اثر پیش‌سرما و اسید جیبرلیک بر شکست خواب و شاخص‌های رشد و استقرار گیاه آوندول (*Smyrnium cordifolium* BOISS)

مریم غلامی[۱]، عبدالرزاق دانش شهرکی*[۲]، اسماعیل اسدی[۳]، پژمان طهماسبی[۴] و حمزه‌علی شیرمردی[۵]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۱۴ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۷/۰۴/۳۰

چکیده

آوندول گیاهی مرتعی-دارویی از خانواده چتریان است 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 است. به منظور بررسی اثر زمان و مقدار مصرف اسیدجیبرلیک، طول دوره سرمادهی و سطوح دمایی بر شکست خواب و استقرار گیاهچه‌های آوندول، این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی طراحی و اجرا شد. فاکتورها شامل مدت زمان پیش‌سرمادهی در ۷ سطح (۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ روز)، غلظت اسیدجیبرلیک در سه سطح (۰، ۵۰۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، زمان کاربرد اسیدجیبرلیک (قبل، حین و بعد از سرمادهی) و سطوح دمایی (۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد) بود. با توجه به نتایج، کاربرد اسیدجیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، قبل از سرمادهی با دمای ۵ درجه سانتی‌گراد و مدت زمان ۶۰ روز، بهترین تیمار برای شکست خواب بذرهای این گیاه می‌باشد، این تیمار به‌طور معنی‌داری در مقایسه با نمونه‌های شاهد، درصد جوانه‌زنی (۴۷/۹ درصد)، سرعت جوانه‌زنی و بنیه بذر را افزایش داد. در ارتباط با شاخص‌های رشد، نتایج نشان داد که کاربرد اسیدجیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، قبل از سرمادهی با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به عنوان موثرترین تیمار جهت افزایش شاخص‌های رشد گیاهچه می‌باشد. در مجموع با توجه به نتایج، به منظور بهبود استقرار گیاه آوندول، کاربرد اسیدجیبرلیک با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر قبل از سرمادهی به مدت زمان ۶۰ روز که سبب افزایش تمامی شاخص‌های استقرار نسبت به تیمار شاهد شد، توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: آوندول، پیش سرما، تیمار بذر، جوانه‌زنی، گیاهان مرتعی.

[۱]- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مرتعداری، گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

[۲]- استادیار گروه مهندسی زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

* نویسنده مسئول: ar_danesh2000@yahoo.com

[۳]- دانشیار گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

[۴]- دانشیار گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

[۵] - 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، ایران.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.4.4.1]

مقدمه

جنس Smyrnium در ایران فقط دارای یک گونه به نام علمی *Smyrnium cordifolium* BOISS است که آوندول نامیده می‌شود. آوندول گیاهی است چندساله از خانواده چتریان که در مراتع ارتفاعات زاگرس، در غرب و جنوب غربی ایران می‌روید. این گیاه دارای کاربردهای متعدد دارویی و غذایی می‌باشد. از خصوصیات این گیاه می‌توان در طب سنتی به اثرات مدر، مقوی و دافع سنگ کلیه اشاره نمود. ریشه این گیاه را نیز به صورت پخته به عنوان یک غذای مقوی مصرف می‌کنند، همچنین از بخش‌های جوان آن استفاده‌های غذایی به عمل می‌آید. این گیاه دارای اثرات ضد باکتریایی و آنتی‌اکسیدانی می‌باشد، عصاره این گیاه به طور معنی‌داری از رشد باکتری‌های گرم مثبت جلوگیری می‌نماید و از سویی دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی بوده و از اکسیداسیون چربی‌ها نیز جلوگیری به عمل می‌آورد (۱۴). دیگر ترکیبات این این گیاه آلفاسدرن، بتالمن، گامالمن، آرمادندرن، کرسول استات و تروپولن می‌باشد همچنین مطالعات صورت گرفته بر روی این گیاه منجر به شناسایی و تعیین ساختار فورانوسزکوئی‌ترپن جدید در میوه و چند سزکوئی ترپن لاکتون جدید در این گیاه گردیده است (۲۴).

خواب بذر معرف حالتی است که دانه‌های یک گیاه حتی اگر در شرایط مناسب محیطی (دما، رطوبت و...) قرار گیرند قادر به جوانه‌زنی نباشند (۴). یکی از مشکلات دست اندرکاران مسائل بذری در حوزه منابع طبیعی، عدم جوانه‌زنی در برخی از گونه‌های جنگلی و مرتعی به سبب رکود و خواب بذر آنها است. اگرچه این پدیده فیزیولوژیکی برای بذرها مزیتی اکولوژیکی محسوب می‌شود که بذر را تا آماده شدن شرایط لازم جهت جوانه‌زنی و استقرار، در مقابل شرایط سخت محیطی حفظ می‌نماید، ولی همین مزیت مشکلاتی را با خود به همراه دارد. براساس گزارش انجمن بین‌المللی آزمون بذر، 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 به طور عمده‌ای برطرف می‌شود (۱۰). طبق نظریه‌ای که مورد قبول بسیاری از متخصصان بذر است، سرما باعث کاهش محتوای آبسیزیک‌اسید یا افزایش محتوای اسیدجیبرلیک شده و یا هردو تغییر به طور هم‌زمان انجام می‌گیرد و یا تعادلی از دو هورمون، خواب بذر را پایان می‌دهد.

