار جوانه‌زنی در نظر گرفته شد. در طی آزمایش شاخص‌هایی مانند درصد نهایی جوانه‌زنی (FGP)[1]، میانگین روزانه جوانه‌زنی (MGD)[2]، میانگین زمان جوانه‌زنی (MGT)[3]، ضریب سرعت جوانه‌زنی (CVG)[4]، شاخص تیمسون (TI)[5]، مدت‌زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی (T_{50})[6] و ضریب یکنواختی جوانه‌زنی (CUG)[7] ارزیابی شد (رانال و سانتانا[8]، ۲۰۰۶):

$$FGP = \left(\frac{N'}{N}\right)100$$

N′: تعداد بذر جوانه‌زده

N :تعداد کل بذر

$$MGD = \left(\frac{FDP}{D}\right)$$

FDP: درصد نهایی جوانه‌زنی

D: تعداد روز برای رسیدن به ماکزیمم درصد جوانه‌زنی (روز)

$$MGT = \frac{N_1T_1 + N_2T_2 + \ldots}{N}$$

$N_{1,2,3,...}$ تعداد بذر جوانه‌زده در زمان $T_{1,2,3,...}$

$T_{1,2,..}$: زمان (روز)

N: مجموع بذرهای جوانه‌زده

$$CVG = \frac{\sum_{i=1}^{K} ni}{\sum_{i=1}^{k} Dini}$$

ni: تعداد بذر جوانه‌زده در روز i ام

Di: تعداد روز از زمان کاشت

$$TI = \sum_{t=1}^{n}\left(\frac{Gi}{ti}\right)$$

G_i: درصد بذرهای جوانه‌زده در روز i

ti: مدت‌زمان جوانه‌زنی

$$T50 = ti + \frac{(N/2 - ni)(tj - ti)}{nj - ni}$$

N: تعداد کل بذر جوانه‌زده

[1] Final germination percentage
[2] Mean germination day
[3] Mean germination time
[4] Coefficient of velocity of germination
[5] Timson's index
[6] Days to germination of 50% of all germinated seeds
[7] Coefficient of uniformity of germination
[8] Ranal and Santana

n_i و nj: تعداد تجمعی بذرهای جوانه‌زده در زمان‌های ti و tj به‌طوری‌که $n_i<N/2<nj$

$$CUG = \frac{\sum_{i=1}^{k} n_i}{\sum_{n=1}^{k} (CVG - D_i)^2 n_i}$$

n_i: تعداد بذر جوانه‌زده در روز iام

Di: تعداد روز از زمان کاشت

CVG: ضریب سرعت جوانه‌زنی

پس از اتمام آزمایش، تعداد ۱۰ گیاهچه به‌طور تصادفی از هر پتری انتخاب و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و نیز وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک گیاهچه‌ها، پس از اتمام دوره جوانه‌زنی گیاهچه‌ها برای مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده و سپس توزین شدند. داده‌ها برای محاسبه شاخص ویگور ۱ (VI1)[1]، شاخص ویگور ۲(VI2)[2] و ضریب آلومتری (CA)[3] استفاده شد.

VI1= درصد جوانه‌زنی×طول گیاهچه

VI2= وزن خشک گیاهچه×درصد جوانه‌زنی

CA= طول ساقه‌چه/طول ریشه‌چه

تجزیه آماری داده‌ها توسط برنامه آماری SPSS.16 صورت گرفته و مقایسه میانگین صفات ارزیابی‌شده با آزمون دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد در جدول ۱ و ۲ نشان داده شده است. بر اساس این نتایج، جمعیت‌های مورد مطالعه خار مریم ازنظر برخی صفات مورد بررسی نظیر FGP، MGD، MGT، TI، LR، CA، SDW، VI1 و VI2 تفاوت معنی‌داری نشان دادند. دوره‌های مختلف و دمای هیدروپرایمینگ برای کلیه صفات ارزیابی‌شده معنی‌دار شده است به این معنی که زمان‌ها و دماهای مختلف هیدروپرایمینگ اثرات متفاوتی روی صفات موردنظر داشتند (جدول ۱ و ۲). به‌علاوه، اثرات متقابل بین جمعیت‌ها و تیمارهای هیدروپرایمینگ، بین جمعیت‌ها و دمای هیدروپرایمینگ و بین دما و تیمارهای هیدروپرایمینگ برای کلیه صفات اندازه‌گیری شده به‌استثنای CUG معنی‌دار بود. همچنین، تأثیر متقابل بین سه فاکتور بررسی‌شده (جمعیت × زمان × دما) برای تمامی صفات بررسی‌شده به‌استثنای MGD، CVG، TI، T_{50} و CUG ازنظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۱ و ۲).

جوانه‌زنی یکی از مراحل مهم در چرخه زندگی رشد گیاهان است به دلیل اینکه این فرآیند نقش مهمی در استقرار و تراکم نهایی گیاهان بازی می‌کند (گالاردو[4] و همکاران ۲۰۰۱). جوانه‌زنی سریع و ظهور یکنواخت گیاهچه‌ها باعث ایجاد یک سیستم ریشه‌ای عمیق می‌شود قبل از اینکه لایه‌های بالایی خاک خشک و سخت شوند و یا درجه حرارت به بالاتر از حد اپتیمم برسد و به این ترتیب به استقرار موفق گیاهان منجر می‌شود (چن و آرورا، ۲۰۱۳). بذرها اغلب بعد از خشک شدن ذخایرشان و به‌ویژه زمانی که در شرایط نامناسب نگهداری شوند، جوانه‌زنی آهسته و غیریکنواخت را به‌واسطه بنیه یا قوه نامیه کاهش‌یافته نشان می‌دهند. به‌علاوه، بذرهای در حال جوانه زدن و گیاهچه‌های جوان به‌واسطه حساسیت به شرایط کم‌آبی اغلب دارای استقرار ناموفق هستند (بویتینک[5] و همکاران، ۲۰۰۳)؛ بنابراین استفاده از تکنیک‌های مناسب و کارآمد به‌منظور بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و رشد گیاه می‌تواند به ظهور سریع و استقرار موفق گیاهچه‌ها کمک کند.

در گزارش‌های متعددی پرایمینگ به‌عنوان یک تکنیک عمومی برای بهبود کیفیت بذر به‌منظور جوانه‌زنی سریع و یکنواخت، استقرار موفق و بازده بالاتر در تولید محصول پیشنهاد شده است و تأثیر مثبت این تکنیک روی عملکرد جوانه‌زنی تحت شرایط بهینه رشد و نیز شرایط سخت محیطی در گونه‌های گیاهی متعدد نظیر ذرت، سویا، اسفناج، فلفل، گندم و برنج گزارش شده است (فاروق و همکاران، ۲۰۰۸a؛ فاروق و همکاران، ۲۰۰۸b؛ فاروق و همکاران، ۲۰۰۸d؛ کورکماز[6]

[1] Vigour Index 1
[2] Vigour Index 2
[3] Coefficient of Allometry
[4] Gallardo
[5] Buitink

کورکماز[1] و کورکماز، ۲۰۰۹؛ ژو[2] و همکاران، ۲۰۰۹؛ فاروق و همکاران، ۲۰۱۰؛ فاروق و همکاران، ۲۰۱۱). به هر حال، مجموعه‌ای از فاکتورهای استفاده شده در طی پرایمینگ (مانند نوع پرایمینگ، پتانسیل اسمزی و غلظت عامل‌های پرایمینگ، دمای پرایمینگ و طول دوره پرایمینگ) و نیز کیفیت اولیه بذر، بلوغ بذر و گونه گیاهی ممکن کیفیت جوانه‌زنی را به‌طور مثبت یا منفی تحت تأثیر قرار دهد (پاپاستیلیانو و کارامانوس[3] ۲۰۱۲). نتایج این مطالعه نیز تأیید کرد که بهبود کیفیت جوانه‌زنی بذرهای خارمریم توسط هیدروپرایمینگ با جمعیت بذر، دما و دوره هیدروپرایمینگ مرتبط می‌باشد.

