دانشگاه گنبدکاووس
نشریه "حفاظت زیست‌بوم گیاهان"
دوره هفتم، شماره پانزدهم
http://pec.gonbad.ac.ir

اثر تیمارهای سرمادهی و درجه حرارت بر شاخص‌های جوانه‌زنی، رشدی و استقرار گیاه مرتعی *Smyrniopsis aucheri* BOISS

مریم غلامی [1*]، عبدالرزاق دانش شهرکی [2]، اسماعیل اسدی بروجنی [3]، پژمان طهماسبی [4] و حمزه‌علی شیرمردی [5]

[1] دانشجوی دکتری مرتع‌داری، دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد
[2] استادیار گروه مهندسی زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد
[3] دانشیار گروه مرتع‌داری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد
[4] دانشیار گروه مرتع‌داری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد
[5] کارشناس ارشد پژوهش، بخش تحقیقات جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۱/۲۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۶/۰۹

چکیده

***Smyrniopsis aucheri* گیاهی است از خانواده چتریان که جوانه‌زنی بذرهای آن با مشکل روبرو می‌باشد، لذا تهیه اطلاعاتی در زمینه طول دوره خواب و عوامل مؤثر در شکستن خواب آن برای احیای عرصه‌های طبیعی این گیاه ضروری می‌باشد. به‌منظور بررسی اثر طول دوره سرمادهی مرطوب و سطوح دمایی بر شکست خواب و استقرار بذرهای گیاه موردنظر، این آزمایش بذر در قالب طرح کاملاً تصادفی طراحی و اجرا شد. فاکتورهای مورد ارزیابی شامل: مدت‌زمان پیش‌سرمادهی مرطوب در ۷ سطح (۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ روز)، سطوح سرمادهی (بدون سرمادهی و اعمال سرما) و سطوح دمایی در چهار سطح (۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد) بود. نتایج این آزمایش نشان داد که ترکیب دو تیمار سرمادهی و درجه حرارت برای تحریک جوانه‌زنی بذور این گیاه بیشترین بازده را خواهد داشت و سرمادهی کمتر از ۳۰ روز هیچ اثر بر جوانه‌زنی بذور نداشت. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری نمود که تیمار سرمادهی به مدت‌زمان ۶۰ روز همراه با درجه حرارت ۵ درجه سانتی‌گراد به‌عنوان بهترین تیمار برای شکست خواب بذرهای این گیاه می‌باشد، این تیمار به‌طور معنی‌داری در مقایسه با**

*نویسنده مسئول: a_ghorbani@uma.ac.ir

نمونه‌های شاهد، درصد جوانه‌زنی (۵۱/۹٪)، سرعت جوانه‌زنی و بنیه بذر را افزایش داد. در ارتباط با شاخص‌های رشد، نتایج نشان داد، سرمادهی به مدت‌زمان ۶۰ روز با درجه حرارت ۲۰ درجه سانتی‌گراد به‌عنوان مؤثرترین تیمار جهت افزایش شاخص‌های رشد گیاهچه می‌باشد. درنهایت با توجه به نتایج، به‌منظور بهبود استقرار این گیاه، کاربرد سرمادهی به مدت‌زمان ۶۰ روز که سبب افزایش تمامی شاخص‌های استقرار نسبت به تیمار شاهد شد، توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: **تیمار بذر، جوانه‌زنی، گیاهان مرتعی، خواب بذر**

مقدمه

Smyrniopsis aucheri BOISS گیاهی است چندساله از خانواده چتریان که در نواحی غرب ایران و ارومیه می‌روید (قهرمان، ۱۹۹۶). در مطالعه‌ای که توسط اسماعیلی و همکاران (Esmaeili, 2009) بر بخش‌های هوایی این گیاه صورت گرفت دریافتند که اجزای تشکیل‌دهنده اسانس بخش‌های هوایی این گیاه دارای p-cymen به مقدار ۲۶/۱ درصد، caryophyllen oxid به مقدار ۱۲ درصد و spathulenel به مقدار ۱۱/۱ درصد است.

یکی از موانع عمده استفاده بهینه از گیاهان دارویی در خارج از رویشگاه طبیعی، محدودیت میزان جوانه‌زنی و طولانی بودن خواب بذر آن‌ها می‌باشد (Gupa, 2003). طی دوره خواب حتی اگر شرایط مناسب محیطی (رطوبت، دما و...) نیز فراهم باشد، جوانه‌زنی صورت نمی‌گیرد. این امر در شرایط نامساعد محیطی سودمند است، زیرا بذر غیرفعال است و درنتیجه بسیاری از تنش‌های محیطی و شرایط نامناسب اقلیمی را بهتر تحمل کرده، تداوم نسل و بقای گونه گیاهی تضمین می‌گردد (Finch-Savage & Leubner-Metzer, 1997). بااین‌وجود گاهی خواب بذرها یک وضعیت نامطلوب درنظر گرفته می‌شود، به‌ویژه اگر هدف تولید انبوه یک گیاه باارزش اقتصادی یا دارویی بالا باشد. بنابراین پژوهشگران تلاش می‌نمایند تا با بررسی علل خواب بذرها، به روش‌هایی مناسب برای شکست خواب و افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذرها دست یابند (رجبیان و همکاران، ۲۰۰۷). براساس گزارش انجمن بین‌المللی آزمون بذر[۲] (ISTA)، خواب بذر در اکثر گونه‌های گیاهی متعلق به خانواده چتریان از نوع خواب درونی مورفوفیزیولوژیک است که با نسبت نامناسب هورمون‌های تحریک‌کننده و بازدارنده جوانه‌زنی بذر و وجود جنین نارس در ارتباط است این نوع خواب معمولاً به کمک سرما و کاربرد هورمون‌های خارجی به‌طور عمده‌ای برطرف می‌شود (ISTA, 2003). طبق نظریه‌ای که موردقبول بسیاری از متخصصان بذر است، سرما باعث کاهش محتوای آبسیزیک‌اسید یا افزایش محتوای

