علوم و تحقیقات بذر ایران
سال یازدهم/ شماره چهارم/ ۱۴۰۳ (۳۴ - ۲۱)
مقاله پژوهشی
DOI: 10.22124/jms.2024.8796

ارزیابی تیمارهای مختلف هورمونی و سرمایی بر برخی شاخص‌های بیوشیمیایی و جوانه‌زنی بذور سه‌گونه درمنه یک‌ساله (*Artemisia annua*)، دوساله (*A.biensis* willd.) و چندساله (*A.vulgaris* L.)

مهراب یادگاری*

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۸/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۱۴

چکیده

درمنه یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی و مرتعی از تیره کاسنی است که به دلیل ترکیبات مؤثر خود، کاربردهای زیادی در صنایع دارویی و غذایی دارد. یکی از چالش‌های اصلی در کشت این گیاه، وجود خواب بذر است که جوانه‌زنی را با مشکل مواجه می‌کند. هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر پرایمینگ سرمادهی مرطوب و تیمارهای هورمونی بر شاخص‌های بیوشیمیایی و جوانه‌زنی بذور سه گونه درمنه شامل یک‌ساله (annua)، دوساله (biensis) و چندساله (vulgaris) بود. آزمایش به‌صورت کرت‌های یک‌بار خردشده در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار در سال ۱۴۰۳ در آزمایشگاه مرکز تحقیقات گیاهان دارویی و معطر دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد انجام شد. سرمادهی مرطوب در سطوح شاهد، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز و تیمارهای هورمونی (اسید جیبرلیک، بنزیل آدنین، کینتین و تلفیق‌ها) بر بذرها اعمال گردید. شاخص‌های اندازه‌گیری شامل درصد و شاخص جوانه‌زنی، طول و وزن خشک گیاهچه، بنیه بذر و فعالیت آنزیم‌های آلفا آمیلاز، بتا-۱و۳-گلوکوناز و پراکسید هیدروژن بود. نتایج نشان داد سرمادهی مرطوب و استفاده از تیمارهای هورمونی به ویژه ترکیب سه‌گانه GA3+BA+KIN در مدت ۲۰ تا ۳۰ روز، موجب افزایش معنی‌دار صفات جوانه‌زنی و شاخص‌های بیوشیمیایی نسبت به شاهد شد. بالاترین درصد و شاخص جوانه‌زنی، طول گیاهچه و بنیه بذر در گونه یک‌ساله مشاهده شد. در مقابل، گونه چندساله کمترین عملکرد را داشت. به طور کلی، کاربرد ۲۰ روز سرمادهی مرطوب همراه با تیمار هورمونی، نقش مؤثری در شکستن خواب بذر و بهبود صفات جوانه‌زنی گونه‌های مختلف درمنه نشان داد.

واژه‌های کلیدی: اسید جیبرلیک، بذر، بنزیل آدنین، گیاه دارویی، هورموپرایمینگ

دانشیار، گروه زراعت و گیاهان داروئی، دانشکده کشاورزی، واحد شهر کرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران. Mehrab.Yadegari@iau.ac.ir
*نویسنده مسئول: Mehrab.Yadegari@iau.ac.ir

مقدمه

درمنه (*Artemisia* sp.) گیاهی علفی، متعلق به تیره کاسنی (Asteraceae) است. این گیاه در ایران دارای ۳۴ گونه است که بعضی از گونه‌های آن جزء گونه‌های مطلوب مرتعی و برخی نیز دارای خواص دارویی هستند. از مهم‌ترین مواد مؤثره این گیاه می‌توان به آلفا-پینن، کامفن، سابینن، لیمونن و آرتمیزین اشاره نمود (Nazarpour and Yadegari, 2021). رویشگاه غالب آن مناطق استپی و نیمه استپی کشور نظیر گلستان و خوزستان است. گونه‌های این جنس در ایران از پست‌ترین نقاط حاشیه خزر تا ارتفاعات ۴۰۰۰ متری از سطح دریا گسترش یافته‌اند. سیستم توسعه یافته ریزوم‌ها و توانایی تولید مواد بازدارنده توسط گونه‌های چندساله درمنه، آن‌را به یک رقابت‌کننده مهم با سایر گیاهان تبدیل کرده است. قطعات ریزوم درمنه چندساله، صرف‌نظر از نوع خاک، تا ۸۵ درصد جوانه می‌زنند. ریزوم‌های موجود در گونه‌های چندساله درمنه، آن‌را به گیاهی قدرتمند مرتعی تبدیل نموده است (Klingeman *et al*., 2004; Mozaffarian, 2008). در گونه چندساله (*A.vulgaris*) تا ۲۰ هزار بذر در هر گیاه و در درمنه دوساله (*A.biensis*) تا ۴۰ هزار بذر در هر گیاه تولید می‌شود (Mahoney, 2001). تحت دماهای مختلف، مشخص گردیده است که میزان جوانه‌زنی گونه چندساله کم‌تر از گونه یک‌ساله است (Diyanat and Hoseini, 2016).

بذر اغلب گونه‌های دارویی به جهت برخی نیازهای اکولوژیکی با شرایط محیطی، جوانه‌زنی ناهماهنگ و ضعیفی دارند. بسیاری از گیاهان دارویی جوانه‌زنی پائین و سرعت رشد کمی دارند و پائین بودن شاخص‌های جوانه‌زنی در این گیاهان باعث شده تا بیشتر از سایر گیاهان در معرض انهدام و انقراض قرار بگیرند (Tajbakhsh and Gheyasi, 2022). استفاده از محرک‌های زیستی با هدف دستیابی به افزایش کیفیت و پایداری عملکرد از اهمیت زیادی برخوردارند. محرک‌های زیستی از جمله عصاره‌های طبیعی گیاهان حاوی آمینواسیدها و پلی‌پپتیدهایی با وزن مولکولی کم، ویتامین‌ها، آنزیم‌ها و هورمون‌ها (اکسین، سیتوکنین و اسید جیبرلیک) قندها، بتائین‌ها وآنتی اکسیدان‌ها و همچنین عصاره‌های حیوانی شامل آمینواسیدها، پپتیدها و ترکیبات محرک فعالیت آنزیم در بافت‌های گیاهی می‌باشند (Mcdonald, 1999; Kang *et al*., 2023) پیش تیمار با هورمون به‌عنوان یک راهکار جهت افزایش استقرار گیاهچه به‌ویژه در شرایط نامطلوب مطرح است (Shaykh-Samani *et al*., 2023).

در جهت بالابردن توان جوانه‌زنی بذور گیاهان، تیمار با مواد شیمیایی متنوعی مانند هورمون‌های گیاهی در جهت کاهش زوال تسریع شده یا طبیعی، صورت می‌گیرد که از انواع آن می‌توان انواع هورموپرایمینگ را نام برد. بذور پیش تیمار شده به لحاظ متابولیکی، بیوشیمیایی، ساختار سلولی و غیره، در وضعیت زیستی مناسب‌تری در مقایسه با بذور پرایم نشده قرار دارند (Emadi *et al*., 2022). بذور پیش تیمار شده زودتر جوانه‌زده و زیستی خود را نیز سریع‌تر محقق می‌نمایند. این امر می‌تواند تطابق طبیعی عوامل زنده تنش‌زا را با مراحل فنولوژیک گیاه هدف تغییر داده و در نتیجه به هنگام طغیان عوامل بیماری‌زا، خسارت وارده به بذور پیش تیمار شده در حال جوانه‌زنی و گیاهان استقرار یافته از آن‌ها کاهش یابد (Ghiasy Oskooe and Aghalikhani, 2023). اسید جیبرلیک و سیتوکینین به‌عنوان تحریک‌کننده‌های قوی و مؤثر در جوانه‌زنی و شکستن خواب بذر در گونه‌های مختلف گیاهی پذیرفته شده اند (Amirikia *et al*., 2023).

تیمار بذر با درجه حرارت پایین یا بالا، ترموپرایمینگ بذر نامیده می‌شود. از عوامل تأثیرگذار بر کیفیت پرایمینگ، درجه حرارت و طول دوره پرایمینگ می‌باشد و این شرایط برای گونه‌های مختلف یکسان نیست. اهمیت مدت زمان پرایمینگ از این جهت است که پرایمینگ قبل از خروج ریشه‌چه انجام شود (Farid *et al*., 2023). عواملی که باعث یکنواختی خروج گیاهچه‌های پیش تیمار شده گردند، اولاً به دلیل افزایش توانایی گیاه از نظر سرعت و یکنواختی در سبز شدن، که از عوامل مهم افزایش عملکرد می‌باشند، موجب طولانی‌تر شدن فرآیند تولید و افزایش محصول نهایی گشته؛ ثانیاً، با جلوگیری از ظهور تدریجی گیاهچه‌ها باعث می‌شوند که در زمان برداشت، گیاهانی با دوره رشد متفاوت وجود نداشته باشند (Jafari *et al*., 2022; Sarani *et al*., 2024). اثر مطلوب ترموپرایمینگ بر صفات جوانه‌زنی بذرهای گل رز ایرانی (*Rosa persica* Michx ex Juss.) (Vazieea et al., 2022) و بادرنجبویه (*Melissa officinalis*) (Emadi *et al.,* 2022) به اثبات رسیده است. اثر مطلوب پرایمینگ حرارتی و هورمونی بر صفات جوانه‌زنی بذور خارمریم (*Silybum marianum*)

(Mousavoey *et al*., 2021) و گل ماهور (*Verbascum*) (Shirali *et al*., 2022)، گزارش شده است.

این تحقیق به‌منظور تأثیرات پرایمینگ‌های سرمادهی مرطوب و هورمونی روی خصوصیات جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه گونه‌های دارویی- مرتعی گیاه درمنه در جهت یافتن بهترین تیمار در زمینه ایجاد بالاترین شاخص‌های بیوشیمیایی و جوانه‌زنی انجام شد.

مواد و روش‌ها

طرح آماری: این پژوهش در دو نوبت به صورت کرت‌های یکبار خرد شده در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی (CRD) با ۳ تکرار در آزمایشگاه مرکز تحقیقات گیاهان دارویی و معطر دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد در سال ۱۴۰۳ اجرا شد. بذور سه گونه درمنه از مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور تهیه شدند. دمای مطلوب جوانه‌زنی این گونه‌ها تاکنون بخوبی مشخص نشده است. بذور درمنه دوساله در ابتدا رشد کندی دارند و برای مدت زمان زیادی به صورت رزت باقی می‌مانند در حالی که ریشه‌های اصلی آن رشد می‌کنند (Mahoney, 2001). سه گونه اخذ شده در شهریور ماه ۱۴۰۲ تولید شده بودند. سطوح مختلف زمان سرمادهی مرطوب (دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در چهار زمان ۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز: A1-A4) در کرت‌های اصلی و تیمارهای هورمونی در هشت سطح به شرح زیر در کرت‌های فرعی قرار گرفتند (Nemati *et al*., 2016; Soleymani, 2015; Yousefi *et al*., 2021; Ansari *et al*., 2023):

B1: اسید جیبرلیک (GA3) (غلظت ۱۲۰ میلی‌گرم در لیتر).

