

ارزیابی تأثیر سرمادهی مرطوب، تیمارهای هورمونی و دوره انبارداری بر شکست خواب و القاء جوانه‌زنی بذر زیره سیاه

شهریار ساسانی^{۱*}، رضا توکل افشاری^۲، کاظم پوستینی^۳ و فرزاد شریف زاده^۴
۱، ۲، ۳، ۴ دانشجوی دکتری، دانشیار، استاد و استادیار، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
(تاریخ دریافت: ۸۴/۵/۱۸ - تاریخ تصویب: ۸۵/۷/۱۹)

چکیده

جوانه‌زنی بذرهای زیره سیاه ایرانی همچون بسیاری دیگر از گونه‌های خانواده چتریان به دلیل خواب بذر، به سختی انجام می‌پذیرد. نظر به اهمیت این گیاه در طب سنتی کشورمان و به منظور حفظ ذخائر ژنتیکی، بهره‌گیری از شیوه‌های راهبردی جهت شکستن خواب بذر و بسترسازی برای زراعی نمودن این گیاه امری مهم و ضروری قلمداد می‌گردد. در همین راستا به منظور ارزیابی تأثیر سرمادهی مرطوب، تیمارهای هورمونی و دوره انبارداری بر شکست خواب و تحریک جوانه‌زنی بذرهای زیره سیاه ایرانی آزمایشی به صورت فاکتوریل سه‌عاملی بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار با استفاده از دستگاه ژرمیناتور به اجرا درآمد. تیمار سرمادهی شامل اعمال دوره‌های سرما در دمای ۴ درجه سانتیگراد بر بذرهای مرطوب، تا ده هفته به فواصل زمانی دو هفته در کنار تیمار شاهد (بدون سرمادهی) تعیین گردید. تیمار هورمونی شامل کایتین، جیبرلین، کایتین همراه با جیبرلین و تیمارشاهد (آب مقطر استریل) بودند و تیمار دوره انبارداری در دو سطح شامل بذرهای جمع‌آوری شده مربوط به سال ۱۳۸۳ و بذرهای جمع‌آوری شده از همان مکان در سال ۱۳۸۰ بودند. ارزیابی نهایی جوانه‌زنی، پس از سه هفته نگهداری در ژرمیناتور صورت گرفت. نتایج حاکی از آن بود که تیمار سرمادهی مرطوب از سهم به‌سزایی در افزایش درصد جوانه‌زنی برخوردار است، انبارداری خشک نیز بر بهبود وضعیت جوانه‌زنی بسیار مؤثر بود. تأثیر هورمون‌های کایتین و یا جیبرلین بر جوانه‌زنی بذرهای مربوط به سال ۱۳۸۰ بسیار معنی‌دار بود. در مجموع، تیمار ده‌هفته سرمادهی مرطوب همراه با دوره سه ساله انبارداری در شرایط بهینه قادر است جوانه‌زنی بذر را به صورت معنی‌دار افزایش دهد.

واژه‌های کلیدی: زیره سیاه، خواب بذر، القاء جوانه‌زنی، سرمادهی مرطوب، جیبرلین، کایتین، دوره

انبارداری

مقدمه

مشهد، اطراف تهران و حوالی کرج به صورت خودرو در خاک‌های با بافت متوسط شنی-رسی با املاح کم می‌روید (۵۱). در پایان فصل رویش، بذرهای رسیده در محیط پراکنده می‌شوند و پس از سپری نمودن سرمای شدید زمستان و با شروع فصل بهار جوانه می‌زنند. گل‌ها سفید، صورتی یا کرم رنگ بوده و در انتهای ساقه‌های اصلی و

زیره سیاه ایرانی (*Bunium persicum* (Boiss.) B. (*Fedtsch. (or Carum persicum)*) گیاهی است علفی، کوچک و چندساله از خانواده چتریان با $2n=14$ کروموزوم، که در ایران در ارتفاعات نواحی ارومیه، الوند، خمین، اراک، کردستان، بلوچستان، ارتفاعات غرب، ارتفاعات البرز، کرمان،

به طور معنی داری افزایش یافت (۲). تیمار جیبرلین ۱۰ میلی گرم در لیتر در تاریکی و دمای ۲۰ درجه سانتیگراد، پس از گذشت ۶ هفته، میزان جوانه زنی بذر در زیره سیاه را به $5 \pm 13\%$ می‌رساند و با اعمال تیمار جیبرلین ۱۰۰ میلی گرم در لیتر در دمای ۱۵ درجه سانتیگراد و دوره نوری ۸ ساعت روشنایی و ۱۶ ساعت تاریکی بعد از ۶ هفته، جوانه زنی به $15/6\%$ خواهد رسید (۳). تیمار کاینترین ۴-۱۰ مولار در تمامی شرایط مورد آزمایش به میزان ناچیزی جوانه زنی را تحریک کرده اما غلظت ۵-۱۰ مولار آن در تاریکی و دمای ۱۵ درجه سانتیگراد، جوانه زنی را پس از ۶ هفته به $3/9 \pm 57/18\%$ می‌رساند (۳).

