علوم و تحقیقات بذر ایران
سال چهارم/ شماره سوم/ ۱۳۹۶ (۳۸ - ۲۷)

DOI: 10.22124/jms.2017.2505

شکستن خواب و بهبود جوانه‌زنی بذر چهار گونه گیاه دارویی از تیره چتریان تحت تأثیر تیمارهای اسیدجیبرلیک و سرمادهی

حمید شریفی*[۱]، الماس نعمتی[۲]، محمد گردکانه[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۹/۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۲۷

چکیده

گیاهان تیره چتریان به دلیل اهمیت دارویی و اقتصادی بالا، یکی از مهمترین تیره‌های گیاهی محسوب می شوند. وجود خواب در بذر گیاهان این تیره یکی از موانع عمده جهت کشت و اهلی کردن آنها می‌باشد. این پژوهش به منظور تعیین بهترین تیمار جهت شکستن خواب در بذر چهار گونه دارویی مهم از تیره چتریان شامل آنغوزه (*Ferula assafoetida*)، باریجه (*Ferula gummosa*)، کرفس کوهی (*Kelussia odoratissma*) و زیره سیاه (*Carum carvi* L.) انجام گرفت. بدین منظور برای هر گونه ۱۴ تیمار شامل شاهد، سرمادهی مرطوب در مدت زمان‌های ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۷۰ و ۹۰ روز، جیبرلیک اسید ۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰ و ۸۰۰ پی‌پی‌ام، تیمار تلفیقی جیبرلیک اسید ۴۰۰ پی‌پی‌ام به همراه سرمادهی ۳۰ و ۷۰ روز در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که در هر چهار گونه با افزایش مدت زمان سرمادهی و افزایش غلظت جیبرلیک اسید، درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و شاخص بنیه بذر بهبود و نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری پیدا کردند. تیمار تلفیقی سرمادهی ۷۰ روز به همراه جیبرلیک اسید ۴۰۰ پی‌پی‌ام بهترین تیمار برای شکستن خواب بذرهای آنغوزه (۸۸ درصد)، باریجه (۹۵ درصد) و کرفس کوهی (۸۷ درصد)، همچنین تیمار سرمادهی ۹۰ روز بهترین تیمار برای شکستن خواب بذرهای زیره سیاه (۸۷ درصد) بودند. با توجه به نتایج بدست آمده و نظر به اینکه تیمار جیبرلیک اسید توانست جانشین بخشی از نیاز سرمای جهت شکستن خواب شود، می‌توان نتیجه گرفت که بذرهای مورد مطالعه‌دارای درجات مختلفی از خواب فیزیولوژیکی می‌باشند.

واژهای کلیدی: بنیه بذر، خواب فیزیولوژیکی، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه باغبانی، جهاد دانشگاهی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران
۳- استادیار پژوهش، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، کرمانشاه، ایران
* نویسنده مسئول: h.sharifi.h@gmail.com

مقدمه

اهمیت دارویی و اقتصادی گیاهان تیره چتریان باعث گردیده که بسیاری از گونه‌های متعلق به این تیره در معرض برداشت بی‌رویه، تخریب و انقراض قرار بگیرند تا جایی که دیگر عرصه‌های منابع طبیعی نمی‌تواند به تنهایی جوابگوی این نیازها باشند. بنابراین احیاء، توسعه و به‌کارگیری اصولی گیاهان باقیمانده در طبیعت و همچنین کشت و اهلی نمودن این گیاهان ضرورت پیدا کرده است (Sharifi *et al.*, 2015). اما وجود انواع خواب فیزیولوژیکی (Vandelook *et al.*, 2007)، مورفولوژیکی (Baskin and Baskin, 1990) و مورفوفیزیولوژیکی (Novak *et al.*, 2011) در بذر گیاهان این تیره به عنوان یک مانع عمده عملیات کشت و اهلی‌سازی آنها را با مشکل مواجه نموده است (Sharifi *et al.*, 2015). خواب فیزیولوژیکی متداول‌ترین نوع خواب در تیره چتریان می‌باشد (Kretshmer, 1999) که علت وجود درجات مختلفی از این خواب در بذرهای تیره چتریان وجود یک مکانیسم فیزیولوژیکی بازدارنده جنین است که از خروج ریشه‌چه جلوگیری می‌کند (Sharifi *et al.*, 2015). خواب فیزیولوژیکی بر اساس واکنشی که بذرها به سرما و جیبرلیک اسید نشان می‌دهند دارای سه سطح، غیرعمیق (سطحی)، متوسط و عمیق می‌باشد (Baskin and Baskin, 2004). اگر جیبرلین بتواند جایگزین سرمای مورد نیاز برای شکستن خواب شود بذر دارای خواب فیزیولوژیکی غیرعمیق و متوسط، و اگر نتواند جایگزین سرما شود دارای خواب فیزیولوژیکی عمیق می‌باشد (Baskin and Baskin, 2004; 2014). خواب فیزیولوژیکی غیرعمیق با یک دوره سرمادهی مرطوب کوتاه مدت (Baskin and Baskin, 2004)، نیترات‌پتاسیم (Ciraka *et al.*, 2007) و یا جیبرلیک اسید (Dewir *et al.*, 2011) شکسته می شود. بذرهای با خواب فیزیولوژیکی متوسط نیاز به دو تا سه ماه سرمادهی مرطوب دارند همچنین در این خواب جیبرلین می‌تواند جانشین بخشی از نیاز سرمایی بشود، در حالی که خواب فیزیولوژیکی عمیق فقط با تیمارهای طولانی مدت سرما شکسته می‌شود (Baskin and Baskin, 2004). اگرچه وجود خواب بذر در شرایط نامساعد رویشی سومند است، زیرا بذر در حالت غیر فعال است و در نتیجه ضمن تحمل بهتر بسیاری از تنش‌های محیطی و شرایط نامناسب اقلیمی، تداوم نسل و بقاء گونه‌های گیاهای را تضمین می‌کند (Finch-Savage and Leubner-Metzger, 2006). اما برای تکثیر و کشت این گیاهان، رهایی از خواب و جوانه‌زنی یکنواخت بذرها ضروری می‌باشد (Finch-Savage, 2013). با توجه به تنوع وسیع گونه‌های تیره چتریان و همچنین تنوع نوع و عمق خواب، تیمارهای گوناگونی جهت شکستن خواب و تحریک جوانه‌زنی بذر گیاهان این تیره پیشنهاد شده است که از مهمترین این تیمارها می‌توان به سرمادهی مرطوب (Sharifi *et al.*, 2015)، و جیبرلیک اسید (Najafi *et al.*, 2006) نام برد. نکته‌ای که باید بدان توجه داشت این است که اکولوژی جوانه‌زنی و تیمارهای مناسب جهت شکستن خواب در گونه‌های گیاهی مختلف (Sharifi, 2013) گیاهان هم‌خانواده (Sharifi *et al.*, 2015) گونه‌های هم‌جنس (Kettenring and Galatowitsch, 2007) و اکوتیپ‌های گوناگون از یک گونه (Hossienpour Ggazviniy *et al.*, 2011) نیز می‌تواند کاملاً متفاوت باشد. بنابراین تأثیر گذاری تیمارهای متفاوت بر جوانه‌زنی گونه‌های مختلف از یک تیره و جنس و یا اکوتیپ های گوناگون از یک گونه هم الزاماً یکسان نخواهد بود. در اینجا تعدادی از مطالعاتی که تأثیر سرمادهی و جیبرلیک اسید را بر شکستن خواب بذر تیره چتریان مورد بررسی قرار داده‌اند ذکر می‌شود.