نتایج مربوط به مقایسه میانگین‌ها برای صفات درصد جوانه‌زنی و میانگین روزانه جوانه‌زنی در پنج جمعیت خارمریم و در سطوح و دمای مختلف هیدروپرایمینگ نشان داد که پرایمینگ بذر در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد، درصد جوانه‌زنی و میانگین روزانه جوانه‌زنی را در مقایسه با بذرهای پرایم نشده به میزان معنی‌داری ازنظر آماری افزایش داد در حالی که این دو شاخص در بذرهای پرایم شده در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد کاهش معنی‌داری را نسبت به بذرهای شاهد (پرایم نشده) نشان دادند (جدول ۳). این نتایج اهمیت تعیین دمای مناسب هیدروپرایمینگ را نشان می‌دهد به‌طوری که اگر هیدروپرایمینگ در دمای مناسب انجام نشود، اعمال تیمارهای پرایمینگ نه‌تنها مفید واقع نمی‌شود، بلکه ممکن است تأثیرات منفی نیز داشته باشد. علاوه بر دما، مدت‌زمان پرایمینگ نیز یک فاکتور مهم برای بالا بردن عملکرد بذر است. آدبیس و همکاران (۲۰۱۱) گزارش گردند که صفات کیفی بذر بعد از پرایمینگ تحت تأثیر دوره‌های زمانی و دمای پرایمینگ قرار می‌گیرد. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که بذرهای هیدروپرایم شده اهواز و گچساران برای مدت ۷۲ ساعت، ساری برای مدت ۱۰، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت، اصفهان برای مدت ۱۰ و ۲۴ ساعت و دزفول برای مدت ۴۸ و ۷۲ ساعت دارای بالاترین درصد جوانه‌زنی و میانگین روزانه جوانه‌زنی نسبت به بذرهای شاهد (بذرهای پرایم نشده) بودند (جدول ۳). در توافق با این نتایج، مطالعات انجام‌شده در ارتباط با هیدروپرایمینگ بذور پیاز (کاسیرو[4] و همکاران، ۲۰۰۴)، گشنیز (ریثیچای[5] و همکاران، ۲۰۰۹) و خردل (سریواستاوا[6] و همکاران، ۲۰۱۰) نیز بهبود فرآیند جوانه‌زنی در بذرهای پرایم شده نسبت به بذور پرایم نشده را نشان داده است. افزایش درصد جوانه‌زنی/بنیه بذرهای پرایم شده احتمالاً به‌واسطه برخی تغییرات متابولیکی و بیوشیمیایی است. در بذرهای پرایم شده غلظت درونی ABA و اسید جیبرلیک (GA) از طریق تغییر در بیان ژن‌های کد کننده آنزیم‌های کاتالیتیک ABA و آنزیم‌های بیوسنتزی GA شامل ABA- '۸-هیدروکسیلاز، کوپالیل دی‌فسفات سنتتاز، GA_{20} اکسیداز و GA_3 اکسیداز تغییر می‌کند (ناکاون[7] و همکاران، ۲۰۱۲). به این ترتیب پرایمینگ بذر از طریق افزایش نسبت GA به ABA باعث تسهیل فرآیند جوانه‌زنی می‌شود (العربی[8] و همکاران، ۲۰۰۶). استراتژی دیگر برای بهبود فرآیند جوانه‌زنی از طریق کوتاه کردن مسیر ضعیف کردن آندوسپرم از طریق افزایش فعالیت/بیان ژن‌های کد کننده آنزیم اندو-β- ماناز، اکسپانسین (چن و آرورا، ۲۰۱۳) و آنزیم گزیلوکلوکان اندوترانس‌گلیکوزیلاز است (ناکاون و همکاران، ۲۰۱۲) که از این طریق مقاومت‌های فیزیکی در مقابل خروج ریشه‌چه توسط انقباض آندوسپرم، تغلیظ سیتوپلاسم و تجزیه دیواره سلولی کاهش پیدا می‌کند (سانگ[9] و همکاران، ۲۰۰۸). در مطالعه‌ای روی گوجه‌فرنگی گزارش شد که بذرهای هیدروپرایم شده برای ۲۴ ساعت دارای میزان GA_4 بالاتری در مقایسه با بذرهای پرایم نشده هستند و به این ترتیب، نظر به اینکه GA_4 یک اسید جیبرلیک فعال ازنظر زیستی است هیدروپرایمینگ احتمالاً از این طریق جوانه‌زنی را افزایش می‌دهد (ناکاون و همکاران، ۲۰۱۲).

[1] Korkmaz
[2] Zhuo
[3] Papastylianou and Karamanos
[4] Caseiro
[5] Rithichai
[6] Srivastava
[7] Nakaune
[8] El-Araby
[9] Sung

شاخص تیمسون برای بررسی وضعیت بنیه یا قوه نامیه بذر در بذرهای پرایم شده در مقایسه با بذرهای شاهد (پرایم نشده) استفاده گردید (رانال و سانتانا، ۲۰۰۶). نتایج این مطالعه نشان داد که سطح هیدروپرایمینگ ۷۲ ساعت برای جمعیت‌های اهواز و گچساران، سطوح هیدروپرایمینگ ۱۰، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت در جمعیت ساری، سطوح هیدروپرایمینگ ۱۰ و ۲۴ ساعت در جمعیت اصفهان و سطوح هیدروپرایمینگ ۴۸ و ۷۲ ساعت در جمعیت دزفول در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد، شاخص تیمسون را به میزان معنی‌دار افزایش داد در صورتی که در جمعیت‌های هیدروپرایم شده در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد افزایش معنی‌دار در ضریب تیمسون مشاهده نشد (جدول ۳). براساس این نتایج احتمالاً تفاوت‌های ژنتیکی بین جمعیت‌های مورد بررسی به پاسخ‌های متفاوت به هیدروپرایمینگ منجر می‌شود که در توافق با مطالعات قبلی است (باسل[1] و همکاران، ۲۰۰۸). هماهنگ با این نتایج، در مطالعه انجام‌شده روی فلفل نیز افزایش ضریب تیمسون را بذرهای هیدروپرایم شده در مقایسه با بذرهای پرایم نشده گزارش شده است (یاداو[2] و همکاران، ۲۰۱۱).