انبارداری خشک یکی از روش‌هایی است که طی آن علاوه بر بلوغ فیزیولوژیکی جنین‌های نارس، آنزیم‌های لازم برای جوانه زنی فعال شده و همسو با آن، با بروز تغییرات فیزیکی و شیمیایی در پوشش بذر پدیده پس‌رسی در بذرها سپری شده و زمینه جوانه زنی فراهم می‌آید (۱۲). با گذشت دوره انباری از میزان مواد بازدارنده جوانه زنی نظیر آسپرک اسید کاسته شده و از طرفی سطوح آنزیم‌های مؤثر بر جوانه زنی و مقادیر اسیدهای آمینه ضروری برای تغذیه جنین، دز بذر ارتقاء می‌یابد که این موضوع در بسیاری از گونه‌های خانواده چتریان مشاهده گردیده است (۱۹). در آزمایشی که بر روی جوانه زنی گیاه بابونه انجام گرفت مشخص گردید که انبارداری خشک به مدت شش ماه بیشترین تأثیر را بر بهبود جوانه زنی بذر این گیاه به دنبال دارد (۴).

از این رو در راستای بسترسازی جهت زراعی نمودن این گیاه، حفظ ذخائر ژنتیکی آن و توسعه صادرات به واسطه ارزش دارویی و ادویه‌ای، هدف از اجرای این پژوهش یافتن تیمارهای مناسب به منظور برطرف نمودن خواب بذر گیاه زیره سیاه ایرانی بود.

مواد و روش‌ها

بذرهای زیره سیاه، از مراتع واقع در ارتفاعات شهرستان مشهد، طی دو مرحله، اوایل تابستان سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۳، جمع‌آوری شدند. بذرها جمع‌آوری شده در یک محیط خشک و تاریک در دمای ۱۵-۱۲ درجه سانتیگراد

فرعی به صورت چتر مرکب، در اواخر اردیبهشت تا اوایل خردادماه ظاهر می‌شوند. برگ‌های زیره سیاه ایرانی معمولاً بسیار ریزند، برگ‌های پایینی دارای دو بار تقسیمات شانه‌ای عمیق و دارای دمبرگ و برگ‌های بالایی بدون دمبرگ و دارای قطعات سیخک مانند می‌باشند. بذرها بیضوی شکل از نوع شیژوکارپ به رنگ قهوه‌ای روشن است که در طول آن خطوط باریکی، اغلب به تعداد ۵ عدد دیده می‌شود. بذر این گیاه خاصیت دارویی دارد ضمن آنکه در صنایع غذایی نیز به عنوان ادویه، چاشنی و افزودنی خوراکی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱).

در بسیاری از گیاهان مرتعی، درصد قابل توجهی از بذرها، در زمان برداشت در حالت خواب به سر می‌برند بطوریکه برخی از این بذرها به حداقل دو سال زمان نیاز دارند تا دوره رسیدگی بعد از برداشت را طی کنند. خواب بذر زیره سیاه از نوع خواب رویان می‌باشد که بر اساس یک گزارش تنها تیمار سرمای مرطوب آن هم حداقل به مدت ۲۰ روز باعث جوانه زنی بذرها زیره سیاه می‌شود (۷). حداقل مدت زمان لازم برای تیمار سرما جهت القاء جوانه زنی در بذرها زیره سیاه ۴ هفته می‌باشد که با افزایش طول دوره سرمادهی از ۴ تا ۸ هفته، درصد جوانه زنی نیز افزایش می‌یابد (۲).

تاکنون گزارش‌های بسیاری پیرامون تأثیر برخی انواع هورمون سیتوکینین در رفع خواب بذر ارائه گردیده است (۱۵). مخلوط جیبرلین و اتفون موجب تحریک جوانه زنی بذر کرفس شده و پیش‌تیمار اسمزی بذرها می‌تواند موجب تحریک جوانه زنی گردد (۱۵). برخی ترکیبات سیتوکینینی نظیر بنزیل آدنین و کاینترین موجب رفع خواب و القاء جوانه زنی در بذرها زیره سیاه می‌شوند (۳). بررسی اثر متقابل بین تیمار سرمای مرطوب و تیمارهای هورمونی بر بذر زیره سیاه، نشان داد که در بذرهایی که پیش‌تیمار ۴ هفته‌ای سرمای مرطوب را تجربه کرده و سپس در معرض کاینترین ۵-۱۰ مولار قرار گرفتند درصد جوانه زنی در مقایسه با شاهد (بدون کاینترین) افزایشی معنی دار نیافت ولی در بذرهایی که پس از پیش تیمار سرمای مرطوب در معرض بنزیل آدنین ۵-۱۰ مولار قرار گرفتند درصد جوانه زنی در مقایسه با شاهد (آب مقطر)

