بررسی روش‌های مختلف شکستن خواب بذر شاهتره (*Fumaria parviflora* Lam.)

مریم فرخی[۱]، سید محسن نبوی کلات*[۲]، راحله رهباریان[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و تکنولوژی بذر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، مشهد، ایران

[۲]دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، مشهد، ایران

[۳]استادیار، گروه زیست شناسی، دانشگاه پیام نور مشهد مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۲/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۶/۱۰

چکیده

بذور اغلب گیاهان دارویی دارای انواع خواب می‌باشند. بنابراین شناخت روش‌های شکست خواب بذر این گیاهان جهت تولید و پرورش آنها ضروری است. به منظور مطالعه اثر تیمارهای مختلف بر شکست خواب بذر گیاه دارویی شاهتره *Fumaria parviflora* Lam. دو آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در آزمایشگاه زیست‌شناسی دانشگاه پیام نور مشهد در سال ۱۳۹۵ انجام شد. در آزمایش اول، عوامل آزمایش شامل سرمادهی مرطوب در ٦ سطح (عدم سرمادهی مرطوب (شاهد) و سرمادهی به میزان ۲۰، ۳۰، ٤۰، ۵۰ و ٦۰ روز) و اسید جیبرلیک در ٤ سطح (صفر، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام) بود. در آزمایش دوم، عوامل آزمایش شامل سرمادهی مرطوب در ٦ سطح (عدم سرمادهی مرطوب (شاهد) و سرمادهی به میزان ۲۰، ۳۰، ٤۰، ۵۰ و ٦۰ روز) و نیترات پتاسیم در ٤ سطح (صفر، ۰/۲، ۰/٤ و ۰/٦ درصد) بود. نتایج آزمایش اول نشان داد که اثر سرمادهی مرطوب، اسید جیبرلیک و اثر متقابل دو عامل بر درصد و سرعت جوانه‌زنی از نظر آماری معنی‌دار بود. بالاترین درصد جوانه‌زنی در تیمار ۲۰ روز سرمادهی مرطوب و ۵۰۰ پی‌پی‌ام اسید جیبرلیک و بیشترین سرعت جوانه‌زنی در تیمار ۲۰ روز سرمادهی مرطوب و ۲۵۰ پی‌پی‌ام به دست آمد. همچنین در آزمایش دوم اثر سرمادهی مرطوب، نیترات پتاسیم و اثر متقابل دو عامل بر درصد و سرعت جوانه‌زنی از نظر آماری معنی‌دار بود. بیشترین مقادیر درصد و سرعت جوانه‌زنی در تیمار ۲۰ روز سرمادهی مرطوب و نیترات پتاسیم ۰/۲ درصد به دست آمد. بر اساس نتایج این پژوهش خواب بذر در شاهتره می‌تواند از نوع خواب فیزیولوژیک باشد.

واژه‌های کلیدی: اسید جیبرلیک، سرمادهی مرطوب، نیترات پتاسیم

*نویسنده مسئول: sm_nabavikalat@yahoo.com

مقدمه

گونه دارویی شاهتره در دنیا .*Fumaria officinalis* L است که در ایران رویش ندارد. ولی هفت گونه گیاه علفی یکساله از جنس شاهتره (متعلق به تیره Fumariaceae) در ایران وجود دارد که گونه .*Fumaria parviflora* Lam در طب سنتی ایران مورد استفاده قرار می‌گیرد و خواص درمانی مشابهی با گونه .*F.officinalis* L دارد (Khalighi-Sigaroodi et al., 2005).

این گونه گیاهی است علفی به ارتفاع ۲۰ تا ۸۰ سانتیمتر که در اغلب نقاط ایران و در حاشیه مزارع و باغ‌ها می‌روید و تکثیر آن از طریق بذر صورت می‌گیرد. قسمت‌های مورد استفاده آن کلیه اندام‌های هوایی مخصوصاً سرشاخه‌های گلدار است که به صورت تازه و خشک مصرف می‌شود. این گیاه حاوی مواد رزینی، املاح معدنی، موسیلاژ کله‌ریترین، اسید آلی قابل تبلور به نام اسید فوماریک و آلکالوئیدی به نام فومارین است. در طب سنتی سرشاخه‌های این گیاه به عنوان تصفیه کننده خون، هضم کننده غذا، اشتهاآور، بازکننده انسداد کبد و طحال و همچنین داروی معالجه یرقان و عوارض کبدی استفاده می شود (Khalighi-Sigaroodi et al., 2005; Jamshidzadeh and Niknahad, 2009).

جوانه‌زنی فرآیندی است که طی آن بذر در شرایط محیطی مناسب جوانه‌زده و به یک گیاهچه تبدیل می‌شود (Koornnef et al., 2002). اما خواب بذر فرآیندی است که بذر بسیاری از گونه‌های گیاهی حتی در شرایط محیطی مناسب از قبیل نور، اکسیژن، رطوبت و دمای مناسب قادر به جوانه‌زدن نیستند (Hilhorst, 1995; Garcia- Gusano et al., 2004). خواب بذر با به تعویق انداختن جوانه‌زنی یکی از مهم‌ترین مکانیسم‌های بقای گیاهان در شرایط نامطلوب محیطی است (Koornnef et al., 2002). وجود خواب در شرایط نامناسب محیطی این امکان را به بذر می‌دهد تا در این شرایط غیرفعال بوده و بتواند بسیاری از تنش‌های محیطی و عوامل نامساعد اقلیمی را تحمل نماید و بدینوسیله تداوم نسل و بقای گونه تضمین شود (Biddington et al., 1999).

