



علوم و تحقیقات بذر ایران

سال ششم / شماره دوم / ۱۳۹۸ (۲۱۴ - ۲۰۳)

DOI: 10.22124/jms.2019.3600

اثر پرایمینگ بر صفات رشدی و میزان اسیدهای چرب بذر همیشه بهار رقم قزوین (*Calendula officinalis* L.) تحت تنش اشعه فرابنفش و دما

منوچهر اکبری^۱، مهراب یادگاری^{۲*}، بهزاد حامدی^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۲۳

چکیده

به منظور بررسی اثرات پرایمینگ بر شاخص‌های جوانه‌زنی و میزان اسیدهای چرب گیاهچه بذور گیاه دارویی همیشه بهار تحت تنش اشعه فرابنفش و دما، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. سطوح تیماری شامل ۸ نوع پرایمینگ (سطوح ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی گرم در لیتر از اسید جیبرلیک و نیترات پتاسیم، سطوح ۵- و ۱۰- بار از پلی اتیلن گلیکول، هیدروپرایمینگ و شاهد)، دو سطح دمایی (۲۰ و ۲۵ درجه سلسیوس) و دو سطح اشعه فرابنفش (۰ و ۱۵ دقیقه با ۲۲۰ گاماسل و شدت ۳ kGy) بود. نتایج به دست آمده نشان داد، کاربرد اسید جیبرلیک با غلظت ۲۰۰ میلی گرم در لیتر توانست تا حد زیادی آثار مخرب اشعه فرابنفش، را برطرف نماید. افزایش معنی دار صفات جوانه‌زنی از جمله درصد جوانه‌زنی و بنیه بذر در تیمارهایی که با اسید جیبرلیک تیمار شده بودند، مشاهده گردید که نشان دهنده برهم کنش مثبت این هورمون بر سایر تیمارها بود. بیشترین مقدار بنیه بذر و میزان اسیدهای چرب در تیمار اسید جیبرلیک ۲۰۰ میلی گرم در لیتر، بدون اعمال تنش اشعه فرابنفش و تحت دمای ۲۰ درجه سلسیوس مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: اسموپرایمینگ، اشعه فرابنفش، پرایمینگ هورمونی، ترموپرایمینگ، هالوپرایمینگ

۱- دانشجوی دکترای زراعت، گروه زراعت و گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد، شهرکرد، ایران

۲- استادیار، گروه زراعت و گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد، شهرکرد، ایران

*نویسنده مسئول: mehrah_yadegari@yahoo.com

مقدمه

گل همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) گیاهی بوته‌ای و یک‌ساله از خانواده کاسنی که به دلیل برخورداری از خواص بیولوژیک متعدد، بهره‌برداری می‌شود. این گیاه دارای طیف گسترده‌ای از متابولیت‌های ثانویه و منبع غنی از ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی می‌باشد (Yadegari, 2015; Raal et al., 2009; Garcia-Risco et al., 2017). این گیاه سرشار از کالندیک اسید و لینولئیک اسید می‌باشد که در صنایع مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرد. اسیدهای چرب موجود در بذر همیشه بهار ضمن استفاده در صنایع مختلف، نقش بارزی در تندش بذر به هنگام جوانه‌زنی دارند (Eberle et al., 2013; Dulf et al., 2014). به دلیل خواص دارویی فراوان آن، تکثیر آن ضرورت دارد. جوانه‌زنی نامنظم، کم و غیریکنواخت، یکی از مشکلات اصلی در تولید گیاهان دارویی است (Amini et al., 2014). در صورتی که جوانه‌زنی سریع بذر گیاهان، موجب تولید گیاهچه‌هایی با ریشه عمیق قبل از سله بستن لایه‌های بالای خاک بشود، این پدیده موجب استقرار خوب گیاهچه و افزایش عملکرد می‌شود. بنابراین شناسایی و اعمال روش‌های مؤثر بر بهبود جوانه‌زنی بذر و استقرار گیاهچه می‌تواند منجر به افزایش عملکرد گردد. یکی از روش‌هایی که سبب افزایش جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه می‌شود، پیش‌تیمار بذر قبل از کاشت یا پرایمینگ است. پرایمینگ بذر یکی از روش‌های فیزیولوژیک مؤثر در تسریع و بهبود جوانه‌زنی می‌باشد. پرایمینگ از طریق افزایش سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی موجب افزایش کارایی بذر می‌گردد. این اثرات مثبت، منجر به بهبود سرعت رشد گیاه، تسریع در تاریخ رسیدگی و افزایش در کمیت و کیفیت عملکرد می‌شود (Asadi et al., 2014; Di Girolamo and Barbanti, 2015). پرایمینگ باعث هیدرولیز اسیدآبسیزیک و نشت سیتوکینین، فومارین و ترکیبات فنولی از دانه‌ها به محلول پرایمینگ می‌شود که به‌عنوان مهارکننده‌های جوانه‌زنی عمل می‌کنند. عواملی مثل کنترل ژنی، اندازه دانه، پوست دانه، قوه نامیه، کشت و کار عمیق، رطوبت خاک، غلظت اکسیژن و دما، جوانه‌زنی و ظهور گیاهچه را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Carrie et al., 2014). بذر پرایم شده پس از قرار گرفتن در بستر خود زودتر جوانه‌زده و در پی این امر استقرار در گیاهان حاصل

از این بذر سریع‌تر، بهتر و در عین حال یکنواخت‌تر انجام می‌پذیرد. نتایج تیمارهای پرایمینگ وابستگی زیادی به طول دوره پرایمینگ، دما، غلظت مواد شیمیایی پرایمینگ و نوع بذر پرایم شده دارد (Fredje et al., 2013; Mohamed and Gholizadeh et al., 2016; Ebsam, 2013). پیش‌تیمار بذر می‌تواند از طریق روش‌های مختلف نظیر هیدروپرایمینگ، اسموپرایمینگ، ترموپرایمینگ و استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد انجام شود. پرایمینگ با استفاده از پلی‌اتیلن گلیکول، می‌تواند باعث تسریع جوانه‌زنی در دمای کم شود (Asadi et al., 2012; Di Girolamo and Barbanti, 2014).

پلی‌اتیلن گلیکول علاوه بر این که معمولاً قابل‌دسترس می‌باشد، هیچ‌گونه واکنش فیزیولوژیک با بذر ندارد. این حقیقت که اسموپرایمینگ میزان جوانه‌زنی را افزایش می‌دهد، به‌خوبی اثبات شده است (Derya, 2012). اسموپرایمینگ باعث بهبود مؤلفه‌های جوانه‌زنی در بذر رازیانه (*Foeniculum vulgare*)، (Hoseini et al., 2013)، همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) (Rashidi and Yadegari, 2014)، سرخارگل (*Echinacea purpurea*) (Fariman et al., 2011)، کتان (*Linum usitatissimum* L.) (Kadkhodaie and Bagheri, 2012)، عدس (*Lens culinaris*) (Derya, 2012)، می‌شود. از سوی دیگر اعمال تیمار هیدروپرایمینگ منجر به افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی در بذر گاوزبان (*Echinum amoenum*) (Di Girolamo and Barbanti, 2012)، ریحان (*Ocimum basilicum* L.) (Aliabadi Farahani et al., 2011)، سدر (*Ziziphus spina-christa*) (Takhti and Shekafandeh, 2012) و برنج (*Oryza sativa*) (Farooq et al., 2010) L. از جمله هورمون‌های مهم در پرایمینگ هورمونی، می‌توان به اسید جیبرلیک اشاره نمود که در موقع جوانه‌زنی باعث تولید آنزیم آلفا‌امیلاز می‌شود (Emongor, 2007).