عموآقایی (۲۰۰۸)، با اعمال هورمون اسیدجیبرلیک بر بذرهای کما حین سرمادهی، قبل و بعد از آن، اعلام نمود سرمادهی نقش مهمی بر شکست خواب بذرهای کما دارد. افزودن اسیدجیبرلیک بعد از سرمادهی تأثیر معنی‌داری بر افزایش درصد جوانه‌زنی نداشت ولی اعمال هورمون حین سرمادهی موجب افزایش درصد جوانه‌زنی شد. کشتکار و همکاران (۲۰۱۰)، اثرات برخی تیمارها به منظور شکست خواب بذور دو گونه مرتعی باریچه و آنغوزه را بررسی کردند و دریافتند که پیش‌سرمادهی به مدت ۶۰ روز بهترین تیمار برای شکست خواب بذور گیاه باریجه و تیمار شستشو و سرمادهی بهترین روش برای شکست خواب بذر گونه آنغوزه می‌باشد. فرهودی و مکی‌زاده تفتی (۲۰۱۵)، تأثیر تیمارهای مختلف شکست خواب را در گونه گیاهی کرفس کوهی (*Kelusia odoratissma*)، مورد مطالعه قرار دادند. نتایج حاکی از آن بود که کاربرد تیمارهای ۸ و ۱۰ هفته سرمادهی توام با محلول ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدجیبرلیک بالاترین درصد جوانه‌زنی را بذرهای این گیاه موجب شد همچنین این تیمار در مدت زمان ۴۰ روز سبب بیشترین طول ساقه‌چه و ریشه‌چه کرفس شد.

با توجه به اینکه جوانه‌زنی گیاه آوندول به طور طبیعی مشکل و بسیار ناچیز است و تاکنون بر روی جوانه‌زنی این گونه مرتعی تحقیقاتی صورت نگرفته است، به منظور حفاظت از این گونه مرتعی با ارزش، این پژوهش با هدف 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. با این تفاسیر به نظر می‌رسد به منظور کشت موفق‌تر این گیاه، تیمارهای سرمادهی و سرمادهی تلفیق شده با تیمارهای هورمونی بتواند جوانه‌زنی را بهبود بخشد. از طرفی دیگر به منظور بهبود استقرار، این گونه با همان تیمارهای شکست خواب که شامل تیمارهای سرمادهی و سرمادهی تلفیق شده با تیمارهای هورمونی می‌باشند، استقرار داده می‌شوند تا موجب استقرار بهتر این

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.4.4.1]

گیاهان در شرایط طبیعی شود. با شناخت شرایطی که بقای این گونه ها را تضمین می نماید می توان در احیای مرتع و حفظ ذخایر ژنتیکی اقدام نمود.

مواد و روش‌ها

الف-بخش آزمایشگاهی

بذرهای گیاه آوندول از ارتفاعات شهرستان اردل 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 به طور سطحی ضدعفونی شدند (۲۰) و پس از آبکشی با آب مقطر استریل در ظروف پتری ۱۰۰ میلی‌متری به روش TP[1] (کشت روی کاغذ) روی دولایه کاغذ صافی واتمن شماره ۱ استریل به عنوان بستر کشت شدند. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۴ تکرار و هر تکرار با ۲۵ عدد بذر صورت پذیرفت. فاکتورهای مورد بررسی شامل: مدت زمان پیش‌سرمادهی مرطوب در ۷ سطح (۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ روز)، غلظت اسید جیبرلیک در سه سطح (۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، زمان کاربرد اسید جیبرلیک در سه سطح (قبل، حین و بعد از سرمادهی) و سطوح دمایی آزمون جوانه‌زنی در ۴ سطح (۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد) بود.

به منظور اعمال تیمارهای اسید جیبرلیک قبل از سرمادهی بذرها به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق درون پتری‌های آغشته به محلول اسید جیبرلیک قرار داده شدند و سپس روز بعد در حالی که محلول اسید جیبرلیک با محلول آب مقطر جایگزین شدند، به یخچال منتقل گردیدند تا مدت زمان معین سرمادهی را سپری کنند. برای دسته دوم تیمارهای پیش‌سرمادهی مرطوب در دمای یخچال به مدت زمان ۱۰ تا ۶۰ روز طبق طرح آماری اعمال شد. برای اعمال تیمارهای اسید جیبرلیک حین سرمادهی پس از سپری شدن نصف دوره اعمال سرمادهی، بذور به مدت ۲۴ ساعت بر روی کاغذهای جوانه‌زنی آغشته به محلول اسید جیبرلیک قرار گرفتند و پس از اعمال اسید جیبرلیک کاغذهای جوانه‌زنی تعویض و مجددا به شرایط سرمادهی منتقل شدند. برای دسته سوم بذرها پس از اعمال تیمار پیش‌سرمادهی مرطوب به مدت زمان ۲۴ ساعت حاوی کاغذهای آغشته به محلول اسید جیبرلیک انتقال یافتند. برای همه تیمارها متناسب با تیمار مورد نظر، مقدار آب مقطر و محلول اسید جیبرلیک مورد استفاده ۱۰ میلی‌لیتر 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. طی آزمون جوانه‌زنی، تعداد بذور جوانه‌زده به صورت روزانه شمارش گردید. بعد از ۲۸ روز که تقریبا جوانه‌زنی متوقف شد با استفاده از روابط الف تا ج، درصد جوانه‌زنی (۹)، سرعت جوانه‌زنی (۲۵)، شاخص بنیه بذر۱ (۱۲) ، طول ریشه‌چه (میلی‌متر)، طول ساقه‌چه (میلی‌متر)، طول گیاهچه (میلی‌متر) و وزن گیاهچه (برحسب گرم با دقت ۰/۰۰۰۱) اندازه‌گیری گردید.

رابطه (الف)

GP^{2}= تعداد بذور جوانه زده / تعداد کل بذور × ۱۰۰

GP: درصد نهایی جوانه‌زنی

رابطه (ب)

GR^{3} = (تعداد بذور جوانه زده / I) × ۱۰۰

I: شماره روزهای مورد نظر پس از شروع آزمایش

رابطه (ج)

VI^{4} = درصد جوانه‌زنی استاندارد (%) × طول ریشه‌چه (cm)

VI: شاخص بنیه بذر

ب-بخش گلدانی

پس از تجزیه و تحلیل نتایج بخش آزمایشگاهی، اثر تیمارهایی که اثرات مثبت آنها بر شکست خواب محرز گردیده بود (تیمار سرمادهی به مدت زمان ۶۰ روز، تیمار اعمال جیبرلیک‌اسید با غلظت‌های ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر قبل، حین و بعد از سرمادهی به مدت زمان ۶۰ روز) در این بخش شاخص‌های مرتبط با استقرار و سبز شدن به