انواع مختلفی از خواب بذر شامل خواب فیزیکی، فیزیولوژیکی، مرفولوژیکی و مورفوفیزیولوژیکی وجود دارد که به دلایلی چون پوسته سخت و نفوذناپذیر، جنین تمایز نیافته و نابالغ، مواد بازدارنده شیمیایی و یا محدودیت‌های سوخت و سازی می‌باشد (Bewley et al., 2013; Baskin and Baskin, 2004).

با وجود این که خواب بذر از مهم‌ترین مکانیسم‌های بقاء در رویشگاه‌های طبیعی است، ولی اولین مانع جهت امکان زراعی کردن و کشت گسترده گیاهان دارویی محسوب می‌شود. بنابراین شناخت عوامل شکست خواب و ایجاد شرایط مطلوب برای جوانه‌زنی بذر جهت تولید و پرورش گونه مورد نظر یک امر ضروری است (Latifi, 2001). انجمن بین‌المللی آزمون بذر روش‌های مختلفی را جهت شکستن خواب بذر و تحریک جوانه‌زنی پیشنهاد داده‌اند، از مهم‌ترین این روش‌ها سرمادهی مرطوب (Vandelook et al., 2009; Zhou et al., 2009)، خراش‌دهی مکانیکی و شیمیایی (Wang et al., 2007; Olmez et al., 2007)، استفاده از محلول‌های مختلف تحریک کننده جوانه‌زنی مانند اسید جیبرلیک و نیترات پتاسیم اشاره نمود (Nadjafi et al., 2006). سرمادهی مرطوب روشی کاربردی برای شکست خواب بذر و تسهیل جوانه‌زنی می‌باشد. به نظر می‌رسد که سرمادهی منجر به ایجاد تغییراتی در تعادل مواد بازدارنده و محرک جوانه‌زنی در برخی گونه‌ها شده و بدین شکل باعث شکستن خواب بذر می‌شود (Bello et al., 1998). پژوهش‌های بسیاری تأثیر سرمادهی مرطوب را در شکستن خواب بذر گونه‌های مختلف گزارش نموده‌اند (Raisi et al., 2013; Sharma and Sharma, 2010; Olmez et al., 2007).

بسیاری از محققان معتقد هستند هورمون‌های گیاهی مانند اسید جیبرلیک نقش مهمی در تحریک جوانه‌زنی دارند (Nadjafi et al., 2006; Koornnef et al., 2002; Ritchie and Gilory, 1998). اسید جیبرلیک احتمالاً با آزادسازی آنزیم آلفا- آمیلاز و در نتیجه از طریق هیدرولیز نشاسته و تحرک مواد ذخیره‌ای فرآیند جوانه‌زنی در بذر را تقویت می‌کند (Soltanipoor et al., 2010). بنابراین استعمال خارجی اسید جیبرلیک روی بذر می‌تواند باعث شکستن خواب بذر و جوانه‌زنی آن شود (Grepsson, 2001). اثر مثبت اسید جیبرلیک بر جوانه‌زنی بذر گونه‌های *Hyoscyamus niger* و *Rheum austral* گزارش شده است (Sharma and Sharma, 2002).

تحقیقات متعددی نشان داده است که محرک‌های شیمیایی مانند نیترات پتاسیم سبب تحریک جوانه‌زنی بذر گونه‌های مختلف شده است (Macchia et al., 2001). یکی از دلایل اثر مثبت محرک‌های شیمیایی مانند نیترات پتاسیم بر جوانه‌زنی بذر گونه‌های گیاهی احتمالا" مربوط به تعادل رسیدن نسبت هورمونی در بذر و کاهش مواد بازدارنده رشد نظیر اسید آبسیزیک می‌باشد. این محرک‌های شیمیایی باعث شکستن خواب فیزیولوژیکی بذر می‌شوند (Shariati et al., 2001). بنابراین هدف از این پژوهش مطالعه تیمارهای سرمادهی مرطوب به همراه کاربرد اسید جیبرلیک و نیترات پتاسیم بر شکست خواب و بهبود جوانه زنی بذر گیاه دارویی شاهتره بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۵ در آزمایشگاه زیست شناسی دانشگاه پیام نور مشهد در قالب دو آزمایش فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار به اجرا درآمد.

آزمایش اول: اثر سرمادهی مرطوب و اسید جیبرلیک. عوامل آزمایش شامل سرمادهی مرطوب در ٦ سطح (صفر، ۲۰، ۳۰، ٤٠، ٥٠ و ٦٠ روز) و اسید جیبرلیک در ٤ سطح (صفر، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام) بود.

آزمایش دوم: اثر سرمادهی مرطوب و نیترات پتاسیم. عوامل آزمایش شامل سرمادهی مرطوب در ٦ سطح (صفر، ۲۰، ۳۰، ٤٠، ٥٠ و ٦٠ روز) و نیترات پتاسیم در ٤ سطح (صفر، ۰/۱، ۰/۲ و ۰/٤ درصد) بود.