در مطالعه‌ای تأثیر تیمارهای جیبرلیک اسید و سرمادهی بر شکستن خواب بذر کرفس کوهی (*Kelussia odoratissma*) نشان داد که تیمارهای ۸ و ۱۰ هفته سرمادهی توام با محلول ۵۰۰ پی‌پی‌ام اسید جیبرلیک بهترین تیمار جهت تحریک جوانه‌زنی و رشد اولیه کرفس کوهی می‌باشند (Farhoodi and Makizadeh Tafti, 2015). در پژوهشی تیمار ۵۰ روز سرمادهی مرطوب در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد توام با ۵۰۰ پی‌پی‌ام جیبرلیک اسید بهترین تیمار برای شکستن خواب بذرهای کما (*Ferula ovina*) معرفی شد (Zangoie and Parsa, 2015). تأثیر تیمارهای مختلف بر شکستن خواب بذرهای بیلهر (*Dorema aucheri*) نشان داد که تیمار سرمادهی به مدت چهار هفته به همراه شستشو و اسید جیبرلیک ۱۵۰۰

پی‌پی‌ام بیشترین تاثیر را بر شکستن خواب فیزیولوژیک موجود در بذرهای این گونه دارد (Salehi *et al.*, 2015). در مطالعه خواب بذر تعدادی از گیاه دارویی تیره چتریان مشخص شد برای شکستن خواب فیزیولوژیکی متوسط در گیاه گلپر (*Heracleum persicum*) سرمادهی ۶ هفته و در گونه کندل کوهی (*Dorema aucheri*) سرمادهی ۱۲ هفته مورد نیاز است. و برای شکستن خواب فیزیولوژیکی عمیق در بذر گونه‌های کرفس وحشی (*Kelussia odoratissima*) و چویل (*Ferulago angulata*) تیمار سرمادهی ۱۲ هفته موثرترین تیمارها برای شکستن خواب در بذر این گونه‌ها می‌باشد (Sharifi *et al.*, 2015). در مطالعه دیگری افزایش غلظت جیبرلیک اسید تا ۲۵۰ پی‌پی‌ام و سرمادهی مرطوب به مدت ۱۴ روز به عنوان تیمارهای موثر در شکستن خواب بذر باریجه معرفی شدند (Najafi *et al.*, 2006). مطالعه جوانه‌زنی گونه‌های جاشیر (*Prangos ferulaceae*) و آنغوزه (*Ferula assafoetida*) نشان‌داد که افزایش غلظت جیبرلیک اسید بر جوانه‌زنی هر دو گونه موثر است. همچنین جاشیر تحت تیمار سرمادهی مرطوب و غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید، بالاترین درصد جوانه‌زنی (۷۳ درصد) را از خود نشان داد (Keshtkar *et al.*, 2009). تحقیقات بر روی بذرهای گیاه جاشیر (Prangos ferulaceae) نشان داد که سرمادهی در ۵ و ۱۲ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۳۵ و ۴۰ درصد جوانه‌زنی را افزایش و تیمارهای خراش‌دهی، شستشو و جیبرلیک اسید اثر معنی‌داری در جوانه‌زنی نداشتند (Razavi and Hajiboland, 2009).

اهمیت گیاهان تیره چتریان و وجود خواب در بذر گیاهان این تیره سبب شد در این پژوهش تأثیر تیمارهای جیبرلیک اسید و سرمادهی بر شکستن خواب بذر و ویژگی‌های جوانه‌زنی چهار گونه دارویی مهم از این تیره شامل آنغوزه (*Ferula assafoetida*)، باریجه (*Ferula gummosa*)، کرفس کوهی (*Kelussia odoratissma*) و زیره سیاه (*Carum carvi* L.) مورد بررسی قرار گیرد. تا درصورت حصول نتیجه مناسب، تیمار مطلوب جهت شکستن خواب بذر این گیاهان نیز معرفی شود .

مواد و روش‌ها

به منظور انجام این پژوهش بذر گونه‌های آنغوزه، باریجه، کرفس کوهی و زیره سیاه در تابستان ۱۳۹۳ از رویشگاهای طبیعی آنها در دراستان لرستان جمع‌آوری و سپس به آزمایشگاه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه انتقال داده شدند.

به منظور شکستن خواب بذر این گونه‌ها آزمایشات جداگانه‌ای، در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۴ تیمار و ۴ تکرار برای هر گونه انجام شد. برای هر تیمار از ۴ ظرف پتری که داخل هر کدام از آنها ۲۵ عدد بذر قرار داده شده بود، استفاده گردید که هر ظرف پتری به عنوان یک تکرار محسوب می شد. کشت بذرها در ظرف‌های پتری با قطر ۹۰ میلی‌متر انجام و در هر ظرف پتری یک عدد کاغذ صافی واتمن قرار داده شد. قبل از شروع آزمایشات جهت ضدعفونی سطحی بذرها از محلول هیپوکلریت سدیم (وایتکس تجاری محتوی ۵ درصد) به مدت ۳ دقیقه استفاده شد. تیمارهای به کار رفته شامل تیمار سرمادهی مرطوب (شاهد، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۷۰ و ۹۰ روزه در دمای چهار درجه سانتی‌گراد)، تیمار جیبرلیک اسید در غلظت‌های ۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰ و ۸۰۰ پی‌پی‌ام، تیمار تلفیقی جیبرلیک اسید ۴۰۰ پی‌پی‌ام) به همراه سرمادهی ۳۰ روز و تیمار تلفیقی جیبرلیک اسید ۴۰۰ پی‌پی‌ام به همراه سرمادهی ۷۰ روز بودند .