[1]-Top paper
[2] - Germination percentage
[3]- Germination rate
[4]- Vigor index

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-23]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.4.4.1]

صورت آزمایش گلدانی مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور پس از آماده‌سازی و اعمال تیمارهای شکست خواب مطابق با بخش آزمایشگاهی، ۷ عدد بذر در گلدان‌های ۵ کیلوگرمی که با ترکیبی از پیت‌ماس و پرلیت به نسبت ۱:۲ پر شده بودند، کشت شدند. سپس به ترتیب با استفاده از روابط د تا ی درصد سبز شدن (۱۰)، سرعت سبزشدن گیاهچه (۱۰)، میانگین مدت‌زمان سبزشدن (۱۰)، شاخص بنیه گیاهچه (۱) و در نهایت تعداد روز تا سبز شدن اولین گیاهچه گردید.

رابطه (د)

FEP^{1} = (تعداد گیاهچه‌های ظاهر شده / تعداد بذرهای کشت شده × ۱۰۰)

رابطه (ط)

$ER^{2} = \sum$ (تعداد بذور سبز شده در d روز × ۱۰۰) / d

d: تعداد روزها

رابطه (ه)

$MGT^{3} = \sum (nd)/\sum n$

n:تعداد گیاهچه‌های ظاهر شده در d روز d: تعداد روز $\sum n$: تعداد کل گیاهچه‌های ظاهرشده

رابطه (ی)

$SVI^{4} = (GP*SL)/100$

GP درصد جوانه‌زنی و SL میانگین طول گیاهچه به سانتی‌متر

در نهایت پس از تست فرض‌های نرمال بودن داده‌ها و همگنی واریانس‌ها، تجزیه و تحلیل داده های حاصل از آزمایش و مقایسه میانگین ها در سطح احتمال ۵ درصد، با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد.

نتایج

با توجه به اینکه تنها تیمارهای سرمادهی ۶۰ روزه و تیمارهای اسیدجیبرلیک توام با سرمادهی (قبل، حین و بعد از سرمادهی) به مدت زمان ۶۰ روز منجر به شکست خواب بذور این گیاه شدند، از ذکر نتایج تیمارهای ناموفق صرف‌نظر می‌گردد.

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

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی غلظت اسیدجیبرلیک، زمان کاربرد اسیدجیبرلیک، دما و اثرات متقابل اسیدجیبرلیک×زمان کاربرد اسیدجیبرلیک، اسیدجیبرلیک×دما و دما×زمان کاربرد اسیدجیبرلیک و اسیدجیبرلیک× زمان کاربرد و اسیدجیبرلیک×دما بر شاخص‌های جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود.

بررسی اثر متقابل دما و غلظت اسیدجیبرلیک نشان داد که در تمامی دماها کاربرد غلظت‌های ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدجیبرلیک باعث شد تا درصد جوانه‌زنی به طور معنی‌داری بیشتر از تیمار شاهد باشد. همچنین در تمامی دماها، غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر موثرتر از تیمارهای صفر و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر عمل نمود و تنها در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد میان غلظت‌های ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. به طور کلی می‌توان بیان کرد که دمای ۵ درجه سانتی‌گراد همراه با اسید جیبرلیک۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر به طور معنی‌داری باعث افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۱).

جدول ۱ : مقایسه میانگین اثر دما و غلظت اسیدجیبرلیک بر شاخص‌های جوانه‌زنی آوندول

[1]- Final seedling field emergence percentage
[2]- Seedling field emergence rate
[3]- Mean time germination
[4]- Seedling vigor index

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-23]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.4.4.1]

دما (c°)	اسید جیبرلیک (میلی‌گرم در لیتر)	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز)	بنیه بذر ۱
	۰	۱۰/۵^{de}	۱/۳^{f}	۱۷/۴^{f}
۵ درجه	۵۰۰	۳۳/۷^{a}	۴/۷^{a}	۱۵۴^{a}
	۱۰۰۰	۲۶/۵^{b}	۳/۹^{b}	۱۱۸/۵^{b}
	۰	۷/۵^{fg}	۱/۱^{f}	۲۱/۸^{f}
۱۰ درجه	۵۰۰	۲۴/۵^{b}	۴/۳^{ab}	۱۰۸/۷^{b}
	۱۰۰۰	۱۷/۵^{c}	۳/۴^{c}	۶۷/۲۱^{d}
	۰	۶^{g}	۱/۵^{f}	۲۴/۶^{f}
۱۵ درجه	۵۰۰	۱۸/۵^{c}	۴^{b}	۹۰/۱^{c}
	۱۰۰۰	۱۲^{d}	۲/۹^{d}	۶۰/۶^{de}
	۰	۵/۳^{g}	۱/۵^{f}	۲۵/۳^{f}
۲۰ درجه	۵۰۰	۹/۱^{ef}	۲/۵^{de}	۴۶/۸^{e}
	۱۰۰۰	۱۰/۲۵^{de}	۲/۱^{e}	۵۷/۷^{de}

در هر ستون میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند بر اساس آزمون از لحاظ آماری اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد ندارند.

بررسی اثر متقابل زمان تیمار هورمونی و غلظت آن به خوبی نشان داد که در تمامی سطوح مورد بررسی غلظت‌های ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدجیبرلیک سبب شد تا درصد جوانه‌زنی به طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد افزایش یابد. در تمامی غلظت‌ها تیمار قبل از سرمادهی مؤثرتر از تیمار حین و بعد از سرمادهی عمل نمود. به طوریکه اختلاف این سه تیمار در غلظت‌های صفر، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر معنی‌دار شد. در هر سه غلظت بیشترین درصد جوانه‌زنی با تیمار اسیدجیبرلیک قبل از سرمادهی و کمترین آن در بدون سرمادهی بدست آمد. این امر بدان معنی است که افزایش غلظت اسیدجیبرلیک از ۵۰۰ به ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نتوانسته تأثیر زمان نامناسب استعمال اسیدجیبرلیک را جبران کند. به طور کلی با بررسی اثر متقابل زمان تیمار هورمونی و غلظت آن بر درصد جوانه‌زنی، مشخص شد که تیمار هورمونی قبل از سرمادهی ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر با میانگین ۴۴/۴ درصد، به طور معنی داری سبب افزایش درصد جوانه-زنی نسبت به تیمارهای شاهد با درصد جوانه زنی صفر درصد شد (جدول ۲).

