پژوهش‌های بذر ایران/ سال نهم/ شماره اول/ ۱۴۰۱/ صفحات: ۱۷۶-۱۶۳

مقاله کوتاه پژوهشی

بررسی تیمارهای مختلف هورمونی و دمایی بر شکستن خواب بذر اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia*)

محمدرضا لبافی حسین آبادی[۱،*]، حمیده خلج [۲]، مریم دلفانی [۳]، نسرین قوامی [۱]

چکیده مبسوط

مقدمه: اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان متعلق به تیره نعنا (Lamiaceae) می‌باشد که در طب سنتی و دارویی دارای کاربرد مثبت و فراوانی است. یکی از مشکلات تولید نشاء از بذر اسطوخودوس، خواب بذر آن است که موجب افزایش مصرف بذر می‌شود. در این راستا، آزمایشی به‌منظور بررسی تیمارهای مختلف بر شکستن خواب بذر گیاه اسطوخودوس و اندازه‌گیری شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه، انجام شد.

مواد و روش‌ها: آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه اکوفیزیولوژی پژوهشکده گیاهان دارویی کرج در سال ۱۳۹۷ انجام شد. آزمایش شامل ۱۴ تیمار مؤثر بر شکستن خواب بذر شامل شاهد، تیمارهای کاربرد هورمون اسید جیبرلیک با غلظت‌های ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، تیمار سرمادهی ۷، ۱۴ و ۲۱ روز سرمادهی در یخچال و تیمارهای تلفیقی شامل ۷ روز سرمادهی در یخچال+ اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، ۱۴ روز سرمادهی در یخچال+ اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، ۷ روز سرمادهی در یخچال + اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، ۱۴ روز سرمادهی در یخچال + اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، ۳۰ دقیقه در آب ۴۰ درجه سلسیوس + ۱۴ روز سرمادهی و ۳۰ دقیقه در آب ۴۰ درجه سلسیوس+۱۴ روز سرمادهی +اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بود.

یافته‌ها: نتایج حاصل از آزمایش نشان داد، بیشترین درصد جوانه‌زنی (۷۰/۶۷ درصد)، شاخص جوانه‌زنی (۲۴۶) با تیمار اسید جیبرلیک ۷۵۰ میلی‌گرم بر لیتر و بیشترین طول گیاهچه (۶/۲۳ سانتی‌متر)، طول ساقه‌چه (۵/۵۲ سانتی‌متر)، وزن تر گیاهچه (۰/۵۷ گرم) با تیمار اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بدست آمد. درحالیکه کمترین میانگین زمان جوانه‌زنی (۴/۱۲ روز) در تیمار اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بدست آمد. کاربرد توأم ۷ روز سرمادهی در یخچال+ اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نیز تیماری بود که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای غلظت مختلف اسید جیبرلیک نداشت. در نتیجه غلظت پایین اسید جیبرلیک همراه با ۷ روز سرمادهی همان کارآیی غلظت‌های بالاتر اسید جیبرلیک به تنهایی را دارد. هم‌چنین تیمار ۱۴ روز سرمادهی+اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و تیمار ۳۰ دقیقه در آب ۴۰ درجه+۱۴ روز سرمادهی+اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، کم‌ترین طول ساقه‌چه (۰/۷۸ و ۰/۸۲ سانتی‌متر)، گیاه‌چه (۰/۹۹ و ۱/۰۴ سانتی‌متر) و وزن تر (۰/۰۱۳ و ۰/۰۱ گرم) را سبب شدند که نشان دهنده اثرات منفی افزایش مدت سرمادهی و کاربرد آب ۴۰ درجه سلسیوس بود.

نتیجه‌گیری: در نهایت مشخص گردید که خواب بذر اسطوخودوس از نوع فیزیولوژیکی غیر عمیق و متوسط است و اسید جیبرلیک جایگزین مناسبی برای سرمادهی می‌باشد. بهترین تیمار جهت شکستن خواب بذر اسطوخودوس استفاده از اسید جیبرلیک با غلظت ۷۵۰ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: اسید جیبرلیک، سرمادهی، شاخص‌های جوانه‌زنی، نشا

جنبه‌های نوآوری:

۱- در شکست خواب بذر گیاه اسطوخودوس اسید جیبرلیک جایگزین مناسبی برای سرمادهی است.

۲- پیش نیاز تولید نشاء از بذر گیاه اسطوخودوس، شکستن خواب بذر این گیاه است.

[۱] مرکز تحقیقات گیاهان دارویی، پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی، کرج، ایران

[۲] گروه کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران

[۳] دانش‌آموخته گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

[*] رایانامه نویسنده مسئول: labbafi@imp.ac.ir

http://dorl.net/dor/20.1001.1.23831251.1401.9.1.9.0

DOI: 10.52547/yujs.9.1.163

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۱۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۲۹)

مقدمه

طبق تعریف انجمن متخصصین رسمی تجزیه بذر، جوانه‌زنی عبارت است از توانایی بذر جهت تولید یک گیاه طبیعی در شرایط مساعد (گونزلیز-بنیتو[1]، ۲۰۰۴). اولین مرحله رشد گیاهان، مرحله جوانه‌زنی و خروج گیاه‌چه تحت شرایط مناسب محیطی است. شرایط نامساعد محیطی (نور، دمای هوا، رطوبت و ...) و فیزیکی (سرد بودن و تهویه کم خاک و ...) بر جوانه‌زنی گیاهان تأثیر منفی دارند. پیش تیمارهای بذر با ترکیبات مختلف شیمیایی بعد از برداشت و قبل از کشت بذر در خاک می‌تواند در افزایش جوانه‌زنی مفید باشد (آرین و کیاک[2]، ۲۰۰۳).

خواب بذر در واقع پدیده‌ای است که بذرهای بسیاری از گیاهان با آن مواجه هستند و خواب به آن‌ها امکان می‌دهد که در مقابل شرایط نامساعد محیطی زنده بمانند و آن‌ها را قادر می‌سازد که بقای لازم را در مقابل شرایط خطرناک و نامناسب محیطی داشته باشد (تاجبخش[3]، ۲۰۰۶).

انواع خواب بذر شامل فیزیکی، مورفولوژیکی، مورفوفیزیولوژیکی، فیزیولوژیکی و چندگانه است (باسکین و باسکین[4]، ۲۰۰۴). با پیش تیمار سرمادهی بدلیل شکافته شدن پوسته بذر در اثر سرما، جوانه‌زنی بذرها افزایش می‌یابد و بدین ترتیب از مقاومت مکانیکی پوسته دانه بر رویان می‌کاهد. هم‌چنین این احتمال وجود دارد که عامل سرما علاوه بر سنتز جیبرلیک درون‌زا، محرک‌های دیگری را نیز فعال می‌نماید که موجب افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی بذرهای می‌شود (تیپیردداماز و گومورگن[5]، ۲۰۰۰).

بسته به گونه گیاهی برای شکستن خواب فیزیولوژیکی، بذرها باید در معرض سرما و یا گرما قرار گیرند و یا با اسید جیبرلیک و یا مواد شیمیایی دیگر تیمار گردند. متداول‌ترین روش برای شکستن خواب درونی، تیمار سرمایی است که در برخی مواقع استفاده از هورمون و مواد شیمیایی می‌تواند جایگزین بخشی یا همه احتیاجات تیمار سرمایی قرار گیرد (نبئی[6] و همکاران، ۲۰۱۱).

