

بررسی تأثیر زمان جمع‌آوری و تیمارهای شکست خواب بر جوانه‌زنی بذر جاشیر (*Prangos ferulacea* L.)

ظاهره بازی^۱ و علی مرادی^{۲*}

۱-۲- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه یاسوج

چکیده

جاشیر (*Prangos ferulacea* L.) گیاهی است از تیره چتریان که در صنایع دارویی و علوفه‌ای استفاده می‌شود. به سبب وجود مشکلاتی که طی جوانه‌زنی و رشد این گیاه وجود دارد. به‌منظور شکست خواب و جوانه‌زنی بذر این گیاه انجام گرفت. نمونه‌های بذر این گیاه از ریشگاه طبیعی خود (گردنه وزگ، استان کهگیلویه و بویراحمد) در سه تاریخ ۷، ۱۷ و ۲۷ خردادماه سال ۱۳۹۱ جمع‌آوری و قابلیت شکست خواب آن‌ها در قالب سه آزمایش جداگانه در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. فاکتورهای آزمایش اول شامل زمان جمع‌آوری در سه سطح و اسید جیبرلیک در دو سطح ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود که به همراه سرمادهی ۲ هفته اعمال شدند. آزمایش دوم شامل زمان جمع‌آوری در سه سطح بود که به همراه سرمادهی ۴ هفته اعمال شد. آزمایش سوم شامل زمان جمع‌آوری در سه سطح (ذکر شده در بالا) و فاکتور دوم دمای جوانه‌زنی (۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد) بود. بذرها به مدت ۸ هفته در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سرمادهی شدند و بعد از سرمادهی به ژرمیناتور منتقل شدند. در آزمایش اول جوانه‌زنی بذر در زمان سوم جمع‌آوری و تیمار کاربرد ۱۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسیدجیبرلیک (۳۳/۲۶ درصد) بیشتر از ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر (۱۷/۰۶ درصد) بود. نتایج آزمایش دوم حاکی از اثر مثبت و معنی‌دار زمان جمع‌آوری بر جوانه‌زنی این گیاه بود. به‌طوری‌که بذره‌های جمع‌آوری شده در تاریخ سوم جوانه‌زنی تقریباً دوبرابری نسبت به مرحله اول داشتند. نتایج آزمایش سوم نشان داد که دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد برای جوانه‌زنی بذر جاشیر مناسب‌تر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد است. به‌طوری‌که در هر سه آزمایش بیشترین جوانه‌زنی (۳۳/۲۶ درصد در آزمایش اول، ۳۳/۶۱ درصد در آزمایش دوم و ۴۳/۰۲ درصد در آزمایش سوم) مربوط به بذره‌های جمع‌آوری شده در مرحله رسیدگی کامل بودند. میانگین جوانه‌زنی در بذره‌های سرمادهی شده به مدت ۸ هفته (۳۰/۵۲ درصد) بیشتر از سرمادهی به مدت ۲ هفته (۱۳/۱۵ درصد) و ۴ هفته (۲۷ درصد) بود. نتایج کلی نشان‌دهنده این موضوع بود که بذر جاشیر دارای خواب فیزیولوژیک نیمه عمیق است و میزان بلوغ بذر در زمان جمع‌آوری تأثیر معنی‌داری بر جوانه‌زنی بذره‌های جاشیرداشت.

کلمات کلیدی: اسیدجیبرلیک، رسیدگی بذر، سرمادهی، شاخص‌های جوانه‌زنی.

ferulacea L. یک گیاه مرتعی و علوفه‌ای و دارویی

است که به‌طور خودرو در بسیاری از ارتفاعات ایلام، کردستان، کرمانشاه، همدان، سمنان، اصفهان، لرستان، کهگیلویه و بویراحمد، کرمان و استان فارس می‌روید (Hasani and Shahmoradi., 2007). تحقیقات

مقدمه

استفاده بهینه از نباتات مرتعی برای تولید منابع غذایی حیوانی که بخش مهمی از پروتئین موردنیاز انسان را فراهم می‌آورد، مورد نظر متخصصین علوم مرتع‌داری و دامپروری می‌باشد. جاشیر (*Prangos*)

*نویسنده مسئول: علی مرادی، نشانی: یاسوج، دانشگاه یاسوج، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت

E-mail: amoradi@yu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۲/۲۸

تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۰۸/۱۹

می‌دهد. هر چند این فرضیه توسط تعدادی از پژوهشگران مورد تأیید قرار گرفته است (1995 Tekrony and Hunter)، ولی تعدادی از محققان بذر گزارش نمودند که در برخی از گیاهان زراعی بذرها قبل یا بعد از رسیدگی فیزیولوژیک به حداکثر کیفیت خود می‌رسند (Ghassemi-Golezani and Mazloomi-Oskooyi, 2008).

مشابه با سایر گیاهان مرتعی، خواب بذر (غیریکنواختی جوانه‌زنی بذر) یکی از مشکلات عمده حفاظت ذخایر گیاه جاشیر بوده و اهلی کردن آن را با مشکل مواجه نموده است. این پدیده فیزیولوژیکی برای بذرها مزیتی اکولوژیکی به حساب می‌آید که بذر را تا آماده شدن شرایط لازم جهت جوانه‌زنی و استقرار، در مقابل شرایط سخت محیطی حفظ می‌کند (Nasiri et al, 2004). یکی از انواع خواب، خواب فیزیولوژیکی است. بذرهای دارای خواب فیزیولوژیکی اغلب برای برطرف شدن خواب به یک دوره سرما نیاز دارند (Razavi and Hajiboland, 2009). خواب فیزیولوژیک دارای درجاتی از عمیق، نیمه عمیق و سطحی است که در نوع عمیق بذر به تیمار کاربرد خارجی اسید جیبرلیک پاسخ نمی‌دهد و سرمادهی مرطوب ۳ تا ۴ ماه منجر به تحریک جوانه‌زنی می‌شود. در نوع نیمه عمیق ۲ تا ۳ ماه سرمادهی مرطوب و کاربرد خارجی اسید جیبرلیک می‌تواند منجر به شکست خواب بذر شود. در نوع سطحی نیز گزارش شده است که کاربرد جیبرلیک اسید و سرمادهی مرطوب کوتاه مدت می‌تواند این نوع خواب را بشکند (Finch Savage et al, 1998).