جدول ۲: مقایسه میانگین اثر زمان کاربرد اسیدجیبرلیک و غلظت آن بر شاخص‌های جوانه‌زنی آوندول

زمان کاربرد اسیدجیبرلیک	غلظت اسیدجیبرلیک (میلی‌گرم در لیتر)	درصد جوانه زنی (٪)	سرعت جوانه زنی (بذر در روز)	بنیه بذر ۱
بدون سرمادهی	۰	۰^{f}	۰^{e}	۰^{f}
قبل از سرمادهی		۱۰^{e}	۲^{d}	۲۹/۷^{e}
حین سرمادهی		۱۰^{e}	۱/۸^{d}	۲۹/۶^{e}
بعد از سرمادهی		۱۰^{e}	۱/۶^{d}	۲۹/۶^{e}
بدون سرمادهی	۵۰۰	۰^{f}	۰^{e}	۰^{f}
قبل از سرمادهی		۴۴/۴^{a}	۸^{a}	۲۵۴/۱^{a}
حین سرمادهی		۲۳/۴^{c}	۲/۴^{b}	۸۴/۶۸^{c}
بعد از سرمادهی		۱۸^{d}	۳^{c}	۶۰/۸۹^{d}
بدون سرمادهی	۱۰۰۰	۰^{f}	۰^{e}	۰^{f}
قبل از سرمادهی		۳۶/۵^{b}	۸/۷^{a}	۱۸۷/۵^{b}
حین سرمادهی		۱۹/۵^{d}	۴/۳^{c}	۸۳/۴۳^{c}
بعد از سرمادهی		۱۰/۲۵^{e}	۱/۷^{d}	۳۳/۱۸^{e}

در هر ستون میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند بر اساس آزمون از لحاظ آماری اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد ندارند.

بررسی اثر متقابل زمان کاربرد اسیدجیبرلیک و دما بر درصد جوانه‌زنی، نشان می دهد که در تمام سطوح دمایی تیمار قبل از سرمادهی مؤثرتر از تیمار حین و بعد از سرمادهی بود. به طوریکه اختلاف این تیمار با سه تیمار دیگر شاهد، حین و بعد از سرمادهی در هر چهار دما معنی-دار شد. هم‌چنین در همه سطوح سرمادهی، دمای ۵ درجه

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-23]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.4.4.1]

سانتی‌گراد به طور معنی‌داری سبب افزایش درصد جوانه‌زنی شد (جدول ۳).

جدول۳- مقایسه میانگین زمان کاربرد اسیدجیبرلیک و دما بر شاخص های جوانه‌زنی آوندول

زمان کاربرد اسیدجیبرلیک	دما (C^{o})	درصد جوانه‌زنی (٪)	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز)	بنیه بذر ۱
بدون سرمادهی	۵ درجه	۰^{g}	۰^{j}	۰^{f}
	۱۰ درجه	۰^{g}	۰^{j}	۰^{f}
	۱۵ درجه	۰^{g}	۰^{j}	۰^{f}
	۲۰ درجه	۰^{g}	۰^{j}	۰^{f}
قبل از سرمادهی	۵ درجه	۴۷/۹^{a}	۷/۳^{a}	۲۶۱/۷^{a}
	۱۰ درجه	۳۴/۷^{b}	۶/۷^{b}	۱۵۲/۴^{b}
	۱۵ درجه	۲۶/۶^{c}	۶/۲^{c}	۱۴۳/۴^{b}
	۲۰ درجه	۱۲^{ef}	۳^{ef}	۷۰/۷^{c}
حین سرمادهی	۵ درجه	۲۸/۶^{c}	۳/۸^{d}	۸۰^{c}
	۱۰ درجه	۱۸^{d}	۳/۳^{e}	۶۶/۶^{cd}
	۱۵ درجه	۱۲^{ef}	۳^{ef}	۵۱/۶^{de}
	۲۰ درجه	۱۱/۸^{ef}	۲/۸^{fg}	۶۵/۲۲^{cd}
بعد از سرمادهی	۵ درجه	۱۷/۶^{d}	۲/۵^{gh}	۴۴/۴^{e}
	۱۰ درجه	۱۳/۳^{e}	۲/۵^{gh}	۴۴/۴^{e}
	۱۵ درجه	۱۰^{f}	۲^{h}	۳۸/۷^{e}
	۲۰ درجه	۱۰^{f}	۱/۵^{h}	۳۷/۳^{e}

در هر ستون میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند بر اساس آزمون از لحاظ آماری اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد ندارند.

شاخص‌های رشد گیاهچه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی غلظت اسیدجیبرلیک، زمان سرمادهی، دما و اثرات متقابل اسیدجیبرلیک×زمان سرمادهی، اسیدجیبرلیک×دما و دما×زمان سرمادهی بر شاخص‌های رشد معنی‌دار بود ($p<۰/۰۰۱$). بررسی اثر متقابل غلظت اسیدجیبرلیک×دما نشان داد که در تمام غلظت‌ها، دمای ۵ درجه سانتی‌گراد کمترین طول ریشه‌چه و دمای ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد بالاترین طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و طول گیاهچه را داشتند. هم‌چنین بررسی اثر متقابل غلظت اسیدجیبرلیک×دما نشان داد که کاربرد هورمون اسیدجیبرلیک موجب افزایش شاخص‌های رشد شد اما افزایش غلظت آن در شاخص‌های طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و طول گیاهچه تفاوت معنی-داری را ایجاد نکرد (جدول ۴). با توجه به نتایج، وزن خشک گیاهچه با افزایش غلظت اسیدحیبرلیک، مقدار آن نیز افزایش یافت و دمای ۲۰ درجه با غلظت اسیدجیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، سبب بیشترین مقدار وزن خشک گیاهچه شد (جدول ۴).