بسیاری از هورمون‌های گیاهی از جمله اکسین، جیبرلین، سیتوکنین، اتیلن احتمالاً از طریق کنترل عملکرد اسیدهای نوکلئیک سبب تحریک جوانه‌زنی می‌گردند (کرمود[7] و همکاران، ۲۰۰۱). طبق نظریه تعادل هورمونی که بیان می‌دارد اسید آبسیزیک و اسید جیبرلیک در مراحل مختلف تکوین دانه نقش‌های متفاوتی را ایفا می‌کنند، اسید آبسیزیک اسید القاء کننده خواب طی بلوغ دانه است و اسیدجیبرلیک نقش کلیدی در شکست خواب و شروع جوانه‌زنی دارد به تعبیر دیگر، نسبت اسید جیبرلیک به اسید آبسیزیک کنترل کننده جوانه‌زنی دانه‌هاست (محمدی[8] و همکاران، ۲۰۱۱).

خواب فیزیولوژیکی براساس واکنشی که بذرها به سرما و اسید جیبرلیک نشان می‌دهند دارای سه سطح سطحی، متوسط و عمیق است (باسکین و باسکین، ۲۰۰۴)، اگر جیبرلین بتواند جایگزین سرمای مورد نیاز برای شکست خواب شود بذر دارای خواب فیزیولوژیکی غیر عمیق و متوسط و اگر نتواند جایگزین سرما گردد بذر دارای خواب فیزیولوژیکی عمیق است (باسکین و باسکین، ۲۰۱۴).

خواب بذر به دلیل عدم یکنواختی در جوانه‌زنی، سبب کاهش تراکم بوته و در نتیجه کاهش عملکرد می‌گردد به همین دلیل این خصوصیت در بوم نظام‌های زراعی یک خاصیت نامطلوب تلقی می‌گردد، که باید با شکست خواب بذرها زمینه را برای حداکثر یکنواختی و عملکرد فراهم نمود (شریفی و گلدانی[9]، ۲۰۱۶).

امروزه گیاهان دارویی به عنوان نوآوری‌های زیستی در عرصه پزشکی جایگزینی شایسته برای داروهای شیمیایی هستند. یکی از علل مهم این جایگزینی حداقل عوارض جانبی نسبت به داروهایی شیمیایی است (ادزارد[10]، ۲۰۰۹). اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia* L.) متعلق به تیره نعنا (Lamiaceae) و

[1] Gonzlez-Benito
[2] Arin and Kiyak
[3] Tajbakhsh
[4] Baskin and Baskin
[5] Tipirdamaz and Gomurgen
[6] Nabaie
[7] Kermode
[8] Mohammadi
[9] Sharifi and Goldani
[10] Edzard

جنس اسطوخودوس است (امیدبیگی[1]، ۲۰۰۴ و پیوندی[2] و همکاران، ۲۰۱۵). مهم‌ترین ترکیبات تشکیل تشکیل دهنده اسانس گیاه اسطوخودوس شامل اسید بوتیریک، کامفور، ژرانیول، لینالیل استات است که در ترکیبات آرایشی، عطرسازی و داروسازی استفاده می‌گردد (سانچز-گراس[3] و همکاران، ۱۹۹۶). اسطوخودوس در درمان بیمارهای معده، سردرد و به خصوص سردرد ناشی از تنش مؤثر است، این گیاه ضد درد، ضد گرفتگی و آرام بخش است (نیک‌فرجام[4] و همکاران، ۲۰۱۰).

طی قرن‌های متمادی مصرف گیاهان دارویی و داروهای طبیعی حاصل از آن‌ها به عنوان تنها روش درمان بیماری‌ها محسوب می‌شد، که با گذشت زمان بشر با انجام تحقیقات گسترده توانست تعداد زیادی از مواد مؤثره دارویی را استخراج و در درمان بیماری‌ها مورد استفاده قرار دهد.

اکولوژی جوانه‌زنی و تیمارهای مناسب جهت شکستن خواب در گونه‌های گیاهی مختلف (شریفی[5]، ۲۰۱۳)، گیاهان هم خانواده (شریفی، ۲۰۱۵)، گونه‌های هم جنس (کتینرینگ و گالاتوویتسچ[6]، ۲۰۰۷) و اکوتیپ‌های گوناگون از یک گونه (حسینی‌پور گگازوینی[7] و همکاران، ۲۰۱۱) می‌تواند کاملاً متفاوت از از هم باشند، بنابراین تاثیرگذاری تیمارهای متفاوت بر جوانه‌زنی گونه‌های مختلف از یک تیره و جنس و یا اکوتیپ‌های گوناگون از یک گونه هم الزاماً یکسان نخواهد بود.

چاواگنات[8] (۱۹۷۸) گزارش کرد که استفاده از سرمادهی و اسید جیبرلیک موجب افزایش درصد جوانه‌زنی در گیاه اسطوخودوس نسبت به شاهد می‌شود. همچنین گزارش شده است که استفاده از اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در گیاه *Lavandula dentata* موجب افزایش ۶۷ درصدی جوانه‌زنی نسبت به شاهد (کمتر از یک درصد) شد (چتوانی[9] و همکاران، ۲۰۱۷). کاربرد اسید جیبرلیک و سرمادهی در گیاه آنغوزه (*Ferula assa-foetida*) سبب تحریک جوانه‌زنی بذرها گردید (رجبیان[10] و همکاران، ۲۰۰۷). اسید جیبرلیک سبب تحریک فعالیت آنزیم آالفا آمیلاز در بذر برنج می‌شود و جوانه‌زنی آن را تسریع می‌کند (کانیکا[11] و همکاران، ۲۰۰۲).

اسید جیبرلیک ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و سرمادهی ۱۰ و ۲۰ روزه برای گونه آویشن خراسانی و برای آویشن شیرازی تیمارهای نیترات پتاسیم و سرمادهی ۱۰ و ۲۰ روزه بیشترین اثر مثبت را بر شکستن خواب و جوانه‌زنی بذرها داشتند (اسعدی و حشمتی[12]، ۲۰۱۵). کم‌ترین میانگین زمان جوانه‌زنی در بذرهای کرفس کوهی (*Kelussia odoratissma*) تحت تأثیر تیمار ۸ و ۱۰ هفته سرمادهی توأم با کاربرد محلول ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید جیبرلیک مشاهده شد (فرهودی و مکی‌زاده‌نفتی[13]، ۲۰۱۳).

استفاده از غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک باعث افزایش میانگین زمان جوانه‌زنی در گیاه جو (*Hordeum vulgare*) شد (شاهمرادی[14] و همکاران، ۲۰۱۴). سرمادهی مرطوب در دمای ۵ درجه سلسیوس توأم با ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید جیبرلیک بهترین تیمار برای شکست خواب بذر گیاه کما (*Ferula assa-foetida*) بود (زنگوئی و پارسا[15]، ۲۰۱۵). کاربرد تیمار اسید جیبرلیک و سرما در گیاه محلب (*Cerasus mahaleb* L. Mill) (سخاوتی[16] و همکاران، ۲۰۱۱)، بذرهای بومادران (*Achillea millefolium*) و آویشن (*Thymes*) (فاریابی[17]، ۲۰۱۱)، آنغوزه (نوروزیان[18] و همکاران، ۲۰۱۷)، گردو (*Juglans nigra* L.) (پروین[19] و همکاران، ۲۰۱۵)،

[1] Omidbeigi
[2] Peivandi
[3] Sánchez-Gras
[4] Nickfarjam
[5] Sharifi
[6] Kettenring and Galatowitsch
[7] Hossienpour-Ggazviniy
[8] Chavagnat

[9] Chetouani
[10] Rajabian
[11] Kaneko
[12] Asaadi and Heshmati
[13] Farahudi and Mekizadeh Tafti
[14] Shahmoradi
[15] Zengui and Parsa
[16] Sekhavati
[17] Faryabi
[18] Nowruzian
[19] Parvin

ابوجهل (*Citrullus colocynthis* (L.) Schrab) (قرهماتروسیان[1]، ۲۰۱۴)، پرونوس (*Prunus* species) (ایمانی[2] و همکاران، ۲۰۱۱) و چری (*Prunus mahaleb* L.) (ال-عباسی[3]، ۲۰۱۰) سبب افزایش جوانه‌زنی شدند.