B2: بنزیل آدنین (BA) (غلظت 10^{-4} مولار).

B3: کینتین (KIN) (غلظت 10^{-4} مولار).

B4: تلفیق GA3 (غلظت ۱۲۰ میلی‌گرم در لیتر) +BA (غلظت 10^{-4} مولار)

B5: تلفیق GA3 (غلظت ۱۲۰ میلی‌گرم در لیتر) + KIN (غلظت 10^{-4} مولار)

B6: تلفیق BA (غلظت 10^{-4} مولار) + KIN (غلظت 10^{-4} مولار)

B7: تلفیق GA3 (غلظت ۱۲۰ میلی‌گرم در لیتر) + BA (غلظت 10^{-4} مولار) + KIN (غلظت 10^{-4} مولار)

B8: شاهد (آب مقطر)

عملیات آزمایشگاهی: اسید جیبرلیک (از شرکت مرک آلمان) با استفاده از اتانول ۹۶ درصد و هورمون‌های کینتین (KIN) و بنزیل آدنین (BA) (ساخت کشور ایران شرکت تیتراکم) با استفاده از هیدروکسید سدیم یک نرمال حل شدند. به منظور پیش‌گیری از هر نوع آلودگی، بذور با محلول هیپوکلرایت سدیم ۱/۵ درصد به مدت یک دقیقه ضدعفونی شده و بلافاصله طی چند مرحله متوالی با آب مقطر مورد شستشو قرار گرفتند. پس از آن برای جلوگیری از کپک زدگی بذرها در محلول قارچ‌کش کاپتان ۵۰ درصد پودر وتابل به مدت ۲ دقیقه قرار گرفتند. به منظور پیش‌گیری از آلودگی احتمالی، ضمن استریل کردن کلیه وسایل با دستگاه اتوکلاو و آون تمام مراحل آزمایش در محیط استریل انجام شد. بذرها تحت تیمار عدم سرمادهی(زمان صفر) و تیمارهای سرمادهی مرطوب ۱۰ و ۲۰ و ۳۰ روز قرار گرفتند؛ به این صورت که بذرهای مرطوب را داخل کیسه‌های نخی استریل شده و مرطوب به صورت جداگانه قرار داده و در محیطی ایزوله و تاریک در یخچال در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند. پس از سپری نمودن تیمارهای سرمادهی، بذور تحت تیمارهای هورمونی قرار گرفتند. جهت جوانه‌زنی بذرها از دستگاه ژرمیناتور ساخت شرکت نور صنعت، استفاده گردید و جهت تنظیم دستگاه از لحاظ میزان دما و دوره نوری، ۸ ساعت روشنایی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و ۱۶ ساعت تاریکی در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم گردید (Yadegari, 2018). واحدهای آزمایشی در این تحقیق، ظروف پتری استریل شده همراه با کاغذ صافی در داخل آن بود. در هر پتری ۲۰ عدد بذر که قبلاً تحت دوره مشخص سرمادهی مرطوب قرار گرفته بودند، پس از ضد عفونی، در پتری‌ها قرار داده شده و با ۵ میلی‌لیتر از تیمار هورمونی مرطوب گردیدند و در داخل ژرمیناتور گذاشته شدند. بذور جوانه زده پس از دو هفته ثبت و شمارش گردید (McDonald, 1999).

جوانه‌زنی در این آزمایش به‌صورت خروج ریشه‌چه و ساقه‌چه تعریف شد. صفات مورد مطالعه در این پژوهش شامل طول و وزن خشک گیاهچه، درصد جوانه‌زنی، متوسط مدت جوانه‌زنی، بنیه بذر، شاخص جوانه‌زنی، مقادیر آنزیم‌های آلفا آمیلاز، بتا-۱ و۳-گلوکوناز و پراکسید هیدروژن بودند که از طریق فرمول‌های مربوطه برآورد شدند (Tajbakhsh and Gheyasi, 2022; McDonald, 1999).

درصد جوانه‌زنی مطابق رابطه ۱ محاسبه شد.

$$G=(n/N)\times 100 \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن G: درصد جوانه‌زنی، n: تعداد بذرهای جوانه‌زده و N: تعداد بذرهای قرار داده شده در هر ظرف پتری است.

متوسط زمان جوانه‌زنی: متوسط زمان لازم برای جوانه‌زنی شاخصی از سرعت و شتاب جوانه‌زنی است که طبق رابطه ۲ محاسبه گردید (Bradford, 1995).

$$MTG=\frac{\sum(nd)}{\sum n} \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در آن n: تعداد بذور جوانه‌زده در طی روز دی‌ام و d: تعداد روزها از ابتدای جوانه‌زنی است.

شاخص جوانه‌زنی: یکنواختی جوانه‌زنی عبارت است از مدت زمان لازم بین ۱۰ ٪ تا ۹۰ ٪ جوانه‌زنی و بیانگر یکنواختی بیش‌تر است که مطابق رابطه ۳ برآورد شد (McDonald, 1999).

$$\text{یکنواختی جوانه زنی} = \frac{1}{\frac{\sum(D-\bar{D})\times N}{\sum N}} \quad \text{رابطه (۳)}$$

که در آن D: تعداد روزها از ابتدا جوانه زنی، $\bar{D}$: میانگین تعداد روزها از ابتدا جوانه زنی، N: تعداد بذر جوانه زده در هر روز و $\sum N$: کل تعداد بذور جوانه زده است.

با داشتن درصد جوانه‌زنی و میانگین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، بنیه بذر از رابطه ۴ محاسبه شد (Bradford, 1995).

$$\text{شاخص بنیه بذر} = \frac{\text{زنی جوانه درصد}\times\text{چه وساقه چه ریشه طول میانگین}}{100} \quad \text{رابطه (۴)}$$

در روز پانزدهم، بذرها از پتری خارج و سپس به‌منظور تعیین وزن خشک گیاهچه، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۵۰ درجه درون آون قرار داده شدند. به منظور اندازه‌گیری فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز و محتوی پراکسید هیدروژن، از بذرهای تیمارشده با آب مقطر و غلظت‌های مختلف GA3 در زمان‌های مختلف سرمادهی استفاده شد. بذرهای تیمار شده و تیمار نشده به‌مدت۴۸ساعت در محیط کشت ماسه قرار گرفتند تا فرآیندهای جوانه‌زنی در بذر آغاز شود. پس از آن نمونه‌های بذری از تیمارهای مورد نظر درون میکروتیوپ قرارگرفتند و بلافاصله درون نیتروژن مایع ریخته شدند، سپس تا زمان اندازه‌گیری فعالیت آنزیمی، نمونه‌ها در فریزر۸۰- درجه سلسیوس نگهداری شدند.

سنجش فعالیت پراکسید هیدروژن: فعالیت پراکسید هیدروژن در بذر به روش Velikova & Loreto (2001) تعیین گردید. ۰/۳۵ گرم بذر در داخل هاون چینی در نیتروژن مایع به خوبی سائیده و با تری کلرو استیک اسید ۱٪ درصد هموژن شد. مخلوط هموژن شده با 12000× g به مدت ۱۵ دقیقه سانتیفوژ شد. ۰/۵ میلی‌لیتر از مایع رویی برداشت شد و به ۰/۵ میلی‌لیتر بافر پتاسیم فسفات یک مولار و یک میلی‌لیتر پتاسیم یدید یک مولار اضافه شد. میزان جذب مایع رویی در طول موج ۳۹۰ نانومتر با اسپکتروفتومتر Shimadzu UV-160 اندازه‌گیری شد . محتوای H_2O_2 با مقایسه منحنی کالیبراسیون استاندارد که قبلا با غلظت‌های مختلف H_2O_2 ساخته شده بود تعیین شد. میزان H_2O_2 بر اساس میکرومول بر گرم وزن تر گزارش شد (Nazari et al., 2012).

سنجش فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز: به‌منظور اندازه‌گیری فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز، ۰/۵گرم از نمونه‌های بذری پس از خروج از فریزر، در هاون سرد با نیتروژن مایع به خوبی پودر شدند. برای استخراج عصاره آنزیم از روش Biswas و همکاران (۱۹۸۷) استفاده شد. بر این اساس ۱۰ میلی‌لیتر بافر فسفات۰/۱مولار سرد با اسیدیته ۷/۲ به بذرهای پودر شده اضافه و به خوبی مخلوط شد و به‌مدت۲۵دقیقه در سانتریفیوژ یخچال‌دار در دمای۴ درجه سلسیوس با ۱۰ هزار دور در دقیقه سانتریفیوژ شد و بلافاصله محلول رویی جدا و تا زمان اندازه‌گیری فعالیت آنزیم در دمای۸۰- درجه‌سلسیوس نگهداری شد. فعالیت آنزیم‌ها در عصاره بذرها با روش Baker (1991) و Bernfeld (1995) تعیین شد و جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۴۰ نانومتر ثبت شد (Dehghanpour et al., 2011).

تجزیه آماری اطلاعات به دست آمده صفات مختلف اندازه‌گیری شده و برآورد ضرایب ساده پیرسون، با استفاده از نرم‌افزار $SASver._{9.2}$ انجام شد. همچنین برای محاسبه ضریب تغییرات و مقایسه میانگین از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از نرم‌افزار مذکور استفاده شد. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار $Excel_{ver.\ 2013}$ استفاده شد.

نتایج و بحث

الف- گونه *annua*: نتایج تجزیه واریانس اطلاعات برآمده از میانگین دو بار تکرار این پژوهش نشان داد که تیمارهای مورد تحقیق اثر معنی‌داری روی صفات جوانه‌زنی بذور گونه *annua* (یک‌ساله) بوجود آوردند (جدول ۱). مشخص شد که در گونه یک‌ساله، بیش‌ترین و کم‌ترین مقادیر صفات

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس میانگین مربعات سطوح مختلف پرایمینگ بر صفات جوانه‌زنی بذور درمنه *A.annua*

Table 1. Analysis variance of mean squares of various primings on germination characteristics in *A.annua*

منابع تغییرات S.O.V [z]	درجه آزادی D.F[y]	طول گیاهچه Seedling length	وزن‌خشک گیاه‌چه Dry weight ofoseedling	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	بنیه بذر Seed vigour	شاخص جوانه‌زنی Germination index	میانگین مدت جوانه‌زنی Mean of germination time	آلفا آمیلاز Alpha-amylase	بتا-۱ و ۳ گلوکوناز Beta-1, 3 glucanase	پراکسید هیدروژن hydrogen peroxide
سرمادهی‌مرطوب(A)	3	21.8**	9.01**	14.4**	14.1**	35.2**	24.23**	44.5**	24.1**	52.5**
خطای a (Ea)	6	0.99	0.43	0.22	0.99	0.64	0.66	1.08	0.77	2.24
تیمارهورمونی(B)	7	5.1**	7.5**	7.1**	14.1**	8.11**	15.33**	10.11**	33.11**	28.62**
A×B	21	7.1**	8.14**	6.6**	9.2**	7.9**	4.17**	3.11**	3.88**	5.77**
خطای b (Eb)	56	0.75	0.88	1.01	1.1	0.34	0.55	0.88	0.44	0.93
ضریب‌تغییرات(%C.V[x])	-	11.2	8.1	10.1	6.05	8.14	7.12	5.14	1.22	7.04

*، ** و ns: به ترتیب معنی دار در سطح α=۰/۰۵، α=۰/۰۱ و عدم معنی‌دار

[z] SOV: source of variation, [y]df: degree of freedom, [x]CV: coefficient of variation, *, ** significant at P=0.05 and P=0.01 levels of probability respectively, ns: not significant.