برای اعمال تیمار جیبرلیک اسید به ظروف حاوی بذرها جیبرلیک اسید در غلظت های معین شده اضافه شد. در تیمار سرمادهی، بذرها ابتدا بر روی کاغذ صافی مرطوب شده قرار گرفتند و سپس به یخچال با دمای چهار درجه سانتی‌گراد منتقل شدند. در تیمار تلفیقی نیز به جای آب مقطر از جیبرلیک اسید برای مرطوب کردن کاغذ صافی استفاده شد و سپس نمونه‌های به مدت زمان مورد نظر در یخچال قرار گرفتند .

نمونه‌های بذر پس از اعمال تیمارهای مورد نظر به داخل دستگاه ژرمیناتور (۲۵ درجه سانتی گراد) منتقل شدند. سپس شمارش بذرهای جوانه زده ۲۴ ساعت پس از شروع آزمایش انجام و تا پایان آزمایش بصورت روزانه یاداشت گردید. معیار جوانه‌زنی، خروج ریشه‌چه به میزان دو میلی‌متر

در نظر گرفته شد. در پایان آزمایش برای بدست آوردن شاخص بنیه بذر تعداد پنج عدد گیاه‌چه از هر پتری انتخاب شده و صفات طول ریشه‌چه و ساقه‌چه آنها اندازه‌گیری شدند.پس از مراحل فوق و در پایان آزمایش درصد جوانه‌زنی کل با فرمول $GP = (Ni/S) \times 100$ محاسبه شد که در آن GP: درصد جوانه زنی، Ni: تعداد بذور جوانه زده در روز i ام و S: تعداد کل بذور کشت شده است. سرعت جوانه زنی با فرمول $GR = \sum Ni/Ti$ محاسبه شد که در آنGR: سرعت جوانه زنی (برحسب تعداد بذر جوانه زده در روز)، Ni: تعداد بذور جوانه‌زده در روز i ام و Ti: تعداد روز تا شمارش i ام است (Bajji, *et al*., 2002) شاخص بنیه بذر نیز با استفاده از فرمول محاسبه شد که درآن VI: شاخص بنیه بذر، Ls: میانگین طول گیاه‌چه (mm) و Pg: درصد جوانه‌زنی کل در پایان آزمایش است (Abdul-Baki and Anderson, 1970). در پایان داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گردید.

نتایج و بحث

مقایسه میانگین‌ها نشان داد، هر چهار گونه مورد مطالعه در تیمار شاهد دارای درصد جوانه‌زنی پایینی می‌باشند. بطوریکه در تیمار شاهد گونه‌های آنغوزه، باریجه، کرفس وحشی و زیره سیاه به ترتیب دارای ۱۶، صفر، صفر و ۷ درصد جوانه‌زنی بودند. تیمارهای مختلف جیبرلیک اسید و سرمادهی تأثیر معنی‌داری بر شکستن خواب و افزایش جوانه‌زنی هر چهار گونه داشت، بطوریکه افزایش غلظت جیبرلیک اسید از ۲۰۰ پی‌پی‌ام به ۸۰۰ پی‌پی‌ام و همچنین افزایش مدت زمان سرمادهی از ۱۰ روز به ۹۰ روز باعث شد درصد جوانه‌زنی هر چهار گونه به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش پیدا کند. بیشترین درصد جوانه‌زنی آنغوزه، باریجه و کرفس کوهی به‌ترتیب با ۸۸، ۹۵ و ۸۷ درصد در تیمار تلفیقی سرمادهی ۷۰ روزه به همراه جیبرلیک اسید ۴۰۰ پی‌پی‌ام بد ست‌آمد. همچنین بالاترین در صد جوانه‌زنی در گونه زیره سیاه با ۸۷ در صد در تیمار سرمادهی ۹۰ روزه اتفاق افتاد. کمترین در صد جوانه‌زنی برای آنغوزه با ۱۶ د صد در تیمار شاهد، برای باریجه بدون جوانه‌زنی (صفر درصد) در تیمارهای شاهد، جیبرلیک ا سید ۲۰۰ پی‌پی‌ام و سرمادهی ۱۰ روز، برای کرفس کوهی بدون جوانه‌زنی (صفر در صد) در تیمار شاهد و برای زیره سیاه با ۷، ۱۲ و ۱۴ در صد بترتیب در تیمارهای شاهد، جیبرلیک اسید ۲۰۰ پی‌پی‌ام و سرمادهی ۱۰ روز بدست آمد (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای مختلف بر درصد جوانه‌زنی چهار گونه تیره چتریان

Table 1. Mean comparison of different treatments effects on germination percentage in four species from Apiaceae

تیمارها Treatments	آنغوزه *Ferula assafoetida*	باریجه *Ferula gummosa*	کرفس کوهی *Kelussia odoratissma*	زیره سیاه *Carum carvi*
Control	16 j	0 f	0 i	7 f
GA3 200 ppm	20 ij	0 f	12 gh	12 f
GA3 400 ppm	30 hi	13 e	15 gh	18 ef
GA3 600 ppm	46 ef	27 cd	35 e	33 cd
GA3 800 ppm	62 cd	42 b	52 cd	63 b
Prechilling 10 days	20 ij	0 f	8 hi	14 f
Prechilling 20 days	28 hi	18 dc	10 hi	18 ef
Prechilling 30 days	34 gh	35 c	17 gh	27 dc
Prechilling 40 days	43 fg	38 bc	22 f	38 c
Prechilling 50 days	54 de	47 b	46 d	44 c
Prechilling 70 days	72 bc	82 a	60 bc	66 b
Prechilling 90 days	81 ab	88 a	63 b	87 a
Prechilling 30 days + GA3 400 ppm	49 ef	45 b	46 d	41 c
Prechilling 70 days + GA3 400 ppm	88 a	95 a	87 a	85 a

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک نیستند معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد دارند.

Means with the same letter (s), are not significantly different at 1% probability level.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان‌داد که بیشترین طول ریشه‌چه برای آنغوزه با ۹۴/۲ میلی‌متر در تیمار سرمادهی ۹۰ روز، برای باریجه و زیره سیاه بترتیب با ۶۵ و ۹۸/۲ میلی‌متر در تیمار تلفیقی سرمادهی ۷۰ روز به همراه جیبرلیک اسید ۴۰۰ پی‌پی‌ام، و برای کرفس کوهی با ۱۳۳ میلی‌متر در تیمار جیبرلیک اسید ۸۰۰ پی‌پی‌ام حاصل شد. همچنین نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین سرعت جوانه‌زنی برای گونه‌های آنغوزه، باریجه، کرفس کوهی و زیره سیاه بترتیب با ۱۰، ۹/۳، ۱۲/۵ و ۱۱ بذر در روز در تیمار سرمادهی ۹۰ روز حاصل شد. همچنین کمترین سرعت جوانه‌زنی برای آنغوزه با ۰/۹ بذر در روز در تیمار شاهد، برای باریجه با سرعت جوانه‌زنی صفر در تیمارهای شاهد، جیبرلیک اسید ۲۰۰ پی‌پی‌ام و سرمادهی ۱۰ روز، برای کرفس کوهی با سرعت جوانه‌زنی صفر در تیمار شاهد و برای زیره سیاه با ۰/۹ بذر در روز در تیمار شاهد اتفاق افتاد (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای مختلف بر سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز) چهار گونه تیره چتریان