2- International Seed Testing Association

جیبرلیک‌اسید شده و یا هردو تغییر به‌طور هم‌زمان انجام می‌گیرد و یا تعادلی از دو هورمون، خواب بذر را پایان می‌دهد (صفاییان و آذرنیوند، ۱۳۸۹).

در مطالعه‌ای شریفی و همکاران (۱۳۹۳)، خواب بذر را در هفت گونه از خانواده چتریان بررسی کردند و دریافتند که تیمار سرمادهی به مدت‌زمان ۶ هفته برای گلپر (*Heracleum persicum*) و سرمادهی به مدت ۱۲ هفته بهترین تیمار برای شکست خواب بذرهای گیاهان کندل کوهی (*Dorema aucheri*)، کرفس وحشی (*Kelusia odoratissma*) و چویل (*Ferulago angulate*) می‌باشد. رضوی و حاجی بلند (Hajibolan & Razavi, 2009) گزارش نمودند بذرهای گیاه جاشیر (*Prangus ferulaceae*) از خانواده چتریان دارای خواب مرفوفیزیولوژیک است که به میزان زیادی با اعمال سرمادهی به مدت ۸ هفته برطرف می‌گردد. در گونه‌ای دیگر از خانواده چتریان نیز در گیاه *Heracleum sphondyllum* که گیاهی از جنس هراکلئوم است خواب از نوع مرفوفیزیولوژیک می‌باشد که با سرمادهی به مدت ۸ هفته برطرف می‌شود (Stokes, 1953).

با توجه به اینکه جوانه‌زنی این گیاه به‌طور طبیعی مشکل می‌باشد و تاکنون بر روی جوانه‌زنی این‌گونه مرتعی تحقیقاتی صورت نگرفته است، به‌منظور حفاظت ازاین‌گونه مرتعی باارزش، این پژوهش باهدف دستیابی به تیمارهای مناسبی که شکست خواب بذر را تسهیل و زمینه استقرار گیاه را در کوتاه‌ترین زمان ممکن فراهم سازد، طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

الف-بخش آزمایشگاهی

بذرهای گیاه *Smyrniopsis aucheri* از ارتفاعات شهرستان کوهرنگ (در موقعیت" ۲۹،'۵۶°۴۹ درجه تا "۳۷،'۲۶،°۵۰ طول شرقی و "۵۴،'۵۹،°۳۱ درجه تا "۵،'۴۹،°۳۲ عرض شمالی) واقع در استان چهارمحال و بختیاری جمع‌آوری گردید. در تمام آزمایش‌ها ابتدا بذرها با اتانول ۷۰ درصد به مدت ۱۰ ثانیه و هیپوکلریت سدیم دو درصد به مدت ۱۰ دقیقه به‌طور سطحی ضدعفونی شدند و پس از آبکشی با آب مقطر استریل در ظروف پتری ۱۰۰ میلی‌متری به روش TP (کشت روی کاغذ) روی دولایه کاغذ صافی واتمن شماره ۱ استریل به‌عنوان بستر کشت شدند. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار و هر تکرار با ۲۵ عدد بذر صورت پذیرفت. فاکتورهای موردبررسی شامل: مدت‌زمان پیش‌سرمادهی مرطوب (در دمای ۳ درجه سانتی‌گراد در یخچال) در ۷ سطح (۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ روز)، سطوح سرمادهی (بدون سرمادهی و با اعمال سرما) و سطوح دمایی آزمون جوانه‌زنی در ۴ سطح (۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد) بود.

نمونه‌ها پس از اعمال تیمارهای فوق به ژرمیناتور با سطوح دمایی ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد و تناوب نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی منتقل شدند. به یکسری پتری به‌عنوان شاهد فقط آب مقطر اضافه شد و مدت‌زمان‌های ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ روز بدون سرمادهی قرار گرفتند تا بتوان از آن‌ها به‌عنوان شاهد برای اثر سرما در مدت‌زمان‌های مختلف سرمادهی استفاده کرد. طی آزمون جوانه‌زنی، تعداد بذور جوانه‌زده به‌صورت روزانه شمارش گردید. بعد از ۲۸ روز که تقریباً جوانه‌زنی متوقف شد با استفاده از روابط ۱ تا ۳، درصد جوانه‌زنی (Ikic et al; 2012)، سرعت جوانه‌زنی (Verma et al; 2005)، شاخص بنیه طولی بذر (Kalsa & Abebie, 2012)، طول ریشه‌چه (میلی‌متر)، طول ساقه‌چه (میلی‌متر) و طول گیاهچه (میلی‌متر) اندازه‌گیری گردید.