تیمارهای مختلف شکست خواب و تحریک جوانه زنی تاکنون در مورد بسیاری از گونه‌های مرتعی و دارویی مورد بررسی قرار گرفته‌اند. به‌منظور سرعت

آزمایشگاهی خواص دارویی متعددی از جمله خاصیت آنتی‌اکسیدانی، ضد دیابتی، آنتی‌ویروسی این گیاه را اثبات کرده است (Kafash Farkhad et al., 2013). تکثیر این گیاه تنها از طریق بذر صورت گرفته و رسیدگی بذر تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر کیفیت بذر، قابلیت نگهداری و بنیه گیاه چه دارد. گیاه جاشیر چند ساله بوده و در نیمه اول فروردین ماه رشد خود را شروع نموده و تا اواسط اردیبهشت رشد رویشی را کامل می‌کند و پس از آن وارد مرحله رشد زایشی شده و در اواخر اردیبهشت میوه‌های خود را تولید می‌کند. زمان رسیدن بذر اوایل تیرماه و همزمان با آن، پژمردگی کامل جاشیر آغاز می‌شود. در اوایل مردادماه گیاه به خواب کامل رفته و معمولاً اثری از آن روی زمین باقی نمی‌ماند (Hasani and shahmoradi, 2007).

بذر بسیاری از گیاهان قادرند مدت کوتاهی پس از شکل‌گیری جنین جوانه بزنند، ولی برداشت بذر در این زمان با توجه به ناکافی بودن میزان تجمع مواد ذخیره‌ای در زمان پرشدن دانه، منجر به افت عملکرد و خسارت ناشی از برداشت بذر با رطوبت بالا و در نتیجه کاهش کیفیت آن می‌گردد. زمان مناسب برداشت بذر در اواخر دوره رشد و نمو و پس از زمان رسیدگی فیزیولوژیک است. در این زمان پرشدن و انتقال مواد از بوته مادری به بذر پایان یافته و حداکثر وزن خشک حاصل گردیده است (Elias et al, 2006). از طرفی، تأخیر در برداشت ممکن است با ضایعات مختلف بذری مانند آفت‌زدکی، ریزش و کاهش بنیه و ... همراه باشد. هارینگتون (Harrington, 1972) گزارش نموده است که در زمان رسیدگی فیزیولوژیک علاوه بر حداکثر وزن خشک، حداکثر کیفیت بذر (قدرت بذر و درصد جوانه‌زنی) نیز رخ

یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر شکست خواب بذرها این گونه می‌باشد. رضوی (Razavi, 2012) مناسب‌ترین تیمار برای شکست خواب بذر جاشیر را سرمادهی در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد معرفی کرد. صفائیان و آذرینوند (Safaian and Azarnivand, 2010) نیز بیان می‌کنند که سرمادهی به مدت ۶ ماه باعث افزایش معنی‌دار جوانه‌زنی بذرها جاشیر شد. مطالعه حاضر به منظور تعیین مناسب‌ترین زمان جمع‌آوری بذر جاشیر و نیز بررسی تأثیر سرمادهی مرطوب و اسیدجیرلیک بر شکست خواب بذر این گیاه طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

نمونه‌های بذر مورد استفاده در آزمایش حاضر از رویشگاه طبیعی خود (گردنه وزگ، استان کهگیلویه و بویراحمد) در سه تاریخ ۷ خرداد، ۱۷ خرداد و ۲۷ خرداد سال ۱۳۹۱ جمع‌آوری شدند. در هر ۳ زمان بذرها از یک محل جمع‌آوری و در سایه خشک شدند. ویژگی‌های اولیه نمونه بذری در جدول آمده است.

بخشیدن به جوانه‌زنی می‌توان بذرها را تحت تیمارهای مختلف قرار داد و مناسب‌ترین شرایط را برای شکستن خواب بذر در هرگونه مشخص کرد (Hasani and shahmoradi, 2007). در اغلب گیاهان خانواده چتریان تیمارهای سرمادهی مرطوب بهترین تأثیر را در شکست خواب نشان داده‌اند. سرمادهی برای بذر با خواب داخلی، شرایط سرمای زمستان را تداعی می‌کند (Hilhorst, 1995). امروزه برای کاهش دوره سرمادهی، از برخی هورمون‌ها و مواد شیمیایی استفاده می‌شود. اسیدآبسیزیک و اسیدجیرلیک هورمون‌هایی هستند که برای کنترل خواب اولیه پیشنهاد شده‌اند، اسیدآبسیزیک برای ممانعت و اسیدجیرلیک جهت تحریک جوانه‌زنی بکار می‌رود. رزمجو همکاران (Razmjoo et al., 2009)، اثر برخی تیمارها از جمله اسیدجیرلیک، اسید سولفوریک و سرمادهی را بر شکست خواب بذر جاشیر (*Prangos uloptera*) بررسی کردند. نتایج بیانگر بالاترین میزان جوانه‌زنی در اثر تیمار اسیدسولفوریک و اسیدجیرلیک بود. بررسی رجیان و همکاران (Rajabian et al., 2007) بر جوانه‌زنی بذر آنغوزه (*Ferula assa-foetida*) نشان داد که سرمادهی

جدول ۱- محتوای رطوبت بذر و وزن هزار دانه بذرها جاشیر (*Prangos ferulacea* L) جمع‌آوری شده در زمان‌های مختلف
Table 1. Seed moisture content and 1000 grain weight in *Prangos ferulacea* seeds collected at different dates

زمان جمع‌آوری بذر Seed Collection Date	محتوای رطوبت بذر Seed Moisture Content	وزن هزار دانه (گرم) 1000 Grain Weight (gr)
۷ خرداد 28 may	67.5	81
۱۷ خرداد 7 june	51.4	120
۲۷ خرداد 27 june	17.2	144

هیپوکلریت سدیم یک درصد قرار گرفتند و پس از آن با آب مقطر استریل شستشو شدند تا عوامل ضد

قبل از شروع آزمایش بذرها ضد عفونی شدند. برای ضد عفونی، بذرها به مدت ۵ دقیقه در محلول