در این پژوهش (مدل GROUC, GER SET 550G) پس از ضدعفونی، طوری تنظیم گردید که دوره نوری ۸ ساعت روشنایی در دمای ۱۸ درجه سانتیگراد با رطوبت نسبی ۴۵ درصد و ۱۶ ساعت تاریکی در دمای ۱۲ درجه سانتیگراد با رطوبت نسبی ۶۵ درصد (به طور نسبی معادل شرایط جوانه‌زنی بذر در فصل مربوطه در طبیعت) اعمال گردد. در این آزمایش در هر تیمار، ۲۵ عدد بذر را بر روی دو لایه کاغذ صافی واتمن ۸۰ میلی‌متری و در پتری‌دیش‌های ۸ سانتیمتری قرار داده و هر پتری‌دیش با ۴ میلی‌لیتر از تیمار هورمونی مربوطه مرطوب شد و آنگاه پس از قرار دادن درب پتری‌دیش‌ها، محل اتصال دو کفه پتری با دو لایه پارافیلیم به صورت ایزوله در آورده و سپس در ژرمیناتور قرار گرفتند. بررسی‌های مربوط به جوانه‌زنی به مدت سه هفته دنبال شد. تعداد بذرهای جوانه زده پس از سه هفته، در نهایت شمارش گردید و مبنای جوانه‌زنی بر اساس خروج ریشه‌چه به میزان ۲-۳ میلی‌متر لحاظ گردید. داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SPSS و MSTAT-C مورد تجزیه آماری قرار گرفتند ضمن آنکه برای مقایسه میانگین‌ها نیز از آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) و شکل ۲، گویای آنست که سرمادهی مرطوب مهم‌ترین تیمار در جوانه‌زنی بذر زیره سیاه ایرانی، همچون بسیاری دیگر از گیاهان خانواده چتریان است به طوری که بدون اعمال این تیمار و با وجود بکارگیری دیگر تیمارها از جمله هورمون‌ها، توفیقی در جوانه‌زنی حاصل نگردید. شکل ۲ نشانگر آنست که با توسعه سرمادهی مرطوب، روند جوانه‌زنی بذر فزونی می‌یابد و شاهد این موضوع مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح ۱٪ بود که نشان داد تیمار سرمادهی مرطوب به مدت ده هفته، با ۵۳/۳۳٪ بیشترین سهم را در این فرایند بر عهده دارد و این وضعیت با روندی نزولی در کاهش دوره سرمادهی مرطوب همراه بود به طوری که تیمار شاهد (بدون سرمادهی مرطوب) با ۰/۱۸۳٪ عملاً سهمی در

نگهداری گردیدند. به منظور ارزیابی تاثیر سرمادهی مرطوب، برخی تیمارهای هورمونی و دوره انبارداری بر شکست خواب و القاء جوانه‌زنی در بذرهای این گیاه، آزمایشی در آزمایشگاه بخش اصلاح و تهیه نهال و بذر مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، به صورت فاکتوریل سه عاملی، در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. فاکتورهای آزمایشی شامل دوره انبارداری بذر در دو سطح که به سال جمع‌آوری آن‌ها (۱۳۸۰ و ۱۳۸۳) برمی‌گشت، سرمادهی مرطوب (استراتیفیکاسیون) در شش سطح، دو، چهار، شش، هشت و ده هفته در کنار شاهد بدون سرمادهی مرطوب و تیمارهای هورمونی در چهار سطح، کاینترین با غلظت ۵-۱۰ (یک صد هزارم) مولار (با استفاده از NaOH پنج نرمال به عنوان حلال نمک کاینترین مربوط به شرکت شیمیایی سیگما)، جیبرلین (GA3) با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر (با استفاده از اتانول ۵۰ درصد به عنوان حلال نمک GA3 مربوط به شرکت شیمیایی سیگما)، کاینترین ۵-۱۰ مولار همراه با جیبرلین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و در نهایت، آب مقطر استریل به عنوان شاهد بودند. ابتدا بذرهایی که از لحاظ ظاهری سالم و هم‌اندازه بودند به تفکیک سال جمع‌آوری، توسط لوپ متمایز گشته، آنگاه بذرهای انتخاب شده به منظور پیشگیری از هرگونه آلودگی، با استفاده از محلول هیپوکلریت سدیم ۰/۲ درصد، به مدت ۲۰ دقیقه ضدعفونی شده و بلافاصله طی چهار مرحله متوالی با آب مقطر استریل مورد شستشو قرار گرفتند. به منظور اطمینان و تایید قوه نامیه بذرها، آزمون تترازولیوم بر روی آن‌ها انجام گرفت (۱۰)، بذرهای مرطوب داخل کیسه‌های نخی استریل‌شده و مرطوب، به صورت جداگانه قرار گرفتند و در محیطی ایزوله و تاریک در دمای ۴ درجه سانتیگراد در یخچال نگهداری شدند (سرمادهی مرطوب). به منظور پیشگیری از هرگونه آلودگی احتمالی، ضمن استریل نمودن کلیه وسایل با دستگاه اتوکلاو، تمامی مراحل اجرای عملیات در محیط استریل و با استفاده از دستگاه "لامینار فلو" انجام شد. دستگاه ژرمیناتور مورد استفاده جهت جوانه‌زنی بذرها