پرایمینگ فعالیت واکنش‌های متابولیکی و بیوشیمیایی مربوط به فرآیند جوانه‌زنی را در فاز دوم جوانه‌زنی یا فاز تأخیری افزایش داده و به این ترتیب بذرها را برای وارد شدن به مرحله سوم جوانه‌زنی آماده‌تر می‌کند (رحیمی[3]، ۲۰۱۳). به‌عنوان مثال در طی طی پرایمینگ بذر، فعالیت آنزیم α-آمیلاز که یک آنزیم کلیدی هیدرولیز کننده نشاسته ذخیره‌ای بذر است افزایش پیدا می‌کند و از این طریق قندها برای رشد و توسعه جنین فراهم می‌شوند. به‌علاوه، پرایمینگ باعث افزایش فعالیت دهیدروژنازها (یک شاخص تنفس و متابولیسم بافت) و هیدرولازها می‌شود (فاروق و همکاران، ۲۰۱۰). به این ترتیب می‌توان پیشنهاد کرد که افزایش سرعت جوانه‌زنی در بذرهای پرایم شده احتمالاً نتیجه افزایش فعالیت درونی بذر و کوتاه‌تر شدن مرحله اول (جذب آب) و مرحله دوم (فاز تأخیری) فرآیند جوانه‌زنی و در نهایت ورود سریع بذر به فاز سوم جوانه‌زنی (خروج ریشه‌چه) است. در این مطالعه، برای بررسی تأثیر تیمارها و دمای هیدروپرایمینگ روی سرعت جوانه‌زنی، شاخص‌های میانگین زمان جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی و مدت‌زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی در پنج جمعیت خارمریم مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۳). تأثیر تیمارهای مختلف هیدروپرایمینگ در ۱۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد روی شاخص‌های ذکرشده در جمعیت‌های مورد بررسی متفاوت بود. ضریب سرعت جوانه‌زنی در جمعیت اهواز پرایم شده برای ۷۲ ساعت در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد در مقایسه با بذرهای پرایم نشده به میزان معنی‌دار بالاتر بود و در عین حال شاخص‌های میانگین زمان جوانه‌زنی و مدت‌زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی در این سطح تیمار در مقایسه با شاهد کاهش نشان داد هرچند این کاهش ازنظر آماری معنی‌دار نبود. در جمعیت‌های ساری و اصفهان نیز ۷۲ ساعت هیدروپرایمینگ در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد، میانگین زمان جوانه‌زنی و مدت‌زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی را تا سطح قابل‌ملاحظه‌ای کاهش و در مقابل ضریب سرعت جوانه‌زنی را افزایش داد (جدول ۳). تیمارهای مختلف هیدروپرایمینگ، شاخص مذکور را در جمعیت‌های دزفول و گچساران تحت تأثیر قرار نداند؛ بنابراین این اختلافات در تأثیر تیمارهای هیدروپرایمینگ روی سرعت جوانه‌زنی در جمعیت‌های مختلف خارمریم نشان‌دهنده وجود تفاوت ژنتیکی بین جمعیت‌های مورد بررسی است. به‌علاوه، از آنجایی که تکنیک‌های پرایمینگ متابولیزم درونی بذر را برای تسریع فرآیند جوانه‌زنی فعال می‌کنند، بنابراین می‌توان پیشنهاد کرد که این تفاوت‌ها در سرعت جوانه‌زنی در بین جمعیت‌های مورد بررسی احتمالاً نتیجه سطح متفاوت فعالیت متابولیکی بین بذرهای تیمار شده و شاهد در طی فاز دوم جوانه‌زنی می‌باشد. نتایج مشابه در مطالعات انجام‌شده روی گیاه آفتابگردان گزارش شده است (وحید[4] و همکاران، ۲۰۰۸؛ کایا و همکاران، ۲۰۰۶؛ ۲۰۰۶؛ ال-سیدی و همکاران، ۲۰۱۱). در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در جمعیت‌های اصفهان، دزفول و

[1] Bassel
[2] Yadav
[3] Rahimi
[4] Wahid

گچساران تأثیر معنی‌داری روی سرعت جوانه‌زنی نداشت و حتی در جمعیت‌های اهواز (در طی ۷۲ ساعت هیدروپرایمینگ) و ساری (در طی ۲۴ و ۴۸ ساعت) کاهش معنی‌دار سرعت جوانه‌زنی مشاهده شد (جدول ۳).

ضریب یکنواختی جوانه‌زنی تنوع جوانه‌زنی را بین بذرها از لحاظ میانگین زمان جوانه‌زنی نشان می‌دهد به‌طوری که ضریب یکنواختی جوانه‌زنی بزرگ‌تر نشان‌دهنده جوانه‌زنی بذر در یک محدوده زمانی کوتاه‌تری صورت گرفته است (رانال و سانتانا، ۲۰۰۶). نتایج این مطالعه نشان داد که ضریب یکنواختی جوانه‌زنی در بذرهای اهواز و ساری هیدروپرایم شده برای مدت ۱۰، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت در دمای ۱۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد کاهش معنی‌داری را در مقایسه با بذرهای پرایم نشده نشان دادند که تأیید می‌کند در این جمعیت‌ها بذرهای هیدروپرایم شده در محدوده زمانی کوتاه‌تری جوانه می‌زنند. هیدروپرایمینگ جمعیت‌های دزفول و گچساران به ترتیب برای مدت ۷۲ و ۴۸ ساعت در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد نیز ضریب یکنواختی جوانه‌زنی را به میزان قابل‌ملاحظه نسبت به شاهد کاهش داد. در ارتباط با جمعیت اصفهان، ۴۸ و ۷۲ ساعت هیدروپرایمینگ در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد ضریب یکنواختی جوانه‌زنی را نسبت به بذرهای هیدرو پرایم نشده کاهش داد هرچند این کاهش ازنظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۳).

در گزارش‌های متعددی بیان شده است که پرایمینگ باعث افزایش رشد گیاهچه‌ها می‌شود (یاگمور و کایدان[1]، ۲۰۰۸؛ جیشا[2] و همکاران، ۲۰۱۳). نتایج مطالعه اخیر نیز نشان داد که طول ریشه‌چه در تمام سطوح هیدروپرایمینگ در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد در جمعیت‌های اهواز، ساری، اصفهان، دزفول (به‌استثنای ۱۰ ساعت هیدروپرایمینگ) و گچساران (به‌استثنای ۱۰ ساعت هیدروپرایمینگ) در مقایسه با بذرهای پرایم نشده به میزان معنی‌دار افزایش پیدا کرد (جدول ۴). این افزایش رشد ریشه‌چه در بذرهای پرایم شده احتمالاً به‌واسطه افزایش تقسیمات سلولی در مریستم انتهای ریشه است که این مسئله باعث جذب بهتر آب و مواد غذایی توسط گیاهچه شده و در نهایت به استقرار بهتر گیاهچه‌ها کمک می‌کند (فاروق و همکاران، ۲۰۰۸c). در مقابل، رشد ریشه‌چه تقریباً در تمامی سطوح پرایمینگ در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد کاهش معنی‌داری در مقایسه با شاهد نشان داد که این نتایج تأیید می‌کند که انتخاب دمای مناسب برای پرایمینگ روی رشد گیاهچه تأثیر دارد (جدول ۴).

تیمارهای هیدروپرایمینگ در دمای ۱۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد تأثیر مثبت روی رشد ساقه نداشتند و حتی در برخی تیمارها مانند هیدروپرایمینگ ۲۴ ساعت جمعیت اهواز، هیدروپرایمینگ ۱۰ و ۴۸ ساعت جمعیت‌های ساری و اصفهان و هیدروپرایمینگ ۴۸ ساعت دزفول در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد کاهش معنی‌دار در مقایسه با شاهد مشاهده شد (جدول ۴).

نتایج مربوط به شاخص بنیه ۱ که شامل دو جزء مهم طول گیاهچه و درصد جوانه‌زنی است نشان می‌دهد که تأثیر تیمارهای هیدروپرایمینگ روی این شاخص در بین جمعیت‌های مورد بررسی متفاوت بود که احتمالاً به دلیل اختلافات ژنتیکی بین این جمعیت‌هاست. در جمعیت‌های ساری و اصفهان، تمامی تیمارهای هیدروپرایمینگ در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد باعث افزایش معنی‌دار شاخص بنیه گیاهچه ۱ گردید در حالی که در اهواز و گچساران ۷۲ ساعت هیدروپرایمینگ و در دزفول ۴۸ و ۷۲ ساعت هیدروپرایمینگ در دمای ۱۰ درجه به افزایش معنی‌دار این شاخص در مقایسه با شاهد منجر گردید (جدول ۴). تقریباً در تمام تیمارهای هیدروپرایمنگ در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، این شاخص در مقایسه با بذرهای پرایم نشده کاهش معنی‌دار نشان داد. تفاوت در پاسخ جمعیت‌های خارمریم به تیمارهای هیدروپرایمینگ نیز در نتایج مربوط به شاخص بنیه گیاهچه ۲ که شامل دو جزء وزن خشک گیاهچه و درصد جوانه‌زنی است مشاهده شد.