عفونی کننده از بذرها کاملاً حذف شد. به منظور ارزیابی اثر تیمارهای مختلف بر جوانه زنی جاشیر، آزمایشی مقدماتی به صورت فاکتوریل دو عاملی در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو عامل زمان جمع آوری بذر در سه سطح (۷، ۱۷ و ۲۷ خرداد) تیمارهای ۱۶ گانه شکست خواب با چهار تکرار انجام گرفت. این تیمارها شامل اسیدجیبرلیک (GA₃) با غلظت های ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر به مدت ۴۸ ساعت، نترات پتاسیم (KNO₃) با غلظت ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ مولار به مدت ۴۸ ساعت، اسید سولفوریک رقیق (۵۰٪) و غلیظ (۷۵٪) به مدت زمان های ۵ و ۱۰ دقیقه، هیدروژن پراکسید یک مولار به مدت ۲۴ ساعت، اسیدسالیسیلیک (۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر)، اتانول ۹۶ درصد به مدت ۲۴ ساعت و آب جوش در مدت زمان ۱۰ دقیقه بودند، نتایج نشان داد که هیچ یک از تیمارها بر شکست خواب و جوانه زنی بذر جاشیر تأثیری نداشت، از این رو سه آزمایش جداگانه دیگر جهت تعیین مناسب ترین تیمار شکست خواب و بهترین دمای جوانه زنی بذر جاشیر انجام شد.

آزمایش اول

به منظور بررسی اثر اسیدجیبرلیک و سرمادهی بر شکست خواب بذر جاشیر، آزمایشی دو عاملی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. فاکتور اول زمان رسیدگی در سه سطح (ذکر شده در بالا) و فاکتور دوم اسیدجیبرلیک در دو سطح (۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی گرم بر لیتر) بود. هر واحد آزمایشی شامل ۲۵ عدد بذر کاملاً سالم بود. بذرها پس از ۴۸ ساعت تیمار با جیبرلیک اسید و سپس شستشو با آب مقطر به فاصله ۰/۵ سانتیمتر از هم درون پتری دیش که حاوی ماسه بادی استریل بود قرار گرفتند. جهت تأمین رطوبت،

۱۰ میلی لیتر آب مقطر به هر پتری دیش اضافه شده و به منظور جلوگیری از تبخیر آب دور پتری دیش ها را با پارافیلیم بسته و به یخچال با دمای ۴ درجه سانتی گراد به مدت ۲ هفته منتقل شدند. بذرها پس از سرمادهی جهت جوانه زنی به ژرمیناتور با دمای ۱۵ درجه سانتی گراد و شرایط تاریکی منتقل شدند. تعداد بذرهاى جوانه زده در هر پتری دیش روزانه به مدت چند هفته (حداقل ۴ هفته) شمارش شد و این شمارش تا زمانی انجام گرفت که به مدت یک هفته متوالی تغییری در تعداد جوانه ها مشاهده نشد. در پایان آزمایش طول ریشه چه و طول ساقه چه و طول گیاهچه بذور جوانه زده در هر پتری دیش اندازه گیری شده و سپس گیاهچه ها درون آون با دمای ۷۵ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفتند و وزن خشک با استفاده از ترازوی دیجیتال اندازه گیری شد. صفات درصد جوانه زنی (GP)، سرعت جوانه زنی (GR) و در نهایت شاخص بنیه گیاهچه (VI) نیز با استفاده از روابط زیر محاسبه شدند.

$$GP = (n/N) \times 100$$

در این رابطه، GP درصد جوانه زنی، n تعداد بذور جوانه زده در روز i ام و N تعداد کل بذور کشت شده می باشد.

$$GR = \sum (Ni/Ti)$$

در این فرمول، GR سرعت جوانه زنی بر حسب تعداد بذر جوانه زده در روز، Ni تعداد بذور جوانه زده در روز i ام و Ti تعداد روز تا شمارش i ام می باشد (Maguire, 1962).

شاخص بنیه گیاهچه (VI) نیز از حاصل ضرب مجموع طول ریشه چه (RL) و ساقه چه (SL) در درصد جوانه زنی (GP) به دست آمد (Abdulbaki and Anderson, 1972).

$$VI = (SL + RL) \times GP$$

آزمایش دوم

این آزمایش به منظور بررسی تأثیر سرمادهی به مدت ۴ هفته در دمای ۴ درجه سانتی گراد بر شکست خواب بذره‌های جاشیر جمع آوری شده در مراحل مختلف رسیدگی به صورت طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. روش انجام جوانه‌زنی و ارزیابی صفات مشابه آزمایش اول انجام شد.

آزمایش سوم

این آزمایش به منظور تعیین مناسب‌ترین دمای جوانه‌زنی برای بذور جمع آوری شده در سه مرحله مختلف که به مدت ۸ هفته سرمادهی شده بودند انجام گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. فاکتور اول زمان رسیدگی در سه سطح (۷، ۱۷ و ۲۷ خرداد سال ۱۳۹۱) و فاکتور دوم دمای جوانه‌زنی (۱۵ و ۲۰ درجه سانتی گراد) بود. جوانه‌زنی و ارزیابی صفات در این آزمایش نیز مشابه آزمایش اول انجام شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها در همه آزمایش‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS، مقایسه میانگین بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ انجام گرفت و نمودارها با نرم‌افزار Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

آزمایش اول؛ سرمادهی ۲ هفته

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان‌دهنده معنی‌داری اثرات متقابل اسیدجیبرلیک و زمان جمع آوری (در سطح ۱ درصد) برای صفات درصد جوانه‌زنی، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه جاشیر بود. این در حالی است که برای صفات طول گیاهچه، سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیه اثر متقابل معنی‌دار نشده است و اثرات ساده اسیدجیبرلیک و زمان جمع آوری هر یک به

تنهایی (در سطح ۱ درصد) معنی‌دار شدند. نتایج مقایسه میانگین برهمکنش اسیدجیبرلیک × زمان جمع آوری برای صفت درصد جوانه‌زنی حاکی از افزایش جوانه‌زنی با پیشرفت در مراحل رسیدگی بود (جدول ۳). کم‌ترین و بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی با ۲/۰۴ و ۳۳ درصد به ترتیب مربوط به تیمارهای زمان اول جمع آوری و اسیدجیبرلیک ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر و زمان سوم جمع آوری و اسیدجیبرلیک ۱۵۰۰ میلی گرم بر لیتر بود. به علاوه مشاهده شد که هر سه زمان جمع آوری، بذور تیمار شده با اسیدجیبرلیک ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر در مقایسه با ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر جوانه‌زنی بیشتری داشتند. افزایش جوانه‌زنی با اعمال تیمار جیبرلیک اسید در بذور سایر گونه‌های تیره چتریان نیز مشاهده شده است (Rajabian *et al.*, 2007). در راستای این نتایج نجاعتلی و همکاران (Nejatali *et al.*, 2001) مشاهده نمودند که مقادیر کم اسیدجیبرلیک (کمتر از ۵۰ میلی گرم در لیتر) تأثیری بر شکست خواب بذر باریجه نداشت، ولی افزایش میزان این هورمون باعث بهبود درصد جوانه‌زنی گردید.