نتایج جدول تجزیه واریانس گویای آنست که اعمال تیمار هورمونی موجب بروز اختلافی معنی‌دار در سطح ۱٪ در جوانه‌زنی بذرها شده است. مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح ۱ درصد حاکی از آن بود که تیمار GA3 با ۳۰/۴۴ درصد و KI با ۲۸/۸۹ درصد با احراز مرتبه برتر، بیشترین تأثیر را بر جوانه‌زنی بذر زیره سیاه ایرانی بر جای نهادند، پس از آن‌ها KI+GA3 با ۲۶/۳۳ درصد و آب‌مقطر استریل با ۲۵/۴۴ درصد در رتبه‌های بعدی قرار داشتند (شکل ۱). در خصوص تأثیر سیتوکینین و از جمله KI بر جوانه‌زنی بذر گزارشات متعددی وجود دارد (۱۳، ۱۴، ۱۶). در بررسی اثر سیتوکینین‌ها در این راستا، بر تأثیر آن‌ها بر افزایش فعالیت آلفا آمیلاز که منجر به تجزیه مولکول‌های نشاسته می‌گردد، افزایش نفوذپذیری غشاء و تبادلات مواد ذخیره‌ای، تأکید شده است. از سوی دیگر جیبرلین نیز به واسطه تحرک دادن منابع ذخیره‌ای و ضعیف ساختن مقاومت مکانیکی سلول‌های آندوسپرم پیرامون نوک ریشه اولیه، اثر تحریک‌کنندگی بر جوانه‌زنی بذر بر جای می‌نهد (۱۶). علاوه بر این خواب فیزیولوژیکی در بذر زیره سیاه ایرانی، به نسبت بین سطوح بازدارنده رشد (ABA) و محرک رشد (GA) دارد (۱۰). به طور کلی پذیرفته شده که جیبرلین‌ها و سیتوکینین‌ها و بازدارنده‌ها، تنظیم‌کننده‌های رشد ضروری برای خواب یا جوانه‌زنی بذرها می‌باشند و حضور یا عدم حضور یکی از این سه دسته هورمون در غلظت فعال از نظر فیزیولوژیکی، تعیین‌کننده جوانه‌زنی یا عدم آن می‌باشد (۱۱). مشخص شده که جیبرلین‌ها محرک‌های اصلی در جوانه‌زنی بذر هستند و سیتوکینین‌ها گرچه به طور مستقیم جوانه‌زنی را تحت تأثیر قرار نمی‌دهند، اما برای تکمیل القاء جوانه‌زنی توسط جیبرلین لازم بوده و موجبات کاهش تأثیر بازدارنده‌های جوانه‌زنی را فراهم می‌آورند (۱۱).

بررسی برهمکنش سرمادهی مرطوب و تاریخ جمع‌آوری بذر نتایج جالبی را حاصل نمود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح ۱ درصد در خصوص بذرها مربوط به سال ۱۳۸۰ گویای آن بود که با افزایش دوره سرمادهی، درصد جوانه‌زنی از ۰/۳۳٪ در تیمار شاهد (بدون سرمادهی) به ۱۰۰ درصد در تیمار ۱۰ هفته

جوانه‌زنی بذر به خود اختصاص نداد. دلایل متعددی برای رفع خواب بذر گیاهان مختلف توسط پیش‌تیمار سرمادهی مرطوب ذکر شده است. کرم و اسالم (۲۰۰۱) گزارش نمودند که تیمار سرما موجب تغییرات فیزیولوژیکی در بذرها مرطوب *Arbutus andrachn* شده که این امر منجر به رشد جنین گردید. فرایند سرمادهی بذر، تولید برخی مواد محرک رشد نظیر جیبرلین را زیاد می‌کند، دمای پایین نیز ممکن است که از طریق تأثیر روی نفوذپذیری غشاء موجب رسیدن جیبرلین به مواضع هدف در بذر گردد؛ افزایش سطوح آنزیم‌های کاتالاز، فسفاتاز، آلکالین لیپاز و پراکسیداز در بذرها سرمادهی (۱۸) و تشکیل اسیدهای آمینه ضروری برای تغذیه جنین در طول رشد نیز از جمله تغییراتی هستند که به دنبال تیمار سرما در بذرهای سرمادهی روی می‌دهند. از دیگر سوی ممکن است در اثر تیمار سرما، مقدار ABA بذر و یا حساسیت جنین به ABA کاهش یابد (۱۵)؛ که تمامی این موارد می‌توانند در رفع خواب بذرها نقش داشته باشند.