[1] Yagmur and Kaydan
[2] Jisha

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر دما و زمان هیدروپرایمینگ بر شاخص‌های مختلف جوانه‌زنی (اهواز، ساری، اصفهان، دزفول و گچساران)

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		FGP	MDG	MGT	CVG	TI	T50	CUG
جمعیت (A)	۴	۱۸۹**	۱/۱ **	۰/۶۱*	۲/۸۱^{ns}	۱/۷۳ **	۱/۰۴^{ns}	۰/۰۶^{ns}
زمان هیدروپرایمنگ (B)	۴	۱۸۹۱۵**	۳/۹۷ **	۳/۶۷**	۲۲/۷۸**	۶/۲۱**	۵/۲۳**	۰/۳۵**
دمای هیدروپرایمینگ (C)	۱	۸۳۴**	۹۷/۷۸ **	۱۸/۷۸**	۹۰/۳۱**	۱۵۲/۷۹**	۲۴/۳۸**	۰/۱۷^{ns}
A×B	۴	۹۰**	۰/۴۴**	۰/۸۵**	۵/۳**	۰/۶۸*	۰/۹۱**	۰/۰۵۶^{ns}
A×C	۱۶	۴۳*	۰/۳۹ ^{ns}	۱/۳۰**	۸/۲۶**	۲/۱۳^{ns}	۲/۱۳**	۰/۰۵۶^{ns}
B×C	۴	۲۴۹۰**	۱۱/۹۹ **	۱/۲۲**	۶/۳۷*	۱۸/۷۴**	۱/۰۶**	۰/۰۶۶^{ns}
A×B×C	۱۶	۴۱**	۰/۲۷^{ns}	۰/۵۷ **	۳/۲۲^{ns}	۰/۴۲^{ns}	۰/۸۹^{ns}	۰/۰۱۳^{ns}
خطای آزمایش	۸۸	۱۵	۰/۱۸	۰/۲۴	۱/۹۹	۰/۲۸	۰/۵۱	۰/۰۵۴
ضریب تغییرات (٪)		۲	۰/۲۱	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۲۱	۰/۱۶	۰/۷۵

** معنی‌داری در سطح یک درصد; * معنی‌دار در سطح ۵ درصد; ns غیرمعنی‌دار
FGP، درصد نهایی جوانه‌زنی; MDG، میانگین روزانه جوانه‌زنی; MGT، میانگین زمان جوانه‌زنی; CVG، ضریب سرعت جوانه‌زنی; TI، ضریب تیمسون; T_{50}، زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی; CUG، ضریب یکنواختی جوانه‌زنی

جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر دما و زمان هیدروپرایمینگ بر شاخص‌های مختلف رشد در پنج جمعیت خارمریم (اهواز، ساری، اصفهان، دزفول و گچساران)

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		LR	LS	CA	RDW	SDW	VI1	VI2
جمعیت (A)	۴	۲/۳۲**	۰/۸۰^{ns}	۰/۰۰۹**	۰/۰۰۳۷^{ns}	۰/۰۳۴**	۲۰۲۲۵**	۰/۳۱*
زمان هیدروپرایمنگ	۴	۵/۵۷**	۱/۳۶**	۰/۰۵۵**	۰/۰۱۰**	۰/۰۶۹**	۱۲۲۸۴۷**	۲/۱۰**
دمای هیدروپرایمینگ	۱	۱۵۳/۱۳**	۳/۰۰**	۰/۰۳۷**	۰/۰۱۶**	۰/۱۰۲**	۵۹۷۸۵۸۱**	۵۰/۸۴**
A×B	۴	۱/۲۲**	۰/۱۹**	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۵**	۰/۰۴۰**	۱۰۷۸۸**	۰/۴۹**
A×C	۱۶	۲/۱۸**	۰/۱۵^{ns}	۰/۰۰۹**	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۷۳**	۱۷۷۵۰**	۰/۴۴**
B×C	۴	۲/۸۳**	۱/۸۱**	۰/۰۴۴*	۰/۰۱۵**	۰/۰۷۱**	۲۴۲۴۶۷**	۵/۶۸**
A×B×C	۱۶	۱/۳۱**	۰/۱۶*	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۴**	۰/۰۸۲**	۲۱۵۰۴**	۰/۶۴**
خطای آزمایش	۸۸	۰/۱۹	۰/۰۸	۰/۰۰۲	۱/۶۶	۰/۰۰۷	۳۳۳۷	۰/۰۹
ضریب تغییرات		۰/۱۶	۰/۲۲	۰/۲۶	۱/۵۸	۱/۴۴	۳۱	۰/۲۵

**معنی‌دار در سطح یک درصد، * معنی‌دار در سطح ۵ درصد، ns غیرمعنی‌دار
LR: طول ریشه‌چه، LS: طول ساقه‌چه، CA: ضریب آلومتری، RDW: وزن خشک ریشه‌چه، SDW: وزن خشک ساقه‌چه، VI1: شاخص ویگور ۱، VI2، شاخص ویگور ۲

جدول ۳- مقایسه میانگین تأثیر دما و مدت‌زمان (ساعت) هیدروپرایمینگ روی برخی شاخص‌های جوانه‌زنی در پنج جمعیت گیاه خارمریم