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل اسیدجیبرلیک و زمان جمع آوری نشان‌دهنده افزایش وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه با افزایش رسیدگی بود (جدول ۳). بیشترین وزن خشک ریشه‌چه با ۰/۰۸۱ گرم مربوط به بذرهایی بود که در زمان سوم جمع آوری شده بودند. همچنین مشاهده شد که زمان دوم و سوم جمع آوری بذره‌های تیمار شده با غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر جوانه‌زنی بیشتری داشتند که نشان‌دهنده برتری هم‌زمان برداشت در زمان رسیدگی کامل و کاربرد اسیدجیبرلیک با غلظت ۱۵۰۰ میلی گرم بر لیتر بود. آزادی و همکاران (Azadi *et al.*, 2013) گزارش

کردند که تیمار بذر با غلظت بهینه هورمون‌های رشد گیاهی موجب افزایش قابل توجهی در رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌شود. نتایج اثرات ساده زمان جمع‌آوری و اسیدجبرلیک بر صفات طول گیاهچه، سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیه گیاهچه جاشیر در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ۲- تجزیه واریانس تیمارهای شکست خواب برای برخی خصوصیات جوانه‌زنی بذر جاشیر در شرایط سرمادهی به مدت ۲ هفته
Table 2. Analysis variance of dormancy breaking treatments for some seed germination characteristics in *Prangos ferulacea* chilled for 2 weeks

منابع تغییرات Source of Change	درجه آزادی DF	میانگین مربعات Mean squares					
		طول گیاهچه Seedling Length	جوانه‌زنی (%) Germination(%)	سرعت جوانه‌زنی Germination Speed	شاخص بنیه گیاهچه Seedling Vigour Index	وزن خشک ریشه‌چه Radicle Dry Weight	وزن خشک ساقه‌چه Plumule Dry Weight
زمان جمع‌آوری Gathering Date	2	3568.16**	223.6**	0.715**	351.58**	0.024**	0.0037**
اسیدجبرلیک Gibberlic Acid	1	953.38**	106.95**	0.409**	194.16**	0.00068**	0.0012**
اسیدجبرلیک×زمان جمع‌آوری Gathering Date×Gibberlic Acid	2	35.72 ^{ns}	20.77**	0.0215 ^{ns}	1.65 ^{ns}	0.0011**	0.00033**
خطای آزمایشی Error	17	24.7	3.28	0.0068	3.39	0.0000025	0.0000087
ضریب تغییرات (%) CV (%)		7.8	13.92	13.15	8.27	3.73	7.022

***, ** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، ۵ درصد و غیر معنی‌دار بودن را نشان می‌دهد.

*** and ** Significant in statistic level of 1 and 5%, and ns not significant.

جدول ۳- مقایسه میانگین برهمکنش زمان جمع‌آوری و اسیدجبرلیک بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر جاشیر در شرایط سرمادهی ۲ هفته

Table 3- Mean comparison interaction the effect of collection time and gibberellic acid on seed germination characteristics of *Prangos ferulacea* under 2 weeks chilling

زمان جمع‌آوری بذر Seed Collection Date	جبرلیک اسید (میلی‌گرم بر لیتر) Gibberlic Acid (mg/l)	جوانه‌زنی (%) Germination(%)	وزن خشک ریشه‌چه (گرم) Radicle Dry Weight (gr)	وزن خشک ساقه‌چه (گرم) Plumule Dry Weight (gr)
۷ خرداد	1000	2.04 ^d	0.037 ^c	0.016 ^d
28 may	1500	5.0 ^c	0.018 ^e	0.028 ^c
۱۷ خرداد	1000	6.6 ^c	0.022 ^d	0.031 ^c
7 june	1500	14.0 ^b	0.047 ^b	0.035 ^c
۲۷ خرداد	1000	17.6 ^b	0.05 ^b	0.054 ^b
27 june	1500	33.3 ^a	0.081 ^a	0.086 ^a

بذرهای قبل از جوانه‌زنی به مدت ۲ هفته در شرایط در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سرمادهی مرطوب شدند. هر داده میانگین سه تکرار بوده و میانگین‌های با حروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد با هم تفاوت معنی‌داری ندارند.

Before germination, seeds were moist chilled for 2 weeks at 4 °C. Each data are the mean of 3 replications and means with the same letters are not significantly different at the 5% probability level.

از میان زمان‌های مختلف جمع‌آوری بذر کوتاه‌ترین طول گیاهچه مربوط به زمان اول جمع‌آوری و بلندترین طول گیاهچه مربوط به زمان سوم جمع‌آوری به ترتیب ۴۲ و ۹۰ میلی‌متر بود (جدول ۴). تأثیر اسیدجبرلیک بر افزایش طول گیاهچه نیز کاملاً مشهود بود به طوری که با افزایش غلظت این هورمون

به طور معنی داری نسبت به زمان اول و دوم بیشتر بود. در میان دو غلظت اسیدجیبرلیک، نیز بذور تیمار شده با اسید جیبرلیک با غلظت ۱۵۰۰ میلی گرم بر لیتر با سرعت جوانه زنی ۰/۷۷ (بذر در روز) نیز با سرعت بالاتری نسبت به غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر جوانه زدند (جدول ۴).