در راستای تولید نشاء از گیاه اسطوخودوس یکی از محدودیت‌های اصلی عدم یکنواختی در جوانه‌زنی بذر این گیاه است. احتمالاً وجود خواب فیزیولوژیکی در بذر اسطوخودوس منجر به کاهش درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی شده است. هدف از اجرای این تحقیق بررسی روش‌های مختلف هورمونی، شیمیایی و دمایی، شکستن خواب بذر جهت یکنواختی و افزایش جوانه‌زنی و در نهایت کاهش هزینه و افزایش بهره‌وری در تولید نشاء توپی اسطوخودوس بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۷ در آزمایشگاه اکوفیزیولوژی گروه پژوهشی کشت و توسعه گیاهان دارویی واقع در هلجرد کرج جهت بهینه‌سازی جوانه‌زنی و رشد اسطوخودوس اجرا شد.

به‌منظور بررسی اثر تیمارهای مختلف در راستای شکست خواب بذر اسطوخودوس آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۴ تیمار (جدول ۱) در سه تکرار و در مجموع با ۴۲ واحد آزمایشی انجام شد.

بذرهای اسطوخودوس از بانک بذر پژوهشکده گیاهان دارویی (کد بذر 3La*MPISB) تهیه شد. بذرها پس از برداشت به مدت یک ماه در انبار (در دمای ۴ درجه سلسیوس با رطوبت ۲۰-۲۵ درصد در محیطی تاریک) نگهداری و سپس تیمارهای مختلف شکستن خواب روی آن اعمال گردید. به علت اینکه بذرها تازه برداشت شده بودند تست ترازولیوم روی آن‌ها انجام نشد.

ابتدا بذرها با هیپوکلریت سدیم ۲/۵ درصد به مدت ۱۵ دقیقه ضدعفونی شدند و سپس تیمارهای آزمایش اعمال گردید. تیمارهای سرمادهی در دمای ۴ درجه سلسیوس در یخچال به مدت‌های مشخص شده در جدول ۱ اعمال گردید. برای اعمال تیمار دمایی ۴۰ درجه سلسیوس از بن‌ماری استفاده شد. غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک (۰، ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) جهت تیمار در این آزمایش مورد استفاده قرار گرفت (چتوانی و همکاران، ۲۰۱۷).

بعد از تیمار کردن بذرها، تعداد ۵۰ بذر درون هر پتری روی کاغذ صافی کشت گردید. بذرها در ژرمیناتور با نور دوره ۸/۱۶ ساعت (روشنایی/تاریکی) در دمای ۲۵ درجه سلسیوس در روز و ۱۵ درجه سلسیوس در شب با رطوبت ۷۰ درصد قرار گرفتند.

روزانه تعداد بذر جوانه زده شمارش شده و در پایان آزمایش درصد جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی، طول گیاهچه، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه و وزن تر گیاهچه مورد ارزیابی و اندازه‌گیری قرار گرفت.

- درصد جوانه‌زنی نهایی یا توان جوانه‌زنی: $FGP = G = (\frac{\sum_{i=1}^{k} n1}{N})100$

ni: تعداد بذر جوانه زده در زمان i ام

N: تعداد کل بذر در هر واحد آزمایشی (اسکات[4] و همکاران، ۱۹۸۴).

- میانگین زمان جوانه‌زنی: $\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^{k} n_i t_i}{\sum_{i=1}^{k} n_i}$

از این فرمول برای محاسبه میانگین زمان لازم برای جوانه‌زنی (روز) استفاده شد. از تعداد بذر جوانه زده در فواصل زمانی تعیین شده به عنوان داده در فرمول استفاده گردید.

ti: زمان از شروع آزمایش تا مشاهده i ام (روز برای مثال)

ni: تعداد بذرهای جوانه زده شده در زمان i ام

k: آخرین زمان جوانه‌زنی (رانال و سانتا[5]، ۲۰۰۶).

- شاخص جوانه‌زنی: $GI= (10*n_1) + (9*n_2) + ...+ (1*n_{10})$

n1، n2... n10 = تعداد بذر جوانه زده در روزهای اول، دوم و ... تا روز دهم؛ ۱۰، ۹... و ۱ تعداد بذرهای جوانه زده که به ترتیب در روزهای اول، دوم و بعد رخ می‌دهد (رانال و همکاران[6]، ۲۰۰۹).

[1] Gharehmatrossian
[2] Imani
[3] Al-Absi
[4] Scott
[5] Ranal and Santana
[6] Ranal

تجزیه و تحلیل آماری

ابتدا باقیمانده خطای داده‌های آزمایشی با تست نرمالیته، بررسی شد و پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، تست باقیمانده جهت حذف داده‌های آزمایش انجام شد. تجزیه واریانس داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت. لازم به ذکر است به دلیل اینکه داده‌ها نرمال بودند و داده‌های پرت مشاهده نشد و اختلاف تیمارها در سطح یک درصد معنی دار بود، تبدیل داده برای کاهش ضریب تغییرات صورت نگرفت (ولی زاده و مقدم[1]، ۲۰۱۵).

نتایج و بحث

جدول تجزیه واریانس صفات مورد آزمایش نشان داد که تمام صفات مورد بررسی بذر گیاه اسطوخودوس در سطح آماری یک درصد بطور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای مختلف شکست خواب قرار گرفتند (جدول ۲).