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.4.4.1]

جدول ۴- مقایسه میانگین دما و غلظت اسیدجیبرلیک بر شاخص‌های رشد گیاهچه آوندول

دما (c°)	اسیدجیبرلیک (میلی‌گرم در لیتر)	طول ریشه‌چه (cm)	طول ساقه‌چه (cm)	طول گیاهچه (cm)	وزن خشک گیاهچه (mg)
	۰	۱/۲^{e}	۱/۵^{f}	۲/۷^{f}	۰/۴^{i}
۵ درجه	۵۰۰	۳^{bc}	۴^{cd}	۶/۹^{d}	۲/۳^{g}
	۱۰۰۰	۲/۹^{c}	۴/۲^{c}	۷/۱^{d}	۲/۶^{f}
	۰	۲/۳^{d}	۲/۶^{e}	۴/۹^{e}	۰/۵^{hi}
۱۰ درجه	۵۰۰	۳/۱^{bc}	۶/۱^{b}	۹/۲^{c}	۲/۹^{e}
	۱۰۰۰	۲/۸^{c}	۶/۳^{b}	۹/۲^{c}	۳/۴^{d}
	۰	۳^{bc}	۳/۲^{de}	۶/۳^{d}	۰/۶^{h}
۱۵ درجه	۵۰۰	۳/۳^{bc}	۶/۲^{b}	۹/۵^{bc}	۳/۳^{d}
	۱۰۰۰	۳/۵^{ab}	۶/۸^{ab}	۱۰/۳^{ab}	۴/۱^{b}
	۰	۳/۱^{bc}	۳/۳^{de}	۶/۵^{d}	۰/۶۲^{h}
۲۰ درجه	۵۰۰	۳/۹^{a}	۶/۳^{ab}	۱۰/۲^{ab}	۳/۶^{c}
	۱۰۰۰	۴^{a}	۶/۹^{a}	۱۰/۹^{a}	۴/۳^{a}

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند بر اساس آزمون از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند

بررسی اثر متقابل زمان کاربرد اسیدجیبرلیک و غلظت اسیدجیبرلیک به خوبی نشان داد که غلظت صفر میلی‌گرم در لیتر اسیدجیبرلیک کمترین و غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدجیبرلیک بیشترین طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه را موجب شد که این تیمار با تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اختلاف معنی‌داری نداشت اما در رابطه با وزن خشک گیاهچه، غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدجیبرلیک بیشترین وزن خشک گیاهچه را موجب شد هم‌چنین در تمامی سطوح مدت زمان سرمادهی نیز تیمار هورمونی قبل از سرمادهی مؤثرتر از تیمارهای هورمونی حین و بعد از سرمادهی بود و سبب افزایش تمامی شاخص‌های رشد شد. تیمار هورمونی قبل از سرمادهی ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به طور معنی‌داری سبب افزایش این شاخص‌ها (طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و طول گیاهچه) نسبت به تیمار شاهد (صفر سانتی‌متر) شدند و همچنین می‌توان بیان نمود که تیمار هورمونی قبل از سرمادهی ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۶/۱ گرم) به طور معنی‌داری سبب افزایش وزن خشک گیاهچه نسبت به تیمار شاهد (صفر گرم) شد (جدول ۵).

جدول ۵: مقایسه میانگین زمان کاربرد اسیدجیبرلیک و غلظت آن بر شاخص‌های رشد گیاهچه آوندول

زمان کاربرد اسیدجیبرلیک	غلظت اسیدجیبرلیک (میلی‌گرم در لیتر)	طول ریشه‌چه (cm)	طول ساقه‌چه (cm)	طول گیاهچه (cm)	وزن خشک گیاهچه (mg)
بدون سرمادهی	۰	۰^{e}	۰^{f}	۰^{f}	۰^{h}
قبل از سرمادهی		۳/۲^{d}	۳/۵^{e}	۶/۷^{e}	۰/۷^{g}
حین سرمادهی		۳/۲^{d}	۳/۶^{e}	۶/۸^{e}	۰/۷۳^{g}
بعد از سرمادهی		۳/۲^{d}	۳/۶^{e}	۶/۸^{e}	۰/۷۳^{g}
بدون سرمادهی	۵۰۰	۰^{e}	۰^{f}	۰^{f}	۰^{h}
قبل از سرمادهی		۵/۸^{a}	۱۰/۳^{a}	۱۶^{a}	۴/۷^{d}
حین سرمادهی		۴^{c}	۷/۴^{c}	۱۱/۴^{c}	۵/۱^{c}
بعد از سرمادهی		۳/۴^{d}	۴/۸^{d}	۸/۳^{d}	۲/۳^{f}
بدون سرمادهی	۱۰۰۰	۰^{e}	۰^{f}	۰^{f}	۰^{h}
قبل از سرمادهی		۵/۳^{a}	۱۰/۶^{a}	۱۵/۹^{a}	۶/۱^{a}
حین سرمادهی		۴/۶^{b}	۸/۳^{b}	۱۳^{b}	۵/۷^{b}
بعد از سرمادهی		۳/۳^{d}	۵/۳^{d}	۸/۷^{d}	۲/۶^{e}

در هر ستون میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند بر اساس آزمون از لحاظ آماری اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد ندارند.

بررسی اثر متقابل زمان کاربرد اسیدجیبرلیک و دما به خوبی نشان داد که در تمامی سطوح زمان سرمادهی، مستقل از تیمار شاهد، با افزایش دما طول ریشه‌چه، ساقه‌چه، گیاهچه و وزن خشک گیاهچه افزایش یافت در

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-23]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.4.4.1]

واقع دمای ۵ درجه سانتی‌گراد کمترین و دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد بالاترین مقدار این شاخص‌ها را داشت. همچنین این بررسی نشان داد که تیمار شاهد کمترین و تیمار قبل از سرمادهی بیشترین مقدار طول ریشه‌چه، ساقه‌چه، گیاهچه و وزن خشک گیاهچه را داشتند. به طور کلی می‌توان گفت که دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد در سطوح تیماردهی قبل سرمادهی سبب بالاترین میزان طول این شاخص‌ها (ریشه‌چه، ساقه‌چه، گیاهچه و وزن خشک گیاهچه) نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۶).