رابطه ۱ تعداد کل بذور / (۱۰۰ × تعداد بذور جوانه‌زده تا روز I)∑= درصد نهایی جوانه‌زنی

رابطه ۲ I / (۱۰۰ × تعداد بذور جوانه‌زده تا روز I) ∑ = سرعت جوانه‌زنی

رابطه ۳ شاخص طولی بنیه بذر = درصد جوانه‌زنی استاندارد × (%) طول ریشه‌چه(cm)

ب-بخش گلخانه‌ای

پس از تجزیه‌وتحلیل نتایج بخش آزمایشگاهی، اثر تیمارهایی که اثرات مثبت آن‌ها بر شکست خواب محرز گردیده بود، در این بخش شاخص‌های مرتبط با استقرار و سبز شدن به‌صورت آزمایش گلدانی موردبررسی قرار گرفت. بدین منظور پس از آماده‌سازی و اعمال تیمارهای شکست خواب مطابق با بخش آزمایشگاهی، ۷ عدد بذر در گلدان‌های ۵ کیلوگرمی (قطر ۲۰ و ارتفاع ۱۸ سانتی‌متر) که با ترکیبی از پیت‌ماس و پرلیت به نسبت ۱:۲ پرشده بودند، کشت شدند. سپس به‌ترتیب با استفاده از روابط ۴ تا ۷ درصد سبز شدن (ISTA, 2003)، سرعت سبز شدن گیاهچه (ISTA, 2003)، میانگین مدت‌زمان سبزشدن (ISTA, 2003)، شاخص بنیه گیاهچه (Abdul-Baki and Aderson, 1973)، تعداد روز تا سبز شدن اولین گیاهچه و طول گیاهچه (میلی‌متر) اندازه‌گیری گردید.

رابطه ۴ تعداد بذرهای کشت‌شده / (۱۰۰ × تعداد گیاهچه‌های ظاهرشده تا روز I)∑= درصد سبز شدن

رابطه ۵ تعداد روزها / (۱۰۰ × تعداد بذور سبز شده در تعداد روز) ∑ = سرعت سبز شدن گیاهچه

رابطه ۶

تعداد کل گیاهچه‌های ظاهرشده ∑/(تعداد روز * تعداد کل گیاهچه‌های ظاهرشده)∑ = میانگین مدت‌زمان سبزشدن

رابطه ۷ شاخص بنیه گیاهچه

100/(میانگین طول گیاهچه به سانتی‌متر * درصد جوانه‌زنی) = شاخص بنیه گیاهچه

تجزیه‌وتحلیل آماری

درنهایت پس از تست فرض‌های نرمال بودن داده‌ها (آزمون کولموگروف اسمیرنف) و همگنی واریانس‌ها و مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد، با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد.

نتایج

- **نتایج آزمایشگاهی**
- **شاخص‌های جوانه‌زنی**

نتایج به‌دست‌آمده از جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثرات اصلی مدت‌زمان سرمادهی، دما، سطوح سرمادهی و اثرات متقابل آن‌ها معنی‌دار است (P<۰/۰۰۱).

جدول۱- نتایج تجزیه واریانس دما، مدت‌زمان سرمادهی، سطوح سرمادهی و اثر متقابل آن‌ها بر شاخص‌های جوانه‌زنی *Smyrniopsis aucheri*

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	بنیه بذر
تکرار	۳	۰/۳^{ns}	۰/۰۰۴۸^{ns}	۱۰/۸^{ns}
دما	۳	۲۶۷۸/۷**	۱۰/۴۲**	۱۲۵۷۳/۶**
سطوح سرمادهی	۱	۲۴۰۳۵/۲۸**	۱۲۷/۴**	۲۹۳۰۴۲/۹**
مدت‌زمان سرمادهی	۳	۹۵۲/۸۴**	۲۳/۳۷**	۲۴۱۴۵/۴**
دما× سطوح سرمادهی	۳	۲۶۷۸/۷**	۱۰/۴**	۱۲۵۷۳/۶**
دما×مدت‌زمان سرمادهی	۹	۶۰/۶۴**	۱/۳۵**	۲۹۴۲/۶**
سطوح سرمادهی×مدت-زمان سرمادهی	۳	۹۵۲/۸۴**	۲۳/۳**	۲۴۱۴۵/۶**
دما×مدت‌زمان سرمادهی×سطوح سرمادهی	۹	۶۰/۶۴**	۱/۳۵**	۲۹۴۲/۶**
خطا	۹۳	۰/۳۳	۰/۰۰۴	۹/۱
ضریب تغییرات (درصد)		۴/۴	۷	۶/۳