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 (Fredje et al., 2013). ترموپرایمینگ منجر به افزایش کیفی و کمی صفات

در جهت برآورد این اثرات بر خصوصیات جوانه‌زنی و مقادیر اسیدهای چرب در بذر این گیاه دارویی در جهت استفاده‌های متعدد دارویی از این گیاه انجام گردید.

مواد و روش‌ها

برای بررسی تأثیر اشعه فرابنفش بر میزان صفات جوانه‌زنی و نیز اسیدهای چرب بذر گل همیشه‌بهار، تحقیق حاضر در بخش آزمایشگاه مرکز تحقیقات گیاهان دارویی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد در سال ۱۳۹۵ انجام شد. بذرهای نسل F₁ همیشه‌بهار رقم جیتانا (Gitana) تولیدی شرکت همزادن هلند (Hamzaden, The Netherlands) (تاریخ تولید ۱۳۹۴) از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه و مورد کشت قرار گرفتند. تحقیق به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی، سطوح تیماری شامل ۸ نوع پرایمینگ (سطوح ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر از اسید جیبرلیک و نیترات پتاسیم، سطوح ۵- و ۱۰- بار از پلی‌اتیلن گلیکول، هیدروپرایمینگ و شاهد)، که تحت تأثیر دو سطح اشعه فرابنفش (۰ و ۱۵ دقیقه با ۲۲۰ گاماسل و شدت ۳ kGy) و دو سطح دمایی (۲۰ و ۲۵ درجه سلسیوس) با چهار تکرار و در هر پتری‌دیش ۵۰ بذر قرار گرفتند (Lee et al., 2013b; Yadegari, 2017b; Liu et al., 2013).

بذور مورد استفاده توسط هیپوکلیت سدیم ۱۰ درصد به مدت ۴۵ ثانیه و سپس با قارچ‌کش بنومیل ۲ در هزار ضدعفونی گردید و سه بار با آب مقطر شستشو داده شد و به پتری‌های استریل به قطر ۹ سانتی‌متر حاوی کاغذ صافی واتمن شماره یک، منتقل گردیدند. به‌منظور کاهش تبخیر آب دور پتری‌ها با پارافیلیم بسته شد. پس از انتقال بذرها به پتری، تیمارهای مختلف بر بذور اعمال شد. معیار جوانه‌زنی بذرها در شرایط آزمایشگاهی، خروج ریشه‌چه حداقل به طول دو میلی‌متر در نظر گرفته شد (Ansari et al., 2016). بذور جوانه‌زنی هر تیمار به‌طور روزانه شمارش شد. صفات مورد مطالعه شامل درصد و سرعت جوانه‌زنی، بنیه بذر، طول ساقه‌چه و طول ریشه‌چه بود. محلول‌هایی با پتانسیل اسمزی مختلف از پلی‌اتیلن گلیکول ۶۰۰ مطابق با روش میشل کافمن از رابطه (۱) تهیه شد (Bajji et al., 2002).

$$\text{رابطه (۱)} \quad C^2T + (8.39 \times 10^{-7}) CT + (10^{-4}) \Psi S = - (1.18 \times 10^{-2}) C - (1.18 \times 10^{-4}) C^2 + (2.67$$

رشدی بذور پنبه (*Gossypium herbaceum* L.) (Akramghaderi et al., 2008)، خرفه (*Portulaca oleracea* L.)، گاوزبان (*Borago officinalis* L.)، شنبلیله (*Trigonella foenum-Graecium*) و گل راعی (*Hypericum perforatum*) (Yadegari et al., 2015) شده است. هورمون پرایمینگ به همراه هالوپرایمینگ در بذور سویا (۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک و ۲ میلی‌گرم در لیتر نیترات پتاسیم) و بذور کلزا (۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک با ۳ میلی‌گرم بر لیتر نیترات پتاسیم)، شاخص‌های جوانه‌زنی را افزایش داده است (Azimi and Yadegari, 2015).

آثار اشعه فرابنفش بر گیاهان به‌علت نیاز دائمی آن‌ها به نور خورشید، اجتناب‌ناپذیر است. این آثار روی گیاهان، می‌تواند شامل کاهش فرآیند فتوسنتز، تخریب پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک، تنش اکسایش و کاهش مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی باشد و باعث تغییر در ریخت شناسی و بیوماس گیاه بشود. تغییرات ایجادشده در ریخت شناسی گیاهان توسط اشعه فرابنفش شامل تغییر در شکل برگ، افزایش شاخه‌های جانبی، کاهش وزن و کاهش سطح برگ است (Holzinger and Lutz, 2006; Yadegari, 2017b). چندین سال است که تلاش برای استفاده از پیش‌تیمارها برای بهبود درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر در طبیعت ادامه دارد. اشعه فرابنفش منجر به افزایش رنگدانه‌های گیاهی از جمله آنتوسیانین‌ها (Eguchi and Sato, 2009)، افزایش پراکسیداسیون لیپید (Li et al., 2014)، کاهش ارتفاع، وزن خشک و تعداد دانه در غلاف سویا (Liu et al., 2013)، افزایش تعداد بذر و کاهش مقدار پلی‌فنل تولید شده در *Vaccinium myrtillus* (Jones et al., 2012)، افزایش ترکیبات تعداد دانه و وزن میوه در گیاه *Cistus creticus* (Stephanou and Manetas, 1998)، افزایش فنولی آنتی‌اکسیدان (Lee et al., 2013b)، کاهش آسکوربات و گلوکوتایون (Singh et al., 2015)، عدم تغییر در مقدار ویتامین E و خصوصیات فیزیوشیمیایی بذر آفتابگردان (Taipina et al., 2011) گردیده است.

بنابراین به‌دلیل نامشخص بودن اثرات اشعه فرابنفش بر جوانه‌زنی و نیز اثرگذاری انواع پرایمینگ‌های مختلف بر خصوصیات کمی و کیفی بذر گل همیشه‌بهار، این تحقیق

اندازه‌گیری قرار گرفت که در بسیاری از موارد اختلاف میانگین‌ها معنی‌دار بود (جدول ۱). اثرات تیمارهای پرایمینگ هم به‌صورت منفرد و هم به‌صورت متقابل بر سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه معنی‌دار بود که در مورد نتایج بدست آمده، با توجه به نوع طرح (فاکتوریل)، روی اثرات متقابل بحث انجام می‌شود. روی اثرات متقابل نتایج بدست آمده اثر اشعه فرابنفش بر سرعت جوانه‌زنی، در سطح ۵ درصد و در بقیه صفات در سطح یک درصد چشمگیر و معنی‌دار بود. اثر دما در تمامی صفات مورد بررسی، در سطح یک درصد معنی‌دار بود. اثرات متقابل دوگانه در غالب موارد معنی‌دار و اثرات سه‌گانه، بجز طول گیاهچه و بنیه بذر در بقیه صفات مورد آزمون از لحاظ آماری معنی‌دار مشاهده گردید (جدول ۱).