جدول ۲- مقایسات میانگین صفات جوانه‌زنی بذور درمنه *A.annua* تحت سطوح مختلف پرایمینگ

Table 2. Means comparisons of germination characteristics in *A.annua* under various priminges

تیمارها * Treatments	طول گیاهچه Seedling length (cm)	وزن خشک گیاهچه Dry weight of seedling (mg)	درصد جوانه زنی Germination percentage	بنیه بذر Seed vigour	شاخص جوانه‌زنی Germination index	میانگین مدت‌جوانه‌زنی Mean of germination (day)	آلفا آمیلاز Alpha-amylase (mM/gfw)	بتا-۱ و۳ گلوکوناز Beta-1, 3 glucanase (mM/gfw)	پراکسید هیدروژن hydrogen peroxide (mM/gfw)
A1B1	7.44 fg**	79.32 e	64.22 e	4.77 d	7.89 f	0.44 de	3.92 fg	3.44 h	0.28 hi
A1B2	6.99 g	78.11 ef	62.34 f	4.35 de	6.99 fg	0.51 d	3.43 g	3.01 h	0.25 i
A1B3	7.16 g	79.55 e	61.34 fg	4.39 d	8.16 f	0.54 d	3.57 g	3.14 h	0.26 i
A1B4	7.88 f	80.33 e	65.14 de	5.13 cd	9.98 ef	0.41 e	4.17 fg	3.66 gh	0.32 gh
A1B5	7.22 g	81.11 e	63.99 e	4.62 d	9.45 e	0.50 d	3.65 g	3.21 h	0.31 h
A1B6	7.39 g	81.66 d	64.11 e	4.73 d	10.16 de	0.49 d	4.04 fg	3.55 gh	0.35 g
A1B7	8.12 f	83.55 d	65.22 d	5.29 cd	11.14 d	0.36 ef	4.42 f	3.88 gh	0.39 f
A1B8	6.82 h	77.44 f	61.01 g	4.16 e	6.14 g	0.78 a	3.50 g	2.95 h	0.23 ij
A2B1	7.77 fg	81.99 e	65.22 d	5.06 cd	17.33 b	0.33 f	5.30 e	4.42 f	0.38 fg
A2B2	7.44 g	80.23 e	64.22 e	4.77 d	16.11 bc	0.59 c	4.44 f	3.70 g	0.34 g
A2B3	7.55 g	80.77 e	65.55 cd	4.94 cd	16.89 b	0.44 de	4.56 f	3.80 g	0.39 f
A2B4	8.12 f	86.33 c	66.44 c	5.39 c	17.55 b	0.31 fg	6.13 de	5.11 ef	0.44 e
A2B5	8.67 e	84.22 cd	64.11 e	5.55 c	16.99 b	0.49 d	4.93 e	4.11 fg	0.41 ef
A2B6	9.11 cd	88.11 bc	64.55 de	5.88 c	17.34 b	0.44 de	6.03 de	5.03 ef	0.42 ef
A2B7	9.34 cd	92.11 b	67.99 b	6.35 b	17.88 ab	0.25 g	7.47 cd	6.23 cd	0.45 e
A2B8	7.11 h	79.01 ef	63.27 ef	4.49 e	14.33 c	0.68 b	4.20 fg	3.50 h	0.33 gh
A3B1	8.91 d	85.77 c	68.12 b	6.06 bc	16.88 b	0.14 hi	8.12 c	6.77 cd	0.55 c
A3B2	8.55 de	83.22 cd	66.77 c	5.70 c	15.99 bc	0.15 hi	6.15 de	5.13 ef	0.48 de
A3B3	8.98 d	85.44 cd	63.81 e	5.73 c	16.01 bc	0.18 h	6.16 de	5.14 ef	0.49 d
A3B4	9.55 c	89.88 b	69.99 a	6.68 b	19.12 a	0.12 hi	9.20 b	7.67 b	0.59 b
A3B5	10.08 bc	90.14 b	67.98 b	6.85 b	17.88 b	0.17 h	8.50 bc	7.09 bc	0.51 cd
A3B6	10.11 b	92.55 b	66.91 c	6.76 b	18.66 ab	0.16 h	8.17 c	6.81 c	0.54 c
A3B7	11.12 a	101.14 a	71.12 a	7.90 a	18.11 b	0.11 i	11.77 a	9.81 a	0.63 a
A3B8	8.19 f	81.11 e	65.11 d	5.33 cd	15.34 c	0.44 de	5.05 e	4.55 f	0.44 e
A4B1	7.77 fg	87.11 bc	65.02 d	5.05 cd	14.14 c	0.21 gh	6.78 d	6.11 d	0.51 cd
A4B2	7.44 g	79.44 ef	64.01 de	4.76 d	13.15 c	0.22 gh	5.70 e	5.14 e	0.46 de
A4B3	7.22 gh	80.34 e	63.55 e	4.58 de	13.77 c	0.27 fg	6.03 de	5.44 e	0.49 d
A4B4	8.66 e	88.11 bc	65.98 d	5.71 c	15.88 bc	0.18 h	7.93 c	7.15 c	0.55 b
A4B5	8.11 ef	80.11 ef	63.78 de	5.17 cd	14.14 c	0.25f fg	7.14 cd	6.44 cd	0.49 d
A4B6	8.43 e	85.33 cd	64.87 d	5.46 cd	16.01 b	0.24 g	6.79 d	6.12 d	0.52 cd
A4B7	9.22 cd	90.33 bc	66.98 cd	6.17 bc	17.18 b	0.16 h	6.99 cd	8.13 b	0.61 ab
A4B8	7.01 h	77.42 f	63.11 f	4.42 e	6.01 g	0.79 a	3.49 g	2.91 h	0.22 j

* A: سطوح سرمادهی مرطوب (A1: عدم سرمادهی، A2: ۱۰، A3: ۲۰، A4: ۳۰ روز).

B: تیمارهای هورمونی (B1: GA3 (۱۲۰ میلی گرم در لیتر)، B2: BA (10^{-4}مولار)، B3: KIN (10^{-4}مولار)، B4: GA3 (۱۲۰ میلی گرم در لیتر)+ BA (10^{-4}مولار)، B5: GA3 (۱۲۰میلی‌گرم در لیتر)+ KIN(10^{-4}مولار)، B6: BA (10^{-4}مولار)+KIN (10^{-4}مولار)، B7: GA3 (۱۲۰ میلی‌گرم در لیتر)+BA (10^{-4}مولار)+KIN(10^{-4}مولار)، B8: شاهد)

*A: wet chilling (A1-A3: 0, 10, 20, 30 day), B: hormo-primings (B1:gibberellic acid (120ppm), B2: benzyl adenine (10^{-4} M), B3: kinetin (10^{-4} M), B4: gibberellic acid (120ppm)+ benzyl adenine (10^{-4} M), B5: gibberellic acid (120ppm)+kinetin (10^{-4} M), B6: benzyl adenine (10^{-4} M)+kinetin (10^{-4} M), B7: gibberellic acid (120ppm)+benzyl adenine (10^{-4} M)+ kinetin (10^{-4} M) and B8: control)

**: Numbers in each column that have same word, have same group. **: اعدادی در هر ستون که دارای حروف مشترک هستند در یک گروه آماری قرار دارند.

طول گیاهچه (۶/۹۹-۱۱/۱۲ سانتی‌متر)، وزن خشک گیاهچه (۷۷/۴۲-۱۰۱/۱۴ میلی‌گرم)، جوانه‌زنی (۶۱/۰۱-۷۱/۱۲ درصد)، بنیه بذر (۴/۱۶-۷/۹)، شاخص جوانه‌زنی (۶/۰۱-۱۸/۶۶)، میزان آلفا آمیلاز (۳/۴۳-۱۱/۷۷ میلی‌مول بر گرم وزن تر بذر)، بتا-۱ و ۳-گلوکوناز (۲/۹۱-۹/۸۱ میلی‌مول بر گرم وزن تر بذر) و پراکسید هیدروژن (۰/۲۲-۰/۶۳ میلی‌مول بر گرم وزن تر بذر) به ترتیب در تیمار تلفیقی سرمادهی مرطوب (۲۰روز) + تیمار هورمونی GA3+KIN+BA (A3B7) و تیمار عدم سرمادهی+عدم تیمار هورمونی (A1B8) بوجود آمد. در عین حال بیش‌ترین و کم‌ترین مقادیر میانگین مدت جوانه‌زنی (۰/۷۹-۰/۱۱ روز)، به ترتیب در تیمار عدم سرمادهی+عدم تیمار هورمونی (A1B8) و تیمار تلفیقی سرمادهی مرطوب (۲۰ روز)+تیمار هورمونی GA3+KIN+BA (A3B7) بوجود آمد (جدول ۲).

ب- گونه *biensis* : اطلاعات برآمده از پژوهش حاضر، بیانگر اثرات معنی‌دار تیمارهای مورد استفاده بر صفات مورد ارزیابی در گونه *biensis* (دو ساله) بود (جدول ۳). بیش‌ترین و کم‌ترین مقادیر صفات طول گیاهچه (۵/۸-۱۰/۱۱ سانتی‌متر)، وزن خشک گیاهچه (۵۰/۸۸-۷۹/۷۷ میلی‌گرم)، جوانه‌زنی (۴۶/۰۱-۶۵/۱۲ درصد)، بنیه بذر (۲/۸۰-۶/۴۸)، شاخص جوانه‌زنی (۳/۶۶-۱۶/۲۸)، میزان آلفا آمیلاز (۲/۶۱-۹/۷۷ میلی‌مول بر گرم وزن تر بذر)، بتا-۱ و ۳-گلوکوناز (۲/۹۱-۸/۶۳ میلی‌مول بر گرم وزن تر بذر) و پراکسید هیدروژن (۰/۱۷-۰/۵۵ میلی‌مول بر گرم وزن تر بذر) به ترتیب در تیمار تلفیقی سرمادهی مرطوب (۲۰روز)+تیمار هورمونی GA3+KIN+BA (A3B7) و تیمار عدم سرمادهی+عدم تیمار هورمونی (A1B8) بوجود آمد. بیش‌ترین و کم‌ترین مقادیر میانگین مدت جوانه‌زنی (۰/۱۵-۰/۹۸ روز)، به ترتیب در تیمار سرمادهی مرطوب (۳۰ روز)+عدم تیمار هورمونی (A4B8) و تیمار تلفیقی سرمادهی مرطوب (۳۰ روز) + تیمار هورمونی KIN+BA+ GA3(A4B7) بوجود آمد (جدول ۴).