Table 2. Mean comparison of different treatments effects on germination rate (seed/day) in four species from Apiaceae

تیمارها Treatments	آنغوزه *Ferula assafoetida*	باریجه *Ferula gummosa*	کرفس کوهی *Kelussia odoratissma*	زیره سیاه *Carum carvi*
Control	0.9 j	0 i	0 k	0.9 k
GA3 200 ppm	1.7 i	0 i	2.4 j	1.5 j
GA3 400 ppm	2.3 h	1.2 h	3.5 i	3.1g
GA3 600 ppm	3.4 g	2 g	5 h	4.1 f
GA3 800 ppm	4.8 e	2.3 f	6.9 f	7.3 d
Prechilling 10 days	1.5 i	0 i	2.1 j	2 i
Prechilling 20 days	2 h	2.1 g	4.2 i	2.7 h
Prechilling 30 days	3.5 g	2.5 f	6 g	4 f
Prechilling 40 days	4 f	4 e	8.2 e	5 e
Prechilling 50 days	5.2 d	4.9 d	9.7 d	7.2 d
Prechilling 70 days	7 c	6.3 c	11.2 c	8.2 c
Prechilling 90 days	10 a	9.3 a	12.5 a	11 a
Prechilling 30 days + GA3 400 ppm	4 f	2.5 f	8.4 e	4.7 e
Prechilling 70 days + GA3 400 ppm	8.2 b	8 b	12.1 b	9.7 b

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک نیستند تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد دارند.

Means with the same letter (s), are not significantly different at 1% probability level.

کمترین طول ریشه‌چه برای آنغوزه با ۶/۷ میلی‌متر در تیمار شاهد، برای باریجه با طول ریشه‌چه صفر در تیمارهای شاهد، جیبرلیک اسید ۲۰۰ پی‌پی‌ام و سرمادهی ۱۰ روز، برای کرفس کوهی با طول ریشه‌چه صفر در تیمار شاهد و برای زیره سیاه با طول ریشه‌چه ۱۰/۵ میلی‌متر در تیمار جیبرلیک اسید ۲۰۰ پی‌پی‌ام اتفاق افتاد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای سرمادهی و جیبرلیک اسید بر طول ساقه‌چه نشان داد که بیشترین طول ساقه‌چه برای گونه‌های آنغوزه، باریجه و زیره سیاه بترتیب با ۱۰۲/۷، ۸۱/۵ و ۸۳/۵ میلی‌متر در تیمار سرمادهی ۹۰ روز و برای کرفس کوهی به میزان ۱۳۴/۵ میلی‌متر در تیمار سرمادهی ۷۰ روزه توام با کاربرد ۴۰۰ پی‌پی‌ام جیبرلیک اسید بدست‌آمد. کمترین طول ساقه‌چه برای گونه‌های آنغوزه، کرفس کوهی و زیره سیاه بترتب با مقدار ۷/۵، صفر و ۱۷ میلی‌متر در تیمار شاهد و برای گیاه باریجه با طول ساقه‌چه صفر در تیمارهای شاهد، جیبریک اسید ۲۰۰ پی‌پی‌ام و سرمادهی ۱۰ روزه اتفاق افتاد (جدول ۴).

جدول ۳- مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای مختلف بر طول ریشه‌چه (میلی‌متر) چهار گونه تیره چتریان

Table 3. Mean comparison of different treatments effects on radicle length (mm) in four species from Apiaceae

تیمارها Treatments	آنغوزه *Ferula assafoetida*	باریجه *Ferula gummosa*	کرفس کوهی *Kelussia odoratissma*	زیره سیاه *Carum carvi*
Control	6.7 k	0 i	0 k	15.5 i
GA3 200 ppm	8.5 k	0 i	75.5 h	10.5 j
GA3 400 ppm	17 i	22.5 f	90 g	21.5 h
GA3 600 ppm	24.5 i	27.2 e	104.5 d	27.2 g
GA3 800 ppm	30.5 h	40.7 c	133 a	37.7 e
Prechilling 10 days	11.7 j	0 i	61 j	20.7 h
Prechilling 20 days	25.5 i	16.5 h	71.5 i	23.5 h
Prechilling 30 days	43.2 f	19.5 g	75.7 h	31.5 f
Prechilling 40 days	44.5 e	28.7 e	91.2 g	37 e
Prechilling 50 days	55.5 d	36.5 d	98.5 e	52.2 d
Prechilling 70 days	72.5 c	51.7 b	104.2 d	63.5 c
Prechilling 90 days	94.2 a	62.5 a	107.7 c	88.5 b
Prechilling 30 days + GA3 400 ppm	37.5 g	22.5 f	94.7 f	36.7 e
Prechilling 70 days + GA3 400 ppm	84 b	65 a	125.5 b	98.2 a

تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد

Significant in 1% probability level

جدول ۴- مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای مختلف بر طول ساقه‌چه (میلی‌متر) چهار گونه تیره چتریان

Table 4. Mean comparison of different treatments effects on plumule length (mm) in four species from Apiaceae

تیمارها Treatments	آنغوزه *Ferula assafoetida*	باریجه *Ferula gummosa*	کرفس کوهی *Kelussia odoratissma*	زیره سیاه *Carum carvi*
Control	7.5 k	0 j	0 j	17 j
GA3 200 ppm	11.5 k	0 j	41.7 i	13.2 k
GA3 400 ppm	22.2 i	27.5 g	53 h	22.5 hi
GA3 600 ppm	29.5 h	35.7 e	71.5 g	30.5 g
GA3 800 ppm	31.5 h	47.2 d	85.5 f	41.7 f
Prechilling 10 days	12.7 j	0 j	51.5 h	21.5 i
Prechilling 20 days	30.7 h	15.2 i	72.2 g	25.5 h
Prechilling 30 days	40 g	22 h	84.7 f	32 g
Prechilling 40 days	50.7 e	34 e	89.5 e	40.5 f
Prechilling 50 days	66.7 d	45 d	97 d	54.5 d
Prechilling 70 days	81 c	61.7 c	123.2 b	69.7 c
Prechilling 90 days	102.7 a	81.5 a	131.5 a	83.5 a
Prechilling 30 days + GA3 400 ppm	46.5 f	31 f	103 c	45 e
Prechilling 70 days + GA3 400 ppm	97.5 b	77 b	134.5 a	76.7 b

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک نیستند تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد دارند.