^{ns} و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

بررسی مقایسه میانگین دما در تعداد روز نشان داد که با افزایش مدت‌زمان سرمادهی، درصد، سرعت جوانه‌زنی و بنیه بذر نیز افزایش یافت (جدول ۲). هم‌چنین در دمای پایین درصد و سرعت جوانه‌زنی بیشتر بود به عبارتی با افزایش دما درصد و سرعت جوانه‌زنی کاهش یافت (جدول ۲). بررسی اثر متقابل دما در مدت‌زمان سرمادهی نشان داد که تیمار ۶۰ روز سرمادهی در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد منجر به بالاترین درصد و سرعت جوانه‌زنی در گیاه *Smyrniopsis aucheri* شد (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین دما و مدت‌زمان سرمادهی بر شاخص‌های جوانه‌زنی *Smyrniopsis aucheri*

دما (درجه سانتی‌گراد)	مدت‌زمان سرمادهی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر در روز)	شاخص بنیه بذر
۵ درجه	۳۰ روز	۱۶/۳^{e}	۰/۱۶^{hi}	۲۱/۶^{h}
	۴۰ روز	۲۳/۷^{c}	۱/۲^{d}	۴۶/۹^{f}
	۵۰ روز	۳۱/۲^{b}	۲/۳^{b}	۱۰۱/۵^{b}
	۶۰ روز	۳۲/۵^{a}	۲/۹^{a}	۱۲۱^{a}
۱۰ درجه	۳۰ روز	۵/۱^{j}	۰/۰۷^{ij}	۸/۸^{j}
	۴۰ روز	۱۵^{g}	۰/۶^{f}	۳۸/۹^{g}
	۵۰ روز	۲۰/۶^{d}	۱/۸^{c}	۸۳/۵^{c}
	۶۰ روز	۱۷^{e}	۲/۳^{b}	۵۳/۵^{e}
۱۵ درجه	۳۰ روز	۲^{kl}	۰/۰۱۸^{j}	۱۲/۵^{ij}
	۴۰ روز	۱۰/۵^{h}	۰/۱۸۵^{h}	۵۵/۶^{e}
	۵۰ روز	۱۵/۳^{f}	۰/۸۳^{e}	۵۳^{e}
	۶۰ روز	۱۲/۱۲^{g}	۱/۸^{c}	۷۰/۹^{d}
۲۰ درجه	۳۰ روز	۱/۶^{l}	۰/۰۰۸۷^{j}	۱۰/۳^{ij}
	۴۰ روز	۲/۵^{k}	۰/۰۱۴^{j}	۱۴/۴^{i}
	۵۰ روز	۵^{j}	۰/۴۸۵^{g}	۱۹/۲^{h}
	۶۰ روز	۸/۵^{i}	۰/۸۳^{e}	۵۳/۳^{e}

بررسی مقایسه میانگین سطوح سرمادهی در مدت‌زمان سرمادهی نشان داد که با افزایش مدت‌زمان سرمادهی مستقل از تیمار شاهد شاخص‌های جوانه‌زنی نیز افزایش می‌یابند (جدول ۳). هم‌چنین نتایج حاکی از این می‌باشد که سرما اثر معنی‌داری بر شکست خواب بذر *Smyrniopsis aucheri* دارد زیرا بذوری که اعمال سرما بر روی آن‌ها صورت نگرفت جوانه نزدند (جدول ۳).

جدول ۳- اثر متقابل سطوح سرمادهی و مدت‌زمان سرمادهی بر شاخص‌های جوانه‌زنی *Smyrniopsis aucheri*

مدت‌زمان سرمادهی	سطوح سرمادهی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر در روز)	بنیه بذر ۱
۳۰ روز	بدون سرمادهی	۰^{e}	۰^{e}	۰^{e}
	با سرمادهی	۱۲/۵^{d}	۰/۱۳^{d}	۲۶/۶^{d}
۴۰ روز	بدون سرمادهی	۰^{e}	۰	۰
	با سرمادهی	۲۵/۸^{c}	۱/۱^{c}	۷۷/۹^{c}
۵۰ روز	بدون سرمادهی	۰^{e}	۰	۰
	با سرمادهی	۳۵^{b}	۲/۷^{b}	۱۲۸/۷^{b}
۶۰ روز	بدون سرمادهی	۰^{e}	۰	۰
	با سرمادهی	۳۶/۱^{a}	۳/۹^{a}	۱۴۹/۴^{a}

بررسی مقایسه میانگین سطوح سرمادهی در مدت‌زمان سرمادهی نشان داد که با افزایش درجه حرارت مستقل از تیمار شاهد شاخص‌های جوانه‌زنی کاهش می‌یابند. به‌عبارتی درجه حرارت و سرما نقش بسیار مهمی در جوانه‌زنی بذرهای *Smyrniopsis aucheri* دارند و هرچه دما افزایش می‌یابد درصد و سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (جدول ۴).

جدول۴- اثر متقابل سطوح سرمادهی و دما بر شاخص‌های جوانه‌زنی *Smyrniopsis aucheri*

دما (درجه سانتی‌گراد)	مدت‌زمان سرمادهی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر در روز)	شاخص بنیه بذر
۵ درجه	بدون سرمادهی	۰^{e}	۰^{e}	۰^{e}
	با سرمادهی	۵۱/۹^{a}	۳/۳^{a}	۱۴۵/۶^{a}
۱۰ درجه	بدون سرمادهی	۰^{e}	۰^{e}	۰^{e}
	با سرمادهی	۲۸/۸^{b}	۲/۴^{b}	۹۲/۴^{b}
۱۵ درجه	بدون سرمادهی	۰^{e}	۰^{e}	۰^{e}
	با سرمادهی	۲۰^{c}	۱/۴^{c}	۹۶^{b}
۲۰ درجه	بدون سرمادهی	۰^{e}	۰^{e}	۰^{e}
	با سرمادهی	۸/۸^{d}	۰/۷۳^{d}	۴۸/۶^{c}

شاخص‌های رشد

نتایج به‌دست‌آمده از جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که اثرات اصلی مدت‌زمان سرمادهی، دما و سطوح سرمادهی و اثرات متقابل آن‌ها معنی‌دار است (P<۰/۰۰۱).