طول گیاهچه روند افزایشی نشان داد. در غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر طول گیاه چه ۵۶ میلی متر بود که با افزایش غلظت این هورمون به ۱۵۰۰ میلی گرم بر لیتر طول گیاهچه تا ۷۰ میلی متر افزایش یافت. زمان جمع آوری بر سرعت جوانه زنی بذر جاشیر نیز تأثیرگذار بود، به طوری که بیشترین سرعت جوانه زنی با ۰/۹۶ (بذر در روز) مربوط به زمان سوم جمع آوری بود که

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات ساده زمان جمع آوری و اسیدجیبرلیک بر خصوصیات جوانه زنی بذر جاشیر در شرایط سرمادهی ۲ هفته
Table 4- mean simple effect comparison of collection time and gibberellic acid on seed germination characteristics of *Prangos ferulacea* under 2 weeks chilling condition

تیمار Treatment	طول گیاهچه (میلی متر) Length (mm) Seedling	سرعت جوانه زنی (بذر در روز) Germination Speed (Seed/day)	شاخص بنیه گیاهچه Seedling Vigour Index
۷ خرداد 28 may	42 ^c	0.285 ^c	3.52 ^c
زمان جمع آوری بذر Seed Collection Date	۱۷ خرداد 7 june	58 ^b	10.37 ^b
	۲۷ خرداد 27 june	90 ^a	25.16 ^a
اسید جیبرلیک (میلی گرم بر لیتر) Gibberellic Acid (mg.l ⁻¹)	1000	56 ^b	8.60 ^b
	1500	71 ^a	17.43 ^a

بذرها قبل از جوانه زنی به مدت ۲ هفته در شرایط در دمای ۴ درجه سانتی گراد سرمادهی مرطوب شدند. هر داده میانگین ۳ تکرار بوده و میانگین های با حروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد با هم تفاوت معنی داری ندارند.

Before germination, seeds were moist chilled for 2 weeks at 4 °C. Each data are the mean of 3 replicates and means with the same letters are not significantly different at the 5% probability level.

خشک و شاخص بنیه گیاه چه شود (Nabaei et al., 2011).

آزمایش دوم: سرمادهی ۴ هفته

نتایج تجزیه واریانس اثر زمان جمع آوری در بذور جاشیر سرمادهی شده به مدت ۴ هفته نشان دهنده معنی داری اثر زمان جمع آوری برای تمامی صفات مورد ارزیابی در سطح یک درصد بود (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین زمان جمع آوری برای درصد جوانه زنی بذر جاشیر بیانگر این موضوع بود که بیشترین

با توجه به جدول ۴، مشخص شد که شاخص بنیه گیاه چه در مراحل مختلف رسیدگی تفاوت معنی داری دارد و بیشترین شاخص بنیه (۲۵/۱۶) مربوط به زمان سوم جمع آوری بذر بود. همچنین شاخص بنیه گیاه چه در تیمار اسیدجیبرلیک ۱۵۰۰ میلی گرم بر لیتر بیشتر از غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر بود. اسیدجیبرلیک به عنوان یک محرک شیمیایی می تواند سبب شکستن خواب فیزیولوژیک بذر شود و از طریق القاء سنتز آنزیم آلفا-آمیلاز باعث متحرک شدن ذخایر غذایی بذر و به تبع آن افزایش وزن

به زمان اول جمع آوری بود. همان طور که مشاهده شد میانگین وزن بذرها از اولین زمان جمع آوری (۷ خرداد) تا آخرین زمان جمع آوری (۲۷ خرداد) افزایش یافت (جدول ۱).

درصد جوانه زنی (۳۳/۶۱ درصد) مربوط به زمان سوم جمع آوری بود که به طور معنی داری نسبت به دو مرحله دیگر بیشتر بود (جدول ۶). این در حالی است که کمترین درصد جوانه زنی (۱۸/۹۸ درصد) مربوط

جدول ۵- تجزیه واریانس زمان جمع آوری برای خصوصیات جوانه زنی بذر جاشیر در شرایط سرمادهی ۴ هفته

Table 5. Analysis of variance collection time for seed germination characteristics *Prangos ferulacea* under 4 weeks chilling condition

منابع تغییرات Source of Change	درجه آزادی DF	میانگین مربعات Mean Squares				
		جوانه زنی (%) Germination (%)	سرعت جوانه زنی Germination Speed	شاخص بنیه Seedling Vigour Index	وزن خشک ریشه چه Radicle Dry Weight	Plumule Dry Weight
زمان جمع آوری بذر Seed Collection Time	2	164.91**	0.112**	156.21**	0.003**	0.0018**
خطای آزمایشی Error	3	3.53	0.00197	0.936	0.000015	0.000035
ضریب تغییرات (%) CV (%)		6.96	10.82	9.037	9.16	11.47

**، * و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک درصد، ۵ درصد و غیر معنی دار بودن را نشان می دهد. ** and *Significant in statistic level of 1 and 5%, and ns not significant.

دوم جمع آوری تفاوت معنی داری با هم نداشتند. مطابق بررسی های مختلف مشخص شده است که پاسخ صفات جوانه زنی بذر از قبیل سرعت جوانه زنی، درصد جوانه زنی و رشد گیاهچه به دوره های مختلف سرمادهی متفاوت است (Rajabian et al., 2007; Razavi and Hajiboland, 2009)؛ بنابراین توجه به شاخصی که بتواند مجموعه ای از خصوصیات را شامل شود ضروری به نظر می رسد. در این رابطه شاخص بنیه که از حاصل ضرب درصد جوانه زنی و اجزاء گیاهچه به دست می آید توصیه شده است (Ghasemi and Esmaeel Poor, 2008).

مشابه با آنچه که در صفت درصد جوانه زنی مشاهده شد، نتایج به دست آمده در مورد صفات سرعت جوانه زنی و شاخص بنیه گیاهچه نیز نشان داد که بیشترین مقدار این شاخص ها در زمان سوم جمع آوری به دست آمد که به طور معنی داری نسبت به زمان اول و دوم بیشتر بود (جدول ۶). به علاوه نتایج صفات وزن خشک ریشه چه و ساقه چه نشان دهنده این موضوع بود که بیشترین وزن خشک ریشه چه (۰/۰۷۲ گرم) و ساقه چه (۰/۰۷۶ گرم) در زمان سوم جمع آوری به دست آمد که نسبت به زمان اول و دوم دارای تفاوت معنی داری بود، ولی در مراحل اول و

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر زمان جمع آوری بر خصوصیات جوانه‌زنی بذرهاشیر در شرایط سرمادهی ۴ هفته

Table 6- Simple effects mean comparison of the collection time on seed germination characteristics of *Prangos ferulacea* under 4 weeks chilling condition