Means with the same letter (s), are not significantly different at 1% probability level.

نتایج حا صل از مقایسه میانگین نشان داد که تیمارهای سرمادهی و جیبرلیک اسید دارای تأثیر معنی‌داری بر شاخص بنیه بذر گونه‌های مورد بررسی می‌باشند. بیشترین شاخص بینه بذر آنغوزه در مقایسه با شاهد در تیمارهای سرمادهی ۹۰ روزه و سرمادهی ۷۰ روزه توام با کاربرد ۴۰۰ پی‌پی‌ام جیبرلیک اسید به میزان ۱۶۰ و ۱۶۴ مشاهده شد در حالیکه شاخص بنیه بذر در تیمار شاهد برابر ۲/۳ بود. در گیاه باریجه تیمارهای شاهد، جیبریک اسید ۲۰۰ پی‌پی‌ام و سرمادهی ۱۰ روزه با شاخص بنیه صفر کمترین، تیمارهای سرمادهی ۹۰ روزه و سرمادهی ۷۰ روزه توام با کاربرد ۴۰۰ پی‌پی‌ام جیبرلیک اسید با شاخص بنیه ۱۲۷ و ۱۳۲ دارای بالاترین شاخص بذر بودند. در کرفس کوهی کمترین شاخص بنیه بذر در تیمار شاهد (صفر) و بالاترین شاخص بنیه بذر در تیمار تلفیفی سرمادهی ۷۰ روزه توام با کاربرد جیبرلیک اسید۴۰۰

پی‌پی‌ام به میزان ۲۲۶ حاصل شد. در زیره سیاه کمترین شاخص بنیه بذر در تیمارهای شاهد و جیبرلیک اسید ۲۰۰ پی‌پی‌ام به میزان ۲/۲ و ۳/۳ بدست آمد و بالاترین شاخص بنیه بذر برای این گونه به میزان ۱۵۰ و ۱۴۷ بترتیب در تیمارهای سرمادهی ۹۰ روزه و تیمار تلفیقی سرمادهی ۷۰ روزه توام با جیبرلیک اسید ۴۰۰ پی‌پی‌ام اتفاق افتاد (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای مختلف بر شاخص بنیه بذر چهار گونه تیره چتریان

Table 5. Mean comparison of different treatments effects on seed vigor in four species from Apiaceae

تیمارها Treatments	آنغوزه *Ferula assafoetida*	باریجه *Ferula gummosa*	کرفس کوهی *Kelussia odoratissma*	زیره سیاه *Carum carvi*
Control	2.3 g	0 f	0 h	2.2 g
GA3 200 ppm	3.4 g	0 f	14 gh	3.3 g
GA3 400 ppm	11 fg	6.4 ef	21 fgh	7.9 fg
GA3 600 ppm	24 ef	16 de	61 e	19 e
GA3 800 ppm	38 de	37 c	114 c	150 c
Prechilling 10 days	4.8 g	0 f	9 gh	5.9 g
Prechilling 20 days	15 fg	5.3 ef	14 gh	8.7 efg
Prechilling 30 days	25 ef	12 de	27 fg	17 ef
Prechilling 40 days	40 d	23 d	39 ef	29 d
Prechilling 50 days	65 c	38 c	89 d	46 c
Prechilling 70 days	110 b	93 b	137 b	87 b
Prechilling 90 days	160 a	127 a	151 b	150 a
Prechilling 30 days + GA3 400 ppm	41 d	24 d	90 d	33 d
Prechilling 70 days + GA3 400 ppm	164 a	132 a	226 a	147 a

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک نیستند تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد دارند.

Means with the same letter (s), are not significantly different at 1% probability level.

بحث

نتایج بدست آمده نشان داد که بذرهای هر چهار گونه آنغوزه، باریجه، کرفس کوهی و زیره سیاه در تیمار شاهد دارای جوانه‌زنی پایینی می‌باشند. با توجه به اینکه همه بذرهای در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی برداشت شده بودند به نظر می‌رسد این جوانه‌زنی پایین می‌تواند به دلیل وجود خواب در بذر این گیاهان باشد. در گزارشات متعددی نیز به وجود خواب و جوانه‌زنی پایین در بذر گیاهان تیره چتریان اشاره شده است. از جمله مطالعه صورت گرفته بر روی خواب بذر گاوپر (*Heracleum persicum*)، کندل کوهی (*Dorema aucheri*)، کرفس وحشی (*Kelussia odoratissima*)، چویل (*Ferulago angulata*) و آوندول (*Smyrnium cordifrolium*) (Sharifi *et al*., 2015)، کما (*Ferula ovina*) (Zangoie and Parsa, 2015)، جاشیر (*Prangos ferulaceae*) (Razavi and Hajiboland, 2009)، آنغوزه و باریجه (Najafi *et al*., 2006) که همگی از وجود خواب و مشکل جوانه‌زنی در بذر گیاهان تیره چتریان حکایت می‌کند. در طبیعت، وجود مکانیسم خواب در بذر گیاهان دارویی بخصوص گیاهان تیره چتریان، باعث ایجاد یک تنوع وسیع و گسترده در میزان جوانه‌زنی و همچنین توزیع جوانه‌زنی در طول زمان می‌شود، که این سازوکار به عنوان یک مزیت نسبی شانس این گیاهان را برای بقاء در یک محیط همیشه در حال تغییر (شرایط نامساعد) افزایش می‌دهد (Sharifi *et al*., 2015).

نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش مدت زمان سرمادهی درصد و سرعت جوانه زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و شاخص بنیه بذر در هر چهار گونه افزایش یافت. نتایج بدست آمده از این پژوهش با تحقیقات دیگری که تأثیر سرمادهی را بر روی شکستن خواب بذر گیاهان این تیره از جمله کرفس کوهی (*Kelussia odoratissma*) (Farhoodi and Makizadeh Tafti, 2015)، جعفری فرنگی (*Chaerophyllum temulum*) (Vandelook *et al*., 2007)، آنغوزه (*Ferula*

(*assafoetida* L.) (Otroshy *et al*., 2009)، باریجه (*Ferula gummosa* Boiss) (Rouhi *et al*., 2012) و شاء (*Dorema ammoniacum*) (Irvani *et al*., 2012) را مورد بررسی قرار داده‌اند مطابقت دارد. بطوریکه سرمادهی مرطوب (۴ °C) در زمان‌های مختلف می‌تواند زمینه را برای شروع جوانه‌زنی فراهم و تا حدودی زیادی به رفع خواب در آنها کمک نماید (Sharifi *et al*., 2015).