جدول ۶: مقایسه میانگین اثر دما و زمان کاربرد اسیدجیبرلیک بر شاخص‌های رشد گیاهچه آوندول

زمان کاربرد اسیدجیبرلیک	دما (c^{o})	طول ریشه‌چه (cm)	طول ساقه‌چه (cm)	طول گیاهچه (cm)	وزن خشک گیاهچه (mg)
بدون سرمادهی	۵ درجه	۰^{g}	۰^{h}	۰^{i}	۰^{i}
	۱۰ درجه	۰^{g}	۰^{h}	۰^{i}	۰^{i}
	۱۵ درجه	۰^{g}	۰^{h}	۰^{i}	۰^{i}
	۲۰ درجه	۰^{g}	۰^{h}	۰^{i}	۰^{i}
قبل از سرمادهی	۵ درجه	۴/۵^{b}	۴/۷^{f}	۹/۲^{ef}	۳/۲^{d}
	۱۰ درجه	۴^{bcd}	۷/۷^{b}	۱۳^{c}	۳/۷^{c}
	۱۵ درجه	۴/۳^{bc}	۷/۹^{b}	۱۴/۱^{b}	۴/۱^{b}
	۲۰ درجه	۵/۶^{a}	۹/۷^{a}	۱۵/۳^{a}	۴/۴^{a}
حین سرمادهی	۵ درجه	۲/۵^{f}	۵/۲^{ef}	۷/۷^{g}	۳/۱^{d}
	۱۰ درجه	۳/۶^{de}	۶^{d}	۹/۶^{e}	۳/۶^{c}
	۱۵ درجه	۴/۲^{bc}	۶/۹^{c}	۱۱/۱^{d}	۴/۲^{b}
	۲۰ درجه	۴/۳^{bc}	۷/۵^{b}	۱۳/۱^{c}	۴/۲ ^{b}
بعد از سرمادهی	۵ درجه	۲/۳^{f}	۲/۹^{g}	۵/۲^{h}	۰/۷^{h}
	۱۰ درجه	۳/۳^{e}	۵^{ef}	۸/۳^{fg}	۱/۷^{g}
	۱۵ درجه	۳/۹^{cd}	۵/۷^{de}	۹/۶^{e}	۲/۴^{f}
	۲۰ درجه	۳/۷^{cde}	۴/۶^{f}	۸/۳^{fg}	۲/۷^{e}

در هر ستون میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند بر اساس آزمون از لحاظ آماری اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد ندارند.

نتایج سبز شدن گیاهچه‌ها در آزمایش گلدانی

نتایج به‌دست آمده از جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی غلظت اسیدجیبرلیک، زمان سرمادهی و اثر متقابل اسیدجیبرلیک×زمان سرمادهی معنی‌دار است ($p<۰/۰۰۱$).

در بررسی اثر متقابل زمان کاربرد اسیدجیبرلیک و غلظت آن بر درصد شاخص‌های استقرار، مشخص شد که تنها تیمار قبل از سرمادهی با غلظت اسیدجیبرلیک ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر منجر به سبز شدن گیاهچه شدند و بقیه سطوح تیماردهی هیچ تفاوتی با تیمار شاهد نداشتند و نتوانستند منجر به سبز شدن گیاه شوند. همانطور که مشاهده می‌شود افزایش غلظت اسیدجیبرلیک تأثیری بر درصد سبزشدن گیاه، سرعت سبزشدگی و بنیه گیاهچه نداشته و منجر به کاهش این صفات از گیاه شده است. به طور کلی می‌توان گفت که تیمار قبل از سرمادهی با غلظت اسیدجیبرلیک ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بالاترین درصد سبز شدگی، سرعت سبزشدگی و بنیه گیاهچه را به خود اختصاص داده است. همچنین این تیمار توانسته است به طور معنی‌داری مدت زمان شروع و خاتمه گیاهچه‌ها را کاهش داده و همچنین سبب کاهش میانگین مدت زمان جوانه‌زنی در گیاه شود. (جدول ۷).

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-23]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.4.4.1]

جدول ۷- مقایسه میانگین زمان کاربرد اسیدجیبرلیک و غلظت آن بر شاخص‌های استقرار گیاهچه آوندول

زمان کاربرد اسیدجیبرلیک	غلظت اسیدجیبرلیک (میلی‌گرم در لیتر)	درصد سبز شدن	سرعت سبز شدن (بذر در روز)	بنیه گیاهچه	طول گیاهچه (cm)	تعداد روز تا سبز شدن اولین گیاهچه	میانگین مدت زمان سبزشدن (روز)
بدون سرمادهی	۰	۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}
قبل از سرمادهی		۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}
حین سرمادهی		۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}
بعد از سرمادهی		۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}
بدون سرمادهی	۵۰۰	۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}
قبل از سرمادهی		۶۹/۱^{a}	۰/۱۸^{a}	۵۳۸/۵^{a}	۷/۸^{b}	۲۲/۳^{b}	۲۷/۸^{b}
حین سرمادهی		۰^{c}	۰^{c}	۰	۰	۰	۰
بعد از سرمادهی		۰^{c}	۰^{c}	۰	۰	۰	۰
بدون سرمادهی	۱۰۰۰	۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}
قبل از سرمادهی		۴۲/۸^{b}	۰/۰۹۶^{b}	۴۸۷/۹^{b}	۱۱/۴^{a}	۲۸/۶^{a}	۳۱/۷^{a}
حین سرمادهی		۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}
بعد از سرمادهی		۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}

در هر ستون میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند بر اساس آزمون از لحاظ آماری اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد ندارند.