زمان جمع آوری بذر Seed Collection Time	وزن خشک ریشه‌چه Radicle Dry Weight (gr)	وزن خشک ساقه‌چه (گرم) Plumule Dry Weight (gr)	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز) Germination Speed (Seed.d ⁻¹)	جوانه‌زنی (%) Germination (%)	شاخص بنیه گیاه چه Seedling Vigour Index
۷ خرداد 28 may	0.008 ^b	0.027 ^b	0.20 ^c	18.98 ^c	3.72 ^c
۱۷ خرداد 7 june	0.069 ^a	0.064 ^a	0.43 ^b	28.41 ^b	11.89 ^b
۲۷ خرداد 27 june	0.072 ^a	0.076 ^a	0.58 ^a	33.61 ^a	18.15 ^a

بذرها قبل از جوانه‌زنی به مدت ۴ هفته در شرایط دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سرمادهی مرطوب شدند. هر داده میانگین ۳ تکرار بوده و میانگین‌های با حروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد با هم تفاوت معنی‌داری ندارند.

The seeds were moist chilled for 2 weeks at 4 °C condition before germination. Each data are the mean of 3 replicates and means with the same letters are not significantly different at the 5% probability level.

آزمایش سوم: سرمادهی ۸ هفته

سرعت جوانه‌زنی حاکی از این بود که بیشترین سرعت جوانه‌زنی (۱/۱۲۸ بذر در روز) وقتی به دست آمد که بذرها در تاریخ ۲۷ خرداد (زمان سوم) جمع‌آوری شده و دمای جوانه‌زنی نیز ۱۵°C بود و پس از آن بیشترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به زمان سوم جمع آوری و دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و کم‌ترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به زمان اول جمع‌آوری و دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد بود (جدول ۹). به‌طور معمول بین سرعت جوانه‌زنی و دمای مطلوب برای جوانه‌زنی بذر، رابطه خطی مثبتی وجود دارد. مطالعات انجام‌شده روی گیاهان مختلف نشان داده است که در دماهای بالاتر از دمای مطلوب سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. تأثیر دمای پایین بر افزایش سرعت جوانه‌زنی بیش‌تر بود، به‌طوری‌که سرعت جوانه‌زنی بذرها در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد بیشتر از دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد بود که نشان‌دهنده اثرات نامطلوب دمای بالا بر سرعت دست کم بخشی از فرآیندهای بیوشیمیایی جوانه‌زنی (تجزیه ذخایر غذایی و رشد گیاه چه) می‌باشد.

نتایج تجزیه واریانس بذریابی که به مدت ۸ هفته در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد تیمار شده بودند نشان داد که برای صفات درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه فقط اثر ساده زمان جمع‌آوری و دمای جوانه‌زنی (در سطح ۱ درصد) معنی‌دار شد. این در حالی است که برای صفات سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه گیاهچه، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه علاوه بر معنی‌داری اثرات ساده زمان جمع‌آوری و دمای جوانه‌زنی برهم‌کنش این دو عامل بر صفات یاد شده نیز در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۷). مقایسه میانگین صفات درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه در مراحل مختلف جمع‌آوری بذر بیانگر روند افزایشی و معنی‌دار میزان رسیدگی بذر بر این صفات بود. در مورد صفت درصد جوانه‌زنی بیشترین مقدار مربوط به زمان سوم جمع‌آوری (۴۳ درصد) و کم‌ترین مقدار (۱۹/۶۸ درصد) مربوط به اولین زمان جمع‌آوری بذر بود و با پیشرفت در مراحل رسیدگی درصد جوانه‌زنی افزایش یافت (جدول ۸). مقایسه میانگین برهم‌کنش زمان جمع‌آوری و دمای جوانه‌زنی برای شاخص

جدول ۷- تجزیه واریانس دماهای جوانه‌زنی و زمان جمع‌آوری برای خصوصیات جوانه‌زنی بذر جاشیر در شرایط سرمادهی ۸ هفته

Table 7. Analysis of variance collection time and of germination temperatures for seed germination characteristics *Prangos ferulacea* in under 8 weeks chilling condition

منابع تغییر Source of Change	درجه آزادی DF	میانگین مربعات Mean of squares					
		درصد جوانه‌زنی Germination (%)	سرعت جوانه‌زنی Germination Speed	شاخص بنیه گیاهیچه Seedling Vigour Index	وزن خشک ریشه‌چه Radicle Dry Weight	وزن خشک ساقه‌چه Plumule Dry Weight	طول گیاهیچه Seedling length
زمان جمع‌آوری بذر Seed Collection time	2	829.721**	0.6877**	1088.83**	0.0029**	0.0025**	3445.53**
دمای جوانه‌زنی Temperature Germination	1	665.678**	0.5259**	638.2**	0.0011**	0.0017**	1605.55**
زمان جمع‌آوری × دمای جوانه‌زنی Seed Collection time × Germination Temperature	2	6.9 ^{ns}	0.024**	60.77**	0.00027*	0.000143**	3.58 ^{ns}
خطای آزمایشی Error	17	3.82	0.0023	0.53	0.000042	0.0000463	2.19
ضریب تغییرات (%) CV (%)		6.4	8.38	4.34	16.44	4.56	3.12

**, * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، ۵ درصد و غیر معنی‌دار بودن را نشان می‌دهد.

** and * Significant in statistic level of 1 and 5%, and ns not significant.

جدول ۸- مقایسه میانگین اثرات ساده زمان جمع‌آوری و دمای جوانه‌زنی بر صفات طول گیاهیچه و درصد جوانه‌زنی بذر جاشیر در شرایط سرمادهی ۸ هفته

Table 8- Simple effects mean comparison of the collection time and germination temperature on seed germination and seedling length of *Prangos ferulacea* Under 8 weeks chilling condition

تیمار	طول گیاهیچه (میلی‌متر) Seedling length (mm)	جوانه‌زنی (%) Germination (%)
زمان جمع‌آوری بذر Seed Collection Time	۷ خرداد 28 may ۱۷ خرداد 7 june ۲۷ خرداد 27 june	19.68 ^c 28.87 ^b 43.02 ^a
دمای جوانه‌زنی (°C) Temperature (°C) Germination	۱۵ 20	36.6 ^a 24.44 ^b

بذرهای قبل از جوانه‌زنی به مدت ۸ هفته در شرایط دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سرمادهی مرطوب شدند. هر داده میانگین ۳ تکرار بوده و میانگین‌های با حروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد با هم تفاوت معنی‌داری ندارند.