در بسیاری از صفات اندازه‌گیری شده، بذر تحت تنش اشعه فرابنفش در اثر پرایمینگ با هورمون اسید جیبرلیک، رشد بیش‌تری داشتند. این رشد تا حدود دو برابر بیش‌تر از زمانی بود که اشعه با دیگر انواع پرایم، اعمال شده بود (جدول ۲). بیش‌ترین مقادیر وزن خشک گیاهچه (۳/۱-۷۵/۵ گرم در بذر) و درصد جوانه‌زنی (۷۴/۷۵-۷۵/۵ درصد)، بدون اعمال اشعه فرابنفش و دمای ۲۰ درجه سلسیوس در تیمار هیدروپرایم بدست آمد. در تیمار عدم اعمال تنش اشعه فرابنفش، گروه بذری تحت دمای ۲۰ درجه سلسیوس با گروه بذری تحت تیمار اسید جیبرلیک ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر، در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۲). بیش‌ترین میزان وزن تر گیاهچه (۷/۲ گرم در بذر)، طول گیاهچه (۱۰/۲ سانتی‌متر)، سرعت جوانه‌زنی (۴۶/۹ بذر در روز)، میزان کالندیک اسید (۵۷/۷ درصد) و لینولئیک اسید (۳۲/۱ درصد) در تیمار بذری اسید جیبرلیک ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر، بدون اعمال اشعه فرابنفش و دمای ۲۰ درجه سلسیوس بدست آمد که با گروه هیدروپرایم بدون تنش اشعه فرابنفش و دمای ۲۰ درجه در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۲). بیش‌ترین مقادیر بنیه بذر نیز در تیمار بذری اسید جیبرلیک ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر و هیدروپرایم، بدون اعمال اشعه فرابنفش و دمای ۲۰ درجه سلسیوس بدست آمد. مشاهده گردید که تیمار اسید جیبرلیک تا اندازه زیادی توانست اثرات اشعه فرابنفش را برطرف نماید که این اثر، با افزایش دما، منجر به کاهش مقادیر صفات تحت بررسی گردید. کم‌ترین مقادیر صفات تحت بررسی تحت اعمال اشعه

PS: پتانسیل اسمزی محلول بر حسب اتمسفر. C: غلظت پلی‌اتیلن‌گلیکول بر حسب گرم بر کیلوگرم آب. T: دما بر حسب سلسیوس. درصد جوانه‌زنی از طریق تعداد جمعی بذره‌های جوانه‌زده در هر شمارش، تقسیم بر تعداد کل بذور کشت شده در ابتدای آزمایش، ضرب در صد به دست آمد. با استفاده از فرمول حاضر ۲۲۵ گرم پلی‌اتیلن‌گلیکول ۶۰۰۰ در یک لیتر آب مقطر حل گردید و سپس اعمال تیمار صورت گرفت. سرعت جوانه‌زنی از رابطه (۲) زیر به دست آمد:

$$\text{GR} = \frac{\sum \text{Ni}}{\text{Ti}} \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در این رابطه GR: سرعت جوانه‌زنی بر حسب تعداد بذر جوانه‌زده در روز و Ni: تعداد بذور جوانه‌زده در روز نام- Ti: تعداد روز تا شمارش نام. جهت محاسبه بنیه بذر از رابطه (۳) استفاده گردید (Bajji et al., 2002).

$$\text{SV} = (\text{PL} + \text{RL}) \times \text{GP} \quad \text{رابطه (۳)}$$

درصد جوانه‌زنی: GP، طول ساقه‌چه: PL و طول ریشه‌چه: RL است. استخراج اسیدهای چرب موجود در بذر این گیاه، پس از اعمال تیمارها، توسط کاتالیست سدیم متوکسید و برآورد مقادیر کمی اسیدهای چرب توسط کروماتوگرافی گازی انجام شد. لازم به ذکر است که برآورد اسیدهای چرب در بذر همیشه‌بهار به صورت جداگانه تحت تیمارهای مختلف، برآورد گردید و با در نظر گرفتن تعداد بیش‌تر از بذر در ابتدای کار، ادامه روند تحقیق روی گیاهچه‌ها انجام شد (Christie, 1989).

تجزیه آماری اطلاعات به‌دست آمده از صفات مورد ارزیابی، با استفاده از نرم‌افزار SAS_{ver.9.2} و آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

در تحقیق حاضر، اثرات تیمار پرایمینگ (هیدروپرایم، اسید جیبرلیک و نترات پتاسیم در غلظت‌های ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر و پلی‌اتیلن‌گلیکول ۵- و ۱۰- بار)، دما (۲۰ و ۲۵ درجه سلسیوس) و اشعه فرابنفش (۰ و ۱۵ دقیقه)، بر صفات جوانه‌زنی بذر همیشه‌بهار شامل طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، طول گیاهچه، وزن تر و خشک گیاهچه، سرعت و درصد جوانه‌زنی، بنیه بذر و میزان کالندیک اسید و لینولئیک اسید مورد بررسی و

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد بررسی بذور همیشه بهار تحت تیمارهای مختلف در آزمایشگاه

Table 1. Analysis variances (mean of squares) of measured characteristics of seeds of *Calendula officinalis* under various treatments in laboratory conditions

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	سرعت جوانه زنی Germination rate	بنیه بذر Seed vigour	درصد جوانه زنی Percentage of germination	طول گیاهچه Length of seedling	وزن تر گیاهچه Fresh weight of seedling	وزن خشک گیاهچه Dry weight of seedling	کالندیک اسید Calendic acid	لینولئیک اسید Linoleic acid
پرایمینگ (a)	7	0.28*	816.5**	4566.3**	716.5**	162.3**	156.89**	0.0027*	0.0011*
دما (b)	1	16.8**	592.6**	560.2**	662.6**	877.92**	562.3**	0.0165**	0.0081**
اشعه فرابنفش (c)	1	1.42**	553.5**	668.8**	441.5**	833.56**	624.8**	0.0142*	0.0072*
a×b	7	0.29*	322.2**	55.89 ^{ns}	212.18**	129.31 ^{ns}	895.32**	0.0029*	0.0015*
a×c	7	0.27*	215.1**	550.91**	288.1**	462.3**	145.15**	0.0027*	0.0014*
b×c	1	0.17 ^{ns}	302.1**	664.2**	377.1**	77.65 ^{ns}	55.65 ^{ns}	0.0016 ^{ns}	0.0008 ^{ns}
a×b×c	7	0.28*	22.56 ^{ns}	143.9*	12.56 ^{ns}	132.98*	116.8*	0.0027*	0.0013*
خطا (Error)	64	0.126	14.66	66.99	14.56	62.12	54.33	0.0012	0.0006
ضریب تغییرات (C.V)		5.43	8.8	9.2	12.4	7.2	6.5	1.1	0.9

ns, *and** : Not Significant, Significant at P=0.05 and P=0.01 levels of probability, respectively. * و ** اختلاف معنی دار، ** و * اختلاف معنی دار در سطح یک درصد و پنج درصد