همانطوریکه از جدول ۱ ملاحظه می‌گردد، بین دوره انبارداری بذرها زیره تفاوت معنی‌داری در سطح ۱٪ وجود داشت؛ با مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح ۱٪ (شکل ۳)، ملاحظه می‌شود که بذرها مربوط به سال ۱۳۸۰ با ۴۶/۶۱ درصد، در مرتبه بالاتری نسبت به بذرها مربوط به سال ۱۳۸۳ (با ۸/۹۴ درصد جوانه‌زنی) قرار داشتند. مورسون و همکاران (۱۹۹۲) گزارش نمودند که انبارداری خشک یکی از روش‌هایی است که که طی آن علاوه بر بالغ شدن فیزیولوژیکی جنین‌های نارس، آنزیم‌های لازم برای جوانه‌زنی فعال شده و همسو با آن، با بروز تغییرات فیزیکی و شیمیایی در پوشش بذر پدیده پس‌رسی در بذرها سپری شده و زمینه جوانه زنی فراهم می‌آید. ژنگ‌زین‌شن و همکاران (۲۰۰۱) معتقدند که با گذشت دوره انباری از میزان مواد بازدارنده جوانه‌زنی نظیر ABA کاسته شده و از طرفی سطوح آنزیم‌های مؤثر بر جوانه‌زنی و مقادیر اسیدهای آمینه ضروری برای تغذیه جنین، در بذر ارتقاء می‌یابد که این موضوع در بسیاری از گونه‌های خانواده چتریان مشاهده گردیده است.

تعیین و تغییر توازن هورمونی مؤثر می‌باشند و این امکان وجود دارد که تیمار سرما از طریق کاهش بازدارنده‌های موجود و یا افزایش غلظت تنظیم کننده‌های رشد ضروری برای جوانه‌زنی، موجبات افزایش درصد جوانه‌زنی را فراهم آورده‌است (۱۷). از اینرو تلفیق تیمار هورمونی با سرمادهی مرطوب موجبات توسعه جوانه زنی را از ۳۰/۴۴٪ در GA3 به تنهایی، تا ۵۴/۶۷٪ در GA3 همراه با ده هفته سرمادهی مرطوب، موجب گردیده است.

با مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح ۵ درصد جهت ارزیابی برهمکنش تیمارهای هورمونی و تاریخ جمع آوری بذر (جدول ۴) نشانگر وجود اختلافی معنی دار، بین تیمارهای مختلف بود، بطوریکه تیمارهای GA3 و KI در مورد بذرهای مربوط به سال ۱۳۸۰ با ۴۶/۱۳ و ۴۵/۴۳ درصد جوانه‌زنی در مرتبه برتر و تیمارهای KI+GA3 و آب مقطر استریل در مرتبه بعد قرار داشتند. در همین حال این تیمارها برای بذرهای مربوط به سال ۱۳۸۳ در رتبه پایین بعدی جای داشتند. در واقع چنین به نظر می‌رسد که تیمار همزمان هورمون‌های GA3 + KI بر هردوی این هورمون‌ها تأثیری منفی برجای نهاده به نحوی که تقریباً تفاوت معنی داری با آب مقطر نداشته است. استنباط می‌گردد که تیمار سال جمع‌آوری بذر، عامل معنی‌دار نمودن این برهمکنش است. چنین نتیجه‌ای را شریفی و پوراسماعیل (۱۳۸۲) در خصوص بکارگیری همزمان بنزیل‌آدنین همراه با جیبرلین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و تأثیر منفی آن بر جوانه‌زنی در قیاس با هر یک از این دو تیمار بر جوانه‌زنی بذرهای خانواده چتریان گزارش نموده‌اند. البته این احتمال وجود دارد که با کاهش غلظت جیبرلین بتوان از تیمار همزمان این دو هورمون نتیجه مناسب‌تری را در مورد جوانه‌زنی بذر به‌دست آورد، ضمن آنکه نتایج، حاکی از غالبیت تأثیر دوره انبارداری بر جوانه‌زنی بذر نسبت به تیمارهای هورمونی بود به طوریکه تیمار هورمونی با وجود تأثیرگذاری، در سایه دوره انبارداری تحت‌الشعاع قرار گرفت. با توجه به این نتایج می‌توان چنین ادعان داشت که خواب فیزیولوژیکی بذر های زیره سیاه ایرانی احتمالاً به دلیل نارس بودن جنین، حضور بازدارنده‌های شیمیایی و یا