The seeds were moist chilled for 2 weeks at 4 °C condition before germination. Each data are the mean of 3 replicates and means with the same letters are not significantly different at the 5% probability level.

جمع‌آوری و دمای جوانه‌زنی بر شاخص بنیه بذر جاشیر معنی‌دار بود. بیشترین شاخص بنیه بذر مربوط به زمان سوم جمع‌آوری و دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد بود مشابه آنچه در دو صفت درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی نیز مشاهده شد بذور برداشت‌شده

به عقیده رادریگو (Rodrigo, 2010) عوامل کاهش سرعت جوانه‌زنی در دماهای بالاتر از دمای مطلوب، اختلال در پروتئین‌ها، اختلال در کار غشاهای زیستی و اثرات متقابل دمای بالا با خشکی می‌باشد. با توجه به جدول ۹ اختلاف بین زمان‌های

شدن مواد غذایی مورد نیاز و انتقال مواد به جنین در حال رشد و جوانه زنی می‌شوند دارد (Razavi, 2012). میزان ATP و تنفس در اثر شرایط نامساعد محیطی مثل دمای بالا کاهش می‌یابد. پیامد کاهش تنفس می‌تواند کاهش سرعت جوانه زنی باشد که نتیجه آن هم کاهش بذر است (Azadi et al., 2013).

مقایسه میانگین برهم‌کنش زمان جمع آوری × دمای جوانه زنی نشان داد که پیشرفت مراحل رسیدگی، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۹). بیشترین وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه از بذور جمع آوری شده در تاریخ ۲۷ خرداد و دمای ۱۵°C به دست آمدند. در هر سه زمان جمع آوری بیشترین وزن خشک ریشه‌چه (به ترتیب ۰/۰۳، ۰/۰۵، ۰/۰۸) در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد (جدول ۹).

در زمان سوم نسبت به دو زمان دیگر شاخص بنيه بالاتری نیز داشتند (جدول ۹). در این شرایط شاخص بنيه زمان سوم جمع آوری حدود ۸ تا ۱۰ برابر زمان اول بود. این در حالی است که در هر سه زمان جمع آوری دمای ۱۵ درجه در مقایسه با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد تأثیر بیشتری بر این صفت داشت. در این شرایط بین همه تیمارها، بذور جمع آوری شده در زمان سوم و جوانه زده در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد بیشترین شاخص بنيه بذر را به خود اختصاص دادند. رضوی (Razavi, 2012)، گزارش کرد که افزایش مدت زمان سرمادهی بنيه بذرها را نسبت به بذرهایی که مدت زمان کم‌تری سرمادهی شده بودند و یا اصلاً سرمادهی نشده بودند، افزایش داد. هر عاملی که سرعت جوانه زنی را بیشتر کاهش دهد باعث کاهش بنيه بذر نیز می‌شود. درجه حرارت بالاتر از حد مطلوب جوانه زنی اثر بازدارندگی بر فعالیت بیوسنتزی پروتئین‌ها و آنزیم‌هایی که باعث شکسته

جدول ۹- مقایسه میانگین برهم‌کنش زمان جمع آوری و دمای جوانه زنی برای برخی خصوصیات جوانه زنی بذر جاشیر در شرایط سرمادهی

۸ هفته

Table 9- Mean comparison of the collection time and germination temperature interaction on some seed germination characteristics of *Prangos ferulacea* L. under condition of 8 weeks chilling

زمان جمع آوری بذر Gathering Date	دمای جوانه زنی (°C) Germination temperature (°C)	سرعت جوانه زنی (بذر در روز) Germination Speed (Seed.d ⁻¹)	شاخص بنيه گیاهچه Seedling Vigour Index	وزن خشک ریشه‌چه (گرم) Radicule Dry Weight (gr)	وزن خشک ساقه‌چه (گرم) Plumule Dry Weight (gr)
۷ خرداد	15	0.33 ^c	8.21 ^d	0.015 ^d	0.035 ^c
28 may	20	0.12 ^d	2.09 ^e	0.015 ^d	0.02 ^d
۱۷ خرداد	15	0.64 ^b	19.4 ^c	0.055 ^b	0.05 ^b
7 june	20	0.28 ^c	8.52 ^d	0.029 ^c	0.038 ^c
۲۷ خرداد	15	1.128 ^a	40.94 ^a	0.069 ^a	0.084 ^a
27 june	20	0.66 ^b	22.21 ^b	0.049 ^b	0.053 ^b

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک‌اند فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

In each column means with the same letters are not significantly different at the 5% probability level.

نتیجه‌گیری

بذرهایی که در تاریخ ۲۷ خرداد برداشت شده بودند جوانه زنی بالاتری نسبت به دو تاریخ دیگر داشتند. در این تحقیق تغییر در شاخص بنيه گیاهچه از طریق

نتایج این مطالعه نشان داد که با پیشرفت در رسیدگی بذر جوانه زنی بذر جاشیر افزایش یافته و

گراد (شرایط تاریکی) جوانه‌دار شدند نسبت به بذره‌های جوانه‌دار شده در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد (شرایط تاریکی) جوانه‌زنی بهتر و بالاتری داشتند. به‌طور کلی به نظر می‌رسد تیمار سرما و نیز کاربرد خارجی هورمون اسید جیبرلیک سبب کاهش تراز هورمون‌های بازدارنده و افزایش تراز هورمون‌های محرک شده است مهم‌ترین ماده بازدارنده داخل بذر اسیدآبسزیک است، سرما موجب ترشح هورمون اسیدجیبرلیک در بذر شده که با افزایش این هورمون، میزان تأثیر آبسزیک اسید کاهش می‌یابد، کاربرد خارجی اسید جیبرلیک نیز می‌تواند تأثیر مشابهی داشته و بدین ترتیب سبب افزایش پتانسیل جوانه‌زنی بذر می‌شوند. این رویدادها به‌طور همزمان رخ داده و جوانه‌زنی در بذرها در نتیجه توازن بین هورمون‌ها می‌باشد. از آنجایی که در آزمایش حاضر سرمادهی مرطوب با طول دوره ۸ هفته و نیز اسید جیبرلیک با غلظت ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر منجر به جوانه‌زنی تقریبی ۵۰ درصد در بذر جاشیر شدند، پیشنهاد می‌شود جهت حصول جوانه‌زنی بالاتر در آزمایش‌های دیگر از غلظت‌های بیشتر اسید جیبرلیک و یا طول دوره سرمادهی طولانی‌تر و ترکیب این دو گروه تیماری نیز استفاده شود.