جمعیت	دمای هیدروپرایمینگ	زمان (ساعت)	CUG	T50	TI	CVG	MGT	MGD	FGP
اهواز	۱۰°C	شاهد	۰/۷a	۵/۵۴e-k	۷/۶۱c-h	۱/۶c-f	۶/۲۳g-m	۶/۱c-h	۸۵c-h
		۱۰	۰/۲۶c-f	۵/۲۷f-l	۷/۲h-k	۱/۵۹c-g	۶/۲۸f-m	۵/۶h-k	۷۸h-k
		۲۴	۰/۳۸a-f	۵/۷۳d-j	۷/۳۸e-j	۱/۶۲c-f	۶/۱۶g-m	۵/۹e-j	۸۲e-j
		۴۸	۰/۲۷c-f	۵/۷۳d-j	۷/۸۵b-f	۱/۴۶d-k	۶/۸۹b-k	۶/۲b-f	۸۸b-f
		۷۲	۰/۳c-f	۴/۲۶kl	۸/۳۳ab	۱/۹۳ab	۵/۱۷l-m	۶/۶ab	۹۳ab
	۲۵°C	۱۰	۰/۳۵b-f	۵/۵۱e-k	۵/۸۳l	۱/۵۳c-i	۶/۵۱d-k	۴/۶l	۶۵l
		۲۴	۰/۱۹ef	۶/۱۲c-i	۶/۵k	۱/۳۶e-k	۷/۳۳a-h	۵/۲k	۷۳k
		۴۸	۰/۲۷c-f	۶/۵a-f	۴/۷۶no	۱/۳۴f-k	۷/۴۹a-f	۳/۸no	۵۳no
		۷۲	۰/۲۶c-f	۶/۷۵a-e	۴/۴o	۱/۳۱g-k	۷/۶۱a-e	۳/۵o	۴۹o
ساری	۱۰°C	شاهد	۰/۶۸ab	۵/۸۳d-j	۶/۹i-k	۱/۵۸c-h	۶/۳۲f-l	۵/۵i-k	۷۴i-k
		۱۰	۰/۱۵f	۵/۳۳f-l	۸/۲۱a-c	۱/۵۴c-i	۶/۵۵d-k	۶/۵a-c	۹۲a-c
		۲۴	۰/۱۹ef	۶/۱۶c-i	۸/۲۱a-c	۱/۴۴d-k	۶/۹b-h	۶/۵a-c	۹۲a-c
		۴۸	۰/۱۱f	۵/۸۲d-j	۸/۰۹a-d	۱/۴۶c-k	۶/۸۱b-k	۶/۴a-d	۹۰a-d
		۷۲	۰/۲۸c-f	۴/۰۹l	۸/۳۳ab	۱/۹۷a	۵/۱m	۶/۶ab	۹۳ab
	۲۵°C	۱۰	۰/۳۵b-f	۵/۲۵f-l	۷/۶۱c-h	۱/۵۹c-g	۶/۲۷f-m	۶/۱c-h	۸۵c-h
		۲۴	۰/۱۷ef	۷/۴۶ab	۶/۷۸jk	۱/۲۶j-k	۸ab	۵/۴jk	۷۶jk
		۴۸	۰/۳c-f	۷/۲۴a-c	۵/۲۳mn	۱/۲۶j-k	۷/۹۲a-c	۴/۱mn	۵۸mn
		۷۲	۰/۱۸ef	۵/۶۶e-j	۵/۴۷lm	۱/۶۲c-e	۶/۲۵h-m	۴/۳lm	۶۱lm
اصفهان	۱۰°C	شاهد	۰/۳۱c-f	۶/۴۷a-g	۷/۱۴g-k	۱/۴e-k	۷/۱۵b-i	۵/۷g-k	۸۰g-k
		۱۰	۰/۳۷b-f	۵/۴۳e-k	۷/۹۷ b-e	۱/۵۵c-h	۶/۴۴ d-k	۶/۳ b-e	۹۸ b-e
		۲۴	۰/۳c-f	۵/۵۵e-k	۸/۲۱a-c	۱/۵۸c-h	۶/۳۲f-l	۶/۵a-c	۹۲a-c
		۴۸	۰/۱۶ef	۵/۰۴kl	۷/۷۳b-g	۱/۶c-f	۶/۲۸f-m	۳/۴n	۸۶b-g
		۷۲	۰/۱۷ef	۴/۶۶j-l	۷/۷۳b-g	۱/۷c-e	۵/۹i-m	۶/۱ b-g	۸۶ b-g
	۲۵°C	۱۰	۰/۳۱c-f	۶/۳۳b-h	۶/۷۸jk	۱/۳۹k	۷/۱۸a-h	۵/۴jk	۷۶jk
		۲۴	۰/۱۹ef	۷/۶۵a	۵/۹l	۱/۱e-k	۸/۴a	۴/۷l	۶۶l
		۴۸	۰/۱۹ef	۷/۲۵a-c	۴/۲۸o	۱/۳۵f-k	۷/۳۷a-g	۳/۴o	۴۸o
		۷۲	۰/۲۱۸c-f	۶/۰۸c-i	۴/۴o	۱/۳۸e-k	۷/۲۹a-h	۳/۵o	۴۹o
دزفول	۱۰°C	شاهد	۰/۵۵a-d	۵/۷۲d-j	۷/۳۸ j-e	۱/۵۶c-h	۶/۳۸ e-k	۵/۹ j-e	۸۲ je-
		۱۰	۰/۳۲c-f	۵/۵e-k	۷/۷۳b-g	۱/۵۶c-h	۶/۴۱e-k	۶/۱b-g	۸۶b-g
		۲۴	۰/۲۵c-f	۶/۰۹c-i	۷/۳۸e-j	۱/۴۶d-k	۶/۸۶b-k	۵/۹e-j	۸۲e-j
		۴۸	۰/۲۷c-f	۴/۹۶i-l	۸/۳۳ab	۱/۷c-e	۵/۸j-m	۶/۶ab	۹۳ab
		۷۲	۰/۱۷ef	۵/۱۴g-l	۸/۰۹a-d	۱/۶۵c-e	۶/۰۸h-m	۶/۴a-d	۹۰a-d
	۲۵°C	۱۰	۰/۲۹c-f	۵/۵e-k	۷/۸۵b-f	۱/۵۱c-j	۶/۶۱d-k	۶/۲b-f	۸۸b-f
		۲۴	۰/۲۱d-f	۶/۴۷a-g	۶/۷۸jk	۱/۳۱g-k	۷/۶۶a-e	۵/۴jk	۷۶jk
		۴۸	۰/۳۸a-f	۶/۶۹a-e	۵/۱۱mn	۱/۳۹k	۷/۱۹b-h	۴lm	۵۷mn
		۷۲	۰/۲۲c-f	۵/۸۶d-j	۳/۴۵p	۱/۵۱c-j	۶/۸۱b-k	۲/۷o	۳۸p
		شاهد	۰/۵۲a-e	۵/۷۹d-j	۷/۲۶f-j	۱/۵۴c-i	۶/۴۸d-k	۵/۸f-j	۸۱f-j
گچساران	۱۰°C	۱۰	۰/۵۶a-c	۵/۸۶d-j	۷/۲۶f-j	۱/۴۹c-j	۶/۷۱c-k	۵/۸f-j	۸۱fj
		۲۴	۰/۳۹a-e	۶/۳۹a-g	۷/۱۴g-k	۱/۳۷e-k	۷/۲۹a-h	۵/۷g-k	۸۰g-k
		۴۸	۰/۱۹ef	۵/۱۳g-l	۷/۵d-i	۱/۵۹c-g	۶/۳۶f-l	۶d-i	۸۴d-i
		۷۲	۰/۳۳c-e	۶/۸a-e	۸/۶۹a	۱/۵۴c-i	۶/۵۳d-k	۶/۹a	۹۷a
	۲۵°C	۱۰	۰/۱۸ef	۶/۱۳c-i	۷/۱۴g-k	۱/۴۲d-k	۷/۱b-j	۵/۷g-k	۸۰g-k
		۲۴	۰/۲۶c-e	۷/۰۴a-d	۵/۹l	۱/۲۶i-k	۷/۹ab	۴/۷l	۶۰l
		۴۸	۰/۳۵b-f	۴/۵۶j-l	۴/۵o	۱/۷a-c	۵/۷k-m	۳/۶n	۵۰o
		۷۲	۰/۳۹a-e	۵/۰۲k-l	۴/۱۶o	۱/۶۲c-e	۶/۱۶g-m	۳/۳n	۴۶o

FGP: درصد جوانه‌زنی نهایی، MDG: میانگین روزانه جوانه‌زنی، MGT: میانگین زمان جوانه‌زنی، CVG: ضریب سرعت جوانه‌زنی، TI: ضریب تیمسون، T_{50}: زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی، CUG: ضریب یکنواختی جوانه‌زنی

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن دارای تفاوت معنی‌دار (سطح احتمال ۵٪) نمی‌باشند.