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل پرایمینگ (نیترا پتاسیم، پلی اتیلن گلیکول، اسید جیبرلیک) اشعه فرابنفش و دما بر خصوصیات جوانه زنی بذور همیشه بهار

Table 2. Mean comparisons of priming (KNO₃, Gibberellin, Poly Ethylene Glycol), UV and temperature on measured characters under laboratory conditions

پرایمینگ Priming	اشعه فرابنفش UV (Min)	دما Temperature (°C)	سرعت جوانه زنی Germination rate (seed/day)	بنیه بذر Seed vigour	درصد جوانه زنی Percentage of germination	طول گیاهچه Length of seedling (cm)	وزن تر گیاهچه Fresh weight of seedling (g/plant)	وزن خشک گیاهچه Dry weight of seedling (g/plant)	کالندیک اسید Calendic acid (%)	لینولئیک اسید Linoleic acid (%)
شاهد Control	0	20	46.8±2.2a	568.75±24.2b	62.5±3.3ab	9.1±0.5ab	5.7±0.2d	2.1±0.2b	52.1±2.2b	30.1±1.1ab
	15	25	18.6±1.4e	334.7±22.2d	57.7±3.9c	5.8±0.2d	3.8±0.3g	1.9±0.1b	49.5±1.9c	28.2±0.8bc
هیدرو پرایمینگ Hydro-priming	0	20	46.91±2.8a	717.6±14.2a	74.75±7.8a	9.6±0.4a	6.7±0.2b	3.1±0.2a	55.5±3.3a	31.2±0.9a
	15	25	23.86±2.2d	483.8±22.2c	64.5±4.7ab	7.5±0.2c	4.6±0.1f	1.9±0.1b	50.2±1.1c	29.1±0.8b
نیترا پتاسیم KNO ₃ (200ppm)	0	20	30.48±2.2c	410.7±11.2d	55.5±3.9c	7.4±0.3c	4.2±0.2fg	1.9±0.2b	51.9±1.4b	29.4±0.7a
	15	25	24.2±0.99d	299.3±32.2e	47.5±9.5d	6.3±0.3d	3.1±0.1h	1.1±0.1c	49.3±0.9c	27.5±0.6c
نیترا پتاسیم KNO ₃ (400ppm)	0	20	22.63±0.68d	245.3±32.2e	44.6±5.8d	5.5±0.4de	3.9±0.1g	1.1±0.1c	50.2±2.3b	28.8±0.8b
	15	25	17.9±0.77e	150.8±12.6f	35.9±9.9e	4.2±0.2f	2.5±0.2h	0.8±0.1d	48.4±1.1c	27.1±0.9c
اسید جیبرلیک Gibberellin (200ppm)	0	20	46.97±1.55a	709.9±14.2a	69.6±2.9a	10.2±0.3a	7.2±0.1a	2.8±0.2a	57.7±1.5a	32.1±0.9a
	15	25	39.94±1.92b	505.9±15.2b	61.7±3.9b	8.2±0.4b	6.9±0.3ab	1.9±0.2b	53.5±1.2b	30.1±0.8ab
اسید جیبرلیک Gibberellin (400ppm)	0	20	36.64±1.94b	505.1±33.2b	55.5±5.9c	9.1±0.4ab	7.1±0.2a	2.7±0.2a	55.8±3.3a	31.1±0.5a
	15	25	20.01±3.5d	374.5±24.2d	52.75±6.9c	7.1±0.3c	6.2±0.1c	1.5±0.1c	52.1±0.9b	29.3±0.6b
پلی اتیلن گلیکول PEG (-5 bar)	0	20	11.15±0.91f	289.9±12.2e	45.3±1.1d	6.4±0.3d	5.2±0.1e	2.9±0.2a	50.2±2.6b	28.3±0.6c
	15	25	8.82±0.69g	183.6±25.2f	36±2.2e	5.1±0.2e	4.5±0.2f	1.9±0.2b	48.3±1.5c	26.4±0.5d
پلی اتیلن گلیکول PEG (-10 bar)	0	20	9.43±0.94g	172.2±9.2f	41±1.1 d	4.2±0.3f	4.6±0.1f	1.8±0.1b	48.2±1.4c	27.1±0.4d
	15	25	5.53±0.99h	100.8±8.2g	32.5±1.3e	3.1±0.2g	3.1±0.1h	1.1±0.2c	46.3±2.3d	25.5±0.7e

Means in each column followed by the same letters are not significantly different (P<0.05).

میانگین هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، تفاوت معنی داری در سطح (p ≤ 0/05) ندارند.

می‌یابد (Hoseini *et al.*, 2013). در واقع پاره‌ای تغییرات متابولیک و بیوشیمیایی به نفع جوانه‌زنی تحقق می‌یابد. احتمالاً در بذرها بخشی از پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها در اثر آنزیم‌ها و واکنش‌های هیدرولیزکننده شکسته شده و آماده شرکت در فرآیند جوانه‌زنی می‌شوند (Harris, 2001). این مسئله می‌تواند توجیهی برای تسریع جوانه‌زنی و کاهش متوسط زمان جوانه‌زنی باشد. یکی از مهم‌ترین عوامل بنیه بذر، مقدار مواد ذخیره‌ای موجود در بذر است. بذر برای جوانه‌زنی، ظهور و استقرار گیاهچه‌های قوی و سالم احتیاج به انرژی دارد که باید به وسیله اکسیداسیون مواد ذخیره‌ای موجود در بذر تأمین شود (Takhti and Shekafandeh, 2012). اعمال تیمارهای هورمونی می‌تواند بر پاسخ گیاهان به تنش شوری اثر گذاشته و از اثرات مخرب آن بر گیاه بکاهد (Emongor, 2007). توانایی بالاتر جذب آب در بذور پرایم‌شده نسبت به بذور پرایم‌نشده منجر به تأثیر مثبت بر درصد و سرعت جوانه‌زنی می‌شود. در همین خصوص، پیش‌تیمار سویا و کلزا با غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک، شاخص‌های جوانه‌زنی بذر را افزایش داد (Azimi and Yadegari, 2015). جوانه‌زنی بذر همیشه‌بهار در تیمار اسید جیبرلیک (200ppm)، بدون تنش اشعه فرابنفش و دمای ۲۰ درجه سلسیوس، نسبت به سایر تیمارها برتری داشت و در گروه بالاتر قرار گرفت. یکی از دلایل عمده که می‌تواند کاهش وزن خشک ساقه‌چه را در پتانسیل‌های بالا توجیه کند، تحرک مواد غذایی و انتقال آن‌ها از لپه‌ها به محور رویان است. 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 رویانی تأثیر بگذارند (Yadegari, 2017b). کاهش رشد گیاهچه در پاسخ به افزایش تنش خشکی به دلیل اثرات اسمزی به سبب کمبود آب، اثرات سمی یون‌ها و عدم جذب متوازن مواد غذایی لازم بوده که این حالت ممکن است همه جنبه‌های متابولیسم گیاه را تحت تأثیر قرار دهد (Sheykhbaglou *et al.*, 2014). در اثرات سه‌گانه مشاهده گردید که تحت دمای ۲۰ درجه سلسیوس، بدون تنش اشعه فرابنفش، در بسیاری از موارد پیش‌تیمار با اسید جیبرلیک ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر با هیدروپرایم در یک گروه آماری قرار گرفت. همچنین مشخص شد که بیش‌ترین تأثیرات منفی