بحث و نتیجه‌گیری

شاخص‌های جوانه‌زنی

نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد توأم دمای پایین (۵ درجه سانتی‌گراد) با هورمون منجر به وقوع بالاترین درصد جوانه‌زنی در مقایسه با سایر تیمارها شده است. معمولا دمای ۵ درجه سانتی‌گراد یا اندکی کمتر برای گیاهانی که در اقلیم‌های سرد می‌رویند بیشترین تأثیر را در رفع خواب بذر دارد (۱۵). سرمادهی سبب افزایش بیان ژن Ga_3ox_1 (آنزیم تولیدکننده و شکل فعال اسیدجیبرلیک) در ریشه‌چه و لایه آلئورون می‌شود. در این پژوهش افزایش غلظت هورمون سبب کاهش درصد جوانه‌زنی شده است زیرا هورمون اسیدجیبرلیک، خواب ناشی از رویان و پوشش بذر را می‌شکند و اثرات بازدارنده آبسیزیک‌اسید را به طور مستقیم یا غیرمستقیم مهار می‌کند. به نظر می‌رسد اثر هورمون اسیدجیبرلیک برون‌زا در تیمارهای بلندمدت بر روی افزایش جوانه‌زنی دارای غلظت‌های بحرانی است و غلظت‌های بیشتر از حد آستانه، اثرات بازدارندگی بر جوانه‌زنی دارد (۱۱، ۱۶). چراغی و همکاران (۲۰۱۲) در آزمایشی که بر گیاه گلپر انجام داده بودند به این نتیجه دست یافتند که تیمارهای قبل از سرمادهی مؤثرتر از تیمارهای بعد از سرمادهی می‌باشد اما در این تیمارها اعمال هورمون با غلظت بالا تفاوت معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی ایجاد نکرد. افزایش درصد جوانه‌زنی در اثر کاربرد دمای پایین (سرمادهی) و هورمون در پژوهش‌های دیگر نیز گزارش شده است. طی تحقیقی که بر روی روش‌های مختلف جوانه‌زنی بر روی گونه‌های بنفشه صورت گرفت، دریافتند که بالاترین درصد جوانه‌زنی در تیمار سرمادهی توأم با اسیدجیبرلیک بدست آمده است (۳). از آنجا که کاربرد غلظت‌های متفاوت اسیدجیبرلیک اثر معنی‌داری بر سرعت جوانه‌زنی نداشت (جدول ۲)، احتمال داده می‌شود که عامل سرما علاوه بر تحریک سنتز اسیدجیبرلیک درون‌زا محرک‌های دیگری را فعال می‌کند که موجب افزایش سرعت جوانه‌زنی بذرها می‌گردد. به نظر می‌رسد سرما سبب کاهش تراز هورمون‌های بازدارنده و افزایش تراز هورمون‌های محرک شده و بدین ترتیب سبب افزایش پتانسیل جوانه‌زنی بذر می‌شود. این رویداد به طور هم‌زمان رخ داد و جوانه‌زنی در بذرها نتیجه توازن بین هورمون‌ها می‌باشد (۲۲).

همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که در تمامی شاخص‌های جوانه‌زنی اعم از درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و بنیه بذر زمان سرمادهی قبل از سرمادهی و دمای ۵ درجه سانتی‌گراد به عنوان بهترین تیمار مشخص گردیده است. مجاورت بذر با اسیدجیبرلیک باید در قبل از سرمادهی باشد و کاربرد اسیدجیبرلیک در حین و بعد از سرمادهی در افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی مؤثر نمی‌باشد دلیل این اختلاف می‌تواند محتوی مختلف اسیدجیبرلیک بذرها در گونه‌های مختلف گیاهان و حتی وجود اختلاف در غلظت این هورمون در بذرهای اکوتیپ‌های مختلف یک گونه به اعمال تیمار هورمونی باشد (۸) که موجب اختلاف حساسیت بذرها نسبت به کاربرد هورمون شده است.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.4.4.1]

اندرسون و عبدالباکی (۱۹۷۳) بیان کردند که بنیه بذر به درصد جوانه‌زنی، طول ریشه و طول گیاهچه وابسته است، از طرف دیگر بذرهایی که سریعتر جوانه می‌زنند بایستی طول ریشه و طول گیاهچه بیشتری داشته باشند، بنابراین انتظار می‌رود که تیمارهایی بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی را داشته‌اند بالاترین بنیه بذر را نیز داشته باشند.

شاخص‌های رشد

با توجه به اثر متقابل زمان سرمادهی و اسیدجیبرلیک این نتیجه حاصل شد که کاربرد هورمون و تیمار قبل از سرمادهی در همه شاخص‌های رشد روند افزاینده‌ای داشته است. در واقع چون خواب بذور آوندول از نوع فیزیولوژیکی بوده و با توجه به اینکه قرارگیری بذور در هورمون در زمان قبل از سرمادهی مؤثرترین تیمار جوانه‌زنی بوده است، این عامل سبب شده که بذور سریعتر جوانه زده و سریعتر دوره رویشی خود را تکمیل نمایند به طریقی دیگر می‌توان گفت که بخشی از افزایش این شاخص‌ها مربوط به جوانه‌زنی زودهنگام در این تیمارها و بخشی دیگر احتمالاً به دلیل تعدیلات هورمونی ایجاد شده در جهت جوانه‌زنی در اثر تیمار پیش سرما می‌باشد.