بذور مورد آزمایش از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد. جهت اعمال تیمار سرمادهی مرطوب، تعداد مورد نیاز بذر برای هر آزمایش پس خیساندن در آب مقطر به مدت ۱۲ ساعت، در لابلای حوله مرطوب و در درون ظروف دربدار به مدت زمان‌های تعیین شده در دمای یخچال (٤- درجه سانتیگراد) نگهداری شدند. هر هفته یک بار ظروف محتوی بذر کنترل و در صورت لزوم حوله‌ها با آب مقطر مرطوب شدند.

پس از اعمال سرمادهی، در آزمایش‌های اثر سرمادهی مرطوب و نیترات پتاسیم و اسید جیبرلیک تعداد ۲۰ عدد بذر در درون هر پتری‌دیش و بر روی کاغذ صافی واتمن قرار گرفت و ۳ میلی‌لیتر از غلظت‌های تعیین شده از محلول‌های نیترات پتاسیم و اسید جیبرلیک به پتری‌دیش‌ها اضافه شد. پتری‌دیش‌ها در درون انکوباتور با دمای ۲۰ درجه سانتیگراد قرار گرفت. بازدید و شمارش بذور جوانه زده به طور روزانه انجام گرفت. بذوری جوانه زده محسوب شدند که طول ریشه‌چه آنها در حدود ۲ میلی‌متر بود. در طی انجام آزمایش در صورت نیاز به پتری‌دیش‌ها آب مقطر اضافه شد. شمارش بذور جوانه زده تا زمان ثابت شدن تعداد بذور جوانه زده ادامه یافت.

برای تعیین درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی بذرها از روابط زیر استفاده شد (Salehi et al., 2015).

رابطه ۱: $\text{درصد جوانه‌زنی} = (\sum n_i/N)\times 100$

در این رابطه: n_i بذور جوانه‌زده در روز n ام و N تعداد کل بذور می‌باشد.

رابطه ۲: $\sum(n_i/n)$ = سرعت جوانه‌زنی

در این رابطه: n روز پس از شروع جوانه‌زنی می‌باشد.

جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها و رسم شکل‌ها از نرم‌افزارهای Mstat-c و Excel استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج آزمایش‌ها نشان داد که تیمارهای سرمادهی مرطوب و اسید سولفوریک و خراش‌دهی مکانیکی و نیترات پتاسیم تأثیری بر شکست خواب بذر شاهتره نداشت ولی تیمارهای سرمادهی مرطوب همراه با اسید جیبرلیک و نیترات پتاسیم بر شکست خواب بذر این گیاه موثر بود. لذا در این بخش تنها به نتایج حاصل از این دو آزمایش اشاره خواهد شد.

آزمایش اول: تأثیر سرمادهی مرطوب و اسید جیبرلیک

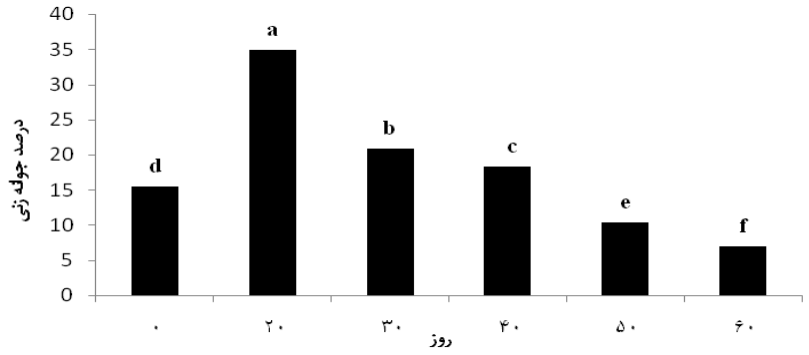
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سرمادهی مرطوب و اسید جیبرلیک و اثر متقابل دو عامل بر روی درصد و سرعت جوانه‌زنی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

جدول ۱: میانگین مربعات صفات اندازه‌گیری شده (آزمایش اول)

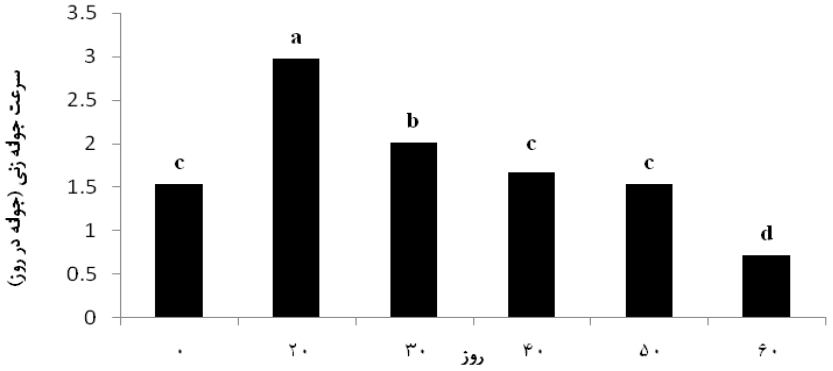
منابع تغییر	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی
سرمادهی مرطوب	۵	۱۱٤٦**	٦/٤٥**
اسید جیبرلی	۳	۱۳٦/۹۲**	۲/٦۲**
سرمادهی مرطوب× اسید جیبرلیک	۱۵	۱۰۵/۱٤**	۰/۵۳٤**
خطا	٤۸	۷/۲۹	۰/۰۹۷
ضریب تغییرات (٪)		۱۵/۱	۱۷/۵

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

مقایسه میانگین صفات تحت تاثیر سرمادهی مرطوب نشان داد که بالاترین میانگین درصد جوانه‌زنی و بیشترین میانگین سرعت جوانه‌زنی در تیمار ۲۰ روز سرمادهی به‌دست آمد که تفاوت آن با میانگین سایر تیمارها از نظر آماری معنی‌دار بود. درصد و سرعت جوانه‌زنی تحت تاثیر این تیمار نسبت به تیمار عدم سرمادهی به‌ترتیب در حدود ٥٦ و ٤۹ درصد افزایش داشت (شکل‌های ۱ و ۲).