دلایل متعددی پیرامون تأثیر مثبت سرمادهی بر شکستن خواب و بهبود ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر گیاهان ذکر شده است که از این میان می‌توان به تحریک رشد جنین (Baskin and Baskin, 2004; 2014)، تحریک تولید اسید جیبرلیک در بذر و نفوذپذیر شدن سلول‌های بذر به اسید جیبرلیک (Fang *et al*., 2006)، کاهش مقدار آبسزیک اسید در بذر (Kucera *et al*., 2005) و ایجاد یک تعادل هورمونی (ABA:GA3) در بذر اشاره کرد. مجموع این فرایندها زمینه را برای شکستن خواب و شروع فرآیند جوانه‌زنی در بذر مهیا می‌کند. سرمادهی بذر آرابیدوبسیس سبب افزایش رونویسی از ژن‌های دخیل در فعالیت اسید جیبرلیک شد و این نشان دهنده نقش سرما در شکستن خواب بذر گیاهانی است که غلظت درونی اسید جیبرلیک در بذر آنها برای آغاز فرایند جوانه‌زنی کم است (Yamauchi *et al*., 2004). در بذرهای که نیاز به سرمادهی جهت برطرف شدن خواب دارند، طی دوره سرمادهی مقدار زیادی RNA جمع می‌شود. این رویداد اهمیت سرما در بازسازی مولکول‌های بزرگ برای از سرگیری رشد و نمو بذر را مورد تأکید قرار می‌دهد (Slater and Bryant, 1982). سرمادهی مرطوب شبیه‌سازی شرایط رویشگاه‌های طبیعی می‌باشد. در طبیعت، سرمادهی مرطوب در خاک‌های مرطوب همراه با سرمای زمستان اتفاق می‌افتد (Sharifi *et al*., 2015).

نتایج حاصل از تیمار جیبرلیک اسید نشان داد که افزایش غلظت این تیمار تاثیر معنی‌داری و مثبتی بر درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و شاخص بنیه بذر هر چهار گونه آنغوزه، باریجه، کرفس کوهی و زیره سیاه دارد. نتایج این پژوهش مشابه یافته‌های حاصل از مطالعات صورت گرفته بر روی بذر گونه‌های آنغوزه (Pirmoradi *et al*., 2013)، کرفس کوهی (*Kelussia odoratissima* M.) (Zafarian and Hoshmand, 2013)، جاشیر (*Prangos ferulaceae*) آنغوزه (*Ferula assafoetida*) (Keshtkar *et al*., 2009) و گونه‌های *Ramonda serbica* و *Ramonda nathaliae* (Gashi *et al*., 2012) می‌باشد که همگی بر نقش مثبت اسید جیبرلیک بر شکستن خواب و بهبود جوانه‌زنی تأکید کرده‌اند. اسید جیبرلیک یک هورمون عمده در تحریک جوانه‌زنی است که با تحریک تجزیه ذخایر غذایی بذر (Greipsson, 2001) و جایگزینی نیاز سرمایی (Macchia *et al*., 2001) نقش عمده‌ای را در شکستن خواب و افزایش جوانه‌زنی در بذرهای دارای خواب بازی می‌کند.

در مورد مکانیسم عمل جیبرلین در تحریک جوانه‌زنی بذر گیاهان تفسیرهای مختلفی ارائه شده است. مطالعه مکانیسم بیوشیمیایی عمل جیبرلین‌ها نشان می‌دهد که جیبرلین ها باعث یک افزایش در فعالیت RNA پلی مراز شده و در نتیجه میزان رونویسی از بخش هایی از DNA را افزایش می‌دهند. جیبرلین ها با القاء تغییراتی در مراحل رونویسی و یا ترجمه برخی از ژن‌ها موجب تغییرات کمی و کیفی در سنتز برخی از پروتئین ها می‌شوند و در نهایت سنتز آنزیم‌های هیدرولیز کننده مولکول های ذخیره‌ای بذر، نظیر آلفا آمیلاز، را تحریک می‌نمایند. این آنزیم‌ها واکنش ضروری جهت تولید انرژی و ترکیبات ساختمانی لازم برای رشد و ظهور جنین را کاتالیز می‌نمایند و به این ترتیب پدیده جوانه‌زنی را القاء می‌کنند (Harberd and Peng, 2002). بسیاری از محققان معتقدند که بر طرف شدن خواب از طریق تعادل بین مواد بازدارنده رشد مانند آبسزیک اسید و مواد تحریک کننده رشد گیاه مانند جیبرلین حاصل می‌شود. تیمار بذرها با اسیدجیبرلیک باعث افزایش نسبت اسید جیبرلیک به آبسزیک اسید درون بذر و در نتیجه باعث افزایش جوانه زنی بذرها می‌گردد (Chetinbash and Koyuncu, 2006). جیبرلین باعث فعال شدن آمیلاز در آندوسپرم می‌شود. آمیلاز شکستن نشاسته به گلوکز را تسهیل می‌کند، گلوکز در طول مدت جوانه‌زنی برای جنین مورد نیاز است (Kermode, 2005). هورمون جیبرلیک اسید خواب ناشی از رویان و پوشش بذر را می‌شکند و اثرات

بازدارنده آبسزیک اسید را به طور مستقیم یا غیر مستقیم مهار می‌کند (Kucera *et al*., 2005). احتمال داده می شود که افزایش جیبرلیک اسید خارجی با افزایش تراز هورمون‌های محرک جوانه‌زنی باعث ایجاد تعادل هورمونی در داخل بذر شده و باعث شروع فرآیند جوانه‌زنی در آنها شده باشد.

نتایج این تحقیق نشان داد که کاربرد هم زمان جیرلیک اسید و سرمادهی به طور معنی‌داری ویژگی های جوانه‌زنی را در هر چهار گونه افزایش می‌دهد. این نتایج این فرضیه را در ذهن مجسم می کند که احتمالاً یکی از علل خواب بذر این گونه‌ها، عدم تناسب هورمونی در بذرهای این گیاهان است که کاربرد سرما یا جیبرلیک اسید خارجی این تعادل را به سمت افزایش جیبرلیک اسید و آمادگی برای جوانه‌زنی سوق می‌دهد. به عبارتی بخش عمده خواب این گونه ها مربوط به پایین بودن جیبرلین داخلی بذرها می باشد. زیرا کاربرد جیبرلین خارجی یا دوره سرمایی مناسب که به تولید جیبرلین داخلی کمک می کند قادر به شکستن آن می‌باشد.