حاصل‌ضرب درصد جوانه‌زنی در مجموع وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه توانست سهم بیشتری از اثر عوامل مختلف بر خصوصیات جوانه‌زنی را توجیه کند. ذخیره بیشتر مواد غذایی در مراحل رسیدگی کامل (۲۷ خرداد) باعث شاخص بنیه بیشتر در این زمان شد. در زمان جمع‌آوری اول (۷ خرداد) به دلیل عدم تکمیل بافت‌های ذخیره‌ای و فقر مواد غذایی، بذرها شاخص‌های جوانه‌زنی ضعیف‌تری داشته، اما با گذشت زمان رشد و نمو بافت‌های مؤثر و نیز تجمع مواد ذخیره‌ای افزایش یافته و منجر به افزایش کیفیت و به تبع آن بهبود جوانه‌زنی بذر شد. اگرچه مقایسه آماری میان دوره‌های سرمادهی انجام نشد، ولی برتری ۸ هفته سرمادهی نسبت به ۴ هفته و ۲ هفته سرمادهی در این پژوهش ثابت شد. به‌علاوه، در شرایط سرمادهی ۲ هفته اسید جیبرلیک تا حدودی توانست به بهبود اثربخشی تیمار سرما بر جوانه‌زنی کمک نماید. این مطالعه همچنین نشان داد که بذره‌های جاشیر دارای خواب فیزیولوژیک نیمه عمیق بوده که می‌تواند به کمک تیمار سرمادهی مرطوب با مدت خاص (۸ هفته) یا اسید جیبرلیک ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر (تلفیقی با ۲ هفته سرمادهی) تا حدودی برطرف شود. در این آزمایش بذور سرمادهی شده ۸ هفته که در دمای ۱۵ درجه سانتی

References

منابع مورد استفاده

- Abdul-baki, A.A., and J.D. Anderson. 1973. Vigor determination in soybean seed by multiplication. *Crop Sci.* 3: 630-633.
- Azadi, M.S., S.A. Tabatabaei, E. Younesi and M.R. Rostami. 2013. Hormone priming improves germination characteristics and enzyme activity of sorghum seeds (*Sorghum bicolor* L). *Cercetari Agron. Moldova.* 3: 49-56.
- Elias, S.G., A. Garary, L. Schweitzer and S. Hanning. 2006. Seed quality testing of native species. *Nat. Plant J.* 7(1):15-19.
- Finch-Savage, W.E., J.H.W. Bergervoet, R.J. Bino, H.A. Clay, S.P.C. Groot. 1998. Nuclear replication activity during seed development, dormancy breakage and germination in three tree Species: Norway maple (*Acer platanoides* L.), sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.) and Cherry (*Prunus sativum* L.). *Ann. Bot.* 81(4): 519-526.
- Ghassemi, G., and B. Esmailpour. 2008. The effect of performance of differentially matured Cucumber (*Cucumis sativus*) seeds. *Not. Bot. Hort. Agrobotanici Cluj-Napoca.* 36 (2): 67-70.

- Ghassemi-Golezani, K., and R. Mazloomi-Oskooyi. 2008.** Effect of water supply on seed quality development in common bean (*Phaseolus vulgaris*). Int. J. Plant Prod. 2: 117-124.
- Harrington, J.F. 1972.** Seed storage and longevity. P. 145-245. In Kozlowski, T.T. (eds). Seed Biol. New York. Acad. Press.
- Hasani, J., and Shahmoradi, A.A. 2007.** Autecology of *Prangos ferulacea* in kurdistan province. Iranian J. Range and Desert Res. 14(2): 172-184. (In Persian, with English Abstract.)
- Hilhorst, H.W.M., and C.M. Karszen. 1995.** Seed dormancy and germination, the role of abscisic acid and gibberellins and the importance of hormone mutants. Plant Growth Regul., 11, 225-238.
- Kafash Farkhad, N., M. Asadi Samani and B. Khaledifar. 2013.** A review on secondary metabolites and pharmacological effects of *Prangos ferulacea* (L.) Lindl. J. Shahrekord University of Med. Sci. 15(3): 98-108. (In Persian, with English Abstract.)
- Nabaei, M., P. Roshandel and A. Mohammadkhani. 2011.** Effective techniques to break seed dormancy and stimulate seed germination in *Rheum ribes* L. Iranian J. Med. Aromatic Plants. 27(2): 212-223. (In Persian, with English Abstract.)
- Nasiri, M., H. Madah-Arefi and H.R. Isvand. 2004.** Evaluation of viability changes and dormancy breaking in the seed of some species in Natural Resources Gene Bank. Iranian Rangelands and Forests Plant Breed. Genet. Res. 12(2): 163-182. (In Persian, with English Abstract.)
- Nejataly, S., H. Ezzadin and K. Taherian. 2001.** Evaluation methods of cultivation and propagation of galbanum. Pajouhesh and Sazandagi. (52): 90-97. (In Persian, with English Abstract.)
- Maguire, J.D. 1962.** Speed of germination in selection and evaluation for seedling vigor. Crop Sci. 2: 176-177.
- Rajabian, T., A. Saboori, B. Hassani and H. Fallah Hosseini. 2007.** Effects of GA3 and chilling on seed germination of *Ferula assa-foetida*, as a medicinal plant. Iranian J. Medicinal and Aromatic Plants. 23(3): 391-404. (In Persian, with English Abstract.)
- Razavi, S.M. 2012.** Breaking seed dormancy in *Prangos pabularia* and *Prangos uloptera* growing in Iran. Insight Bot. 2 (2): 7-11.
- Razavi, S.M. and R. Hajiboland. 2009.** Dormancy breaking and germination of *Prangos ferulacea* seeds. J. Bio. Sci. 3: 78-83.
- Razmjoo, K., A. Razzazi, N. Khodaeian, and E. Askari. 2009.** Breaking seed dormancy of *Prangos uloptera*. A medicinal plant of Iran. Seed Sci. Technol. 37(3): 771-775.