درصد جوانه‌زنی

کاربرد تیمارهای اسید جیبرلیک با غلظت‌های ۵۰۰ و ۷۵۰ میلی‌گرم بر لیتر بیشترین درصد جوانه‌زنی با میانگین معادل با ۷۰/۶۷ درصد را سبب شد که نسبت به شاهد ۴۸ درصد افزایش نشان داد؛ اما شاهد (۲۲/۶۷ درصد) و تیمارهای ۱۴ روز سرمادهی در یخچال+ اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر (۲۹/۳۳ درصد)، ۱۴ روز سرمادهی در یخچال + اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر (۱۰/۶۷ درصد)، ۳۰ دقیقه در آب ۴۰ درجه سلسیوس + ۱۴ روز سرمادهی (۲۵/۳۳ درصد)، ۳۰ دقیقه در آب ۴۰ درجه سلسیوس + ۱۴ روز سرمادهی+ اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر (۶/۶۷ درصد) از لحاظ آماری اختلاف نداشت و کم‌ترین درصد جوانه‌زنی را ایجاد کردند (جدول ۳). قرار گرفتن بذرها در سرما به مدت ۷ روز تا حدودی منجر به افزایش جوانه‌زنی شد، اما افزایش مدت سرما به ۱۴ و ۲۱ روز (بصورت تیمار تنها و یا تلفیقی) باعث کاهش جوانه‌زنی بذر اسطوخودوس گردید. همچنین کاربرد تیمارهای گرمایی (آب ۴۰ درجه سلسیوس) منجر به کاهش درصد جوانه‌زنی گردید. لطفی[2] و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه‌ای روی گیاه چوچاق به نتایج مشابهی در زمینه تیمار سرمایی رسیدند و اظهار داشتند افزایش زمان سرمادهی منجر به کاهش درصد جوانه‌زنی و افزایش مدت زمان جوانه‌زنی شد. در تحقیقی روی گیاه اسطوخودوس (ناسوتی[3] و همکاران، ۲۰۰۹) برای تحریک جوانه‌زنی از تیمارهای اسید جیبرلیک، سرما و تیمارهای ترکیبی آن‌ها استفاده شد. این محققان بهترین تیمار را غلظت ۷۵۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید جیبرلیک گزارش کردند. اسید جیبرلیک سبب سنتز آنزیم آلفا آمیلاز در لایه آلورون می‌گردد و این آنزیم در تجزیه نشاسته و ذخیره غذایی آندوسپرم و انتقال این مواد به رویان در حال رشد مؤثر می‌باشند و در نهایت سبب افزایش درصد و سرعت سبز شدن می‌گردد (یاماگوچی و کامیل[4]، ۲۰۰۰).

وقتی بذرهای گلپر (*Heracleum persicum* Desf) با اسید جیبرلیک ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر تیمار شدند و سپس شش هفته سرمادهی دیدند بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی را ایجاد کرد (چراغی[5]، ۲۰۱۱). کاربرد اسید جیبرلیک ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر به مدت ۴۸ ساعت بالاترین درصد جوانه‌زنی را در بذر سیکاس (*Capparis ovata* var. Herbacea) حاصل کرد (سویلر و خاور[6]، ۲۰۰۷).

[1] Valizadeh and Moghadam

[2] Lotfi
3 Nasooti
[4] Yamaguchi and Kamiya
[5] Cheraghi
[6] Soyler and Khawar

جدول ۱. تیمارهای شکست خواب بذر

Table 1. Seed dormancy elimination treatments

اختصار Abbreviation	تیمارهای شکست خواب Seed dormancy elimination treatments
T1	شاهد(control)
T2	اسید جیبرلیک ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر (250 mg/l Gibberellic acid)
T3	اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر (500 mg/l Gibberellic acid)
T4	اسید جیبرلیک ۷۵۰ میلی‌گرم بر لیتر (750 mg/l Gibberellic acid)
T5	اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر (1000 mg/l Gibberellic acid)
T6	۷ روز سرمادهی در یخچال(chilling for 7 days in refrigerator)
T7	۱۴ روز سرمادهی در یخچال (chilling for 14 days in refrigerator)
T8	۲۱ روز سرمادهی در یخچال (chilling for 21 days in refrigerator)
T9	۷ روز سرمادهی در یخچال+ اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر (chilling for 7 days in refrigerator+ 500 mg/l Gibberellic acid)
T10	۱۴ روز سرمادهی در یخچال+ اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر (chilling for 14 days in refrigerator+ 500 mg/l Gibberellic acid)
T11	۷ روز سرمادهی در یخچال + اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر (chilling for 7 days in refrigerator+ 1000 mg/l Gibberellic acid)
T12	۱۴ روز سرمادهی در یخچال + اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر (chilling for 14 days in refrigerator+ 1000 mg/l Gibberellic acid)
T13	۳۰ دقیقه در آب با دمای ۴۰ درجه سلسیوس + ۱۴ روز سرمادهی در یخچال (30 min at 40 °c+ chilling for 14 days in refrigerator)
T14	۳۰ دقیقه در آب با دمای ۴۰ درجه سلسیوس +۱۴ روز سرمادهی در یخچال+ اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر (30 min at 40 °c+ chilling for 14 days in refrigerator+ 500 mg/l Gibberellic acid)

جدول ۲. تجزیه واریانس بررسی اثر تیمارهای مختلف شکست خواب بذر بر خصوصیات جوانه‌زنی و مورفولوژیکی گیاه اسطوخودس

Table 2. Analysis of variance for the effects of different seed dormancy breaking treatments on seed germination and morphology characteristics of lavender

		میانگین مربعات MS					
منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	میانگین زمان جوانه‌زنی Mean germination time	شاخص جوانه‌زنی Germination Index	طول ریشه‌چه Root length	طول ساقه‌چه Epicotyl length	وزن تر گیاهچه Seedling fresh weight
تیمار Treatment	13	1417.17**	278.09**	23484.1**	0.26**	8.05**	0.001**
خطا error	28	228.95	1.26	1447.67	0.07	1.17	0.0002
ضریب تغییرات (٪) CV	-	35.22	7.25	32.75	41.36	33.36	35.15

** معنی دار در سطح احتمال یک درصد

** Significant at the 1% probability level

میانگین زمان جوانه‌زنی

نتایج مقایسه میانگین صفت میانگین زمان جوانه‌زنی نشان داد که بیشترین میانگین زمان جوانه‌زنی معادل با ۳۲/۹۸ روز مربوط به تیمار ۲۱ روز سرمادهی در یخچال بود و کم‌ترین میانگین زمان جوانه‌زنی معادل با ۴/۱۲ روز مربوط به تیمار اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بود، هرچند این تیمار با تیمارهای اسید جیبرلیک ۷۵۰، ۵۰۰ و ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر هم اختلاف آماری

معنی‌داری نداشت (جدول ۳). هر چه مدت زمان جوانه‌زنی بیشتر باشد یعنی سرعت جوانه‌زنی کندتر است، با توجه به نتایج آزمایش کاربرد تیمار اسید جیبرلیک منجر به کاهش زمان و افزایش سرعت جوانه‌زنی گردید که ممکن است به این دلیل باشد که اسید جیبرلیک مسیرهای انتقال پیام ویژه‌ای را فعال می‌کند که باعث کاهش میزان اسید آبسیزیک بذرها می‌شود و در مقابل میزان اکسین و سیتوکنین بذر به حد مناسبی جهت القای شکست خواب ارتقا می‌یابد (کویونسو[1] و همکاران، ۲۰۰۵). نتایج بدست آمده مشابه نتایج گزارش شده از تحقیقات دیگر پژوهشگران بود که اظهار داشتند اسید جیبرلیک بر جوانه‌زنی دو گیاه دارویی خار مریم (*Silybum marianum*) و ابوجهل (*Citrulus Colocynthis*) مؤثر است (نعمتی[2]، پایین بودن جوانه‌زنی در سرمادهی خشک می‌تواند به علت اثر منفی دماهای پایین بر فعالیت آنزیم‌ها و در نتیجه کاهش فعالیت‌های متابولیسمی و بیوسنتزی لازم برای جوانه‌زنی بذر و رشد و نمو گیاه‌چه باشد (مهرابی و حاجی‌نیا[3]، ۲۰۱۹). در تمامی سطوح مدت زمان سرمادهی غلظت جیبرلین ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر کم‌ترین زمان رسیدن به ۱۰ و ۵۰ درصد جوانه‌زنی در گیاه خوشاریزه را موجب شد (سورکی[4] و همکاران، ۲۰۱۹).