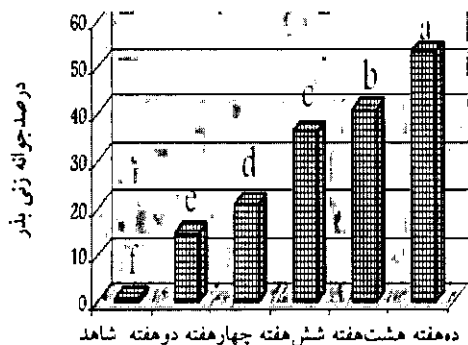
سرمادهی رسید، اما این وضعیت در مورد بذرهای جمع‌آوری شده در سال ۱۳۸۳ به گونه‌ای دیگر بود، به طوریکه درصد جوانه‌زنی در تیمار شاهد (بدون سرمادهی) ۱/۳۳٪ بود که با افزایش طول دوره سرمادهی تا ۲ هفته این میزان به ۲۰/۶۷٪ ارتقاء یافت، اما با افزایش بیشتر در طول دوره سرمادهی درصد جوانه‌زنی کاهش یافت به گونه‌ای که در تیمارهای ۴، ۶، ۸ و ۱۰ هفته سرمادهی، درصد جوانه‌زنی به ترتیب معادل ۱۲/۷، ۷/۳، ۶/۳ و ۵/۶۷ درصد بودند. توضیح این مطلب به نقش دوره انباری بر میزان مواد بازدارنده جوانه‌زنی نظیر ABA و از طرفی سطوح آنزیم‌های مؤثر بر جوانه‌زنی و مقادیر اسیدهای آمینه ضروری برای تغذیه جنین، در بذر باز می‌گردد. از دیگر سوی چنین به نظر می‌رسد که احتمالاً توسعه سرمادهی مرطوب بر بذرهای مربوط به سال ۸۳ زمینه‌القاء خواب ثانویه را فراهم آورده باشد (۱۹).

جدول ۳ برهمکنش سرمادهی مرطوب با تیمارهای هورمونی را نشان می‌دهد (مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح ۱٪ انجام گرفته است). با دقت در این جدول مشخص می‌شود که سرمادهی مرطوب نقش به مراتب مهمتری را در مقایسه با تیمارهای هورمونی در افزایش درصد جوانه‌زنی بذرها داشته‌است. در واقع با توسعه سرمادهی درصد جوانه‌زنی در تمامی تیمارهای هورمونی رو به فزونی می‌نهد که این روند در آب مقطر هر چند کندتر اما یکنواخت‌تر از بقیه است. در حالیکه در تیمار بدون سرمادهی، تیمار KI+GA3 بیشترین درصد جوانه‌زنی را سبب گردید، اما با افزایش طول دوره سرمادهی، تیمار GA3 از بقیه پیشی گرفت و این مسأله تا ۸ هفته سرمادهی تداوم یافت تا اینکه در تیمار ۱۰ هفته سرمادهی همه تیمارهای هورمونی دارای تأثیر مساوی بر درصد جوانه‌زنی بذرهای این گیاه بودند. در این میان آنچه جالب توجه است نوسانات تیمار KI+GA3 بین هفته‌های دوم تا هشتم سرمادهی است که تأثیر کمتری بر این صفت در مقایسه با سایر تیمارهای هورمونی داشته‌است. با توجه به فنولوژی زیره سیاه و نیاز بذرهای این گیاه به سرما برای جوانه‌زدن می‌توان چنین ادعان داشت که احتمالاً شرایط محیطی در

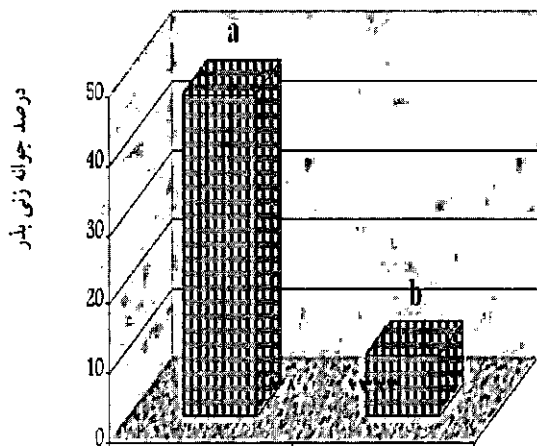
جدول ۲- برهمکنش تیمارهای سرمادهی مرطوب و تاریخ جمع