ج- گونه *vulgaris* : نتایج نشان داد که تیمارهای مورد تحقیق اثر معنی‌داری روی صفات جوانه‌زنی بذور گونه *vulgaris* (چندساله) ایجاد نمودند (جدول ۵). مشخص شد که در گونه چند ساله، بیش‌ترین و کم‌ترین مقادیر صفات طول گیاهچه (۴/۱۹-۸/۱۹ سانتی‌متر)، وزن خشک گیاهچه (۳۹/۸۸-۶۱/۴۲ میلی‌گرم)، جوانه‌زنی (۲۹/۶۳-۴۴/۱۲ درصد)، بنیه بذر (۱/۴۶-۳/۵۳)، شاخص جوانه‌زنی (۱۶/۳۲-۳/۲۵)، میزان آلفا آمیلاز (۲/۳۷-۷/۵۵ میلی‌مول بر گرم وزن تر بذر)، بتا-۱ و ۳-گلوکوناز (۲/۵۷-۸/۵۴ میلی‌مول بر گرم وزن تر بذر) و پراکسید هیدروژن (۰/۱۹-۰/۶۵ میلی‌مول بر گرم وزن تر بذر) به ترتیب در تیمار تلفیقی سرمادهی مرطوب (۱۰ و ۲۰ روز)+تیمار هورمونی GA3+KIN+BA [(A3B7) (A2B7)] و تیمار عدم سرمادهی + عدم تیمار هورمونی (A1B8) به همراه تیمار تلفیقی سرمادهی مرطوب (۳۰ روز)+عدم تیمار هورمونی (A4B8) بوجود آمد. در عین حال بیش‌ترین و کم‌ترین مقادیر میانگین مدت جوانه‌زنی (۱/۲۱-۰/۱۷ روز)، به ترتیب در تیمار عدم سرمادهی+عدم تیمار هورمونی (A1B8) و تیمار تلفیقی سرمادهی مرطوب (۲۰ روز)+تیمار هورمونی GA3+KIN+BA (A3B7) بوجود آمد (جدول ۶).

در مجموع سه گونه، نتایج نشان داد که در برخی از موارد تیمار ۳۰ روز سرمادهی مرطوب (A4) همراه با تیمار هورمونی GA3+KIN+BA (B7) در یک گروه آماری با تیمار A3B7 قرار گرفت و از سوی دیگر تیمار A1B8 نیز

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس میانگین مربعات سطوح مختلف پرایمینگ بر صفات جوانه‌زنی بذور درمنه *A.biensis*

Table 3. Analysis variance of mean squares of various primings on germination characteristics in *A.biensis*

منابع تغییرات S.O.V[z]	درجه آزادی D.F[y]	طول گیاهچه Seedling length	وزن‌خشک گیاهچه Dry weight ofoseedling	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	بنیه بذر Seed vigour	شاخص جوانه‌زنی Germination index	میانگین مدت جوانه‌زنی Mean of germination time	آلفا آمیلاز Alpha-amylase	بتا-۱ و ۳ گلوکوناز Beta-1, 3 glucanase	پراکسید هیدروژن hydrogen peroxide
سرمادهی‌مرطوب(A)	3	35.5**	14.22**	22.4**	11.1**	42.2**	33.51**	62.5**	44.5**	77.42**
خطای a (Ea)	6	1.97	0.66	0.43	0.1	2.8	0.89	2.2	1.88	3.77
تیمارهورمونی(B)	7	15.1**	14.5**	19.1**	27.1**	5.42**	7.33**	46.61**	39.61**	42.61**
A×B	21	22.1**	23.8**	28.6**	19.2**	2.9**	4.22**	8.11**	15.11**	17.11**
خطای b (Eb)	56	0.86	0.77	22.01	0.43	0.88	0.93	0.22	0.77	0.38
ضریب‌تغییرات(%C.V[x])	-	10.7	9.9	8.8	9.11	5.42	8.99	10.65	8.65	11.1

*، ** و ns: به ترتیب معنی دار در سطح α=۰/۰۵، α=۰/۰۱ و عدم معنی‌دار

[z] SOV: source of variation, [y]df: degree of freedom, [x]CV: coefficient of variation, *, ** significant at P=0.05 and P=0.01 levels of probability respectively, ns: not significant.

جدول ۴- مقایسات میانگین صفات جوانه‌زنی بذور درمنه *A.biensis* تحت سطوح مختلف پرایمینگ

Table 4. Means comparisons of germination characteristics in *A.biensis* under various priminges

تیمارها * Treatments	طول گیاهچه Seedling length (cm)	وزن خشک گیاهچه Dry weight of seedling (mg)	درصد جوانه زنی Germination percentage	بنیه بذر Seed vigour	شاخص جوانه‌زنی Germination index	میانگین مدت‌جوانه‌زنی Mean of germination (day)	آلفا آمیلاز Alpha-amylase (mM/gfw)	بتا-۱ و۳ گلوکوناز Beta-1, 3 glucanase (mM/gfw)	پراکسید هیدروژن hydrogen peroxide (mM/gfw)
A1B1	6.54 g**	62.42 cd	49.44 e	3.23 fg	4.81 gh	0.54 de	3.01 gh	3.47 hi	0.20 hi
A1B2	6.15 gh	52.33 e	48.01 e	2.95 g	4.26 gh	0.63 d	2.64 gh	3.04 i	0.18 i
A1B3	6.30 gh	53.29 de	47.23 e	2.97 g	4.97 g	0.66 cd	2.75 gh	3.17 hi	0.19 i
A1B4	6.93 fg	53.82 de	50.15 de	3.47 f	6.08 fg	0.50 e	3.21 g	3.69 h	0.23 h
A1B5	6.35 gh	54.34 de	49.27 e	3.13 fg	5.76 fg	0.62 d	2.81 gh	3.24 hi	0.23 h
A1B6	6.50 gh	54.71 de	49.36 e	3.21 fg	6.19 fg	0.60 d	3.11 gh	3.58 h	0.26 gh
A1B7	7.14 fg	65.99 bc	50.21 de	3.58 ef	6.79 f	0.44 f	3.40 g	3.91 h	0.29 g
A1B8	6.01 gh	51.88 e	46.97 ef	2.81 g	3.66 h	0.97 a	2.69 h	2.92 i	0.17 i
A2B1	6.06 gh	54.93 de	54.13 d	3.28 f	10.22 e	0.40 f	4.40 f	3.88 h	0.31 f
A2B2	5.80 h	53.75 de	53.30 d	3.09 f	9.50 e	0.73 c	3.68 g	3.25 hi	0.27 g
A2B3	5.88 gh	54.11 de	54.40 cd	3.20 f	9.96 e	0.54 de	3.78 g	3.34 hi	0.31 f
A2B4	6.33 g	57.84 d	55.14 cd	3.49 ef	10.35 e	0.38 fg	5.08 de	4.49 g	0.36 de
A2B5	6.76 f	56.42 d	53.21 d	3.59 ef	10.02 e	0.60 d	4.09 fg	3.61 h	0.33 e
A2B6	7.10 ef	59.03 cd	53.57 cd	3.80 e	10.23 e	0.54 de	5.01 de	4.42 g	0.34 e
A2B7	7.28 e	69.88 b	65.12 a	4.74 cd	10.54 e	0.31 g	6.20 cd	5.48 e	0.36 de
A2B8	5.54 h	52.93 e	52.51 d	2.91 g	8.45 ef	0.84 b	3.48 g	2.91 i	0.27 gh
A3B1	8.10 d	66.55 bc	61.39 b	4.97 c	13.67 c	0.19 h	6.74 c	5.95 d	0.45 c
A3B2	7.78 de	64.57 bc	60.17 b	4.68 cd	12.95 c	0.21 h	5.10 de	4.51 g	0.39 d
A3B3	8.17 d	66.30 bc	57.50 c	4.69 cd	12.96 c	0.25 gh	5.11 de	4.52 g	0.40 cd
A3B4	8.69 c	69.74 b	63.07 ab	5.48 b	15.48 ab	0.17 h	7.63 b	6.74 c	0.48 bc
A3B5	9.17 b	69.94 b	61.26 b	5.61 b	14.48 b	0.24 gh	7.06 bc	6.23 cd	0.41 cd
A3B6	9.20 b	79.77 a	60.30 b	5.54 b	15.11 ab	0.22 gh	6.78 c	5.99 d	0.44 c
A3B7	10.11 a	78.48 a	64.09 a	6.48 a	16.28 a	0.15 h	9.77 a	8.63 a	0.51 ab
A3B8	7.45 e	59.88 cd	58.67 bc	4.37 d	12.42 cd	0.62 d	4.19 f	4.01 gh	0.36 de
A4B1	6.75 f	67.59 bc	57.67 c	3.89 e	11.32 d	0.29 g	4.59 ef	5.58 e	0.46 bc
A4B2	6.47 fg	61.64 c	56.77 c	3.67 ef	10.53 de	0.31 g	3.86 fg	4.69 fg	0.41 cd
A4B3	6.28 g	62.34 c	56.33 c	3.54 f	11.02 d	0.38 fg	4.08 f	4.97 f	0.44 c
A4B4	7.53 e	68.37 b	58.52 bc	4.40 d	12.71 c	0.25 gh	5.37 de	6.53 c	0.50 b
A4B5	7.05 ef	62.16 c	56.57 c	3.99 cd	11.32 d	0.36 fg	4.83 e	5.88 d	0.44 c
A4B6	7.33 e	66.21 bc	57.53 c	4.22 d	12.82 c	0.34 g	4.59 ef	5.59 e	0.47 bc
A4B7	8.02 de	70.09 b	59.41 bc	4.76 cd	13.76 bc	0.23 h	5.88 d	7.43 b	0.55 a
A4B8	6.09 gh	50.88 e	46.01 f	2.80 g	9.72 e	0.98 a	2.61 h	2.95 i	0.38 de

* A: سطوح سرمادهی مرطوب (A1: عدم سرمادهی، A2: ۱۰، A3: ۲۰، A4: ۳۰ روز).