فرابنفش، دمای ۲۵ درجه و پرایمینگ با نیترات پتاسیم و نیز پلی اتیلن گلیکول بدست آمد (جدول ۲). در آزمایش‌ها بذری توجه به شاخصی که بتواند مجموعه‌ای از خصوصیات را شامل شود ضروری به نظر می‌رسد. در این رابطه شاخص بنیه بذر توصیه شده است (Carrie *et al.*, 2014). بنیه بذر تحت تأثیر دو عامل طول گیاهچه و درصد جوانه‌زنی است و هر تنشی که این دو را کاهش دهد سبب نزول بنیه بذر می‌گردد (Hoseini *et al.*, 2013). وضعیت بنیه بذر در توده‌ای از بذر از تأثیر متقابل یکسری از عوامل درونی و بیرونی نشأت می‌گیرد. عوامل درونی شامل عملکرد فیزیولوژیک، ژنتیکی و نیز شرایط فیزیکی بذر می‌باشد. ظهور و جوانه‌زنی آهسته، اغلب منجر به تولید گیاهان کم‌تر و کوچک‌تر که به تنش‌های زنده و غیرزنده بسیار حساس و آسیب‌پذیرند خواهد شد (Yadegari, 2014; Lee *et al.*, 2017a). در مطالعه حاضر، بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی بذر، سرعت جوانه‌زنی و بنیه بذر از پیش‌تیمار هیدروپرایم و اسید جیبرلیک حاصل شد. در مورد اثرات پرایمینگ با اسید جیبرلیک و اشعه فرابنفش، مشخص شد که استفاده از اسید جیبرلیک تا حدودی آثار زیانبار اشعه UV-B را کاهش داد. استفاده از پیش‌تیمار اسید جیبرلیک بر خلاف تیمار پلی‌اتیلن گلیکول، در مورد همه صفات جوانه‌زنی و میزان اسیدهای چرب، تأثیر مثبتی را نشان داد که حاکی از موفقیت استفاده از این پیش‌تیمار در افزایش رشد و جوانه‌زنی همیشه‌بهار بود. پرایمینگ بذور باعث بهبود در سرعت جوانه‌زنی و یکنواختی جوانه‌زنی و کاهش حساسیت بذور به عوامل محیطی می‌گردد. استقرار سریع‌تر و بنیه بالاتر از پیامدهای پرایمینگ بذور می‌باشد (Hoseini *et al.*, 2013). 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 پیش‌تیمار شده می‌باشد (Lee *et al.*, 2013 a,b). در برخی از این تحقیقات به نقش مثبت هورمون پرایمینگ در کاهش اثرات مضر اشعه فرابنفش تأکید شده است (Singh *et al.*, 2015). اثرات مثبت پیش‌تیمار با جیبرلیک بر هیدروپرایمینگ با آب مقطر نیز برتری دارد. جیبرلین منجر به افزایش تقسیم سلولی و رشد سلول می‌شود و در نتیجه طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، درصد جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر افزایش

اتیلن گلیکول بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی بذر همیشه‌بهار تأثیر منفی داشت. اشعه UV-B به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم بر روی ارگانسیم‌ها اثر می‌گذارد. رادیکال‌های آزاد اکسیژن علاوه بر اشعه ماوراء بنفش در تنش‌های محیطی نیز دیده شده است. این نوع اکسیژن بسیار فعال بوده و قادر است تا با ماکروسافت‌های حیاتی مثل لیپیدها، پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک و سایر ترکیبات سلولی واکنش داده و اعمال طبیعی سلول را مختل کنند. اشعه UV از تقسیم سلول جلوگیری و مانع از رونویسی پروتئین‌های هیستون می‌شود و بدین طریق مانع تقسیم سلولی می‌گردد. حساسیت گیاهان به اشعه UV نسبت به گونه گیاهی، مراحل رشد و نمو، شرایط رشد و میزان نور UV متفاوت است (Yadegari, 2017b; Bandurska and Cieślak, 2013; Choudhary and Agrawal, 2014; Liu et al., 2013). نتایج یک مطالعه نشان داد اشعه UV-B، در مراحل پایانی رشد گیاه، موجب کاهش وزن دانه و پایین آمدن کیفیت محصول می‌شود (Liu et al., 2013). اشعه UV با شکست مولکول DNA و تخریب پروتئین‌هایی مانند توپولین که در تقسیم سلولی شرکت دارند باعث کاهش در تقسیم و بزرگ شدن سلول‌ها می‌شود، اشعه UV باعث تغییر در سرعت، میزان تقسیم و گسترش سلولی می‌شود. از طرفی باید توجه داشت که هورمون‌هایی مانند اکسین که نقش مهمی در گسترش سلولی دارند، تحت تأثیر اشعه UV تخریب می‌شوند. اشعه فرابنفش، جوانه‌زنی را تسریع می‌کند اما رشد بعدی گیاهچه‌ها را کند می‌کند. از سوی دیگر کاهش ورود آب به بذر در اثر افزایش تنش و استفاده از مواد هالوپرایمینگ نظیر نیترات پتاسیم باعث کاهش هدایت هیدرولیکی گردیده و در نتیجه فرآیندهای فیزیولوژیک و متابولیک جوانه‌زنی تحت تأثیر قرار گرفته و میزان و سرعت انجام آن‌ها کاهش می‌یابد (Bandurska and Cieślak, 2013; Choudhary and Agrawal, 2014). به نظر می‌تواند توجیهی جهت تأیید نتایج حاضر باشد. به نظر می‌رسد گیاه دارویی همیشه‌بهار در مرحله جوانه‌زنی به کاهش پتانسیل آب حساس بوده و تمامی مؤلفه‌های جوانه‌زنی در پتانسیل ۶- بار به‌شدت تحت تأثیر قرار می‌گیرد. کاهش درصد جوانه‌زنی در شرایط کاهش پتانسیل اسمزی می‌تواند ناشی از محدود شدن جذب آب به‌وسیله بذور و در نتیجه تحت تأثیر قرار گرفتن هیدرولیز