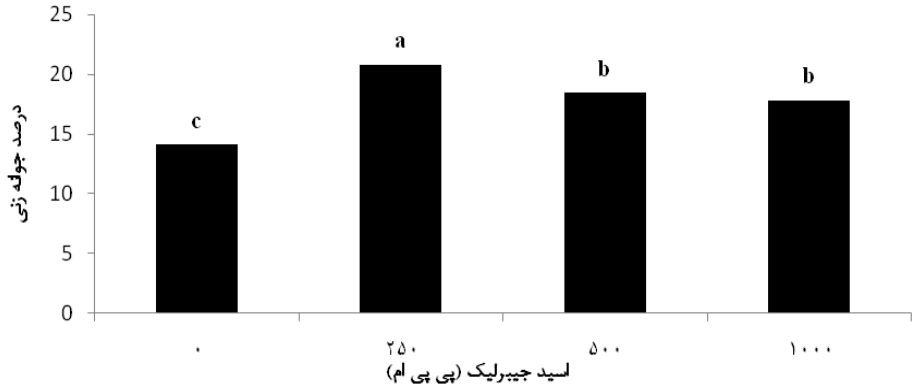


شکل ۱: اثر سرمادهی مرطوب بر درصد جوانه‌زنی

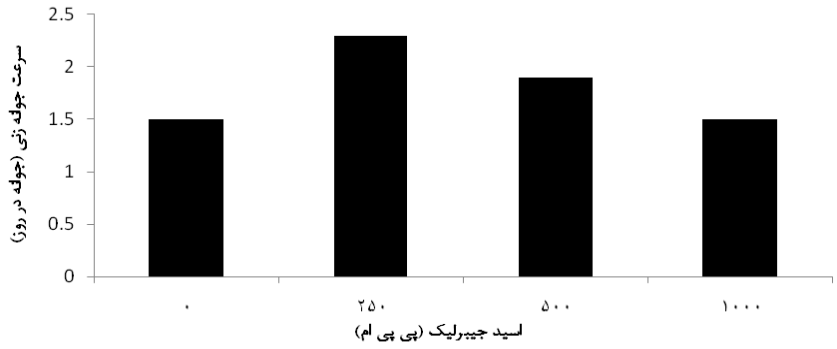


شکل ۲: اثر سرمادهی مرطوب بر سرعت جوانه‌زنی

بررسی اثرات اسید جیبرلیک بر درصد و سرعت جوانه‌زنی نشان داد که بیشترین مقادیر این صفات تحت تاثیر اسید جیبرلیک ۲۵۰ پی‌پی‌ام به‌دست آمد که تفاوت آن با عدم کاربرد اسید جیبرلیک و مقادیر ۵۰۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام از نظر آماری معنی‌دار بود. افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی تحت تاثیر ۲۵۰ پی‌پی‌ام اسید جیبرلیک نسبت به عدم کاربرد آن به ترتیب در حدود ۳۳ و ۳۵ درصد بود (شکل‌های ۳ و ٤).



شکل ۳: اثر اسید جیبرلیک بر درصد جوانه‌زنی



شکل ٤: اثر اسید جیبرلیک بر سرعت جوانه‌زنی

مطالعه اثرات متقابل دو عامل سرمادهی مرطوب و اسید جیبرلیک بر درصد جوانه‌زنی نشان داد که بالاترین درصد جوانه‌زنی تحت تأثیر ۲۰ روز سرمادهی مرطوب و ۵۰۰ پی‌پی‌ام اسید جیبرلیک مشاهده شد که تفاوت آن با سایر تیمارها از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۲). همچنین بیشترین میانگین سرعت جوانه‌زنی در تیمار ۲۰ روز سرمادهی

مرطوب و ۲۵۰ پی‌پی‌ام اسید جیبرلیک به دست آمد. میانگین سرعت جوانه‌زنی تحت تأثیر این تیمار با سایر تیمارها از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۳).

جدول ۲: اثر متقابل سرمادهی مرطوب و اسید جیبرلیک بر درصد جوانه‌زنی

اسید جیبرلیک (پی‌پی‌ام)	سرمادهی مرطوب (روز)					
	۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰
۰	۱۵hi	۲۳/۳ef	۲۵de	۱۰ij	۱۰ij	۱/۷k
۲۵۰	۱۵hi	۳۶/۷b	۲۵de	۲۰fg	۱۵hi	۱۳/۳hi
۵۰۰	۱۵hi	۴۷/۳a	۱۶/۷gh	۱۶/۷gh	۱۰ij	۵jk
۱۰۰۰	۲۸/۳cd	۳۲/۳bc	۱۶/۷gh	۱۵hi	۶/۷j	۸/۳j