جدول ۴- مقایسه میانگین تأثیر دما و مدت‌زمان هیدروپرایمینگ روی پارامترهای رشد گیاهچه در پنج جمعیت گیاه خارمریم

جمعیت	دمای هیدروپرایمینگ	زمان (ساعت)	شاخص ویگور ۲	شاخص ویگور ۱	وزن خشک ریشه (g)	وزن خشک ساقه (g)	ضریب آلومتری	طول ساقه (cm)	طول ریشه (cm)
اهواز	۱۰°C	شاهد	۴/۰۶b-e	۸۶۲f-i	۰/۰۱۱۴ a-f	۰/۰۳۶۲a-i	۰/۳۵c-e	۲/۶a-d	۷/۴۶ mn
		۱۰	۳/۵۷e-h	۹۳۵d-f	۰/۰۱۱۵ a-f	۰/۰۳۳۹d-i	۰/۳f-m	۲/۷۵ab	۹/۱۵b-g
		۲۴	۳/۶۷d-h	۸۸۲fg	۰/۰۱۱۴ a-f	۰/۰۳۳۱e-i	۰/۲۴۶g-m	۲/۰۶e-l	۸/۶ e-j
		۴۸	۴/۳۸a-c	۹۶۰c-f	۰/۰۱۲۲ a-e	۰/۰۳۷۵a-g	۰/۲۴۶b-k	۲/۱d-l	۸/۸ d-i
		۷۲	۴/۱۶a-e	۱۱۰۴ab	۰/۰۱۱۴ a-f	۰/۰۳۳۲d-i	۰/۲۹l-m	۲/۶۶a-d	۹/۱۶ b-g
	۲۵°C	۱۰	۳ij	۵۹۲l-n	۰/۰۱۳۲ ab	۰/۰۳۲۸f-i	۰/۲۴۸d-k	۱/۸۱j-m	۷/۲۶ n
		۲۴	۳/۶۵d-h	۷۴۹i-k	۰/۰۱۱۶ a-f	۰/۰۳۲۸a-f	۰/۱۷a-h	۱/۵lm	۷/۱ n
		۴۸	۲/۴۴jl	۳۷۲q	۰/۰۰۹۷ e-h	۰/۰۳۶a-i	۰/۲۷a-f	۱/۴lm	۵/۴ o
		۷۲	۲/۱l	۴۹۱n-p	۰/۰۱۱۴ a-f	۰/۰۳۱۲i	۰/۳۳a-e	۴/۴۸ah	۹/۱۶b-g
ساری	۱۰°C	شاهد	۳/۶۴d-h	۷۶۴h-k	۰/۰۱۰۱d-h	۰/۰۳۷a-h	۰/۳۸bc	۲/۷۲a-c	۷/۱۶ n
		۱۰	۴/۳۷a-c	۱۱۰۵b-d	۰/۰۱۱۱a-f	۰/۰۳۶۳a-i	۰/۲۱k-o	۲f-l	۹/۳۶ a-e
		۲۴	۳/۹۸b-f	۱۰۳۰b-d	۰/۰۱۱۱a-f	۰/۰۳۲۱hi	۰/۲۹d-k	۲/۵۵a-g	۸/۶۳ e-j
		۴۸	۴/۳۸a-c	۹۵۶c-f	۰/۰۱۲۲a-e	۰/۰۳۶۱a-i	۰/۲۲i-o	۱/۹۳h-m	۸/۶۲ e-j
		۷۲	۴/۱۱a-e	۱۰۳۶b-d	۰/۰۱۱۷a-f	۰/۰۳۲۳g-i	۰/۲۳h-o	۲/۱۳d-k	۸/۹۶ d-i
	۲۵°C	۱۰	۳/۶۲d-h	۸۱۳g-j	۰/۰۱۱۱ a-f	۰/۳۲hi	۰/۲۴h-o	۱/۸۱i-m	۷/۶۶k-n
		۲۴	۳/۴f-i	۷۱۳jk	۰/۰۱۱۱ a-f	۰/۳۳۹d-i	۰/۲m-o	۱/۵۱lm	۷/۸۲ j-n
		۴۸	۲/۹i-k	۴۶۳o-q	۰/۰۱۱۱a-e	۰/۳۸۶a-d	۰/۲۹d-j	۱/۸۱j-m	۶/۱۱ o
		۷۲	۳/۲۱hi	۵۱۴no	۰/۰۱۱۵a-f	۰/۴۰۸a	۰/۳۵۸c-e	۲/۲۱b-k	۶/۱۷ o
اصفهان	۱۰°C	شاهد	۴/۱۶a-e	۸۲۲g-i	۰/۰۱۲۵a-d	۰/۰۳۹۵a-c	۰/۳۸bc	۲/۷۷ab	۷/۵۱ l-n
		۱۰	۴/۲۱a-d	۱۰۱۳b-e	۰/۰۱۰۸ a-f	۰/۰۳۶۳a-i	۰/۲۲۹ i-o	۲/۱۱ d-k	۹/۲۳ a-f
		۲۴	۴/۵۷ab	۱۰۵۱bc	۰/۰۱۲۲a-f	۰/۰۳۷۴a-h	۰/۲۸۹e-l	۲/۵۶a-f	۸/۸۷d-i
		۴۸	۴۰/۱۵a-e	۹۵۰c-f	۰/۰۱۲۴a-d	۰/۰۳۵۵a-i	۰/۲۲i-o	۱/۹۶g-l	۸/۸۵ d-i
		۷۲	۳/۸۸c-g	۱۰۰۹b-e	۰/۰۱۰۴c-f	۰/۰۳۴۵b-i	۰/۲۸۲e-m	۲/۵۶ a-f	۹/۰۹ b-h
	۲۵°C	۱۰	۳/۷d-h	۵۷۱mn	۰/۰۱۲۱a-e	۰/۰۳۶۷a-h	۰/۲۹۷d-j	۱/۷۲j-m	۵/۷۷ o
		۲۴	۲/۸۹i-k	۵۰۵no	۰/۰۰۹۳f-h	۰/۰۳۴۲c-i	۰/۲۷e-m	۱/۶۴k-n	۵/۹۴ o
		۴۸	۲/۴۳j-l	۳۸۹pq	۰/۰۱۱a-e	۰/۰۳۹۶ab	۰/۳۳c-g	۲f-l	۶/۱ o
		۷۲	۱/۳۱m	۴۴۷o-q	۰/۰۱۰۴c-f	۰/۰۱۸j	۰/۴۸۵ab	۲/۷۹a	۶/۲۷ o
دزفول	۱۰°C	شاهد	۴/۰۶b-e	۹۰۸e-g	۰/۰۱۰۷b-f	۰/۰۳۸۳a-e	۰/۳۱۲ c-h	۲/۶۱a-e	۸/۳۴ g-k
		۱۰	۴/۲۱a-d	۹۰۴e-g	۰/۰۱۱۱a-f	۰/۰۳۷۱a-h	۰/۲۶۲f-n	۲/۱۶c-k	۸/۲۶ n-l
		۲۴	۳/۷۲d-h	۹۵۵c-f	۰/۰۱۱۴a-f	۰/۰۳۳۵d-i	۰/۲۸e-m	۲/۰۶e-l	۹/۰۳ c-h
		۴۸	۴/۳۹a-c	۱۰۵۸bc	۰/۰۱۲۲a-e	۰/۰۳۴۸b-i	۰/۲۲۳i-o	۱/۹۶g-l	۹/۲۸ a-e
		۷۲	۴/۵۸ab	۱۰۹۱ab	۰/۰۱۰۲c-g	۰/۰۴۰۸a	۰/۲۵۲g-o	۲/۵۶a-f	۹/۶۱ a-d
	۲۵°C	۱۰	۴/۱۴a-e	۸۰۲g-j	۰/۰۱۳۴a	۰/۰۳۳۷d-i	۰/۲۲۴i-o	۱/۷۲j-m	۷/۴mn
		۲۴	۳/۷۲d-h	۶۶۹k-m	۰/۰۰۹۴f-h	۰/۰۳۴۷b-i	۰/۲۳۹h-o	۱/۶۴k-n	۷/۱ n
		۴۸	۲/۶j-l	۴۵۷o-q	۰/۰۱۱۷a-f	۰/۰۳۴۲c-i	۰/۲۸۳e-m	۲f-l	۶/۲ o
		۷۲	۰/۸۵m	۴۰۹o-q	۰/۰۰۶۵i	۰/۰۱۵۶j	۰/۳۱۲c-h	۲/۷۹a	۸/۱۴ l-m
گچساران	۱۰°C	شاهد	۳/۸۲c-g	۹۱۰e-g	۰/۰۱۰۷b-f	۰/۰۳۶۳a-i	۰/۲۷۶f-n	۲/۴۲a-i	۸/۷۷ d-i
		۱۰	۳/۹۲c-g	۸۵۵f-i	۰/۰۱۰۵c-f	۰/۰۳۷۷a-g	۰/۲۵۲g-o	۲/۱۲d-k	۸/۳۹ f-k
		۲۴	۳/۹۸b-f	۹۵۰c-f	۰/۰۱۲۸a-c	۰/۰۳۶۹a-h	۰/۲۱۶j-o	۲/۱d-k	۹/۷۷a-c
		۴۸	۴/۲۱a-d	۱۰۱۵b-e	۰/۰۱۳۴a	۰/۰۳۶۶a-i	۰/۲m-o	۲/۰۷e-l	۱۰ a
		۷۲	۴/۷۱a	۱۱۸۸a	۰/۰۱۱۳a-f	۰/۰۳۷۱a-h	۰/۲۳h-o	۲/۳a-j	۹/۸۹ ab
	۲۵°C	۱۰	۳/۷۷c-h	۶۷۹۸kl	۰/۰۱۲۷a-d	۰/۰۳۴۵b-i	۰/۱۹۲no	۱/۳۶m	۷/۱۱ n
		۲۴	۲/۸۳i-k	۵۷۲mn	۰/۰۰۷۹g-i	۰/۰۳۴۶b-i	۰/۲۱۲l-o	۱/۵lm	۷/۰۸ n
		۴۸	۲/۳۸kl	۴۵۷o-q	۰/۰۱۲۸a-c	۰/۰۳۴۳b-i	۰/۲۸۱e-m	۱/۹۸f-l	۷/۰۵ n
		۷۲	۲/۴۸j-l	۳۸۱q	۰/۰۱۲۵a-d	۰/۰۴۰۸a	۰/۴۸a	۲/۶۷a-d	۵/۵ o