میانگین مدت زمان جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، ساقه‌چه، درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی در تیمارهای سرمادهی مرطوب و هورمون جیبرلین توأم با سرمادهی اثر مثبتی بر شکست خواب گیاه خوشاریزه (*Echinophora platyloba*) داشتند و در تیمار ۱۶ هفته سرمادهی همه صفات به بیشترین مقدار خود رسیدند (حسینی[5]، ۲۰۱۵).

شاخص جوانه‌زنی

همان‌طور که در جدول ۳ ملاحظه می‌گردد کاربرد تیمار جیبرلیک با غلظت ۷۵۰ میلی‌گرم بر لیتر و تیمار ۱۴ روز سرمادهی در یخچال + اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر به ترتیب با میانگین معادل با ۲۴۶ و ۱۴/۶۷ بیشترین (افزایش ۴/۵ برابری نسبت به شاهد) و کم‌ترین شاخص جوانه‌زنی را به خود اختصاص دادند. این شاخص از لحاظ اینکه هم درصد جوانه‌زنی و هم سرعت (طول مدت و ...) را در نظر می‌گیرد، کامل‌ترین پارامتر اندازه‌گیری به نظر می‌رسد. این شاخص به راحتی تفاوت بین توده‌های بذری را با مقایسه عددی بیان می‌کند (رانال و همکاران، ۲۰۰۹) و مقدار شاخص جوانه‌زنی بالاتر نشانگر درصد و میزان جوانه‌زنی بالاتری است.

شاخص جوانه‌زنی، معیاری از زمان جوانه‌زنی است، در تحقیق میرزاده وافقی و نصیری[6] (۲۰۱۳) نیز ذکر شده که کاشت در مزرعه با صورت خراش‌دار با شاخص جوانه‌زنی ۱۵۰/۱۶ روز دارای بیشترین شاخص جوانه‌زنی در بذر زالزالک بود و تیمار گرما و سرما در گلدان به صورت بدون خراش با ۰/۲۱ دارای کم‌ترین شاخص جوانه‌زنی بود. بیشترین شاخص جوانه‌زنی در گیاه اسطوخودوس در تحقیق ناسوتی و همکاران (۲۰۰۹) نیز در غلظت ۷۵۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید جیبرلیک حاصل شد که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. بیشترین مقدار شاخص‌های جوانه‌زنی (درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه و بنیه بذر) در دمای ۶ درجه سلسیوس در گیاه کندل حاصل شد و با افزایش دما به بیشتر از ۶ درجه سلسیوس کلیه شاخص‌های جوانه‌زنی کاهش یافت (قاسمی‌آریان[7] و همکاران، ۲۰۱۶).

طول ریشه‌چه

کاربرد تیمارهای ۲۱ روز سرمادهی در یخچال با میانگین ۱/۲۵ سانتی‌متر، تیمار اسید جیبرلیک ۷۵۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر با میانگین ۰/۹۱ سانتی‌متر بدون اختلاف معنی داری بیشترین طول ریشه‌چه را در این آزمایش در گیاه اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia* L) ایجاد کردند (جدول ۳). در حالیکه

[1] Koyuncu
[2] Nemati
[3] Mehrabi
[4] Suraki
[5] Hoseini
[6] Mirzadeh Wafeghi
[7] Ghasemi Aryan

جدول ۳. مقایسه میانگین تیمارهای مختلف شکست خواب بذر برای برخی خصوصیات جوانه‌زنی و مورفولوژیکی گیاه اسطوخودس

Table 3. Mean comparison of different seed breaking dormancy treatments on some seed germination and morphological characteristics of Lavender

صفات اندازه‌گیری شده Measured traits						
تیمارها Treatments	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	میانگین زمان جوانه‌زنی (روز) Mean germination time (day)	شاخص جوانه‌زنی Germination Index	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) Root length (cm)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر) Epicotyl length (cm)	وزن تر گیاه‌چه (گرم) Seedling fresh weight (g)
T1	22.67ef	10.84e	54.33de	0.58bcd	2.61bc	0.028b-g
T2	61.33a	4.36f	212.00ab	0.74a	5.01a	0.051abc
T3	70.67a	4.33f	244.00a	0.71bc	5.52a	0.057a
T4	70.67a	4.14f	246.00a	0.91a	5.06a	0.055a
T5	60.00ab	4.12f	209.00ab	0.91a	5.09a	0.055a
T6	52.00a-d	16.14d	97.67cd	0.93a	3.52ab	0.039a-e
T7	32.00b-e	25.30b	44.00de	0.72bc	1.86bc	0.052ab
T8	42.67b-e	32.98a	57.67de	1.25a	2.75ab	0.038a-f
T9	61.33a	11.52e	191.00ab	0.76a	4.96a	0.046a-d
T10	29.33c-f	23.93b	51.00de	0.61bcd	2.56bc	0.026d-g
T11	56.00abc	12.49e	152.67bc	0.14d	2.77bc	0.027c-g
T12	10.67f	25.29b	14.67e	0.21cd	0.78c	0.013fg
T13	25.33def	25.19b	36.67de	0.59bcd	1.92bc	0.017efg
T14	6.67f	21.00c	15.33e	0.22cd	0.82c	0.010g

حروف غیر مشترک در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد می‌باشد.

(T1=شاهد، T2=اسید جیبرلیک ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر، T3= اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، T4= اسید جیبرلیک ۷۵۰ میلی‌گرم بر لیتر، T5= اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، T6=۷ روز سرمادهی در یخچال، T7=۱۴ روز سرمادهی در یخچال، T8=۲۱ روز سرمادهی در یخچال، T9=۷ روز سرمادهی در یخچال+ اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، T10=۱۴ روز سرمادهی در یخچال+ اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، T11=۷ روز سرمادهی در یخچال+ اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، T12= ۱۴ روز سرمادهی در یخچال + اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، T13=۳۰ دقیقه در آب ۴۰ درجه سلسیوس + ۱۴ روز سرمادهی، T14=۳۰ دقیقه در آب ۴۰ درجه سلسیوس+۱۴ روز سرمادهی+اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر)

The non-common letters in each column indicate a significant difference based on Duncan test ($p<0.05$).
T1:non treatment, T2: 250 mg/l Gibberellic acid, T3: 500mg/l Gibberellic acid, T4: 750mg/l Gibberellic acid, T5: 1000mg/l Gibberellic acid, T6: 7 days of prechill in the fridge, T7: 14 days of prechill in the fridge, T8: 21 days of prechill in the fridge, T9: 7 days of prechill in the fridge+ 500mg/l Gibberellic acid, T10: 14 days of prechill in the fridge+ 500mg/l Gibberellic acid, T11: 7 days of prechill in the fridge+ 1000mg/l Gibberellic acid, T12: 14 days of prechill in the fridge+ 1000mg/l Gibberellic acid, T13: 30 minutes at 40 degree water + 14 days of prechill, T14: 30 minutes at 40 degree water + 14 days of prechill+ 500mg/l Gibberellic acid.