B: تیمارهای هورمونی (B1: GA3 (۱۲۰ میلی گرم در لیتر)، B2: BA (10^{-4}مولار)، B3: KIN (10^{-4}مولار)، B4: GA3 (۱۲۰ میلی گرم در لیتر)+ BA (10^{-4}مولار)، B5: GA3 (۱۲۰میلی‌گرم در لیتر)+ KIN(10^{-4}مولار)، B6: BA (10^{-4}مولار)+KIN (10^{-4}مولار)، B7: GA3 (۱۲۰ میلی‌گرم در لیتر)+BA (10^{-4}مولار)+KIN(10^{-4} مولار)، B8: شاهد)

*A: wet chilling (A1-A3: 0, 10, 20, 30 day), B: hormo-primings (B1:gibberellic acid (120ppm), B2: benzyl adenine (10^{-4} M), B3: kinetin (10^{-4} M), B4: gibberellic acid (120ppm)+ benzyl adenine (10^{-4} M), B5: gibberellic acid (120ppm)+kinetin (10^{-4} M), B6: benzyl adenine (10^{-4} M)+kinetin (10^{-4} M), B7: gibberellic acid (120ppm)+benzyl adenine (10^{-4} M)+ kinetin (10^{-4} M) and B8: control)

**: اعدادی در هر ستون که دارای حروف مشترک هستند در یک گروه آماری قرار دارند

**: Numbers in each column that have same word, have same group.

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس میانگین مربعات سطوح مختلف پرایمینگ بر صفات جوانه‌زنی بذور درمنه *A.vulgaris*

Table 5. Analysis variance of mean squares of various primings on germination characteristics in *A.vulgaris*

منابع تغییرات S.O.V[z]	درجه آزادی D.F[y]	طول گیاهچه Seedling length	وزن خشک گیاهچه Dry weight ofoseedling	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	بنیه بذر Seed vigour	شاخص جوانه‌زنی Germination index	میانگین مدت جوانه‌زنی Mean of germination time	آلفا آمیلاز Alpha-amylase	بتا-۱ و ۳ گلوکوناز Beta-1, 3 glucanase	پراکسید هیدروژن hydrogen peroxide
سرمادهی‌مرطوب(A)	3	49.8**	12.11**	77.8**	33.1**	44.2**	55.9**	52.1**	77.5**	44.5**
خطای a (Ea)	6	2.3	0.88	3.8	0.74	1.9	0.87	2.05	15.2	1.2
تیمارهورمونی(B)	7	18.1**	14.5**	11.1**	18.1**	8.22**	5.66**	33.11**	33.61**	33.2**
A×B	21	28.1**	11.8**	14.6**	14.2**	19.9**	4.77**	2.01**	14.11**	9.11**
خطای b (Eb)	56	0.75	0.63	0.99	0.89	1.23	0.99	0.78	0.87	0.55
ضریب‌تغییرات(%C.V[x])	-	10.2	12.5	8.89	9.55	8.99	8.55	5.22	12.2	9.88

*، ** و ns: به ترتیب معنی دار در سطح α=۰/۰۵، α=۰/۰۱ و عدم معنی‌دار

[z] SOV: source of variation, [y]df: degree of freedom, [x]CV: coefficient of variation, *, ** significant at P=0.05 and P=0.01 levels of probability respectively, ns: not significant.

جدول ۶- مقایسات میانگین صفات جوانه‌زنی بذور درمنه *A.vulgaris* تحت سطوح مختلف پرایمینگ

Table 6. Means comparisons of germination characteristics in *A.vulgaris* under various priminges

تیمارها * Treatments	طول گیاهچه Seedling length (cm)	وزن خشک گیاهچه Dry weight of seedling (mg)	درصد جوانه زنی Germination percentage	بنیه بذر Seed vigour	شاخص جوانه‌زنی Germination index	میانگین مدت‌جوانه‌زنی Mean of germination (day)	آلفا آمیلاز Alpha-amylase (mM/gfw)	بتا-۱ و۳ گلوکوناز Beta-1, 3 glucanase (mM/gfw)	پراکسید هیدروژن hydrogen peroxide (mM/gfw)
A1B1	4.97 g**	48.06 c	40.68 bc	2.02 ef	4.27 h	0.67 d	2.70 g	3.05 gh	0.23 gh
A1B2	4.67 g	40.29 f	39.49 bc	1.84 f	3.79 hi	0.77cd	2.37 g	2.67 h	0.21 h
A1B3	4.78 g	41.03 ef	38.86 c	1.86 f	4.42 h	0.82 c	2.47 g	2.79 h	0.22 h
A1B4	5.27 fg	41.44 ef	41.27 b	2.17 e	5.41 gh	0.62 d	2.88 fg	3.25 gh	0.27 g
A1B5	4.82 g	41.84 ef	40.54 bc	1.95 ef	5.12 gh	0.76 cd	2.52 g	2.85 h	0.26 g
A1B6	4.94 g	42.12 ef	40.62 bc	2.01 ef	5.50 gh	0.74 cd	2.79 g	3.15 gh	0.29 fg
A1B7	5.43 f	50.81 bc	41.32 bc	2.24 e	6.04 g	0.54 de	3.05 fg	3.44 gh	0.33 f
A1B8	4.19 h	39.95 f	38.65 c	1.61 fg	3.45 i	1.20 a	2.41 g	2.57 h	0.19 hi
A2B1	4.60 gh	42.29 ef	39.54 bc	1.82 f	9.32 e	0.45 e	3.94 de	3.84 g	0.38 ef
A2B2	4.41 h	41.39 ef	38.93 c	1.71 fg	8.66 ef	0.81 c	3.30 f	3.22 gh	0.34 f
A2B3	4.47 h	41.66 ef	39.74 bc	1.77 f	9.08 e	0.60 d	3.39 f	3.30 gh	0.39 e
A2B4	4.81 gh	44.53 de	40.28bc	1.93 ef	9.44 e	0.42 e	4.56 cd	4.45 f	0.44 de
A2B5	5.13 g	43.44 e	38.87c	1.99 ef	9.14 e	0.67 cd	3.67 de	3.57 gh	0.41 de
A2B6	5.40 f	45.45 de	39.13 c	2.11 e	9.33 e	0.60 d	4.49 cd	4.38 f	0.42 de
A2B7	5.53 ef	53.80 b	44.12 a	2.44 d	9.62 e	0.34 ef	5.56 b	5.42 e	0.45 d
A2B8	4.21 h	40.76 ef	38.36 c	1.61 fg	7.71 f	0.93 b	3.12 fg	3.04 h	0.33 f
A3B1	6.56 d	51.24 bc	41.30 b	2.71 c	13.70 c	0.22 f	5.15 b	5.89 de	0.55 b
A3B2	6.30 de	49.72 c	40.48 b	2.55 cd	12.97 c	0.23 f	3.90 de	4.46 f	0.48 c
A3B3	6.61 d	51.05 bc	38.68 c	2.56 cd	12.99 c	0.28 ef	3.91 de	4.47 f	0.49 bc
A3B4	7.03 c	53.70 b	42.43 ab	2.98 b	15.51 ab	0.18 f	7.55 a	6.68 cd	0.65 a
A3B5	7.42 b	53.86 b	41.21 b	3.06 b	14.51 b	0.26 ef	5.40 b	6.17 de	0.51 bc
A3B6	7.45 b	61.42 a	40.56 bc	3.02 b	15.14 b	0.25 f	5.18 bc	5.93 de	0.54 b
A3B7	8.19 a	60.43 a	43.12 ab	3.53 a	16.32 a	0.17 f	7.47 a	8.54 a	0.63 a
A3B8	6.03 e	46.10 d	39.47 c	2.38 d	12.45 c	0.69 c	3.20 f	3.96 fg	0.44 d
A4B1	5.47 f	50.96 bc	30.53 d	1.67 fg	8.93 e	0.36 ef	4.22 d	5.88 de	0.51 b
A4B2	5.24 fg	46.48 d	30.05 d	1.57 fg	8.31 ef	0.39 ef	3.55 e	4.95 ef	0.46 c
A4B3	5.08 g	47.01 cd	29.84 d	1.51 g	8.70 e	0.46 e	3.76 de	5.24 e	0.49 bc
A4B4	6.10 e	51.55 bc	30.98 d	1.89 f	10.03 d	0.1 ef	4.94 c	6.89 c	0.55 b
A4B5	5.71 ef	46.87 d	29.94 d	1.71 fg	8.93 e	0.44 e	4.45 cd	6.20 d	0.49 bc
A4B6	5.94 e	49.92 bc	30.46 d	1.80 f	10.11 d	0.41 e	4.23 d	5.89 de	0.52 bc
A4B7	6.49 d	50.33 bc	31.45 d	2.04 ef	8.99 e	0.28 ef	5.62 b	7.83 b	0.61 a
A4B8	4.93 g	39.88 f	29.63 d	1.46 g	3.25 i	1.21 a	3.57 e	4.98 ef	0.19 i

* A: سطوح سرمادهی مرطوب (A1: عدم سرمادهی، A2: ۱۰، A3: ۲۰، A4: ۳۰ روز).

B: تیمارهای هورمونی (B1: GA3 (۱۲۰ میلی گرم در لیتر)، B2: BA (۱۰$^{-۴}$مولار)، B3: KIN (۱۰$^{-۴}$مولار)، B4: GA3 (۱۲۰ میلی گرم در لیتر)+ BA (۱۰$^{-۴}$مولار)، B5: GA3 (۱۲۰میلی‌گرم در لیتر)+ KIN(۱۰$^{-۴}$مولار)، B6: BA (۱۰$^{-۴}$مولار)+KIN (۱۰$^{-۴}$مولار)، B7: GA3 (۱۲۰ میلی‌گرم در لیتر)+BA (۱۰$^{-۴}$مولار)+KIN(۱۰$^{-۴}$مولار)، B8: شاهد)

*A: wet chilling (A1-A3: 0, 10, 20, 30 day), B: hormo-primings (B1:gibberellic acid (120ppm), B2: benzyl adenine (10^{-4} M), B3: kinetin (10^{-4} M), B4: gibberellic acid (120ppm)+ benzyl adenine (10^{-4} M), B5: gibberellic acid (120ppm)+kinetin (10^{-4} M), B6: benzyl adenine (10^{-4} M)+kinetin (10^{-4} M), B7: gibberellic acid (120ppm)+benzyl adenine (10^{-4} M)+ kinetin (10^{-4} M) and B8: control)

**: اعدادی در هر ستون که دارای حروف مشترک هستند در یک گروه آماری قرار دارند.

**: Numbers in each column that have same word, have same group.

که غالباً کم‌ترین مقادیر را بوجود آورد در بعضی صفات، با تیمار A4B8 (سرمادهی مرطوب ۳۰ روز-عدم اعمال تیمار هورمونی) در یک گروه آماری واقع شد. کم‌ترین مقادیر مورد ارزیابی غالباً در بذور درمنه چندساله و تحت تیمار A1B8 و بیش‌ترین مقادیر نیز در بذور درمنه یک‌ساله و تحت تیمار A3B7 بوجود آمدند (جدول‌های ۲و ۴ و ۶).