در هر ردیف و ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

جدول ۳: اثر متقابل سرمادهی مرطوب و اسید جیبرلیک بر سرعت جوانه‌زنی

اسید جیبرلیک (پی‌پی‌ام)	سرمادهی مرطوب (روز)					
	۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰
۰	۱/۲jkl	۲defg	۱/۷ghij	۲/۴cde	۱/۴hij	۰/۱jkl
۲۵۰	۱/۹efgh	۳/۹a	۲/۲defg	۲/۶cd	۱/۷ghij	۱/۳ijk
۵۰۰	۲/۴cdef	۳/۲b	۱/۸fghi	۱/۴hij	۱/۸fghi	۰/۷l
۱۰۰۰	۱/۲jkl	۲/۸bc	۱/۲jkl	۱/۶ghij	۱/۲jkl	۰/۷۷kl

در هر ردیف و ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

آزمایش دوم: تأثیر سرمادهی مرطوب و نیترات پتاسیم

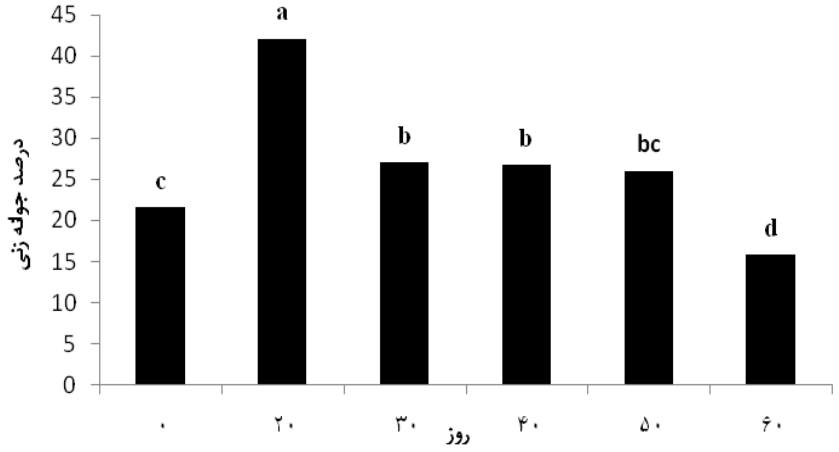
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سرمادهی مرطوب و نیترات پتاسیم و اثر متقابل آنها بر درصد و سرعت جوانه‌زنی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴).

مقایسه میانگین درصد و سرعت جوانه‌زنی تحت تاثیر سرمادهی مرطوب نشان داد که بالاترین درصد و سرعت جوانه‌زنی در تیمار ۲۰ روز سرمادهی مرطوب به دست آمد. افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی تحت تاثیر این تیمار نسبت به تیمار عدم سرمادهی به‌ترتیب ۴۹ و ۴۸ درصد افزایش داشت (شکل‌های ۵ و ۶).

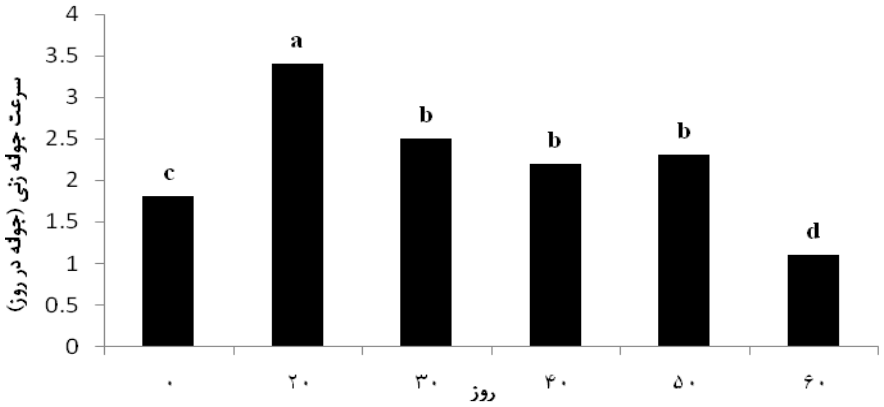
جدول ۴: میانگین مربعات صفات اندازه‌گیری شده (آزمایش دوم)

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی
سرمادهی مرطوب	۵	۹۱۹/۴**	۷/۱**
نیترات پتاسیم	۳	۲۹۲/۸**	۵/۵۷**
سرمادهی مرطوب× نیترات پتاسیم	۱۵	۱۹۰**	۱/۹**
خطا	۴۸	۲۹	۰/۲
ضریب تغییرات (درصد)		۲۰/۴	۱۸