باید توجه داشت که جیبریک اسید به تنهایی نتوانست به طور کامل نیاز سرمادهی را جایگزین کند و حداقل به ۷۰ روز سرمادهی حتی در حضور ۴۰۰ پی‌پی‌ام جیبرلیک اسید برای جوانه‌زنی در حد معنی‌دار ضروری است. تحقیقات دیگر نیز نشان می‌دهند که همه گیاهانی که نیاز به سرمادهی برای شکستن خواب بذر دارند، نسبت به جیبرلیک اسید پاسخ یکسانی بروز نمی‌دهند. برخی از آنها نیز اصلاً به جیبرلیک اسید عکس العمل نشان نمی‌دهند (Irvani *et al*., 2012; Sharifi *et al*., 2015). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که اگر چه یکی از تأثیرات سرمادهی در جوانه‌زنی را می‌توان تحریک تولید جیبرلیک اسید دانست ولی سرما نقش‌های دیگری نیز در تحریک جوانه‌زنی دارد که احتمالاً جیبرلیک اسید در آنها نقشی ندارد. به عبارت دیگر بخش از خواب بذر این گونه‌ها مرتبط با جیبرلین نبوده و از عوامل دیگری ناشی می‌گردد.

در انتها با توجه به نتایج این پژوهش و مقایسه آن با پژوهش‌های صورت گرفته (Sharifi *et al*., 2015; Salehi *et al*., 2015) که در آن بذرهای دارای خواب فیزیولوژیک متوسط برای شکستن خواب به سرمادهی مرطوب در درجه حرارت کم نیاز دارند، همچنین به هورمون جیبرلین پاسخ می‌دهند و جیبرلین می‌تواند جانشین قسمتی از نیاز سرمای شود، می‌توان نتیجه گرفت که گونه‌های مورد مطالعه در این پژوهش نیز درجات مختلفی از خواب فیزیوژیکی را نشان می‌دهند.

نتیجه‌گیری

بطور کلی نتایج بدست آمده از این پژوهش نشان داد که تیمار تلفیقی سرمادهی ۷۰ روز به همراه جیبرلیک اسید با غلظت ۴۰۰ پی‌پی‌ام بهترین تیمار برای شکستن خواب بذرهای آنغوزه (جوانه زنی ۸۸ درصد)، باریجه (جوانه‌زنی ۹۵ درصد) و کرفس کوهی (جوانه‌زنی ۸۷ درصد) بود. همچنین تیمار سرمادهی ۹۰ روز بهترین تیمار برای شکستن خواب بذرهای زیره سیاه (جوانه‌زنی ۸۷ درصد) بود. با توجه به نتایج تیمارهای شکستن خواب بذر و اینکه تیمار جیبرلیک اسید توانست جانشین بخشی از نیاز سرمای شود، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که بذرهای هر چهار گونه مورد مطالعه در این پژوهش دارای درجات مختلفی از خواب فیزیولوژیکی می‌باشند.

منابع

Abdul-Baki, A. and Anderson, J. D. 1970. Viability and leaching of sugars from germination barley. Crop Science, 10: 31-34. **(Journal)**

Bajji, M., Kinet, J. M. 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)**

Baskin, C. C. and Baskin, J. M. 2014. Seeds: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. Second edition. San Diego: Elsevier/Academic Press. 1600 p. **(Book)**

Baskin, J. M. and Baskin, C. C. 1990. Seed germination ecology of poison hemlock, *Conium maculatum*. Canadian Journal of Botany, 68(9): 1199-1205. **(Journal)**

Baskin, J. M. and Baskin, C. C. 2004. A classification system for seed dormancy. Seed Science Research, 14(1): 1-16. **(Journal)**

Chetinbash, M. and Koyuncu, F. 2006. Improving germination of *Prunus avium* L. seeds by Gibberlic acid, Potassium nitrate and Thiourea. Horticulture Science, 33: 119-123. **(Journal)**

Ciraka, C., Kevseroglua, K. and Ayan, A. K. 2007. Breaking of seed dormancy in a Turkish endemic Hypericum species: *Hypericum avicularіifolium* subsp. Depilatum var. Depilatum by light and some pre-soaking treatments. Journal of Arid Environments, 68(1): 159-164. **(Journal)**

Dewir, Y. H., El-Mahrouk, M. E. and Naidoo, Y. 2011. Effects of some mechanical and chemical treatments on seed germination of *Sabal palmetto* and *Thrinax morrisii* palms. Australian Journal of Crop Science, 5(3): 245-250. **(Journal)**

Farhoodi, R. and Makizadeh Tafti, M. 2015. Study breaking seed dormancy of *Kelussia odoratissma* under the influence of gibberellic acid and cold treatments. Iranian Journal of Seed and Technology, 3(2): 241-249. (In Persian)**(Journal)**

Fang, S., Wang, J., Wei, Z. and Zhu, Z. 2006. Methods to break seed dormancy in *Cyclocarya paliurus* (Batal) Iljinskaja. Scientia Horticulture, 110: 305–309. **(Journal)**

Finch-Savage, B. 2013. Seeds: Physiology of development, germination and dormancy. Bewley, J.D., Bradford, K.J., Hilhorst, H.W.M. and Nonogaki, H. In (ed.), Springer, New York-Heidelberg Dordrecht London. 392 pp. **(Book)**

Finch-Savage, W. E. and Leubner-Metzger, G. 2006. Seed dormancy and the control of germination. New Phytologist, 171(3): 501-523. **(Journal)**

Gashi, B., Abdullai, K., Mata, V. and Kongjika, E. 2012. Effect of gibberellic acid and potassium nitrate on seed germination of the resurrection plants *Ramonda serbica* and *Ramonda nathaliae*. African Journal of Biotechnology, 20(11): 4537-4542. **(Journal)**

Greipsson, S. 2001. Effects of stratification and GA3 on seed germination of a sand stabilizing grass *Leymus arenarius* used in reclamation. Seed Science and Technology, 29: 1-10. **(Journal)**

Harberd, N. P. and Peng, J. 2002. The role of GA-mediated signaling in the control of germination. Science, 5: 376-381. **(Journal)**

Hossienpour-Ggazviniy, A. A., Alizadeh, M. A., Jafari, A. A. and Valadabadi, A. R. 2011. Effect of scarification, cold and after-ripening treatments on seed dormancy breaking in four species of *Satureja* by standard germination test. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 28(1): 48-58. (In Persian)**(Journal)**

Irvani, N., Solouki, M., Omidi, M., Saidi, A. and Zare, A. 2012. Seed germination and dormancy breaking in *Dorema ammoniacum* L., an endangered medicinal plant. Trakia Journal of Sciences, 10(1): 9-15. **(Journal)**

Kermode, A. R. 2005. Role of abscisic acid in seed dormancy. Journal of Plant Growth Regulation, 24: 319-344. **(Journal)**

Keshtkar, H. R., Azarnivand, H. and Atashi, H. 2009. Effect of prechilling and GA3 on seed germination of *Ferula assa-foetida* and *Prangos ferulacea*. Seed Science and Technology, 37 (2): 464-468. **(Journal)**

Kettenring, K. M. and Galatowitsch, S. M. 2007. Temperature requirements for dormancy break and seed germination vary greatlyamong 14 wetland *Carex* species. Aquatic Botany, 87: 209-220. **(Journal)**