اطلاعات برآمده از پژوهش حاضر نشانگر اثرگذاری مطلوب تیمارهای هورمونی بویژه اسید جیبرلیک، سرمادهی مرطوب در دوره‌های ۲۰ و ۳۰ روز، روی بذور گونه های درمنه است. با بررسی ضرایب همبستگی ساده پیرسون بین صفات مورد سنجش، مشخص گردید که ارتباط مستقیم و مثبت بین غالب صفات مورد بررسی وجود داشت که در این بین، ارتباط بین صفت وزن خشک گیاهچه با سایر صفات مورد ارزیابی از جمله درصد جوانه‌زنی، بنیه بذر و شاخص جوانه‌زنی، مستقیم، مثبت و بسیار معنی‌دار بود. ارتباط بین بنیه بذر با طول گیاهچه، درصد جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی، طول گیاه‌چه ضریب مثبت و معناداری بالایی داشت و برعکس بین صفت میانگین مدت جوانه‌زنی با غالب صفات مورد ارزیابی، ارتباط منفی و معنی‌دار بود که ضریب بین این ارتباط معکوس با صفات مهم جوانه‌زنی از جمله درصد جوانه‌زنی، وزن خشک گیاهچه و طول گیاهچه، بیش‌تر بود (جدول ۷).

جدول ۷- نتایج همبستگی بین صفات جوانه‌زنی و بیوشیمیایی بذور سه گونه درمنه تحت تأثیر پرایمینگ‌های مختلف

Table 7. Results of simple correlation between biochemical and germination indices in three species of *Artemisia* under various primings

صفات Characters	پراکسید هیدروژن Hydrogen peroxide (1)	بتا-۱ و ۳ گلوکوناز Beta-1,3 glucanase (2)	آلفا آمیلاز Alpha-amylase (3)	میانگین مدت جوانه‌زنی Mean of germination time (4)	شاخص جوانه‌زنی Germination index (5)	بنیه بذر Seed vigour (6)	درصد جوانه‌زنی Germination percentage (7)	وزن‌خشک گیاهچه Dry weight ofoseedling (8)	طول گیاهچه Seedling length (9)
1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0.95**	1	-	-	-	-	-	-	-
3	0.64*	0.3 ns	1	-	-	-	-	-	-
4	-0.32	-0.27	-0.29	1	-	-	-	-	-
5	0.29	0.44**	0.26	-0.11ns	1	-	-	-	-
6	0.88**	0.64**	0.69**	-0.28ns	0.95**	1	-	-	-
7	0.38*	0.6**	0.3	-0.46**	0.78**	0.79**	1	-	-
8	0.8**	0.72**	0.67**	-0.44**	0.48**	0.69**	0.66**	1	-
9	0.88**	0.65**	0.79**	-0.61**	0.81**	0.91**	0.86**	0.66**	1

*، ** و ns: به ترتیب معنی دار در سطح α=۰/۰۵، α=۰/۰۱ و عدم معنی‌دار

[z] SOV: source of variation, [y]df: degree of freedom, [x]CV: coefficient of variation, *, ** significant at P=0.05 and P=0.01 levels of probability respectively, ns: not significant.

در پژوهش حاضر، صفات جوانه‌زنی بذور گونه‌های درمنه در ترکیب تیماری سرمادهی مرطوب (۲۰ و ۳۰ روز)-KIN-BA-GA3 نسبت به سایر تیمارها برتری داشت و روند مشابهی در مورد بنیه بذر مشاهده گردید هرچند که تیمار ترکیبی BA-GA3 و نیز تیمار GA3 در بسیاری از صفات مورد ارزیابی در گروه مشابه با تیمار ترکیبی سرمادهی مرطوب (۲۰ و ۳۰ روز)-BA-GA3 قرار گرفت. قابل ذکر است عواملی که سرعت رشد محور رویان را تحت تأثیر قرار می‌دهند، می‌توانند بر تحرک مواد غذایی و انتقال آن‌ها از لپه‌ها به محور رویان تأثیر بگذارند (Bagheri *et al*., 2022). به نظر می‌رسد یک ارتباط آشکار بین هورمون‌های رشد و سرمادهی مرطوب وجود داشت. این هورمون‌ها منجر به افزایش صفات جوانه‌زنی در بذور درمنه گردیدند. مطالعه حاضر به‌طور واضح اشاره دارد که هورمون‌های رشد، پتانسیل بالقوه برای افزایش عملکرد دارند؛ دلیل این امر این است که GA3 می‌تواند بیوسنتز اکسین را القا نماید. جوانه انتهائی، رشد را نه‌تنها از طریق بیوسنتز مستقیم اکسین، بلکه از طریق بیوسنتز القائی هورمون GA3 توسط هورمون اکسین نیز تحریک می‌کند (Amirikia *et al*., 2023). GA3 رشد را با تحریک سلول به تقسیم سریع و طویل شدن القاء می‌کند. این کار با افزایش انعطاف‌پذیری و شکل‌پذیری دیواره سلول که به دنبال هیدرولیز نشاسته به قند انجام می‌شود و در ادامه آن کاهش پتانسیل آب و ورود آب به داخل سلول، صورت می‌گیرد؛ تحقق می‌یابد. در پژوهش حاضر به‌طور واضح اثبات شد که هورمون GA3، به تنهایی، یا به صورت ترکیب با سایر تیمارها، تأثیر مهم در افزایش صفات مختلف رشد مانند طول گیاهچه و وزن خشک گیاهچه داشت. هورمون‌های رشد گیاهی می‌توانند منجر به بهبود جوانه‌زنی و عملکرد بذر گردند. اسید جیبرلیک در دو مرحله نسخه‌برداری از کروموزوم‌ها و فعال کردن آنزیم‌های دخالت کننده در سیستم‌های جابه‌جایی مواد غذایی، احتمالاً منجر به افزایش رشد و جوانه‌زنی می‌شود. با افزایش درصد جوانه‌زنی، سبز شدن و همچنین افزایش استقرار و مقاومت گیاهچه‌ها، کیفیت فیزیولوژیک گیاهان افزایش می‌یابد. بهبود جذب آب از طریق اثرگذاری پرایمینگ به منظور تقویت بنیه بذور، موجب افزایش جوانه‌زنی و ظهور بیش‌تر ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌شود (Mcdonald, 1999; Vazieea et al., 2022).

در پژوهش حاضر، با تلفیق هورمون‌های مورد کاربرد به عنوان پرایمینگ از جمله GA3، طول گیاهچه و در ادامه وزن خشک آن‌ها افزایش یافت و اختلاف قابل‌توجهی با شاهد (عدم پرایمینگ هورمونی، عدم سرمادهی) داشت. GA3 آثار منفی عدم جذب آب و عدم فعالیت آنزیم‌های کاتالازی را تا حد زیادی رفع نموده و منجر به جذب آب در بذور می‌گردد. در کنار GA3، هورمون‌هایی از دسته سیتوکینین مانند KIN و BA نیز منجر به افزایش فعالیت هورمون GA3 می‌گردند (Emadi et al., 2022). GA3 به همراه هورمون BA و سرمادهی مرطوب منجر به شکستن خواب بذر و افزایش طول گیاهچه، درصد جوانه‌زنی و نهایتاً بنیه بذر گردید. مقادیر بیش‌تر صفات مورد تحقیق، با سرمادهی ۳۰ روز، روند صعودی داشتند. GA3 تأثیر زیادی بر فعالیت آنزیم‌های مختلف، بخصوص آمیلاز و تحرک نشاسته در لپه‌ها، تحریک جوانه‌زنی و رشد رویشی دارد. گزارش‌های بسیار زیادی حاکی از بهبود رفتار

جوانه‌زنی و شاخص‌های مربوط به آن اعم از متوسط زمان جوانه‌زنی، بنیه بذر، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، نرخ جوانه‌زنی و استقرار اولیه در بذور پیش تیمار شده توسط انواع پرایمینگ از جمله ترمو و هیدروپرایمینگ می‌باشد (Mehravi et al., 2023; Farid et al., 2023). علت تسریع جوانه‌زنی در بذور پیش تیمار شده می‌تواند ناشی از افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده مانند آلفا- آمیلاز، افزایش سطح شارژ انرژی زیستی در قالب افزایش مقدار ATP، افزایش سنتز RNA و DNA، افزایش تعداد و در عین حال ارتقاء عملکرد میتوکندری‌ها باشد. در بذور پیش تیمار شده، عملکرد و ساختار غشاء سلولی در مقایسه با بذور شاهد در وضعیت مطلوب‌تری می‌باشد و در این راستا حرارت نیز نقش مؤثری دارد (Pichand et al., 2023; Soltani Khankahdani et al., 2021).