جدول۵- نتایج تجزیه واریانس دما، مدت‌زمان سرمادهی و سطوح سرمادهی و اثر متقابل آن‌ها بر شاخص‌های رشد *Smyrniopsis aucheri*

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		طول ریشه	طول ساقه	طول گیاهچه
تکرار	۳	۰/۰۰۹۳^{ns}	۰/۰۰۲۵^{ns}	۰/۱۷^{ns}
دما	۳	۱۹/۱۹**	۴۲/۵۸**	۱۱۳/۹**
سطوح سرمادهی	۱	۵۲۶/۵**	۹۲۰/۷۹**	۲۸۳۹/۸**
مدت‌زمان سرمادهی	۳	۱/۸۳**	۲۳/۸۵**	۳۶/۹۳**
دما× سطوح سرمادهی	۳	۱۹/۱۹**	۴۲/۵۸**	۱۱۳/۹۱**
دما×مدت‌زمان سرمادهی	۹	۲/۷۹**	۰/۷۵**	۴/۹**
سطوح سرمادهی×مدت‌زمان سرمادهی	۳	۱/۸۳**	۲۳/۸۵**	۳۶/۹**
دما×مدت‌زمان سرمادهی×سطوح سرمادهی	۹	۲/۷۷**	۰/۷۵**	۴/۹**
خطا	۹۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۵	۰/۰۰۸
ضریب تغییرات (درصد)		۲/۷	۲/۶	۱/۹

ns و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

بررسی اثر متقابل مدت‌زمان سرمادهی در دما نشان داد که در تمامی سطوح دمایی، دمای ۵ درجه سانتی‌گراد کمترین طول ریشه‌چه و دمای ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد بالاترین میزان شاخص‌های رشد (طول ریشه، طول ساقه و طول گیاهچه) را موجب شدند. به عبارتی با افزایش دما شاخص‌های رشد افزایش یافتند. (جدول ۶).

بررسی مقایسه میانگین سطوح سرمادهی در مدت‌زمان سرمادهی نشان داد که با افزایش مدت‌زمان سرمادهی (مستقل از تیمار شاهد که جوانه نزدند) شاخص‌های رشد نیز افزایش می‌یابند (جدول ۷). به عبارتی سرمادهی ۶۰ روزه سبب بالاترین طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه شد (جدول ۷).

جدول ۷- اثر متقابل سطوح سرمادهی و مدت‌زمان سرمادهی بر شاخص‌های رشد *Smyrniopsis aucheri*

مدت‌زمان سرمادهی	سطوح سرمادهی	طول ریشه (cm)	طول ساقه (cm)	طول گیاهچه (cm)
۳۰ روز	بدون سرمادهی	۰^{d}	۰^{d}	۰^{d}
	با سرمادهی	۳/۹^{b}	۴/۱^{c}	۸^{c}
۴۰ روز	بدون سرمادهی	۰^{d}	۰^{d}	۰^{d}
	با سرمادهی	۳/۹^{b}	۴/۱^{c}	۸/۱^{c}
۵۰ روز	بدون سرمادهی	۰^{d}	۰^{d}	۰^{d}
	با سرمادهی	۳/۶^{c}	۵/۲^{b}	۸/۸^{b}
۶۰ روز	بدون سرمادهی	۰^{d}	۰^{d}	۰^{d}
	با سرمادهی	۴/۷^{a}	۷/۸^{a}	۱۲/۵^{a}

بررسی مقایسه میانگین دما در مدت‌زمان سرمادهی نشان داد که با افزایش درجه حرارت (مستقل از تیمار شاهد که جوانه نزدند) شاخص‌های رشد افزایش می‌یابند. دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد بالاترین میزان طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه را موجب شد (جدول ۸).

جدول ۸- اثر متقابل دما و سطوح سرمادهی بر شاخص‌های رشد *Smyrniopsis aucheri*

دما	سطوح سرمادهی	طول ریشه (cm)	طول ساقه (cm)	طول گیاهچه (cm)
۵ درجه	بدون سرمادهی	۰^{e}	۰^{d}	۰^{e}
	با سرمادهی	۲/۵^{d}	۲/۲^{c}	۴/۸^{d}
۱۰ درجه	بدون سرمادهی	۰^{e}	۰^{d}	۰^{e}
	با سرمادهی	۲/۸^{c}	۴/۹^{b}	۷/۸^{c}
۱۵ درجه	بدون سرمادهی	۰^{e}	۰^{d}	۰^{e}
	با سرمادهی	۵/۲^{b}	۶/۸^{a}	۱۲^{b}
۲۰ درجه	بدون سرمادهی	۰^{e}	۰^{d}	۰^{e}
	با سرمادهی	۵/۵^{a}	۷/۳^{a}	۱۲/۹^{a}