شاهد، ۱۴ روز سرمادهی در یخچال+ اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، ۷ روز سرمادهی در یخچال+ اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، ۱۴ روز سرمادهی در یخچال + اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، ۳۰ دقیقه در آب ۴۰ درجه سلسیوس + ۱۴ روز سرمادهی، ۳۰ دقیقه در آب ۴۰ درجه سلسیوس +۱۴ روز سرمادهی+اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) بدون اختلاف معنی دار با میانگین‌های ۰/۵۸، ۰/۶۱، ۰/۱۴، ۰/۲۱، ۰/۵۹ و ۰/۲۲ سانتی‌متر کمترین طول ریشه‌چه را تولید کردند (جدول ۳). بر اساس این نتیجه می‌توان اظهار نمود با کاربرد اسید جیبرلیک و یا سرمادهی به تنهایی طول ریشه‌چه افزایش می‌یابد. بالاترین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در گیاه کور (*Capparis spinosa* L.) در تیمار آبشویی بذرها به همراه اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بدست آمد (مکی‌زاده‌تفتی[1] و همکاران، ۲۰۱۱).

[1] Mekizadeh Tafti

طول ساقه‌چه

همان‌طور که در جدول ۳ ملاحظه می‌گردد بیشترین طول ساقه‌چه با میانگین ۵/۵۲ سانتی‌متر (بیش از دو برابر شاهد) در تیمار کاربرد اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده شد. در مقابل تیمار ۳۰ دقیقه در آب ۴۰ درجه سلسیوس+ ۱۴ روز سرمادهی +اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر با میانگین ۰/۷۸ سانتی‌متر کم‌ترن طول ریشه‌چه را داشت که این تیمار نیز با برخی از تیمارهای دیگر نیز اختلاف آماری معنی‌داری نداشت. نتایج حاصل از آزمایش بیانگر افزایش طول ساقه با کاربرد اسید جیبرلیک و یا دوره سرمادهی رخ می‌دهد که با نتایج آزمایشات دیگر همخوانی دارد.

جیبرلین با تضعیف سلول‌های اندوسپرمی موجب شکافت پوست بذر توسط جنین شده و منجر به افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌شود (بکریم[1] و همکاران، ۲۰۰۷). بیشترین طول ساقه‌چه تحت تأثیر تیمار ۱۰ هفته سرمادهی توأم با محلول ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید جیبرلیک و تیمار ۸ هفته سرمادهی توأم با محلول ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلیک در گیاه کرفس کوهی بدست آمد (فرهودی و مکی‌زاده‌تفتی، ۲۰۱۴). بیشترین طول ساقه‌چه برای گونه‌های آنغوزه، باریجه و زیره سیاه به ترتیب با ۱۰۲/۷ و 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 توأم با کاربرد ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید جیبرلیک بود (شریفی و همکاران، ۲۰۱۷).

وزن تر گیاهچه

کاربرد تیمار اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بیشترین وزن تر گیاه‌چه با میانگین ۰/۰۵۷ گرم (افزایش ۱۰۰ درصدی نسبت به شاهد) را بدون تفاوت معنی دار با کاربرد اسید جیبرلیک در غلظت‌های دیگر و به کار بردن تیمار سرما ایجاد نمود. کاربرد تیمار ۳۰ دقیقه در آب ۴۰ درجه سلسیوس+ ۱۴ روز سرمادهی + اسید جیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر با میانگین ۰/۰۱ گرم در بوته کم‌ترین وزن تر گیاه‌چه مشاهده شد (جدول ۳). تقریباً تمامی تیمارهایی که سرمادهی و گرمادهی در آن‌ها اعمال شده است کمترین وزن تر گیاه‌چه را تولید نموده‌اند. تنش‌های محیطی موجب کاهش ماده تولیدی در گیاه می‌شوند. همچنین ممکن است بذر گیاه در مراحل جوانه‌زنی برای مقابله با یخ زدگی، جذب آب را کاهش دهد که موجب کاهش وزن تر گیاه‌چه شده است.

بیشترین سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، طول گیاه‌چه و وزن تر پس از سه ماه با استفاده از تیمار ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلیک در بذرهای گیاه توس (*Betula pendula*) بدست آمد (پیام نور و کردعلیوند[2]، ۲۰۱۶). کاربرد توأم ۶۰ روز تیمار سرمایی و ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلین منجر به بیشترین درصد جوانه‌زنی (۹۹/۲۸ درصد)، سرعت جوانه‌زنی (۲/۹۱ بذر جوانه زده در روز)، طول شاخساره (۲۴/۳۵ سانتی‌متر)، طول ریشه (۱۷/۵۰ سانتی‌متر) و وزن تر شاخساره (۶/۷۸ گرم) در دانهال‌های گردوی ایرانی بود (ولی‌زاده‌کاجی و عباسی‌فر[3]، ۲۰۱۸). پیش تیمار با اسید جیبرلیک وزن تر گیاه‌چه را در شرایط بدون سرمادهی و سرمادهی مرطوب به ترتیب به میزان ۵۴/۴۷ و ۱۸/۷۲ درصد در گیاه گون سفید (*Astragalus gossypinum*) افزایش داد (مهرابی و حاجی‌نیا، ۲۰۱۹).

نتیجه‌گیری

بهترین تیمار جهت شکستن خواب بذر اسطوخودوس استفاده از اسید جیبرلیک با غلظت ۷۵۰ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد. با توجه به نیاز به اسید جیبرلیک جهت تحریک جوانه‌زنی بذرهای اسطوخودوس، خواب بذر اسطوخودوس از نوع فیزیولوژیکی است و یکی از مناسب‌ترین شیوه‌ها برای شکستن خواب بذرها استفاده از تیمار هورمون اسید جیبرلیک (به تنهایی یا تشدید شده با ۷ روز تیمار سرمادهی) می‌باشد.

[1] Bakrim

[2] Paiam Noor and Kordalivand

[3] Valizadeh Kaji and Abbasifar

منابع

Al-Absi, K.M. 2010. The effects of different pre-sowing seed treatments on breaking the dormancy of Mahaleb cherries, (*Prunus mahaleb* L.) seeds. Seed Science and Technology, 38(2): 332-340. https://doi.org/10.15258/sst.2010.38.2.06

Arin, L. and Kiyak, Y. 2003. The effects of pre-sowing treatments on emergence and seedling growth of tomato seed (*Lycopersicon esculentum* Mill.) under several stress conditions. Pakistan Journal of Biological Sciences, 6(11): 990-994. https://doi.org/10.3923/pjbs.2003.990.994

Asaadi, A.M. and Heshmati Gh.A. 2015. The effect of different treatments on breaking seeds dormancy and inducing germination of *Thymus transcaucasicus* Ronn. and *Zataria moltiflora* Boiss. Journal of Plant Research, 28(1): 12-22. https://doi.org/10.33762/bagrs.2015.124591

Bakrim, A., Lamhamdi, M., Sayah, F. and Chibi, F. 2007. Effects of plant hormones and 20 hydroxyecdysone on tomato (*Lycopersicum esculentum*) seed germination and seedlings growth. African Journal of Biotechnology, 6(24): 2792-2802. https://doi.org/10.5897/AJB2007.000-2446

Baskin, C.C. and Baskin, J.M. 2014. Seeds: Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination. Second edition. San Diego: Elsevier/Academic Press. 1600p.

Baskin, J.M. and C.C. Baskin. 2004. A classification system for seed dormancy. Seed Science Research, 14: 1-16. https://doi.org/10.1079/SSR2003150

Chavagnat, A. 1978. Lavender seed dormancy and germination. In Symposium on Seed Problems in Horticulture 83: 147-154. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1978.83.19

Cheraghi, F. 2011. Investigation of seed breakage and priming treatments on germination and establishment of medicinal plant (*Heracleum persicum* Desf) M.Sc. dissertation, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Birjand University. [In Persian with English Summary].