به‌طور کلی گیاهان جهت تحمل تنش‌های محیطی به ذخیره و تولید مواد تنظیم کننده اسمزی می‌پردازند که این مواد شامل آنزیم‌ها، اسیدهای آمینه، قندها و برخی یون‌های معدنی، هورمون‌ها و پروتئین‌ها هستند (Mehravi et al., 2023). در واقع پاره‌ای تغییرات متابولیک و بیوشیمیایی به نفع جوانه‌زنی تحقق می‌یابد. برای مثال، در بذور پرایم شده، بخشی از پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها در اثر آنزیم‌ها و واکنش‌های هیدرولیز کننده شکسته شده و آماده شرکت در فرآیند جوانه‌زنی می‌شوند. این مسئله می‌تواند توجیهی برای تسریع جوانه‌زنی و کاهش متوسط زمان جوانه‌زنی باشد (Jafari et al., 2022). یکی از مهم‌ترین عوامل و معیارهای بنیه و قدرت بذر مقدار مواد ذخیره‌ای موجود در بذر است. بذر برای جوانه‌زنی، ظهور و استقرار گیاهچه های قوی و سالم احتیاج به انرژی دارد که باید به‌وسیله اکسیداسیون مواد ذخیره‌ای موجود در بذر تأمین شود (Shim et al., 2024). به نظر می‌رسد گیاه دارویی درمنه به دلیل وجود پوسته نسبتاً ضخیم در مرحله جوانه‌زنی نیازمند وجود استراتیفیکاسیون و لایه‌گذاری می‌باشد تا خواب فیزیولوژیکی جنین از بین برود (Nazarpour and Yadegari, 2021). گزارشات متعدد نشان داده که هورموپرایمینگ اثرات مفید و ارزنده‌ای در افزایش توان جوانه‌زنی و تحمل به تنش‌های مختلف محیطی در بذور گیاهان دارویی و زینتی از جمله آوندول (*Smyrnium cordifolium*) (Mousavi Naserabad et al., 2020)، گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.) (Hasanvand et al., 2021)، جعفری (*Petroselinum crispum*) (Momeni et al., 2023)، گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) (Ansari et al., 2023)، زرین گیاه (*Dracocephalum kotschyi*) (Besharati-Far et al., 2023)، سرخارگل (*Echinacea purpurea*) (Hasan beige et al., 2020; Yousefi et al., 2021)، بارهنگ کبیر (*Plantago major*) (Rahamooz Haghighi et al., 2022)، کرفس کوهی (*Kelussia odoratissma* Mozaff.) (Ahmadi et al., 2021)، باریجه (*Ferula gummosa*) (Malek et al., 2022)، گونه‌های لولیوم (*Lolium prenne* L.، *Lolium rigidum* Gaudin) (Habibzadeh et al., 2022)، مریم‌گلی سهندی (*Salvia sahendica*)، (Hedayati et al., 2022)، گون (*Astragalus brachyodontus*) (Bagheri et al., 2022)، کدو پوست کاغذی (Sheikhnavaz jahed et al., 2022)، شیپوری گلدانی (*Zantedeschia pentlandii* cv. *Picasso*) (Azimi et al., 2021) و گیاه فلوس (*Cassia fistula* L.) (Ebrahimi et al., 2021) دارد.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج تحقیق حاضر مشخص شد که اثرات متقابل سرمادهی و هورمونی معنی‌دار بودند. در غالب موارد تیمار عدم سرمادهی و عدم اعمال هورمونی منجر به ایجاد کم‌ترین مقادیر صفات مورد ارزیابی گردید و در سوی دیگر به لحاظ اثرگذاری بهینه اسید جیبرلیک-سرمادهی، بذوری که تحت تیمارهای ۲۰-۳۰ روز سرمادهی مرطوب و هورمون اسید جیبرلیک، قرار گرفته بودند، دارای بیش‌ترین مقادیر صفات جوانه‌زنی بودند. بیش‌ترین مقادیر صفات مورد ارزیابی غالباً در گونه یکساله و کم‌ترین مقادیر در گونه چندساله بوجود آمد. در مجموع تیمار۲۰ روز سرمادهی مرطوب با کاربرد هر یک از تیمارهای اسید جیبرلیک (GA3)، بنزیل آدنین (BA)، کینتین (KIN) به عنوان بهترین تیمار برای جوانه‌زنی بذور درمنه، معرفی گردید.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد و مجموعه زحمت‌کش مرکز تحقیقات گیاهان دارویی و معطر دانشگاه قدردانی به عمل می‌آید.

منابع

Ahmadi, Kh., Omidi, H. and Soltani, E. 2021. Optimization of seed germination, growth index and photosynthetic pigments content of *Kelussia odoratissima* Mozaff seedlings under laboratory conditions. Journal of Horticultural Science, 36: 693-707. https://doi.org/10.22067/jhs.2021.73715.1111 **(In Persian)(Journal)**

Amirikia, F., Nabipour, M. and Farzaneh, M. 2023. Effect of hydro and hormone priming with gibberellin on germination, seedlings emergence and some growth characters in two Alhagi species (*Alhagi graecorum* Khuzestan ecotype and *Alhagi maurorum* Esfahan ecotype) under saline conditions of using seawater of Persian Gulf. Iranian Journal of Seed Research, 10: 63-80. https://doi.org/10.61186/yujs.10.1.63 **(In Persian) (Journal)**

Ansari, O., Shirghani, E. and Shabani, K. 2023. The effect of gibberellic acid application on germination and biochemical indices of deteriorated safflower seed (*Carthamus tinctorius*) under water stress conditions. Iranian Journal of Seed Researc, 10: 19-41. https://doi.org/10.61186/yujs.10.1.19 **(In Persian)(Journal)**

Azimi, M.H., Edrisi, B. and Hadi, M. 2021. Effect of tuber size and GA3 on the growth and stimulation of flowering of *Zantedeschia pentlandii* cv. *Picasso*. Plant Productions, 44: 447-458. https://doi.org/10.22055/ppd.2020.30436.1794 **(In Persian)(Journal)**

Bagheri, H., Souri, M., Adnani, S.M., Tavakoli Neko, H. and Nateghi Bagheri, S. 2022. Seed priming on germination and establishment of *Astragalus brachyodontus* species efficiency in greenhouse under water stress conditions. Iranian Journal of Range and Desert Research, 29: 596-607. https://doi.org/10.22092/ijrdr.2022.128070 **(In Persian) (Journal)**

Baker, J.E. 1991. Purification and partial characterization of α-amylase allozymes from the lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica*. Insect Biochemistry, 21(3): 303-311. https://doi.org/10.1016/0020-1790(91)90020-F **(Journal)**

Bernfeld, P. 1995. Amylases alpha and beta methods in enzymology. Methods in Enzymology, 149-158. http://dx.doi.org/10.1016/0076-6879(55)01021-5 **(Book)**

Besharati-Far, M., Khajoei-Nejad, G., Tohidi-Nejad, E. and Ghanbari, J. 2023. Germination response of *Dracocephalum kotschyi* to sulfuric acid pretreatment, gibberellic acid, and mycorrhiza at different temperatures. Iranian Journal of Seed Science. https://doi:10.61186/yujs.9.2.177 **(In Persian)(Journal)**

Bradford, K.J. 1995. Water Relation in Seed Germination. In Seed Development and Germination. Kigel and Galili, Eds: Marcel Dekker Inc, Newyork: 351-396 **(Book)**

Dehghanpour Farashah, H., Tavakkol-Afshari R., Sharifzadeh F. and Chavoshinasab S. 2011. Germination improvement and á-amylase and â-1,3-glucanase activity in dormant and nondormant seeds of Oregano (*Origanum vulgare*). Australian Journal of Crop Science, 5(4): 421-427. https://cabidigitallibrary.org by 2.184.145.15 **(Journal)**

Diyanat, M. and Hoseini, S.M. 2016. Comparison of seed germination and seedling growth of annual (*Artemisia annua*), biennial (*A. biensis* willd) and perennial *Artemisia* (*A. vulgaris* L.) species. Iranian Journal of Seed Science and Research, 3(1):87-98. https://dorl.net/dor/20.1001.1.24763780.1395.3.1.7.1 **(In Persian)(Journal)**

Ebrahimi, E., Moosavi, S.A., Siadat, S.A., Moallemi, N. and Sabaeian, M. 2022. Effect of seed priming on salinity tolerance of (*Cassia fistula* L.) at seed germination and seedling growth stages using digital image analysis. Iranian Journal of Seed Science and Technology, 11: 17-34. https://doi.org/10.22092/ijsst.2022.358170.1426 **(In Persian)(Journal)**

Emadi, M., Sabbagh, S.K., Kamali, K. 2022. The effect of cytokinin and gibberllic acid on seed germination and growth traits of Lemom balm. Journal of Seed Research, 12: 33-43. https://doi.org/10.30495/jsr.2023.1981345.1251 **(In Persian)(Journal)**

Farid, Z., Wasif Amin, M., Younisi, H. and Joya, Kh. 2023. Reviving mung bean seeds: The impact of hydro priming and heat shock on germination rates. Journal for Research in Applied Sciences and Biotechnology, 2: 69–77. https://doi.org/10.55544/jrasb.2.2.11 **(Journal)**

Ghanbari Moheb Seraj, R., Behnamian, M., Ahmadikhah, A., Shariati, V. and Dezhestan, S. 2022. Effect of drought stress on physiological and phytochemical traits of *Silybum marianum* L. Journal of Horticultural Science, 36: 135-147. https://dx.doi.org/10.22067/JHS.2021.68962.1022 **(In Persian)(Journal)**

Ghiasy Oskooe, M. and Aghalikhani, M. 2023. Towards utilizing Asteraceae alternative oilseed species on marginal lands: Agronomic performance, fatty acid composition, oil biocompounds, and oil physicochemical properties of Asteraceae species. Journal of Agriculture and Food Research, 14: 100799. https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100799 **(Journal)**

Habibzadeh, R., Mahmoudi, J. and Nasery, B. 2022. Effect of chemical treatments (gibberellic, ascorbic and salicylic acid) on seed germination characteristics of species *Lolium rigidum* Gaudin. *Lolium prenne* L. Journal of Seed Research, 45:1-10. https://doi:10.30495/jsr.2023.1981390.1250 **(In Persian)(Journal)**

Hasan beige, H., Mohammadi, M. and Saidi, M. 2020. The improvement growth indices and seed germination of *Echinacea purpurea* by some of pre-harvest and priming treatments of seeds. Journal of Plant Research, 34: 346-358. https://dorl.net/dor/20.1001.1.23832592.1400.34.2.9.8 **(In Persian) (Journal)**

Hasanvand, H., Parmoon, Gh., Moosavi, S.A. and Siadat, S.A. 2021. Effects of seed priming with gibberellic acid on cardinal temperatures of Borage (*Borage officinalis* L.) seed germination. Iranian Journal of Seed Science and Technology, 10: 43-56. https://doi.org/10.22092/ijsst.2020.343157.1347 **(In Persian) (Journal)**

Hedayati, A., Agha Mohseni, F., Norouzi, E., Hemmati, S, Mir Yousefzadeh, M. and Bagheri, Z. 2022. Essential oil composition and effect of different treatments on seed dormancy breaking and germination of *Salvia sahendica* Boiss. & Buhse. Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants, 9(4): 59-72. https://sanad.iau.ir/Journal/ejmp/Article/985423/FullText **(In Persian)(Journal)**

Inderjit, S. and Foy, C. 1999. Nature of the interference mechanism of mugwort (*Artemisia vulgaris*). Weed Technology, 13: 176–182. https://doi.org/10.1017/S0890037X0004511 **(Journal)**

Jafari, S., Mousavi-Fard, S., Rezaei Nejad, A., Mumivand, H. and Sorkheh, K. 2022. Effects of chitosan and titanium dioxide (bulk and nano) foliar application on yield and biochemical responses of *Silybum marianum* L. Gaertn ecotypes. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 38: 450-463. https://doi: 10.22092/IJMAPR.2022.357559.3126 **(In Persian)(Journal)**

Kang, S.M., Shaffique, Sh., Hoque, M.I., Alomrani, S.O. and Park, Y.S. 2023. Foliar treatment with melatonin modulates photosynthetic and antioxidant responses in *Silybum marianum* L. under salt stress. Scientia Horticulturae, 325(1): 112664. http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112664 **(Journal)**