Kretshmer, M. 1999. Optimal germination temperature range and dormancy in Apiaceae seeds. Gemus-Munchen, 35: 526-528. **(Journal)**

Kucera, B., Cohn, M. A. and Leubner-Metzger, G. 2005. Plant hormone interactions during seed dormancy release and germination. Seed Science Research, 15: 281-307. **(Journal)**

Macchia, M., Angelini, L. G. and Ceccarini, L. 2001. Methods to overcome seed dormancy in *Echinacea angustifolia* DC. Scientia Horticulturae, 89: 317–324. **(Journal)**

Najafi, F., Bannayan, M., Tabrizi, L. and Rastgoo, M. 2006. Seed germination and dormancy breaking techniques for *Ferula gummosa* and *Teucrium polium*. Journal of Arid Environment. 64: 542-547. **(Journal)**

Novak, J., Wawrosch, C., Schmiderer, C., Franz, C. M. and Kopp, B. 2011. Germination responses of *Peucedanum ostruthium* (Apiaceae) to genotype, light, temperature and gibberellic acid. Seed Science and Technology, 39(3): 552-558. **(Journal)**

Otroshy, M., Zamani, A., Khodambashi, M., Ebrahimi, M. and Struik, P. C. 2009. Effect of exogenous hormones and chilling on dormancy breaking of seeds of Asafoetida (*Ferula assafoetida* L.). Research Journal of Seed Science, 2: 9-15. **(Journal)**

Pirmoradi, M., Omidbaigi, R., Taghavi, M., Baghizadeh, A. and Ellahi, A. 2013. The effect of height and different treatments on *Ferula assa-foetida* L. seed germination. Iranian Journal of Field Crop Science, 43(4): 463-471. (In Persian)**(Journal)**

Razavi, S. M. and Hajiboland, R. 2009. Dormancy breaking and germination of *Prangos ferulacea* seeds. Journal of Biosciences (EurAsian), 3: 78-83. **(Journal)**

Rouhi, H. R., Rahmati, H., Saman, M., Shahbodaghloo, A. R., Karimi, F. A., Moosavi, S. A., Rezaei, M. E. and Karimi, F. 2012. The effects of different treatments on dormancy-breaking of Galbanum seeds (*Ferula gummosa* Boiss.). International Journal of AgriScience, 2(7): 598-604. **(Journal)**

Salehi, A., Masoumiasl, A. and Moradi, A. 2015. Evaluation of the effective methods of seed dormancy breaking in medicinal plant of bilhar (*Dorema aucheri*). Iranian Journal of Seed Research, 2 (1): 65-72. (In Persian)**(Journal)**

Sharifi, H. 2013. Investigation of seed dormancy and germination characteristics on thirty species of medicinal plants grown in Lorestan Province. MSc Dissertation, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian) **(Thesis)**

Sharifi, H., Khajeh-Hosseini, M. and Rashed-Mohassel, M. H. 2015. Study of seed dormancy in seven medicinal species from apiaceae. Iranian Journal of Seed Research, 2 (1): 25-36. (In Persian)**(Journal)**

Slater, R. J. and Bryant, J. A. 1982. RNA Metabolism during breakage of seed dormancy by low temperature treatment of fruits of *Acer platanoides*. Annals of Botany, 50: 141-149. **(Journal)**

Vandelook, F., Bolle, N. and Van Assche, J. A. 2007. Multiple environmental signals required for embryo growth and germination of seeds of *Selinum carvifolia* L. and *Angelica sylvestris* L. (Apiaceae). Seed Science Research, 17(4): 283-291. **(Journal)**

Yamauchi, Y., Ogawa, M., Kuwahara, A., Hanada, A., Kamiya, Y. and Yamaguchi, S. 2004. Activation of gibberellin biosynthesis and response pathways by low temperature during imbibition of *Arabidopsis thaliana* seeds. Plant Cell, 16: 367-378. **(Journal)**

Zafarian, S. and Hoshmand, S. 2013. The effect of time and method of adjust BAP and gibberellic acid on *Kelussia odoratissima* M. breaking seed dormancy. Journal of Crop Production and Processing, 3(8): 165-175. (In Persian)**(Journal)**

Zangoie, M. and Parsa, S. 2015. The effect of different dormancy breaking methods on germination of *Ferula ovina* seeds. Seed Ecophysiology, 1(1): 17–28. (In Persian)**(Journal)**

Breaking seed dormancy and improve germination of four medicinal species of apiaceae by gibberellic acid and prechilling treatments

Hamid Sharifi*[1], Almas Nemati[2], Mohammad Gerdakaneh[3]

Received: November 30, 2015 Accepted: February 16, 2016

Abstract

Apiaceae plants are one of the most important plant families due to thier high medicinal and economic significance. Seed dormancy in this family is one of the major obstacles for cultivation and domestication of these species. This research was conducted to determine the best treatment for breaking seed dormancy and improve germination in four key medicinal species of apiaceae family including *Ferula assafoetida, Ferula gummosa, Kelussia odoratissma* and *Carum carvi* L. For each species, 14 treatments including control (no treatment), prechilling (10, 20, 30, 40, 50, 70, 90 days), gibberellic acid (200, 400, 600, 800 ppm), and integrated treatment (gibberellic acid 400 ppm with cold 30 and 70 days) were applied in a completely randomized design with four replications. The results showed that by increasing time of cold and density of gibberellic acid, germination percent, germination rate, radicle length, plumule length and seed vigor significantly increased across all species. Integrated treatment of cold 70 days with gibberellic acid 400 ppm were the best treatment for breaking seeds dormancy of Ferula *assafoetida* (88%), *Ferula gummosa* (95%), *Kelussia odoratissa* (87%). Also, cold treatment 90 days was the best treatment for breaking seeds dormancy in *Carum carvi* L. (87%). Since gibberellic acid could substitude part of cold needs to break seed dormancy, it could be concluded that there were different levels of physiological dormancy in the studied seed species.

Keywords: Germination percent; Germination rate; Physiological dormancy; Seed vigor

How to cite this article

Sharifi, H., Nemati, A. and Gerdakaneh, M. 2017. Breaking seed dormancy and improve germination of four medicinal species of apiaceae under gibberellic acid and prechilling treatments. Iranian Journal of Seed Science and Research, 4(3): 27-38. (In Persian)**(Journal)**

DOI: 10.22124/jms.2017.2505

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. M.Sc. of Agronomy, Department of Crop Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
2. M.Sc Student, Department of Horticultural Science, Jihad University of Kermanshah, Kermanshah, Iran
3. Assistant Professor, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Kermanshah, Iran
*Corresponding Auhtor: h.sharifi.h@gmail.com