Chetouani, M., Mzabri, I., Aamar, A., Boukroute, A., Kouddane, N. and Berrichi, A. 2017. Effect of gibberellic acid (AG3) on the germination of seeds of *Thymus satureioides* L. and *Lavandula dentata*. Journal of Materials and Environmental Sciences, 8(3): 942-948.

Edzard, E. 2009. The efficacy of herbal medicine an overview. Fundam Clim Pharmacol, 19: 405-410. https://doi.org/10.1111/j.1472-8206.2005.00335.x

Farahudi, R. and Mekizadeh Tafti, M. 2013. Study on seed breaking dormancy of *Kelussia odoratissma* seeds under the influence of gibberellic acid and cold treatments. Iranian Journal of Seed Science and Technology, 3(2): 249-241. [In Persian with English Summary].

Faryabi, A. 2011. Evaluation of the effect of different treatments on seed breakage of two medicinal plants of Yarrow and Thyme. First National Conference on Modern Issues in Agriculture, Islamic Azad University, Saveh Branch. [In Persian with English Summary].

Gharehmatrossian, S., Popov, Y. and Ghorbanli, M. 2014. Seed germination, dormancy breaking techniques of *Citrullus colocynthis* (L.) Schrab plant. Iranian Journal of Plant Physiology, 4(4): 1167-1171. [In Persian with English Summary].

Ghasemi Aryan, A.R., Ghorbani, R., Nasseri pourizadi, M.T. and Mesdaghi, M. 2016. Investigation of the effect of temperature on germination properties of *Dorema ammoniacum*. Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 29(3): 692-686. [In Persian with English Summary].

Gonzlez-Benito, M.E., Albert, M.J., Iriondo, J.M., Varela F. and Pérez-Garca, F. 2004. Seed germination of four thyme species after conservation at low temperatures at several moisture contents. P: 247-254. ISTA. Online - International Seed Testing Association. https://doi.org/10.15258/sst.2004.32.1.28

Hoseini, Z. 2015. Effect of different treatments on seed breaking dormancy and increased seed germination efficiency of *Echinophora platyloba*, M.Sc. dissertation, Department of Seed Science and Technology, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, 94p. [In Persian with English Summary].

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 with English Summary].

Imani, A., Rasouli, M., Tavakoli, R., Zarifi, E., Fatahi, R., Barba-Espin, G. and Martinez-Gomez, P. 2011. Optimization of seed germination in Prunus species combining hydrogen peroxide or gibberellic acid pre-treatments with stratification. Seed Science and Technology, 39(1): 204-207. https://doi.org/10.15258/sst.2011.39.1.18

Kaneko, M., Itoh, H., Ueguchi-Tanaka, M., Ashikari M. and Matsuoka, M. 2002. The α-amylase induction in endosperm during rice seed germination is caused by gibberellin synthesized in Epithelium. Plant Physiology, 128(4): 1264-1270. https://doi.org/10.1104/pp.010785

Kermode, A. R., Xia, J.H. and Schmitz, N. 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(2): 331-346.

Kettenring, K.M. and Galatowitsch, S.M. 2007. Temperature requirements for dormancy break and seed germination vary greatly among 14 wetland *Carex* species. Aquatic Botany, 87(3): 209-220. https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2007.06.003

Koyuncu, F. 2005. Breaking dormancy in black mulberry (*Morus nigra* L.) by cold stratification and exogenous application of Gibberellic Acid. Acta Biologyca Cracoviencia Botanica, 47(2): 23-26.

Lotfi, M., Oveisi, M., Rahimian Mashhadi, H., Pourmorad Kaleibar , B. and Naeimi , M.H. 2020. Effect of chilling time and gibberellic acid treatments on germination thermal parameters of Eryngium caeruleum. Iranian Journal of Field Crop Science, 51(1): 91-100. [In Persian with English Summary].

Mehrabi, I.A. and Hajinia, S. 2019. Effect of seed pre-treatments on improving germination of Astragalus gossypinum. Iranian Journal of Seed Research, 6(1): 113-95. [In Persian with English Summary]. https://doi.org/10.29252/yujs.6.1.95

Mekizadeh Tafti, M., Farhudi, R., Rastifar, M. and Asillan, K. 2011. Methods of seed breaking dormancy of *Capparis spinosa* L. Iranian Journal of Rangeland and Desert Research, 18(4): 577-569. [In Persian with English Summary].

Mirzadeh Wafeghi, S.A. and Nasiri, M. 2013. Effect of physical and chemical factors on seed germination of *Crataegus assadii*. Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 26(3): 374-366. [In Persian with English Summary].

Mohammadi, A.H., Jalali Honarmand, Q., Mohammad Khah, A. and Ahmadi, Gh. 2011. Seed germination. Agricultural Education and Promotion Publications, 252p. [In Persian].

Nabaie, M., Roshandel, P. and Mohammad Khani, A.R. 2011. Effective methods for breaking dormancy and increasing seed germination of *Rheum ribes* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 27(2): 223-212. [In Persian with English Summary].

Nasooti, N., Arab, M., Najafi, F. and Sahar Khiz, M. J. 2009. Evaluation of the effect of different treatments on seed germination stimulation in *Lavandula angustifolia*. 6th Iranian Congress of Horticultural Sciences. Rasht-Iran. [In Persian with English Summary].

Nemati, A., Sharifi, H., Gerdakaneh, M. and Sharifi, Z. 2016. The effect of pre-chilling and gibberellic acid on breaking seed dormancy of two medicinal plants species *Silybum mrianum*

and *Citrulus colocynthis*. Iranian Journal of Seed Research, 3(1): 169-177. [In Persian with English Summary].

Nickfarjam, M., Parvin, N. and Asarzadegan, N. 2010. The effect of *Lavandula angustifolia* in the treatment of mild to moderate depression. Journal of Shahrekord University of Medical Sciences, 11(4): 66-73. [In Persian with English Summary].

Nowruzian, A., Masoumian, M., Ebrahimi M.A. and Bakhshi khaniki G.R. 2017. Effect of breaking dormancy treatments on germination of *Ferula assa-foetida* Seed. Iranian Journal of Seed Research; 3(2): 155-169. [In Persian with English Summary]. https://doi.org/10.29252/yujs.3.2.155

Omidbeigi, R. 2004. Medicinal Plants Production and Processing Approaches. Astan Qods Razavi Publications of Mashhad, Volume III, Third Edition. [In Persian].

Paiam Noor, V. and Kordalivand, A. 2016. Effect of different seed breaking dormancy treatments on germination and yield of *Betula pendula* seeds. Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 29(2): 318-309. [In Persian with English Summary].

Parvin, P., Khezri, M., Tavasolian, I. and Hosseini, H. 2015. The effect of gibberellic acid and chilling stratification on seed germination of eastern black walnut (*Juglans nigra* L.). Journal of Nuts, 6(1): 67-76. [In Persian with English Summary].

Peivandi, M., Kazemi, L. and Majd, A. 2015. The effect of different cytokines on the micro propagation of *Lavandula vera*. Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 28(2): 263-257. [In Persian with English Summary].

Rajabian, T., Saboora, A., Hassani, B. and Fallah Hosseini, H. 2007. Effects of GA3 and chilling on seed germination of *Ferula assa-foetida*, as a medicinal plant. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 23(3): 396-403. [In Persian with English Summary].