Klingeman, W.E., Robinson, D.K. and McDaniel, G.L. 2004. Regeneration of mugwort (*Artemisia vulgaris*) from rhizome sections in sand, pine bark, and soil substrates. Journal of Environmental Horticulture, 22: 139–143. http://dx.doi.org/10.24266/0738-2898-22.3.139 **(Journal)**

Mahmoudi Rad, Z., Nourafcan, H., Mohebalipour, N., Assadi, A. and Jamshidi, S. 2022. Antibacterial effect of methanolic extract of milk thistle seed on 8 species of gram-positive and negative bacteria. Journal of Plant Research, 35(4): 776-785. https://dorl.net/dor/20.1001.1.23832592.1401.35.4.5.5 **(In Persian) (Journal)**

Mahoney, K.J. 2001. Biology of Biennial Wormwood (*Artemisia biennis* Willd.). M.Sc. thesis. North Dakota State University, Fargo, ND. 63 p. **(Book)**

Makkar, H.P.S., Siddhuraju, P. and Becker, K. 2007. Plant Secondary Metabolites. Humana Press Inc, Totowa. **(Book)**

Malek, M., Hassani, F., Rezvani Khorshidi, E., Shayanfar, A., Oskoee, B. and Dehshiri, A. 2022. Dormancy and germination response of Galbanum seeds (*Ferula gummosa*) under different hormonal pre-treatments and cold stratification. Iranian Journal of Seed Research, 9(1): 127-146. http://dx.doi.org/10.52547/yujs.9.1.127 **(In Persian)(Journal)**

Mansouri, A. and Omidi, H. 2022. Effect of priming and seed age on germination, photosynthetic pigments, and biochemical content of Quinoa seedling. Plant Process and Function, 11 (50): 243-260. http://dorl.net/dor/20.1001.1.23222727.1401.11.50.15.0 **(In Persian)(Journal)**

McDonald, M.B. 1999. Seed Deterioration: Physiology, Repair and Assessment. Seed Science and Technology, 177-237. **(Book)**

Mehravi, Sh., Hanifei, M., Gholizadeh, A. and Khodadadi, M. 2023. Water deficit stress changes in physiological, biochemical and antioxidant characteristics of anise (*Pimpinella anisum* L.). Plant Physiology and Biochemistry, 201: 107806. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2023.107806 **(Journal)**

Momeni, K., Moradi, A., Mahmoudi, S. and Latif Manesh, H. 2023. The effect of biopriming and gibberellin on the quality and germination properties of parsley seed (*Petroselinum crispum*). Iranian Journal of Seed Research, 10(1): 1-17. http://dx.doi.org/10.61186/yujs.10.1.1 **(In Persian)(Journal)**

Mousavoey, M., Jahanbakhsh, S., Modaresi, M., Parmoon, GH., Ebadi, A. and Kohan mo, M.A. 2021. Effect of salicylic and Jasmonic acid on yield and yield components of Milk thistle (*Silybum marianum* L.) under heat stress conditions. Journal of Plant Research, 34: 346-358. https://dorl.net/dor/20.1001.1.23832592.1400.34.4.5.8 **(In Persian) (Journal)**

Mousavi Naserabad, M., Moradi, A., Masoumi Asl, A. and Balouchi, H.R. 2020. Effect of gibberellic acid, germination temperature and stratification on dormancy breaking and seed germination of *Smyrnium cordifolium*. Iranian Journal of Field Crop Science, 51 (2): 199-222.

https://dorl.net/dor/10.22059/ijfcs.2019.275448.654580 **(In Persian) (Journal)**

Mozaffarian, V. 2008. A Pictorial Dictionary of Botanical Taxonomy Latin-English-French-Germany-Persian. Germany: Koeltz Scientific Books. **(Book)**

Nazari, M., Amiri, R. M., Mehraban, F. H. and Khaneghah, H. Z. 2012. Change in antioxidant responses against oxidative damage in black chickpea following cold acclimation. Russian Journal of Plant Physiology, 59: 183-189. http://dx.doi.org/10.1134/S102144371201013X **(Journal)**

Nazarpour, M.R. and Yadegari, M. 2021. Ecophytochemical survey in three species of *Artemisia* L. afected by different climate and phenological stages in Khuzestan province. Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants, 9(2): 71-90. https://doi.org/10.30495/ejmp.2021.694470 **(In Persian)(Journal)**

Nemati, A., Sharifi, H., Gerdakaneh, M. and Sharifi, Z. 2016. The Effect of pre-chilling and gibberellic acid on breaking seed dormancy of two medicinal plants species *Silybum marianum* and *Citrulus colocynthis*. Iranian Jouranl of Seed Research, 3(1): 169-177. **(In Persian)(Journal)**

Pichand, M., Dianati Tilaki, Gh. and Morad, H. 2022. Effect of different seed dormancy breaking treatments on germination of *Taverniera cuneifolia.* Journal of Environmental Physiology, 66: 74-88. https://doi:10.30495/iper.2022.1947301.1756 **(In Persian)(Journal)**

Rahamooz Haghighi, S., Bagheri, Kh. and Sharafi, A. 2022. Improving seed germination, in vitro organogenesis and regeneration of Plantago major medicinal plant. Plant Research, 35(1): 1-18. https://doi:20.1001.1.23832592.1401.35.1.12.6 **(In Persian)(Journal)**

Sarani. M., Allahdou, M., Mehravaran. L. and Piri, H. 2024. Effects of drought stress on biochemical traits and its relationship with growth stage in milk thistle (*Silybum marianum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 40: 191-205. https://doi.org/10.22092/ijmapr.2023.361669.330 **(In Persian)(Journal)**

Sheikhnavaz jahed, P., Sedghi, M., Seyedsharifi, R. and Sofalian, O. 2022. Effect of seed priming on physiological and germination characteristics of deteriorated seed of squash (*Cucurbita pepo* L. var. *styrica*) under salinity stress. Iranian ournal of Seed Science and Technology, 11: 53-71. https://doi.org/10.22092/ijsst.2021.354410.1393 **(In Persian)(Journal)**

Shim, J., Cho, H., Sung, J.S., Yoo, E., Chin, J.H. and Lee, S. 2024. Agricultural phenotype and silymarin content variations of cultivated milk thistle in Korea. Horticulture Environment and Biotechnology, https://doi.org/10.1007/s13580-024-00618-2 **(Journal)**

Shirali, Z., Salehi Salmi, M.R. and Negaresh, K. 2022. Dormancy breaking and seed germination improvement of two types of verbascum (*Verbascum* L.) under physical and chemical treatments. Journal of Seed Research, 12: 17-36. https://doi.org/10.30495/jsr.2023.1980388.1248 **(In Persian)(Journal)**

Soleymani, A. 2015. Effect of various treatments on breaking of seed dormancy of two accession of *Foenicum vulgare* L. New Finding in Agriculture. 9:199-211. **(In Persian)(Journal)**

Soltani Khankahdani, V., Balouchi, H., Moradi, A. and Gholamhoseini, M. 2021. Effect of water potential on seed germination indices of six Sesame cultivars (*Sesamum indicum*) at different temperatures and its relation to fatty acid composition. Plant Process and Function, 10 (42):31-52. http://dorl.net/dor/20.1001.1.23222727.1400.10.42.4.6 **(In Persian)(Journal)**

Tajbakhsh, M. and Gheyasi, M. 2008. Seed Ecology. Press University of Urmia. **(Book)**

Vazieea, Sh., Khoshhal Sarmast, M., Ghaderi-Far, F., Wang, C. 2022. The role of gibberellic acid, temperature and scarification on in/ex vitro germination of *Rosa persica* Michx ex Juss. Journal of Plant Production Research, 29: 231-245. https://doi.org/10.22069/jopp.2022.20323.2941 **(In Persian) (Journal)**

Yadegari, M. 2018. Effects of the environmental characters on germination properties of seeds of *Thymus daenensis* and *T. vulgaris*. Journal of Agricultural Sciences, 63: 343-354. http://dx.doi.org/10.2298/JAS1804343Y **(Journal)**

Yousefi, F., Sihampoosh, A., Bakhshandeh, A. and Mousavi, S.A. 2021. The effect of hormone seed priming using gibberellic acid on seed germination characteristics and seedling growth of coneflower (*Echinacea purpurea*). Iranian Journal of Seed Science and Research, 8(1): 173-188. https://dorl.net/dor/ 10.52547/yujs.8.1.173 **(In Persian)(Journal)**

Evaluation of different hormonal and wet chilling time treatments on biochemical and germination indices in seeds of three species of *Artemisia* (*A.annua, A.biensis* willd*, A. vulgaris* L.)

Mehrab Yadegari*

Received: November 16, 2024 Accepted: February 2, 2025

Abstract

Artemisia sp. is one of the most important medicinal and rangeland plants from the Asteraceae family, widely used in pharmaceutical and food industries due to its effective compounds. One of the main challenges in the cultivation of this plant is seed dormancy, which hinders germination. The aim of this study was to investigate the effects of moist chilling priming and hormonal treatments on the biochemical and germination indices of seeds in three Artemisia species: annual (annua), biennial (biensis), and perennial (vulgaris). The experiment was conducted as a split-plot based on a completely randomized design with three replications in 2024 at the Research Center for Medicinal and Aromatic Plants, Islamic Azad University, Shahrekord Branch. Moist chilling was applied in control, 10, 20, and 30-day treatments, and hormonal treatments (gibberellic acid, benzyladenine, kinetin, and their combinations) were applied to the seeds. The measured indices included germination percentage and index, seedling length and dry weight, seed vigor, and the activities of alpha-amylase, beta-1,3-glucanase, and hydrogen peroxide enzymes. The results showed that moist chilling and the use of hormonal treatments, especially the triple combination of GA3+BA+KIN for 20 to 30 days, significantly increased germination traits and biochemical indices compared to the control. The highest germination percentage and index, seedling length, and seed vigor were observed in the annual species, while the perennial species had the lowest performance. Overall, the application of 20 days of moist chilling along with hormonal treatment had a significant effect on breaking seed dormancy and improving the germination characteristics of different Artemisia species.

Keywords: Benzyl adenine; Gibberellic acid; Hormo- priming; Medicinal and pasture plant; Seed

How to cite this article
Yadegari, M. 2025. Evaluation of different hormonal and wet chilling time treatments on biochemical and germination indices in seeds of three species of Artemisia (*A.annua, A.biensis* willd. *A.vulgaris* L.). Iranian Journal of Seed Science and Research, 11(4): 21-34. (In Persian)**(Journal)**
DOI: 10.22124/jms.2024.8796

COPYRIGHTS
Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the Iranian Journal of Seed Science and Research
The content of this article is distributed under Iranian Journal of Seed Science and Research open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY4.0) License. For more information, please visit http://jms.guilan.ac.ir/

Associate Professor, Department of Agronomy and Medicinal Plants, Faculty of Agriculture, Sharekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran.
*Corresponding author: Mehrab.Yadegari@iau.ac.ir