را تیمار تابش اشعه فرابنفش، پلی‌اتیلن‌گلیکول با غلظت ۱۰- و نیترات پتاسیم ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر بر صفات مورد بررسی داشت. بیش‌ترین بنیه بذر در تیمار عدم تابش اشعه، اسید جیبرلیک با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر تحت دمای ۲۰ درجه سلسیوس مشاهده شد. نکته قابل‌ملاحظه این بود که افزایش غلظت هورمون جیبرلین در همه موارد تا حد ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر، موجب افزایش پارامترهای اندازه‌گیری‌شده، گردید. مطالعه حاضر به‌طور واضح اشاره دارد که هورمون اسید جیبرلیک می‌تواند به‌طور منفرد و یا در زمان تنش اشعه فرابنفش، منجر به پتانسیل بالقوه برای افزایش عملکرد شود (Sheykhbaglou et al., 2014; Yadegari, 2017b). دلیل این امر این است که جیبرلین می‌تواند در زمان تنش اشعه فرابنفش، بیوسنتز اکسین را القا نماید. جوانه‌انتهائی، رشد را نه‌تنها از طریق بیوسنتز مستقیم اکسین، بلکه از طریق بیوسنتز القائی هورمون جیبرلین نوع GA1 توسط هورمون اکسین نیز تحریک کند (Bandurska and Cieślak, 2013). بالاترین غلظت جیبرلین به میزان ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر برای افزایش جوانه‌زنی بذر همیشه‌بهار مؤثر بود. جیبرلین رشد را با تحریک سلول به تقسیم سریع و طولی شدن القاء می‌کند. این کار با افزایش انعطاف‌پذیری و شکل‌پذیری دیواره سلول که به دنبال هیدرولیز نشاسته به قند انجام می‌شود و به‌دنبال آن کاهش پتانسیل آب صورت می‌گیرد و آب به داخل سلول وارد می‌شود. اسید جیبرلیک در دو مرحله متفاوت در فرآیند جوانه‌زنی دخالت می‌کند. در مرحله اول، در نسخه‌برداری از کروموزوم‌ها در مرحله آغازی ایجاد آنزیم و در مرحله بعدی که بسیار مؤثر است، نقش جیبرلین فعال- کردن آنزیم‌های دخال کننده در سیستم‌های جابه‌جایی مواد غذایی است. با افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی و سبز شدن و همچنین افزایش استقرار و مقاومت گیاهچه‌ها، کیفیت فیزیولوژیک گیاهان افزایش می‌یابد (Rama and Rashad, 2014). بهبود جوانه‌زنی شامل هیدراسیون و جذب آب قبل از جوانه‌زنی است. برای این منظور تیمار با مواد شیمیایی متنوعی مانند نیترات پتاسیم، هورمون‌های گیاهی در جهت کاهش زوال تسریع شده یا طبیعی صورت می‌گیرد (Dalil, 2014). نتایج حاصل نشان داد که اثر متقابل دو پیش‌تیمار اشعه فرابنفش و نیترات پتاسیم و نیز اشعه فرابنفش و پلی

(*Carthamus tinctorius* L.)، گلرنگ (Coneflower) و آرتیشو (*Gynura scolymus* L.) کاهش یافت. سرعت جوانه‌زنی در این گیاهان نسبت به درصد جوانه‌زنی حساسیت بیشتری را نشان داد (Gholizadeh *et al.*, 2016). با توجه به بررسی‌های انجام شده، چنانچه بتوان با روش پرایمینگ جوانه‌زنی بذور را در شرایط تنش بهبود بخشید، می‌توان شاهد افزایش قدرت اولیه بذور، افزایش درصد و سرعت سبز شدن بذر و در نهایت افزایش عملکرد بود. در مجموع استفاده از پیش‌تیمار بذر اسید جیبرلیک در این تحقیق، شرایطی را در بذر به وجود آورد که مجموعه این شرایط موجب شدند، ضمن بالاتر بودن صفات جوانه‌زنی، میزان اسیدهای چرب این بذور بیش‌تر از سایر بذور باشد. تحقیق حاضر نشان داد که پرایمینگ باعث بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و اسیدهای چرب همیشه‌بهار می‌شود. پرایمینگ باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی و میزان اسیدهای چرب بعد از اعمال تنش اشعه فرابنفش در بذور همیشه‌بهار گردید. به عبارت دیگر، جوانه‌زنی بذورهای تیمار شده زودتر آغاز شد و بهتر توانستند شرایط تنشی را تحمل نمایند. نظر به این‌که بذورهای پرایمینگ شده سرعت جوانه‌زنی بیشتری دارند، در یک زمان، ماده خشک بیش‌تری تولید می‌کند. بنابراین اعمال پیش‌تیمار، زمان جوانه‌زنی تا استقرار کامل گیاهچه را کاهش می‌دهد که از این ویژگی می‌توان برای کشت بذر همیشه‌بهار بهره گرفت.

نتیجه‌گیری کلی

در تحقیق حاضر اثر پرایمینگ‌های مختلف بر خصوصیات جوانه‌زنی گیاه دارویی همیشه‌بهار بررسی گردید. بر اساس نتایج به دست آمده از این تحقیق اشعه UV باعث کاهش خصوصیات جوانه‌زنی و میزان اسیدهای چرب گیاهچه همیشه‌بهار گردید. اعمال اشعه به مدت ۱۵ دقیقه در مقایسه با شاهد و سایر تیمارها روی صفات جوانه‌زنی گیاهان مورد بررسی، کاهش معنی‌داری را نشان داد. کاربرد اسید جیبرلیک، توانست تا حدودی آثار مخرب اشعه UV را کاهش دهد. بر اساس یافته‌های این تحقیق اگرچه جوانه‌زنی بذر در نتیجه استفاده از کلیه تیمارهای شیمیایی تغییر یافت، اما بیش‌ترین صفات جوانه‌زنی بذر و اسیدهای چرب در تیمار اسید جیبرلیک به میزان ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر تحت دمای ۲۰ درجه سلسیوس به دست

مصرف مواد غذایی ذخیره شده در بذر و یا اختلال در سنتز پروتئین‌ها در جنین در حال جوانه‌زنی باشد (Dalil *et al.*, 2014; Rashidi and Yadegari, 2014). درصد جوانه‌زنی کم‌تر در پرایمینگ ساده بذر با محلول پلی-اتیلن‌گلیکول احتمالاً نشان‌دهنده غلظت نامناسب این عامل پرایمینگ برای جوانه‌زنی بذور همیشه‌بهار می‌باشد. زیرا با کاهش پتانسیل آب ورود آب به بذر کاهش یافته و در نتیجه فرآیندهای فیزیولوژیک جوانه‌زنی تحت تاثیر قرار گرفته است، ولی در تیمار اسید جیبرلیک نتایج به گونه‌ای دیگر بود. اسید جیبرلیک آثار منفی پیش‌تیمار با اشعه فرابنفش را کاهش و منجر به افزایش خصوصیات جوانه‌زنی بذر گردید. در مطالعه حاضر دمای ۲۰ درجه سلسیوس نسبت به دمای ۲۵ درجه سلسیوس برتری داشت. در این رابطه مطالعات نشان داد، 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 اگر پرایمینگ قبل از خروج ریشه‌چه انجام شود، تیمارهای پرایمینگ باعث کاهش دمای پایه جوانه‌زنی می‌شوند (Fredje *et al.*, 2013). اثر دما، شوری و خشکی بر چهار گونه دارویی خرفه، شنبلیله، گاوزبان و گل راعی نشان داد که با افزایش دما، جوانه‌زنی بذور افزایش یافت، به طوری که بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی در دمای ۲۵ درجه سلسیوس به دست آمد (Yadegari, 2014). پرایمینگ قادر است جوانه‌زنی در دماهای ایتیم را بهبود و بر بازدارندگی دماهای پایین غلبه کرده و جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه را افزایش دهد. تأثیر تیمار درجه حرارت بر صفات جوانه‌زنی گیاه دارویی همیشه‌بهار نشان داد که تأثیر درجه حرارت بر روی سرعت و درصد جوانه‌زنی معنی‌دار بوده است (Carrie *et al.*, 2014). عواملی که باعث یکنواختی خروج گیاهچه‌های پرایم شده گردند، اولاً به دلیل افزایش توانایی گیاه از نظر سرعت و یکنواختی در سبز شدن، که از عوامل مهم افزایش عملکرد می‌باشد، موجب طولانی‌تر شدن فرآیند تولید و افزایش محصول نهایی گشته، ثانیاً با جلوگیری از ظهور تدریجی گیاهچه‌ها باعث می‌شود که در زمان برداشت، گیاهانی با دوره رشد متفاوت وجود نداشته باشد (Harris *et al.*, 2001). سرعت جوانه‌زنی با روند مستقیم در بذور کتان سرخارگل (*Linum usitatissimum* L.)