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

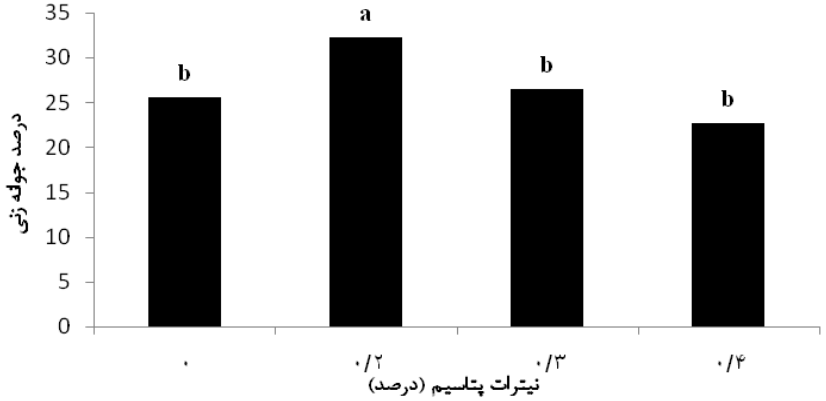


شکل ۵: اثر سرمادهی مرطوب بر درصد جوانه‌زنی

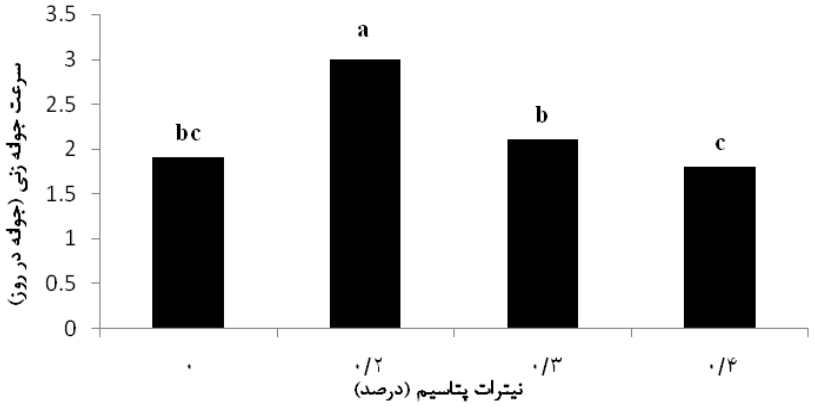


شکل ٦: اثر سرمادهی مرطوب بر سرعت جوانه‌زنی

بررسی اثر نیترات پتاسیم بر درصد و سرعت جوانه‌زنی نشان داد که بیشترین مقادیر این صفت در تیمار با نیترات پتاسیم ۰/۲ درصد حاصل شد که تفاوت آن با سایر تیمارهای نیترات پتاسیم و عدم استفاده از آن از نظر آماری معنی‌دار بود. افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی تحت تاثیر نیترات پتاسیم ۰/۲ درصد نسبت به عدم کاربرد نیترات پتاسیم در حدود ۲۱ و ۳۷ درصد بود (شکل‌های ۷ و ۸).



شکل ۷: اثر نیترات پتاسیم بر درصد جوانه‌زنی



شکل ۸: اثر نیترات پتاسیم بر سرعت جوانه‌زنی

مقایسه میانگین درصد و سرعت جوانه‌زنی تحت تاثیر اثر متقابل دو عامل سرمادهی مرطوب و نیترات پتاسیم نشان داد که بالاترین درصد جوانه‌زنی در تیمار ۲۰ روز سرمادهی و نیترات پتاسیم ۰/۲ درصد مشاهده شد (جدول ٤). اثرات مثبت این تیمار بر درصد جوانه‌زنی بسیار چشمگیر بود به طوری که درصد جوانه‌زنی در این تیمار نسبت به عدم سرمادهی و عدم کاربرد نیترات پتاسیم در حدود ۵۱ درصد افزایش داشت. همچنین بیشترین میانگین سرعت جوانه‌زنی در تیمار ۲۰ روز سرمادهی مرطوب و ۰/۲ درصد نیترات پتاسیم مشاهده شد که تفاوت آن با میانگین سرعت جوانه‌زنی در سایر تیمارها از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۵). اثرات بسیار مثبت سرمادهی و نیترات پتاسیم بر سرعت جوانه‌زنی هم مشاهده شد به‌طوری‌که میانگین سرعت جوانه‌زنی تحت تاثیر این تیمار نسبت به میانگین سرعت جوانه‌زنی در تیمار عدم سرمادهی و عدم کاربرد نیترات پتاسیم در حدود ٤٤ درصد افزایش را نشان داد (جدول ۵).

جدول ٤: اثر متقابل سرمادهی مرطوب و نیترات پتاسیم بر درصد جوانه‌زنی

اسید جیبرلیک (درصد)	سرمادهی مرطوب (روز)					
	۰	۲۰	۳۰	٤۰	۵۰	٦۰
۰	۱۹/۳fghi	۳۵bcd	۲۷defg	۳۳bcde	۲٤/۷defgh	۱٤/۷hi
۰/۲	۳۹/۳b	٦۳/۷a	۲۳efghi	۳۳bcde	۱۸ghi	۱٦/۳hi
۰/٤	۲۹cdef	۳۲bcde	۲۹cdef	۱۸ghi	۲۷defg	۱۸ghi
۰/٦	۱٦/۳hi	۳۷/۷bc	۲۹cdef	۲۲/۷efghi	۱٦/۷ghi	۱٤i

در هر ردیف و ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

جدول ۵: اثر متقابل سرمادهی مرطوب و نیترات پتاسیم بر سرعت جوانه‌زنی

اسید جیبرلیک (درصد)	سرمادهی مرطوب (روز)					
	۰	۲۰	۳۰	٤۰	۵۰	٦۰
۰	۱/۱jk	۲/۵defg	۱/۷hij	۲/۷def	۲/۱efgh	۱/۱ijk
۰/۲	۳/۹b	۵/٤a	۳cd	۲/۸de	۱/۵hijk	۱/٤hijk
۰/٤	۱/۷hij	۳/٦bc	۲/٦defg	۱/۵hijk	۲/۵defg	۰/۸k
۰/٦	۲/۵defg	۲fgh	۲/٦defg	۱/۹ghi	۱jk	۰/۸k

در هر ردیف و ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

بحث

نتایج هر دو آزمایش اثرات مثبت سرمادهی مرطوب بر درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر شاهتره را نشان داد که با نتایج بسیاری از مطالعات مطابقت دارد. سرمادهی مرطوب توانست جوانه‌زنی بذر گونه‌هایی مانند باریجه (Rahnama-Ghahfarokhi et al., 2007)، *Bunium osmorhiza* (Gupta, 2003) و آنغوزه (Raisi et al., 2004) که درجات مختلفی از خواب فیزیولوژیکی را نشان می‌دهند را بهبود بخشد.