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون چند دامنه دانکن دارای تفاوت معنی‌دار (سطح احتمال ۵٪) نمی‌باشند

در جمعیت‌های اهواز، اصفهان و دزفول، تیمارهای هیدروپرایمینگ در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد روی شاخص بنیه گیاهچه ۲ تأثیر معنی‌داری نداشت ولی در تیمارهای ۱۰ و ۴۸ ساعت هیدروپرایمینگ جمعیت ساری و ۷۲ ساعت هیدوپرایمینگ جمعیت گچساران، این شاخص افزایش معنی‌دار را در مقایسه با شاهد نشان داد (جدول ۴).

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که در پنج جمعیت مورد بررسی، شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد در بذرهای هیدروپرایم شده در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد به میزان قابل‌ملاحظه‌ای افزایش پیدا کرد در حالی که این شاخص‌ها در بذرهای هیدروپرایم شده در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به میزان معنی‌داری کاهش نشان داد. به‌علاوه، مقایسه پاسخ شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد به دوره‌های مختلف هیدروپرایمینگ در پنج جمعیت مورد بررسی نشان داد که بهترین دوره هیدروپرایمینگ برای جمعیت‌های اهواز و گچساران ۷۲ ساعت، برای ساری و دزفول ۴۸ و ۷۲ ساعت و برای اصفهان ۱۰ و ۲۴ ساعت می‌باشد؛ بنابراین، هیدروپرایمینگ شاخص‌های جوانه‌زنی و شاخص بنیه گیاهچه را در بذر خارمریم بهبود بخشد ولی تأثیر هیدروپرایمینگ در جمعیت‌های مختلف خارمریم به شرایط پرایمینگ (دما و دوره) وابسته بود و به این ترتیب، برای موفقیت در هیدروپرایمینگ تعیین دما و دوره مناسب برای هر جمعیت خارمریم الزامی می‌باشد.

منابع

فلاح حسینی، ح.، همتی مقدم، ا.ر. و علویان، س.م. ۱۳۸۳. مروری بر گیاه دارویی خارمریم. گیاهان دارویی، ۱۱(۳): ۲۴-۱۴.

Adebisi, M.A., akintoye, S.O., Kehinde, T.O., and Adekunle, M.F. 2011. Seed priming for improved sedling emergence and vigour of cordia (*Cordia millennii*) seed. Research Journal of Seed Science, 4: 137-147.

Ashraf, M., and Foolad, M.R. 2005. Pre-sowing seed treatment a shotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non-salineconditions. Advances in Agronomy, 88: 223–271.

Bassel, G.W., Fung, P., Chow, T.F.F., Foong, J.A., Provart, N.J., and Cutler, S.R. 2008. Elucidating the germination transcriptional program using small molecules. Plant physiology, 147(1): 143-155.

Bijanzadeh, E., Nosrati, K., and Egan, T. 2010. Influence of seed priming techniques on germination and emergence of rapeseed (*Brassica napus* L.). Seed Science and Technology, 38(1): 242-247.

Buitink, J., Vu, B.L., Pascale, S., and Leprince, O. 2003. The re-establishment of desiccation tolerance in germinated radicles of *Medicago truncatula* gaertn seeds. Seed Science Research 13(4): 273-286.

Caseiro, R., Bennett, M.A., and Marcos-Filho, J. 2004. Comparison of three priming techniques for onion seed lots differing in initial seed quality. Seed Science and Technology, 32: 365-375.

Chen, K., and Arora, R. 2013. Priming memory invokes seed stress-tolerance. Environmental and Experimental Botany, 94: 33-45.

El-Araby, M.M., Moustafa, S.A., Ismail, A.I., and Hegazi, A.Z.A. 2006. Hormone and phenol levels during germination and osmopriming of tomato seeds, and associated variations in protein patterns and anatomical seed features. Acta Agronomica Hungarica, 54(4): 441-458.

El-Saidy, A.E.A., Farouk, S., and El-Ghany, H.M.A. 2011. Evaluating of different seed priming on seedling growth, yield and quality componenets in two sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars. Trends in Applied Sciences Research, 6(9): 977-991.

Farooq, M., Aziz, T., Basra, S.M.A., Cheema, M.A., and Rehman, H. 2008a. Chilling tolerance in hybrid maize induced by seed priming with salicylic acid. Journal of Agronomy and Crop Science, 194(2): 161-168.

Farooq, M., Aziz, T., Basra, S.M.A., Wahid, A., Khaliq, A., and Cheema, M.A. 2008b. Exploring the role of calcium to improve chilling tolerance in hybrid maize. Journal of Agronomy and Crop Science, 194(5): 350-359.

Farooq, M., Basar, S.M.A., Afzal, I., and Khaliq, A. 2006a. Optimization of hydropriming techniques for rice seed invigoration. Seed Science and Technology, 34(2): 507-512.

Farooq, M., Basar, S.M.A., Ahmad, N., and Murtaza, G. 2009. Enhancing the performance of transplanted coarse rice by seed priming. Paddy and Water Environment, 7(1): 55-63.

Farooq, M., Basar, S.M.A., and Hafeez, K. 2006b. Seed invigoration by osmohardening in fine and coarse rice. Seed Science and Technology, 34(1): 181-187.

Farooq, M., Basar, S.M.A., Khalid, M., Tabassum, R., and Mehmood, T. 2006c. Nutrient homeostasis, reserves metabolism and seedling vigor as affected by seed priming in coarse rice. Botany, 84(8): 1196-1202.

Farooq, M., Basra, S.M.A., Rehman, H., and Hussain, M. 2008c. Seed priming with polyamines improve the germination and early seedling growth in fine rice. Journal of New Seeds, 9(2): 145-155.

Farooq, M., Basra, S.M.A., Rehman, H., and Saleem, B.A. 2008d. Seed priming enhances the performance of late sown wheat (*Triticum aestivum* L.) by improving chilling tolerance. Journal of Agronomy and Crop Science, 194(1): 55-60.

Farooq, M., Aziz, T., ur Rehman, H., ur Rehman, A., and Cheema, S. A. 2011. Evaluating surface drying and re-drying for wheat seed priming with polyamines: effects on emergence, early seedling growth and starch metabolism. Acta physiologiae plantarum, 33(5): 1707-1713.