شاخص‌های استقرار

نتایج به‌دست‌آمده از جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی سطوح سرمادهی و مدت‌زمان سرمادهی و اثر متقابل سطوح سرمادهی×مدت‌زمان سرمادهی معنی‌دار است (P<۰/۰۰۱).
با توجه به اثر متقابل مدت‌زمان سرمادهی و سطوح سرمادهی، آنچه مشخص است این است که با افزایش مدت‌زمان سرمادهی، درصد سبزشدن نیز افزایش یافت به‌طوری‌که در مدت‌زمان سی روز این مقدار صفر درصد بود، اما با افزایش مدت‌زمان سرمادهی تا ۶۰ روز به حداکثر مقدار خود رسید و صد در صد میزان سبزشدگی را شاهد هستیم (جدول ۹).

جدول ۹- اثر متقابل مدت‌زمان سرمادهی و سطوح سرمادهی بر شاخص‌های استقرار *Smyrniopsis aucheri*

مدت‌زمان سرمادهی	سطوح سرمادهی	درصد سبزشدن	سرعت جوانه-زنی	میانگین مدت‌زمان جوانه‌زنی	بنیه بذر	طول گیاهچه	تعداد روز تا سبز شدن
۳۰ روز	بدون سرمادهی	۰^{d}	۰^{d}	۰^{d}	۰^{d}	۰^{d}	۰^{d}
	با سرمادهی	۰^{d}	۰^{d}	۰^{d}	۰^{d}	۰^{d}	۰^{d}
۴۰ روز	بدون سرمادهی	۰^{d}	۰^{d}	۰^{d}	۰^{d}	۰^{d}	۰^{d}
	با سرمادهی	۱۹^{c}	۰/۰۷^{c}	۱۵/۵^{c}	۱۱۸/۶^{c}	۶/۲^{c}	۱۵/۶^{a}
۵۰ روز	بدون سرمادهی	۰^{d}	۰^{d}	۰^{d}	۰^{d}	۰^{d}	۰^{d}
	با سرمادهی	۴۱^{b}	۰/۵^{b}	۲۳^{b}	۳۱۰/۲^{b}	۷/۵^{b}	۳/۶^{b}
۶۰ روز	بدون سرمادهی	۰^{d}	۰^{d}	۰^{d}	۰^{d}	۰^{d}	۰^{d}
	با سرمادهی	۱۰۰^{a}	۲^{a}	۲۸^{a}	۸۰۰^{a}	۸^{a}	۲^{c}

بحث

با توجه به نتایج این پژوهش مشخص شد که سرمادهی و افزایش مدت‌زمان سرمادهی منجر به افزایش درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و بنیه بذر می‌گردد. با توجه به اینکه بذر گیاه *Smyrniopsis aucheri* ازجمله بذور سردسیری بوده و نیاز به تجربه سرمای زمستان دارد، ازاین‌رو سرمادهی اثر بسیار مطلوبی در شکست خواب بذر این گیاه داشته است. درصد و سرعت‌بالای جوانه‌زنی گیاه موردنظر در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد و مدت‌زمان سرمادهی ۶۰ روز نشان‌دهنده توان بالای این گیاه در تحمل به سرما است. ویلرز (Villers, 1978) بیان کرده است که رابطه مستقیمی بین طول دوره سرمای موردنیاز برای شکست خواب بذر و اقلیم وجود دارد و با افزایش مدت‌زمان سرمادهی جوانه‌زنی افزایش می‌یابد. مدت‌زمان سرمادهی لازم برای افزایش قوه نامیه در بذرهای گیاهان مختلف بستگی به تأثیر ویژگی‌های ژنتیکی بذر، شرایط محیطی و اقلیمی نمو بذر و نیز شرایط سرمادهی دارد (Villers, 1978). صالحی و همکاران (۱۳۹۴)، با بررسی روش‌های مؤثر در شکست خواب گیاه دارویی بیلهر (*Dorema aucheri*) به این نتیجه رسیدند که افزایش طول دوره سرمادهی سبب افزایش درصد جوانه‌زنی در این گیاه می‌شود. نوربخش سامانی و محمدخانی (۱۳۹۳)، دریافتند که در گیاه رازیانه (L

vulgare Foeniculum) پیش سرمادهی مرطوب به مدت‌زمان ۷۲ ساعت مؤثرترین تیمار جهت شکست خواب این‌گونه می‌باشد. شریفی و پوراسماعیل (Sharifi & Pooresmaeil, 2006) دریافتند که در زیره سیاه ایرانی سرمادهی در ۴ درجه سانتی‌گراد به‌خوبی موجب شکست خواب و افزایش جوانه‌زنی بذرهای این گیاه شده و افزایش طول دوره سرمادهی باعث افزایش درصد جوانه‌زنی آن شده است. مدرس هاشمی (۱۳۷۳) در مطالعه‌ای بر روی نحوه شکستن خواب فیزیولوژیکی جنین گیاه جاشیر قرار دادن بذرها را به مدت ۵۶ تا ۷۰ روز در داخل لایه‌ای از شن مرطوب با رطوبت ۷۰ درصد و درجه حرارت ۳ تا ۵ درجه سانتی‌گراد در داخل یخچال یا انکوباتور توصیه نمود. والک و هدایتی (Walk & Hedayati, 2004) با آزمایش‌های مختلف شکست خواب بر بذرهای *Osmorhiza depauperata* دریافتند، خواب بذر در آن‌ها تنها با سی‌ودو هفته سرمادهی برطرف می‌شود.