آمد که می‌توان از این تیمار برای افزایش رشد بذر این گیاه استفاده نمود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان، مراتب تشکر و قدردانی خود را از مسئولین مرکز تحقیقات گیاهان دارویی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد جهت همکاری ابراز می‌دارند.

منابع

- Akramghaderi, F., Soltani, E., Soltani, A. and Miri, A. 2008. Effect of seed priming on germination response to temperature in cotton. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 15(3): 51-44. (In Persian)(**Journal**)
- Aliabadi Farahani, H., Moaveni, P. and Maroufi, K. 2011. Effect of hydropriming on seedling growth of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Advances in Environmental Biology*, 5: 2258-2263. (**Journal**)
- Amini, Z., Alizadeh, M.A., Barmaki, M. and Nasiri, M. 2014. Effective of priming techniques in seed germination and seed emergence enhancement in medicinal plant of *Satureja macrantha*. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 5: 63-71. (**Journal**)
- Ansari, Kh., Salehi, A., Movahedi Dehnavi, M., Heydari, S. 2016. Effect of different seed priming on germination characteristics and some antioxidant enzymes activity of *Echinacea purpurea*. *Iranian Journal of Seed Science and Research*, 3(3): 1-10. (In Persian)(**Journal**)
- Asadi, A. and Sedghi, M. 2014. The effect of osmo and hormone priming on germination and seed reserve utilization of millet seeds under drought stress. *Journal of Stress Physiology and Biochemistry*, 10(1): 214-221. (**Journal**)
- Azimi, E., Yadegari, M. and Bahraini Nejad, B. 2015. The Effect of potassium nitrate and gibberellin on germination characteristics of *Glycine max* and, *Brassica napus*. *International Journal of Review Life Science*, 5(9): 1131-1138. (**Journal**)
- Bajji, M., Kinet, J. and Lutts, S. 2002. Osmotic and ionic effects of NaCl on germination, early seedling growth, and ion content of *Atriplex halimus* (Chenopodiaceae). *Canadian Journal of Botany*, 80: 297-304. (**Journal**)
- Bandurska, H. and Cieślak, M. 2013. The interactive effect of water deficit and UV-B radiation on salicylic acid accumulation in barley roots and leaves. *Environmental, Experimental and Botanical*, 94: 9-18. (**Journal**)
- Carrie, A.E., Forcella, F., Gesch, R. and Peterson, D. 2014. Seed germination of *Calendula* in response to temperature. *Industrial Crops and Products*, 52: 199– 204. (**Journal**)
- Choudhary. K.K. and Agrawal, S.B. 2014. Ultraviolet-B induced changes in morphological, physiological and biochemical parameters of two cultivars of pea (*Pisum sativum* L.). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 100:178–187. (**Journal**)
- Christie, W.W. 1989. Preparation of methyl ester and other derivatives. In *Gas Chromatography and Lipids. A Practical Guide*. Edited by Christie W, Glasgow. Great Britain: The Oily Press: 36–47. (**Book**)
- Dalil, B. 2014. Response of Medicinal Plants to Seed Priming: A Review *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, 4: 741-745. (**Journal**)
- Derya, O. 2012. The effect of different priming treatments and germination temperatures on germination performance of lentil (*Lens culinaris* Medik) seeds. *Journal of Agriculture and Biology Sciences*, 7(12): 977-981. (**Journal**)
- Di Girolamo, G. and Barbanti, L. 2012. Treatment conditions and biochemical processes influencing seed priming effectiveness. *Italian Journal of Agronomy*, 7(25): 178-188. (**Journal**)
- Dulf, F.V., Pamfil, D., Baci, A.D. and Pintea, A. 2013. Fatty acid composition of lipids in pot marigold (*Calendula officinalis* L.) seed genotypes. *Chemistry Central Journal*, 7: 1-11. (**Journal**)
- Eberle, C.A., Forcella, F., Gesch, R., Peterson, D. and Eklund, J. 2014. Seed germination of calendula in response to temperature. *Industrial Crops and Products*, 52: 199– 204. (**Journal**)
- Eguchi, K. and Sato, T. 2009. Differences in the ratios of cyanidin-3-O-glucoside and cyanidin-3-O-rutinocide to total anthocyanin under UV and non-UV conditions in Tartary Buckwheat (*Fagopyrum tataricum* Garten). *Plant Production Science*, 12(2): 150-155. (**Journal**)