Ranal, M.A., Santana, D.G., Ferreira, W.R. and Mendes-Rodrigues, C. 2009. Calculating germination measurements and organizing spreadsheets. Brazilian Journal of Botany, 32: 849-55. https://doi.org/10.1590/S0100-84042009000400022

Ranal, M. and Santana, D. 2006. How and why to measure the germination process? Brazilian Journal of Botany, 29: 1-11. https://doi.org/10.1590/S0100-84042006000100002

Sánchez-Gras, M.C. and Del Carmen Calvo, M. 1996. Micro propagation of *Lavandula latifolia* through nodal bud culture of mature plants. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 45: 259- 261. https://doi.org/10.1007/BF00043639

Scott, S., Jones, R. and Williams, W. 1984. Review of data analysis methods for seed germination. Crop Science, 24: 1192-1199. https://doi.org/10.2135/cropsci1984.0011183X002400060043x

Sekhavati, N., Hosseini, S.M., Akbarinia, M. And Rezai, A. 2011. Gibberellic and chilling for seed breaking dormancy and increased germination of *Cerasus mahaleb* L. Mill seed. Genetic Research and Breeding of Rangeland and Forest Plants of Iran, 19(1): 204-192.

Shahmoradi, Sh., Chaichi, M.R., Mozaffari, J., Mazaheri, D. and Sharifzadeh, F. 2014. Seed breaking dormancy in *Hordeum spontaneum* L. Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 27(5): 883-872. [In Persian with English Summary].

Sharifi, H. 2013. Investigation of seed dormancy and germination characteristics on thirty species of medicinal plants grown in Lorestan Province. M.Sc. dissertation, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. [In Persian with English Summary].

Sharifi, H. and Goldani. M. 2016. Effect of seed coat color and different treatments on seeds dormancy and germination characteristics of mustard (*Sinapis arvensis* L.). Iranian Journal of Seed Research, 2(2): 47-57. [In Persian with English Summary].

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 with English Summary].

Sharifi, H., Nemati, A. and Gordakane, M. 2017. Breaking the dormancy and improving germination of four medicinal plants from Umbrella under the influence of gibberellic acid and cold treatments. Iranian Seed Science and Research, 4(3): 38-27. [In Persian with English Summary].

Soyler, D. and Khawar, K.M. 2007. Seed germination of caper (*Capparis ovata* var. Herbacea) using K naphthalene acetic acid and gibberellic acid. International Journal of Agriculture and Biology, 9(1): 35-38.

Suraki, A.S., Husseini, Z. and Falah, S. 2019. Effect of chilling and its combination with gibberellic acid on the dormancy of *Echinophora platyloba* seeds. Iranian Journal of Seed Research. 5(2): 92-104. [In Persian with English Summary]. https://doi.org/10.29252/yujs.5.2.91

Tajbakhsh, M. 2006. Seeds (certification and its control). Ahraz Tabriz Publications. 182p. [In Persian].

Tipirdamaz, R. and Gomurgen, N. 2000. The effects of temperature and gibberellic acid on germination of *Eranthis hyemalis* Salisb. Turkish Journal of Botany, 24: 143-145.

Valizadeh Kaji, B. and Abbasifar, A.R. 2018. The effects of plant growth regulators and stratification on seed dormancy breaking and parameters of morphological, physiological and biochemical of seedlings of Persian walnut (*Juglans regia* L.). Journal of Herbal Medicine (Iranian Journal of Biology), 31(1): 92-103. [In Persian with English Summary].

Valizadeh, M. and Moghadam, M. 2015. Experimental design in agriculture. Publisher: Prior, Tehran, Iran. [In Persian].

Yamaguchi, S. and Kamiya, Y. 2000. Gibberellin biosynthesis: its regulation by endogenous and environmental signals. Plant Cell Physiology, 41(3): 251-257. https://doi.org/10.1093/pcp/41.3.251

Zengui, M. and Parsa, S. 2015.The effect of different seed breaking dormancy methods on seed germination of Coma. Journal of Seed Ecophysiology, 1(1): 28-17.

Iranian Journal of Seed Research, 2022, 9(1): 163-176

Short Research Paper

Evaluation of different hormonal and temperature treatments on dormancy breaking of Lavender (*Lavandula angustifolia*) seed

Mohammadreza Labbafi[1, *], Hamideh Khalaj[2], Maryam Delfani[3], Nasrin Qavami[1]

Extended Abstract

Introduction: *Lavandula angustifolia* L. is one of the most important plants belonging to Lamiaceae which has abundant use in traditional and pharmacological medicine. Lavender seed dormancy is one of the problems in producing seedlings which increases seed consumption. In this regard, an experiment was carried out to investigate different treatments for seed dormancy elimination of Lavender and measuring germination and growth indices.

Materials and Methods: An experiment was conducted in a completely randomized design with three replications at the Ecophysiology Laboratory of Karaj Institute of Medicinal Plants in 2018. The experiment consisted of 14 treatments on seed dormancy elimination. The treatments included the control, hormonal treatments (Gibberellic acid with 250, 500, 750 and 1000 mg/l concentrations) and Prechilling treatments (7, 14 and 21 days of refrigeration). The integrated treatments were 7 days refrigeration + 500 mg/l gibberellic acid, 14 days refrigeration + 500 mg/l gibberellic acid, 7 days refrigeration + 1000 mg/l gibberellic acid, 14 days refrigeration + 1000 mg/l gibberellic acid, 30 minutes at 40 ° C water + 14 days refrigeration, and 30 minutes at water 40 degrees +14 days refrigeration + 500 mg/l gibberellic acid.

Results: The results showed that the highest germination percentage (70.67%), germination rate (24.26%) and germination index (246) were achieved in 750 mg/l Gibberellic acid, and the highest epicotyl length (5.09 cm), seedling length (6.23 cm) and seedling fresh weight (0.57 gr) were produced with 500 mg/l Gibberellic acid. Also, the lowest mean germination time (MGT) (4.12s day) was obtained in 1000 mg/l Gibberellic acid treatment. Also, 7 days of refrigeration + gibberellic acid at 500 mg/l treatment had no significant difference with the other concentrations of gibberellin treatments. Therefore, low gibberellin concentration with 7 days of prechilling had the same effect as higher gibberellic acid concentrations. In addition, 14 days of refrigeration + 1000 mg/l gibberellic acid treatment and treatment of 30 min in water at 40 ° C +14 days prechilling + 500 mg/l gibberellic acid produced the lowest shoot (0.78, 0.82 cm), seedling height (0.99, 1.04 cm) and fresh weight (0.013, 0.01 gr) that showed the negative effects of increased prechilling time and water at 40 ° C,

Conclusion: It was finally found that the lavender seed dormancy type is physiologically non-deep and moderate and Gibberellic acid is a suitable substitute for prechilling. The best treatment was gibberellic acid with a concentration of 750 mg/l to break the dormancy of lavender seeds.

Keywords: Germination indices, Gibberellic acid, Prechilling, Transplant

Highlights:

1- Gibberellic acid is a good substitute for prechilling in seed dormancy elimination of lavender.
2- Breaking the dormancy of the lavender seeds is necessary for producing seedlings from the seeds of this plant.

[1] Medicinal Plants Research Center, Institute of Medical Plants, ACECR, Karaj, Iran
[2] Assistant Professor, Payame Noor University, Tehran, Iran
[3] Graduated Ph.D., Agronomy-Physiology of Crops, University of Ilam, Ilam, Iran

* Corresponding author, E-mail: labbafi@imp.ac.ir

(Received: 03.04.2020; Accepted: 09.19.2020)

http://dorl.net/dor/20.1001.1.23831251.1401.9.1.9.0

DOI: 10.52547/yujs.9.1.163