در نتایج مربوط به شاخص‌های رشد، مشاهده شد که افزایش درجه حرارت همراه با افزایش مدت‌زمان سرمادهی سبب افزایش میزان شاخص‌های رشد می‌شود که این می‌تواند به دلیل سنتز جیبرلین در گیاه باشد. بر طبق گزارش انجمن بین‌المللی آزمون بذر (ISTA) خواب بذر در بیشتر گونه‌های تیره چتریان از نوع خواب درونی فیزیولوژیکی است که با نسبت نامناسب هورمون‌های تحریک‌کننده و بازدارنده جوانه‌زنی بذر مرتبط است. این نوع خواب معمولاً به کمک سرما و کاربرد هورمون‌های خارجی ازجمله جیبرلین قابل‌کنترل است. این عامل سبب شده که بذور سریع‌تر جوانه‌زده و سریع‌تر دوره رویشی خود را تکمیل نمایند به طریقی دیگر می‌توان گفت که بخشی از افزایش شاخص‌های رشد مربوط به جوانه‌زنی زودهنگام در این تیمارها بوده از طرفی پس از جوانه‌زنی، قرارگیری جوانه‌ها در سطوح دمایی بالاتر فرصت رشد و نمو سریع‌تر را برای جوانه ایجاد کرده و جوانه توانسته سریع‌تر دوره رویشی خود را تکمیل نماید. با توجه به نتایج این پژوهش، درصد جوانه‌زنی بالای این گیاه در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد نشان‌دهنده توان بالای این گیاه در تحمل به سرما است. این گیاه در دمای پایین نیز می‌تواند به رشد و نمو خود ادامه دهد، اما زمان رسیدن به برگ‌دهی این گیاه در دمای پایین طولانی‌مدت است، اما هرچه دمای محیطی مناسب‌تر می‌شود سرعت رشد و نمو گیاه هم بالاتر می‌رود و گیاه سریع‌تر می‌تواند دوره رویشی خود را تکمیل کند. قاسمی آریان و همکاران (۱۳۹۳) با بررسی اثر درجه حرارت بر روی خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاه کندل (*Dorema ammoniacum*) دریافتند که بذور این گیاه برای جوانه‌زنی به دمای پایین نیاز دارند و میزان طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه در گیاهانی که در دمای پایین زودتر جوانه زدند بیشتر می‌باشد و از طرفی هرچه دمای محیطی مناسب‌تر شود گیاه دوره رویشی خود را سریع‌تر تکمیل می‌نماید.

در نتایج آزمایش‌های گلخانه‌ای در تمامی شاخص‌های سبزشدن، تیمار سرمادهی با مدت‌زمان ۶۰ روز مؤثرترین تیمار محسوب گردید. براساس گزارش ایورز (Evers, 1991)، جوانه‌زنی سریع احتمال خروج به موقع ریشه‌چه از بذر و استفاده از رطوبت خاک و هم‌چنین استقرار بهتر گیاهچه را افزایش می‌دهد.

بذر گیاهان خانواده چتریان اشکال مختلفی از خواب فیزیولوژیکی را از خود نشان می‌دهند و سرما می‌تواند تا حدود زیادی در رفع این نوع خواب‌ها اثر کند (عموآقایی، ۲۰۰۷). برای شکست خواب بذر از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود که بستگی به شرایط رویشگاهی گونه گیاه و نوع خواب دارد. آنچه مشخص است، این است که سرما عامل سنتز محرک جیبرلین درون‌زا را فعال می‌کند (رجبیان و همکاران، ۱۳۸۶) و با توجه به اینکه گیاه موردنظر در مناطق معتدله و سرد می‌روید و زمستان سردی را در استان چهارمحال و بختیاری سپری می‌کند؛ می‌توان فرض نمود که خواب فیزیولوژیک بذرهای *Smyrniopsis aucheri* که با سرمادهی شکسته می‌شوند به‌عنوان یک سازگاری اکولوژیک در بذرهای این گیاه شکل‌گرفته است.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج این آزمایش، می‌توان گفت که تیمار سرمادهی به مدت‌زمان ۶۰ روز همراه با درجه حرارت ۵ درجه سانتی‌گراد به‌عنوان بهترین تیمار برای شکست خواب بذرهای این گیاه می‌باشد، این تیمار به‌طور معنی‌داری در مقایسه با نمونه‌های شاهد، درصد جوانه‌زنی (۵۱/۹٪)، سرعت جوانه‌زنی و بنیه بذر را افزایش داد. درنهایت با توجه به نتایج به‌منظور بهبود افزایش شاخص‌های رشد، سرمادهی ۶۰ روز با درجه حرارت ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد توصیه می‌گردد. درنهایت با توجه به نتایج، به‌منظور بهبود استقرار گیاه *Smyrniopsis aucheri*، کاربرد سرمادهی به مدت‌زمان ۶۰ روز که سبب افزایش تمامی شاخص‌های استقرار نسبت به تیمار شاهد شد، توصیه می‌گردد.