محققان معتقدند سرمادهی مرطوب تولید برخی محرک‌های رشد مانند جیبرلین را افزایش می‌دهد. سپس جیبرلیک اسید به لایه آلورون رفته و آنزیم‌های مختلفی را فعال می‌کند. یکی از این آنزیم‌ها آمیلاز است که موجب شکسته شدن قندها شده و آنها را به مواد قابل استفاده جنین تبدیل می‌کند و در نتیجه جوانه‌زنی بذر نحریک می‌شود (Keshtkar et al., 2009; Copeland and Mc Donald, 1995). تشکیل اسیدهای آمینه ضروری برای تغذیه جنین در طول رشد نیز از جمله تغییراتی هستند که در بذرهای سرما دیده روی می‌دهند. همچنین تیمار سرمادهی سبب کاهش تراز هورمون‌های بازدارنده جوانه‌زنی نظیر آبسیزیک اسید و افزایش تراز هورمون‌های محرک جوانه‌زنی شده و بدین‌ترتیب سبب بهبود جوانه‌زنی می‌شود (Zangoie and Parsa, 2015).

در این مطالعه اثر اسید جیبرلیک به عنوان یک محرک شیمیایی به تنهایی و یا توام با سرمادهی مرطوب بر شاخص‌های جوانه‌زنی مور مطالعه مثبت بود. چنین نتایجی در مطالعات Koocheki and Azizi (2005) در بذر کلپوره، Rezaei-Chiyaeh et al (2014) در بذر گیاه بذرالبنج مشبک، Nabaei et al. (2011) در بذر ریواس و Makkizadeh-Tafti et al. (2012) در بذر کور مشاهده شده است. احتمالاً به تعادل رسیدن نسبت هورمونی در بذر و کاهش بازدارنده‌های رشد مانند اسید آبسیزیک، می‌تواند از دلایل تاثیر مثبت اسید جیبرلیک بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر باشد (Salehi et al., 2015).

بر اساس نتایج به‌دست آمده نیترات پتاسیم به‌ویژه توام با سرمادهی مرطوب اثر مثبتی بر درصد و سرعت جوانه‌زنی داشت. چنین نتایجی در سایر پژوهش‌ها نیز گزارش شده است. به طور مثال می‌توان به نتایج Nabaei et al. (2011) بر روی گونه بابا آدم و Raisi et al. (2013) بر گونه آنغوزه اشاره نمود. در زمینه اثر تحریک کنندگی نیترات پتاسیم اعتقاد بر این است که نیترات پتاسیم به صورت مستقیم بر سیستم تنفسی گیاه اثرگذار است و با تحریک جذب اکسیژن و یا به صورت یک عامل همراه فیتوکروم عمل می‌کند (Rezaei-Chiyaeh et al., 2014).

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج این مطالعه اثر مثبت سرمادهی مرطوب و کاربرد اسید جیبرلیک و نیترات پتاسیم بر شکست خواب بذر شاهتره را نشان داد. با توجه به بالاتر بودن درصد و سرعت جوانه‌زنی در تیمار سرمادهی مرطوب و نیترات پتاسیم به نظر می‌رسد این تیمار نسبت به تیمار سرمادهی مرطوب و اسید جیبرلیک در شکست خواب بذر شاهتره تأثیر بهتری داشته باشد. همچنین موثر بودن این تیمارها نشان می‌دهد که خواب بذر در این گیاه احتمالاً از نوع فیزیولوژیک می‌باشد.

Reference

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

Bello, I.A., Hatteiman-Valentini, H. and Owen, M.D.K. 1998. Effects of stratification, temperature and oxygen on wooly cupgrass (*Eriochola villosa*) seed dormancy. Weed Science, 46: 526-529.

Bewley, J.D., Bradford, K.J., Hilhorst, H.W.M. and Nonogaki, H. 2013. Seeds: physiology of development, germination and dormancy. Seed Science Research, 23(4): 289-289.

Biddington, N.L., Brouckehorst, D.A., Dtarmun, A.S. and Dearman, J. 1999. The prevention of dehydration injury in celery *Apium graveolens* seeds by PEG, ABA, dark and light temperature. Plant Physiology, 55: 407-409.

Copeland, L.O. and Mc Donald, M.B. 1995. Principals of seed science and technology. Chapman and Hall. New York. 236p.

Garcia-Gusano, M., Martinez-Gomez, P. and Dicenta, F. 2004. Breaking seed dormancy in almond (*Prunus dulcis*). Scientia Horticulture, 99: 363-370.

Gupta, V. 2003. Seed germination and dormancy breaking techniques for indigenous medicinal and aromatic plants. Journal of Medicinal Aromatic Plant Science, 25: 402-407.

Greipsson, S. 2001. Effect of stratification and GA_3 on seed germination of a sand stabilizing grass *lemus arenarius* used in reclamation. Seed Science Technology, 29: 1-10.

Hilhorst, H.W.M. 1995. A critical update on seed dormancy. I. Primary dormancy. Seed Science Research. 5: 61-73.