شاهد	دوهفته	چهارهفته	شش هفته	هشت هفته	ده هفته
سال ۱۳۸۰	۰/۳۳ ^h	۸/۷ ^f	۲۸/۷ ^d	۶۵/۳ ^c	۷۶/۷ ^b
سال ۱۳۸۲	۱/۳۳ ^h	۲۰/۷ ^e	۱۲/۷ ^f	۷/۳ ^g	۶/۳۳ ^g

* در هر ستون اعداد حداقل با یک حرف مشترک فاقد تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۱٪ در آزمون چند دامنه ای دانکن می باشند



شکل ۲- اثر سرمادهی مرطوب بر درصد جوانه زنی بذر



شکل ۳- تأثیر تاریخ جمع آوری بر درصد جوانه زنی بذر

جدول ۳- برهمکنش تیمارهای مختلف سرمادهی مرطوب و

هورمونی بر درصد جوانه زنی بذر

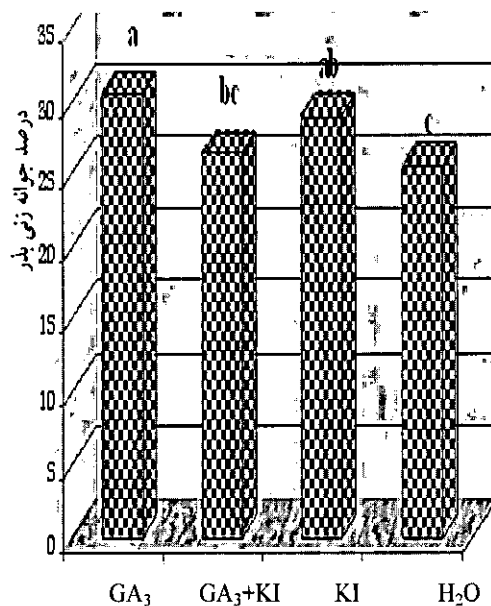
شاهد	دوهفته	چهارهفته	شش هفته	هشت هفته	ده هفته
GA3	۰/۳	۱۶ fghi	۲۶/۶۷ de	۴۲/۶۷ b	۴۲/۶۷ a
KI	۲/۳۳ z	۱۸/۶۷ fgh	۱۲/۶۷ hi	۲۲/۳۳ cd	۲۶/۶۷ b
GA3+KI	۰/۳	۱۴ ghi	۲۲/۶۷ ef	۴۲ b	۴۲/۶۷ a
H2O	۰/۳	۱۰ i	۲۰/۶۷ efg	۲۲/۳۳ de	۲۲/۶۷ a

* در هر ستون اعداد حداقل با یک حرف مشترک فاقد تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۱٪ در آزمون چند دامنه ای دانکن می باشند.

اختلال در واکنش های شیمیایی فراهم کننده ذخیره های غذایی برای رشد جنین پدید آمده که توسط تیمارهای استریتیفیکاسیون و انبارداری با شدت و مدت مناسب همراه با هورمون های گیاهی می توان خواب را حذف کرد. با گسترش این مطالعات قادر خواهیم بود به راهکاری مؤثر، کارآمد و قابل اجرا برای تسهیل زراعی نمودن این گیاه دست یابیم.

جدول ۱- تجزیه واریانس درصد جوانه زنی بذر در زیره

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقادیر F
سرمادهی مرطوب (A)	۵	۳۰۹۹۰/۸۷	۶۱۹۸/۱۷	۲۴۸/۹۹**
سال جمع آوری (B)	۱	۲۶۳۶۵/۸۶	۲۶۳۶۵/۸۶	۱۰۵۹/۱۴**
تیمار هورمونی (C)	۳	۳۴۴/۴۱	۱۱۴/۸۰	۴/۶۱**
برهمکنش (A*B)	۵	۳۲۲۸۲/۹۰	۶۴۵۶/۵۸	۲۶۰/۱۷**
برهمکنش (B*C)	۳	۲۶۳/۷۹	۸۷/۹۳	۲/۵۳*
برهمکنش (A*C)	۱۵	۹۶۳/۲۵	۶۴/۳۲	۲/۵۸**
برهمکنش (A*B*C)	۱۵	۹۸۴/۳۲	۶۵/۶۲	۲/۶۴ ns
خطای آزمایش	۹۶	۲۳۸۹/۸۰	۲۴/۸۹	---
کل	۱۴۳	۹۴۶۸۵/۱۹	---	---
		CV = ۱۶/۸۴	* معنی دار در سطح ۵٪	
				** معنی دار در سطح ۱٪



شکل ۱- اثر تیمارهای هورمونی بر درصد جوانه زنی بذر

سپاسگزاری

لازم می‌دانیم مراتب سپاس خود را از تمامی افرادی که در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، ما را در اجرای این پژوهش یاری نمودند، به ویژه از اعضای محترم هیأت علمی بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر ابراز نمائیم.