- Emongor, V. 2007. Gibberellic acid (GA3) influence on vegetative growth, nodulation and yield of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) Walp. Journal of Agronomy, 6: 509-517. **(Journal)**
- Fariman, Z.K., Azizi, M. and Noori, S. 2011. Seed germination and dormancy breaking techniques for *Echinacea purpurea* L. Journal of Biological and Environmental Sciences, 5: 7-10. **(Journal)**
- Farooq, M., Wahid, A., Ahmad, N. and Asad, S.A. 2010. Comparative efficacy of surface drying and re-drying seed priming in rice: changes in emergence, seedling growth and associated metabolic events. Paddy and Water Environment, 8: 15-22. **(Journal)**
- Fredj, M., Zhani, K., Hannachi, C. and Mehwachi, T. 2013. Effect of NaCl priming on seed germination of four coriander cultivars (*Coriandrum sativum*). Eurasian Journal of Biosciences, 7: 21-29. **(Journal)**
- Garcia-Risco, M.R., Mouhid, L., and Padilla, A.L. 2017. Biological activities of Asteraceae (*Achillea millefolium* and *Calendula officinalis*) and Lamiaceae (*Melissa officinalis* and *Origanum majorana*) plant extracts. Plant Foods for Human Nutrition, 72: 96-102. **(Journal)**
- Gholizadeh, F., Manzari-Tavakkoli, A. and Pazoki, A. 2016. Evaluation of salt tolerance on germination stage and morphological characteristics of some medicinal plants. International Journal of Farming and Allied Sciences, 5(3): 229-237. **(Journal)**
- Harris, D., Raghuvanshi, B.S. and Gangwar, J.S. 2001. Participatory evaluation by farmers of 'on-farm' seed priming in wheat in India and Nepal. Experimental Agriculture, 37(3): 403-415. **(Journal)**
- Holzinger, A. and Lutz, C. 2006. Algae and UV irradiation; effect on ultrastructure and related metabolic function. Micron, 37: 190-207. **(Journal)**
- Hoseini, M., Baser, S. and Jahandideh, E. 2013. Response of fennel to priming techniques. Annual Review and Research in Biology, 3: 124-130. **(Journal)**
- Jones, D.G., Jones, A.G., Waterhouse, A. and Winters, A. 2012. Enhanced UV-B and elevated CO₂ impacts sub-arctic shrub berry abundance, quality and seed germination. AMBIO, 41: 256-268. **(Journal)**
- Kadkhodaie, A. and Bagheri, M. 2012. Seed treatment to overcome salt and drought stresses during germination in Linseed. Journal of Research in Agricultural Science, 8(2):141-151. (In Persian)**(Journal)**
- Lee, M.H., Cho, E.J. and Wi, S.G. 2013a. Divergences in morphological changes and antioxidant responses in salt-tolerant and salt-sensitive rice seedlings after salt stress. Plant Physiology and Biochemistry, 70: 325-335. **(Journal)**
- Lee, M.J., Son, J.E. and Oh, M.M. 2013b. Growth and phenolic content of sowthistle grown in a closed-type plant production system with a UV-A or UV-B lamp. Horticulture, Environment and Biotechnology, 54 (6): 492-500. **(Journal)**
- Li, X.M., Ma, L.G., Bu, N. and Li, Y.Y. 2014. Effects of salicylic acid pre-treatment on cadmium and/or UV-B stress in soybean seedlings. Biologia Plantarum, 58(1): 195-199. **(Journal)**
- Liu, B., Liu, X.B., Li, Y.S. and Herbert, S.J. 2013. Effects of enhanced UV-B radiation on seed growth characteristics and yield components in soybean. Field Crop Research, 154: 158-163. **(Journal)**
- Mohamed, G.F. and Ebtsam, M.M. 2013. Response of *Calendula officinalis* L. plants to foliar muskmelon seed germination and seedling development in response to seed priming. Scientia Agricola, 60(1):71-75. **(Journal)**
- Raal, A., Kirsipuu, K., Must, R. and Tenno, S. 2009. Content of total carotenoids in *Calendula officinalis* L. from different countries cultivated in Estonia. Natural Product Communications, 4(1): 35-38. **(Journal)**
- Rama, T.R. and Rashad, A.H. 2014. A comparison study on the effect of some growth regulators on the nutrients content of maize plant under salinity conditions. Annals Agricultural Sciences, 59: 89-94. **(Journal)**
- Rashidi, M. and Yadegari, M. 2014. The effect of salinity and drought stress on seed germination, seedling growth and biochemical changes in Marigold. Advances in Environmental Biology, 8(21): 510-515. **(Journal)**
- Singh, V.P., Kumar, J., Singh, M. and Singh, S. 2015. Role of salicylic acid-seed priming in the regulation of chromium (VI) and UV-B toxicity in maize seedlings. Plant Growth Regulators, 78(1): 79-91. **(Journal)**

- Stephanou, M. and Manetas, Y. 1998. Enhanced UV-B radiation increases the reproductive effort in the Mediterranean shrub *Cistus creticus* under field conditions. *Plant Ecology*, 134: 91-96. **(Journal)**
- Sheykhbaglou, R., Rahimzadeh, S. and Ansari, O. 2014. The effect of salicylic acid and gibberellin on seed reserve utilization, germination and enzyme activity of Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) seeds under drought stress. *Journal of Stress Physiology and Biochemistry*, 10: 5-13. (In Persian)**(Journal)**
- Taipina, M.S., Garbelotti, M.L., Lamardo, L.C. and Santosa, J.S. 2011. The effect of gamma irradiation on the nutritional properties of sunflower whole grain cookies. *Procedia Food Science*, 1: 1992 – 1996. **(Journal)**
- Takhti, S. and Shekafandeh, A. 2012. Effect of different seed priming on germination rate and seedling growth of *Ziziphus Spina* Christi. *Advances in Environment and Biology*, 6: 159-164. **(Journal)**
- Yadegari, M. 2014. Investigation of germination ratio and speed of twelve medicinal plants under salinity stress. *Iranian Journal of Seed Science and Research*, 2: 27-36. (In Persian)**(Journal)**
- Yadegari, M. 2015. Foliar application of micronutrients on essential oils of Borage, Thyme and Marigold. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 15: 949-964. **(Journal)**
- Yadegari, M., Mirzaiyan, R. and Hamed, B. 2015. Effect of temperature, drought and salinity stresses on germination of *Portulaca oleracea* L., *Trigonella foenum-graecium* L., *Borago officinalis* L. and *Hypericum perforatum* L. *Advances in Environmental Biology*, 9:148-52. **(Journal)**
- Yadegari, M. 2017a. Irrigation periods and Fe, Zn foliar application on agronomic characters of *Borago officinalis*, *Calendula officinalis*, *Thymus vulgaris* and *Alyssum desertorum*. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 48: 307-315. **(Journal)**
- Yadegari, M. 2017b. Study of phytohormones effects on UV-B stress seeds of thyme species. *Journal of Herbal Drugs*, 8(2): 109-115. **(Journal)**



Effect of priming on seed germination characteristics and fatty acids content in marigold (*Calendula officinalis* L.) seeds under UV stress and temperature

Manochehr Akbari¹, Mehrab Yadegari^{2*}, Behzad Hamed²

Received: January 16, 2016

Accepted: March 14, 2016

Abstract

In order to investigate the effects of seed priming on seed germination indices and fatty acids of marigold (*Calendula officinalis* L.) seeds under ultraviolet radiation and temperature, a factorial experiment was conducted in a completely randomized design with four replications. The levels of treatments contained of 8 types of priming (200 and 400 mg.l⁻¹ of gibberellic acid and potassium nitrate, -5 and -10 bar levels of polyethylene glycol, hydroperiming and control), two temperature levels (20 and 25 ° C) and two levels of ultraviolet radiation (0 and 15 minutes with 220 gms with 3 k.Gy intensity). The results showed that the use of gibberellic acid at concentration of 200 mg.l⁻¹ could largely eliminate the harmful effects of ultraviolet radiation. Significant excesses in germination traits such as germination percentage and seed vigour were observed in seeds treated with gibberellic acid. There was a positive interaction of this hormone with other treatments. The highest seed vigour and fatty acids content were observed in 200 mg.l⁻¹ gibberellic acid treatment without ultraviolet irradiation at 20 ° C.

Key word: Halo-priming; Hormo-priming; Osmo-priming; Thermo-priming; UV

How to cite this article

Akbari, M., Yadegari, M. and Hamed, B. 2019. Effect of priming on seed germination characteristics and fatty acids content in marigold (*Calendula officinalis* L.) seeds under UV stress and temperature. Iranian Journal of Seed Science and Research, 6(2): 203-214. (In Persian)(Journal)

DOI: [10.22124/jms.2019.3600](https://doi.org/10.22124/jms.2019.3600)

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/>

1. Ph.D student of Agronomy, Department of Agronomy and Medicinal Plants, Faculty of Agriculture, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran

2. Assistant Professor, Department of Agronomy and Medicinal Plants, Faculty of Agriculture, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran

* Corresponding author: mehrah_yadegari@yahoo.com