Jamshidzadeh, A. and Niknahad. H. 2009. Hematoprotective effects of *Fumaria parviflora* Lam. on CCl_4 induced hepatotoxicity. Journal of Medicinal Plants, 3(19): 71-62.[In Persian].

Keshtkar, H.R., Azarnivand, H. and Shahriari. A. 2009. The effect of some treatments on seed dormancy breaking and seed germination of *Ferula gummosa* and *Ferula assa-foetida*. Journal of Rangeland, 2(3): 281-290. (In Persian).

Khalighi-Sigaroodi, F., Yazdani, D., Taghizadeh, M. and Rezazadeh. Sh. 2005. Quantitative determination of *Fumaria parviflora* Lam. Journal of Medicinal Plants, 4(16): 71-62.[In Persian].

Khoocheki, A. and Azizi, G. 2005. Effect of different treatments on breaking dormancy of *Teucrium polium*, Journal of Field Crops Research, 3(1): 81-88. (In Persian).

Koornneeff, M. L., Bensink, L. and Hilhorst, 2002. Seed dormancy and germination. Current Opinion in Plant Biology, 5(1): 33-36.

Latifi, N. 2001. Techniques in Science and Technology. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources ,310p.(In Persian).

Macchia, M., Angelini, L.C. and Ceccarini, L. 2001. Methods to overcome seed dormancy in *Echinacea angustifolia* DC. Scientia Horticulture, 89: 317-324.

Makkizadeh Tafti, M., Farhoudi, M., Rastifar, M. and Sadat Asilan, K. 2012. Methods of breaking seed dormancy in caper (*Capparis spinosa* L.), Journal of Range and Desert Research, 18(4): 569-577. (In Persian).

Nabaee, M., Roshandel, P. and Mohammad Khani, A.R. 2013. Effect of chemical treatments, pre-moist chilling, hot and tap water on seed dormancy breaking in *Arctium lappa* . Journal of plant researches, 27(2): 217-225. (In Persian).

Nabaei, M. Roshandel, P. and Mohammad khani, A. 2011. Effective techniques to break seed dormancy and stimulate seed germination in *Rheum ribes* L. Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 27(2): 212-223. (In Persian).

Nadjafi, F., Bannayan, M., Tabrizi, L. and Rastgoo, M. 2006. Seed germination and dormancy breaking techniques for *Ferula gummosa* and *Teucrium polium*. Journal of Arid Environments, 64:542–547.

Olmez, Z., Gokturk, A. and Temel, F. 2007. Effect of cold stratification, sulfuric acid, submersion in hot and top water pretreatment on germination of bladder-senna (*Colutea armena* Boiss. & Huet.) seeds. Seed Science and Technology, 35: 266-271.

Rahnama-Ghahfarokhi, A. and Tavakol-Afshar. R. 2007. Methods for dormancy breaking and germination of galbanum seeds (*Ferula gummosa*). Asian Journal of Plant Science, 6(4): 611-616.

Raisi, A., Nabavi Kalat, S.M. and Sohani Darban, A.R. 2013. The study effect of stratification, temperature and potassium nitrate on seed dormancy breaking *Ferula assa-foetida*. World Applied Science Journal, 21(3): 379-383.

Rezaei-Chyaneh, E., Tajbakhsh, M., Valizadegan, O., Banaei-Asl, F. and Mahdavikia. H. 2014. Study of effective methods to break seed dormancy henbane *(Hyoscyamus teticulatus* L.). Journal of Field Crops Research, 12(2): 246-253. (In Persian).

Ritchie, S. and Gilory, S. 1998. Gibberellins: regulation genes and germination. New Phytologist, 140: 363-383.

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

Shariati, M., Tahmaseb, A. and Modares, M. 2001. Effects of different treatments on breaking seed dormancy in *Achillea millefoliu*. Journal of Rangelands Forests Plant Breeding and Genetic Research, 15: 2-8. (In Persian).

Sharma, R.K. and Sharma, S. 2010. Effect of storage and cold-stratification on seed physiological aspects of *Bunium persicum*: A threatened medicinal herb of Trans-Himalaya. International Journal of Botany, 6: 151-156.

Soltanipoor, M.A., Asadpoor, R., Hajebi, A. and Moradi, N. 2010. Study of pre-treatments on seed germination of *Foeniculum vulgar* L., *Salvia sharifii* Rech.et Esfand and *Abutilon fruticosum* Guill.etPerr. Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 25(4): 528-539. (In Persian).

Vandelook, F., Bolle, N. and Van Assche, J.A. 2009. Morphological and physiological dormancy in seeds of *Aegopodium podagraria* (Apiaceae) broken successively during cold stratification. Seed Science Research, 19: 115–123.

Wang, Y.R., Hanson, J. and Mariam, Y.W. 2007. Effect of sulfuric acid retreatment on breaking hard seed dormancy in diverse accessions of five wild *Vigna* species. Seed Science and Technology,35: 550-559.

Zangoie, M. and Parsa, S. 2015. The effect of different dormancy breaking methods on germination of *Freula ovina* seed, Journal of Seed Eco Physiology, 1(1).17-28. [In Persian].

Zhou, Z.Q., Bao, W.K. and Wu, N. 2009. Dormancy and germination in *Rosa multibracteata* Hemsl. & E. H. Wilson. Scientia Horticulture, 119: 434–441.