جدول ۴- برهمکنش تیمارهای هورمونی و تاریخ جمع آوری بر درصد جوانه‌زنی بذر

	H2O	GA3+KI	KI	GA3	//////////
سال ۱۳۸۰	۴۰/۰۳b	۴۱/۰۴b	۴۵/۴۳ a	۴۶/۱۳a	
سال ۱۳۸۲	۱۴/۸۶d	۱۵/۱۳d	۱۶/۶۸c	۱۷/۷۲c	

REFERENCES

منابع مورد استفاده

۱. امیدبیگی، ر. ۱۳۷۶. رهیافت‌های تولید و فراوری گیاهان دارویی، جلد دوم. طراحان نشر. ۱۰۸ صفحه.
۲. پوراسماعیل، م.، شریفی، م. ۱۳۸۲. بررسی اثر تیمار سرما و برخی سیتوکینین‌ها در رفع خواب بذرهای زیره سیاه. فصلنامه پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۱۹ (۲).
۳. شریفی، م.، پوراسماعیل، م. ۱۳۸۲. بررسی اثر برخی ترکیبات شیمیایی بر رفع خفتگی و القاء جوانه‌زنی در بذر زیره سیاه. مجله علوم زراعی و منابع طبیعی گرگان، ۱۰ (۲).
۴. علیزاده، م. ع.، عیسوند، ح. ر. ۱۳۸۳. درصد، سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیه دو گونه گیاه دارویی (*Eruca sativa* L.) و (*Anthemis altissima* L.) تحت شرایط سردخانه و انبارداری خشک. فصلنامه پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۰ (۳).
۵. قهرمان، احمد. ۱۳۷۲. فلور رنگی ایران، جلد دوم. مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع. ۱۴۰۵ صفحه.
6. Alberlenc-Bertossi, F. 1999. BA enhances the germination of oil palm somatic embryos derived from embryogenic suspension cultures. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*. 56: 53-57.
7. Bonyanpour, A.R. & M. Khosh-khui. 2001. Factors influencing seed germination and seedling growth in Black Zira (*Bunium persicum* (Boiss.)Fedtsch.). *Journal of Herbs Species and Medicinal Plants*, 8:79-87.
8. Chen, F., H. Nonogaki, & K. J. Bradford. 2002. A gibberellin-regulated xyloglucan endotransglycosylase gene is expressed in the endosperm cap during tomato seed germination. *Journal of Experimental Botany* 53: 215-223.
9. Debeaujon, I. & M. Koornneef. 2000. Gibberellin requirement for Arabidopsis seed germination is determined both by testa characteristics and embryonic abscisic acid. *Plant Physiology* 122: 415-424.
10. Karam, N.S. & M.M. Al-Salem. 2001. Breaking dormancy in *Arbutus andrachne* L. seeds by stratification and gibberellic acid. *Seed Science and Technology*. 29: 51-56.
11. Khan, A.A. 1971. Cytokinins: Permissive role in seed germination. *Science*. 171:853-859.
12. Morrison, D.A., T.D. Auld, S. Rich, C. Porter, & K. McClay. 1992. Pattern of testa-imposed seed dormancy in native Australian legumes. *Ann. Bot.* 70: 157-163.
13. Naidu, C.V., & G. Rajendrudu. 2001. Influence of kinetin and nitrogenous salts on seed germination of red sanders *Pterocarpus santalinus*. *Seed Science and Technology*. 29: 669-672.
14. Parks, C.A. & T.H. Boyle. 2002. Germination of *Liatris spicata* (L.) willd. Seed is enhanced by stratification, benzyladenine or thiourea but not gibberellic acid. *Horticultural Science*. 37: 202-205.
15. Schmitz, N., J.H. Xia, & A.R. Kermode. 2001. Dormancy of yellow Cedar seeds is terminated by gibberellic acid in combination with fluridone or with osmotic priming and moist chilling. *Seed Science and Technology*. 29: 331-346.
16. Tappa, R.K., S. Ghosh, & S.G. Agarwal. 1991. Comparative studies on the major volatiles of kalazira of wild and cultivated sources. *Food Chemistry*. 41: 129-134.

17. Tigabu, M. & P.C. Oden. 2001. Effect of scarification, gibberellic acid and temperature on seed germination of two multipurpose Albizia species from Ethiopia. *Seed Science and Technology*. 29: 11-20.
18. Zarska-Maciejewskanal S. & T. Lewak. 1976. The role of lipases in the removal of dormancy in apple seeds. *Planta*. 132: 177-181.
19. Zheng-Xing, S., D. J. Parrish, D.D. Wolf, & G. Welbaum. 2001. Stratification in switchgrass seeds is reversed and hastened by drying. *Crop Science*. 41: 1546-1551