Farooq, M., Wahid, A., Ahmad, N., and Asad, S.A. 2010. Comparative efficiency of surface drying and re-drying seed priming in rice: Changes in emergence, seedling growth and associated metabolic events. Paddy and Water Environment, 8(1): 15-22.

Fessehazion, M.K. 2005. Predicting and improving seedling emergence of three vegetable crops. Ph.D thesis, University of Pretoria.

Iqbal, M., and Ashraf, M. 2007. Seed treatment with auxins modulates growth and ion partitioning in salt-stressed wheat plants. Journal of Integrative Plant Biology, 49: 1003–1015.

Gallardo, K., Job, C., Groot, S.P.C., Puype, M., Demol, H., Vandekerckhove, J., and Job, D. 2001. Proteomic analysis of Arabidopsis seed germination and priming. Plant Physiology, 126: 835-848.

Giri, G.S., and Schillinger, W.F. 2003. Seed priming winter wheat for germination, emergence and yield. Crop Science, 43(6): 2135-2141.

Hampton, J.G. 2002. What is seed quality. Seed Science and Technology, 30(1): 1-10.

Jisha, K.C., Vijayakumari, K., and Puthur, J.T. 2013. Seed priming for abiotic stress tolerance: An review. Acta Physiologia Plantarum, 35(5): 1381-1396.

Karkanisa, A., Bilalis, D., and Efthimiadouc, A. 2011. Cultivation of milk thistle (*Silybum marianum* L. Gaertn.), a medicinal weed. Industrial Crops and Products, 34(1): 825-830.

Kaya, M.D., Okcu, G., Atak, M., Cikili, Y., and Kolsarici O. 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus abbuus* L.). European Journal of Agronomy, 24(4): 291-295.

Korkmaz, A., and Korkmaz, Y. 2009. Promotion by 5-aminolevulenic acid of pepper seed germination and seedling emergence under low-temperature stress. Scientia Horticulturae, 119(2): 98-102.

Nakaune, M., Hanada, A., Yin, Y.G., Matsukura, C., Yamaguchi, S., and Ezura, H. 2012. Molecular and physiological dissection of enhanced seed germination using short-term low-concentration salt seed priming in tomato. Plant Physiology and Biochemistry, 52: 28-37.

Papastylianou, P.T., and Karamanos, A.J. 2012. Effect of osmopriming treatments with mannitol on cottonseed germination performance under suboptimal conditions. Seed Science and Technology, 40(2): 248-258.

Rahimi, A. 2013. Seed priming improves the germination performance of cumin (*Cuminum syminum* L.) under temperature and water stress. Industrial Crops and Products, 42: 454-460.

Rajjou, L., Duval, M., Gallardo, K., Catusse, J., Bally, J., Job, C., and Job, D. 2012. Seed germination and vigor. Annual Review of Plant Biology, 63: 507-533.

Ranal, M.A., and Santana, D.G. 2006. How and why to measure the germination process?. Brazilian Journal of Botany, 29(1): 1-11.

Rithichai, P., Sampantharat, P., and Jirakiattikul, Y. 2009. Coriander (*Coriandrum sativum* L.) seed quality as affected by accelerated aging and subsequent hydropriming. Asian Journal of Food and Agro-Industry, 217-221.

Srivastava, A.K., Lokhande, V.H., Patade, V.Y., Suprasanna, P., Sjahril, R., and Dsouza, S.F. 2010. Comparative evaluation of hydro-, chemo-, and hormonalpriming methods for imparting salt and peg stress tolerance in indian mustard (*Brassica juncea* L.). Acta Physiologiae Plantarum, 32(6): 1135-1144.

Subramaniam, S., Vaughn, K., Carrier, D., and Clausen, E.C. 2008. Pretreatment of milk thistle seed to increase the silymarin yield: an alternative to petroleum ether defatting. Bioresource Technology, 99(7): 2501-2506.

Sung, Y., Cantliffe, D.J., Nagata, R.T., and Nascimento, W.M. 2008. Structural changes in lettuce seed during germination at high temperature altered by genotype, seed maturation temperature, and seed priming. Journal of the American Society for Horticultural Science, 133(2): 300-311.

Tiryaki, I., Kizilsimsek, M., and Kaplan, M. 2009. Rapid and enhanced germination at low temperature of alfalfa and white clover seeds following osmotic priming. TG: Tropical Grasslands, 43(3): 171-177.

Wahid, A., Saher, S., Perveen, M., Gelani, S., Basar, S.M.A., and Farooq, M. 2008. Seed pretreatment with hydrogen peroxide improves heat tolerance in maize at germination and seedling growth stages. Seed Science and Technology, 36(3): 633-645.

Yadav, P.V., Kumari, M., and Ahmed, Z. 2011. Seed priming mediated germination improvement and tolerance subsequent exposure to cold and salt stress in capsicum. Research Journal of Seed Science, 4: 125-136.

Yagmur, M., and Kaydan, D. 2008. Alleviation of osmotic strength of water and salt in germination and seedling growth of triticale with seed priming treatments. African Journal of Biotechnology, 7(13): 2156-2162.

Zhuo, J., Wang, W., Lu, Y., Sen, W., and Wang, X. 2009. Osmopriming-regulated changes of plasma membrane composition and function were inhibited by phenylarsine oxide in soybean seeds. Journal of Integrative Plant Biology, 51: 858-867.

Iranian Journal of Seed Research, Vol: 3(1), 2016

The Effect of Hydropriming on Germination Performance and Seedlings Growth in Milk Thistle (*Silybum marianum*) Seeds

Maryam NasrEsfahani*, Sahar Mohammadiyan

Biology Department, Science Faculty, Lorestan University, Lorestan, Iran
*Corresponding author, E-mail address: esfahani.m@lu.ac.ir

(Received: 06.07.2015 ; Accepted: 26.01.2016)

Abstract

Efficient seed germination and rapid and uniform seedling emergence are important in commercial agriculture. Therefore, the use of strategies to improve germination and seedling establishment is necessary for increasing productivity. Hydropriming has been suggested as a simple pre-germination strategy to improve seed performance. In this study, the effects of different durations of hydropriming (10, 24, 48 and 72 hours) at different temperatures (10 and 25 ˚C) compared to unprimed seeds on the vigor and germination performance of five milk thistle accessions (Ahvaz, Sari, Esfahan, Dezfol and Gachsaran) were evaluated. An experiment was conducted as a factorial experiment based on a completely randomized design with three replications. Germination performance was evaluated by final germination percentage, mean daily germination, mean germination time, coefficient of velocity of germination, Timson's index, time to reach 50% the final germination percentage, germination value, coefficient of uniformity of germination, length and dry weight of seedlings and vigor index. The results show that germination capacity, germination rate and seedling vigor indexes increase significantly in hydroprimed seeds at temperature of 10˚C, whereas decrease in hydroprimed seeds at temperature of 25˚C. Our results also show that the efficacy of hydropriming on seedling emergence and vigor traits depends on the priming duration and temperature. Hydropriming at 10˚C indicated the most effective on germination indicators and seedling vigor when compared to unprimed seeds. In addition, the comparison of germination and growth indicators in different durations of hydropriming in five milk thistle accessions indicated that the best duration of hydropriming for Ahvaz and Gajsaran is 72h, for Sari and Dezfol is 48 and 72h and for Esfahan is 10 and 24h. Therefor, the effect of hydropriming on germination performance and seedling vigor depends on plant association and hydroperiming time and therefore, the selection of the best condition for hydropriming will improve the seed germinability and vigor.

Keywords: Seed vigor, Priming, Coefficient of uniformity of germination, Coefficient of velocity of germination