منابع

رجبیان، ط.، صبورا، ع.، هستی، ب.، فلاح حسینی، ح. ۱۳۸۶. اثر جیبرلیک اسید و سرمادهی بر جوانه‌زنی بذر آنغوزه (*Ferula Assa-foetida*)، فصلنامه علمی – پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۲۳: ۳۹۱-۴۰۴.

شریفی، ح.، خواجه حسینی، م.، راشد محصل، م.ح. ۱۳۹۳. بررسی خواب بذر در هفت گونه گیاه دارویی از خانواده چتریان (Apiaceae). مجله پژوهش‌های بذر ایران ۲: ۳۵-۲۵.

صالحی، ا.، معصومی اصل، ا.، مرادی، ع. ۱۳۹۴. بررسی روش‌های مؤثر در شکست خواب گیاه دارویی بیلهر (*Dorema aucheri*)، مجله پژوهش‌های بذر ایران، ۲(۱): ۷۲-۶۵.

صفاییان، ر.، آذرنیوند، ح. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر برخی تیمارها بر شکست خواب و بهبود جوانه‌زنی بذر گیاه جاشیر (*Prangus ferulaceae*). فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران ۱۷ (۲): ۳۳۱-۳۳۹.

عموآقایی، ر. ۱۳۸۶. تأثیر جیبرلین و سرمای مرطوب بر شکست خواب بذر کما (*Ferula ovinia Boiss*). مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۱۱: ۴۷۱_۴۸۱.

قاسمی آریان، ع.، قربانی، ر.، ناصری پور یزدی، م.ت.، مصداقی، م. ۱۳۹۳. اثر درجه حرارت بر شاخص‌های جوانه‌زنی گیاه کندل (*Dorema ammoniacum*)، مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران) ۲۹ (۳): ۶۹۳-۶۸۶.

قهرمان، ا. ۱۳۷۸. فلور ایران، انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع. ۶: ۲۴۶۵.

مدرس هاشمی، م. ۱۳۷۳. رفع مانع فیزیولوژیکی جوانه‌زنی در بذر جاشیر *Prangus ferulaceae*، مجموعه مقالات اولین سمینار مرتع و مرتع‌داری در ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان، خرداد ماه:۱۰.

نوربخش سامانی، م.، محمدخانی، ع. ۱۳۹۳. تحریک جوانه‌زنی و شکست خواب بذر گیاه دارویی رازیانه تحت اعمال پیش‌سرمادهی مرطوب و نیتراتت پتاسیم، دومین همایش ملی گیاهان دارویی و کشاورزی پایدار.

Esmaeili, A., Amiri, H., Rustaeiyan, A., Masoudi, S., Tabatabe-Anaraki, M. 2009. The essential oils of two umbeliferae *Zosimia absinthifolia* (vent.) link. and *Smyrniopsis aucheri* Boiss. Growing wild in Iran. Journal of Essential Oil Bearlin Plants. 13(1) 73-79.

Evers G.W. 1991. Germination response of subterranean, berseem and rose clovers to alternating temperatures. Agronomy Journal 83: 1000-1004.

Finch-Savage, W.E., Clay, H.A. 1997. The influence of embry restraint during dormancy loss and germination of Fraxinus exceisior seeds. Kluwer Academic Publishers 245-253.

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

Ikic, I., Maric evic, M., Tomasovic, S., Gunjaca, J., Atovic, Z.S., Arcevic, H.S. 2012. The effect of germination temperature on seed dormancy in Croatian-grown winter wheats. Euphytica 188:25-34.

International Seed Testing Association (ISTA). 2003. International rules for seed testing. Seed Science and Technology 13:300-520.

Kalsa, K.K., Abebie, B. 2012. Influence of seed priming on seed germination and vigor traits of Vicia villosa ssp. dasycarpa (Ten.). African Journal of Agricultural Research 7(21):3202-3208.

Razavi, S.M., Hajiboland, R. 2009. Dormancy breaking and germonation of Prangos ferulaceae seeds. Eurasaian Journal of Bioscience 3:78-83.

Sharifi, M., Pouresmael, M. 2006. Breaking in seed dormancy in Bunium Persicum by stratification and chemical substances. Asian Jurnal Of Plant Scince 5:695-699.

Stokes, P. 1953. The simulation of growth by low temptature in embryos of *Heracleum sphondyllum*. Journal of experimental botany 4: 222-234.

Verma, S.K., Bjpai, G.C., Tewari, S.K., Singh, J. 2005. Seedling index and yeild as influenced by seed size in pigeon pea. Legum Research 28 (2). 143-145.

Villiers, T.A. 1978. Dormancy and survival of plants. Edward arnold publishers. Limited. London 971.

Walk, J.L., Hidayati, S.N. 2004. Germination and ecophysiology of the western north american species osmorhiza depauperata (Apiaceae) implication of predaption and phylogenetic niche concervatism in seed dornancy evolution. Seed scince research 14:387-894.