نیکخواه و همکاران (۱۹)، طی تحقیقی اثر اسیدجیبرلیک و سرمادهی را بر شکستن خواب بذر و رشد گیاهچه سنای هندی مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که اسیدجیبرلیک سبب افزایش رشد ریشه‌چه، ساقه‌چه و هم‌چنین بالاترین وزن خشک گیاهچه گردید. در طی تحقیقی ساسانی و همکاران (۲۰۰۹)، هورمون جیبرلین، بنزیل‌آدنین و زانیتین بر درجه حرارت را بر شکست خواب ریزغده سیب‌زمینی مورد بررسی قرار دادند نتایج آزمایش حاکی از آن بود که هورمون جیبرلین و دمای ۱۵ درجه سانتیگراد بیشترین تأثیر را بر میانگین طول جوانه‌ها داشت. قنبری و همکاران (۲۰۱۳) اثرات پرایمینگ با جیبرلین و اکسین بر جوانه‌زنی بذر مورد بررسی قرار دادند یافته‌های تحقیق حاکی از آن بود که جیبرلین سبب افزایش وزن خشک گیاه و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه گردید. براساس تحقیق‌های انجام شده توسط میلر و همکاران (۱۹۹۰) جیبرلین باعث افزایش طول گیاهچه و تعداد جوانه در یک برنامه‌ریزی ازدیادی که از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند می‌شود.

شاخص‌های استقرار

با توجه به نتایج قسمت استقرار این گیاه، تنها تیمارهای کاربرد جیبرلیک اسید با غلظت‌های ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر قبل از سرمادهی منجر به سبز شدن گیاه آوندول در خاک شدند. در تمامی شاخص‌های سبزشدگی تیمار قبل از سرمادهی با غلظت جیبرلین ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بالاترین مقدار شاخص‌های سبزشدگی را به خود اختصاص داد. اثر اسیدجیبرلیک هنگامی که با سرما همراه می‌شود، افزایش می‌یابد. زیرا سرما نیز نقش مهمی در فراهم نمودن شرایط لازم برای غلبه بر خواب، بازی می‌کند. هم‌چنین گزارش شده که سرما موجب القای افزایش غلظت اسیدجیبرلیک می‌شود (۵). گزارش شده کاربرد خارجی هورمون جیبرلیک اسید موجب شکست خواب و استقرار گیاه باریچه می‌شود (۱۸).

این نتیجه این فرضیه را در ذهن مجسم می‌سازد که احتمالاً یکی از علل خواب دانه آوندول، عدم تناسب هورمونی در این گیاه است که کاربرد سرما و جیبرلین خارجی این تعادل را به سمت افزایش جیبرلین و آمادگی برای جوانه‌زنی سوق می‌دهد. به عبارت دیگر چنین استنباط می‌شود که خواب بذور آوندول به احتمال قوی مرتبط با جنین دانه بوده و ربطی به پوسته دانه ندارد. بخش عمده این خواب در اثر پایین بودن غلظت جیبرلین داخلی دانه شکل گرفته است. زیرا کاربرد جیبرلین خارجی یا سرمادهی مناسب که به تولید جیبرلین خارجی کمک می‌کند قادر به شکست آن می‌باشد. در بسیاری از بذور نیازمند به سرما، سرمادهی منجر به کاهش مقدار آبسیزیک‌اسید و افزایش مقادیر جیبرلین در بذر می‌شود و جوانه‌زنی را تحریک می‌نماید. به همین دلیل کاربرد جیبرلین خارجی طول دوره سرمادهی مورد نیاز این بذرها را کاهش می‌دهد (۴).

به‌طورکلی با توجه به نتایج این آزمایش، می‌توان گفت که کاربرد جیبرلین ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، قبل از سرمادهی با دمای ۵ درجه سانتی‌گراد و مدت زمان ۶۰ روز به عنوان بهترین تیمار برای شکست خواب بذرهای این گیاه می‌باشد، این تیمار به طور معنی‌داری در مقایسه با نمونه‌های شاهد، درصد جوانه‌زنی (۴۷/۹ درصد)، سرعت جوانه‌زنی و بنیه بذر را افزایش داد. در ارتباط با شاخص‌های رشد، کاربرد جیبرلین سبب افزایش میزان این شاخص‌ها

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.4.4.1]

نسبت به تیمار شاهد گردید اما افزایش غلظت جیبرلین از ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر به ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر تفاوت معنی‌داری را در افزایش شاخص‌های طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و طول گیاهچه نشان نداد و هر دو غلظت سبب افزایش تمامی این شاخص‌ها شدند. به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد جیبرلین ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، قبل از سرمادهی با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به عنوان موثرترین تیمار در افزایش شاخص‌های رشد (طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و طول گیاهچه) می‌باشد، اما در رابطه با وزن خشک گیاهچه افزایش غلظت جیبرلین سبب افزایش این شاخص گردید و موثرترین تیمار در این شاخص کاربرد جیبرلین ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، قبل از سرمادهی با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد موثرترین تیمار در وزن خشک گیاهچه می‌باشد. درنهایت با توجه به نتایج این پژوهش، به منظور بهبود استقرار گیاه آوندول کاربرد جیبرلین با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر قبل از سرمادهی به مدت زمان ۶۰ روز که سبب افزایش تمامی شاخص‌های استقرار (درصد سبز شدن، سرعت سبز شدن و میانگین مدت زمان سبز شدن، بنیه گیاهچه و تعداد روز تا سبزشدن اولین گیاهچه) نسبت به تیمار شاهد شد، توصیه می‌گردد.

References

1. Abdulbaki, A.A. & J.D. Anderson., 1973. Vigor determination in soybean seed by multiplication. Crop Science, 3: 630-633.
2. Amooaghaee, R., 2008. The effect of gibberellin and chilling on seed dormancy of *Ferula ovinia* BOISS. Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources, 11 (40): 471-48 (In Persian).
3. Atul, S. & N. R. Shiresh Sharma., 2000. Standardized cultivation method for *viola* species- an AIDS curing agent. Journal of Tropical Medicinal Plants, 1(1): 109-114.
4. Baskin, C.C. & J.M. Baskin., 1999. Seed ecology dormancy and germination. A modern synthesis. Marijuana Journal Botany, 86: 903-905.
5. Bretzloff, I.V. & N.W. Pellett., 1979. Effect of stratification and Gibberellic Acid on the germination of *Carpinus caroliniana* Walt. Hort. Science 14: 621- 622.
6. Cheraghi, F., F. Parsa, M. Jami-Alahmadi & S. Mahmoodi, 2012. Effect of combination of hormonal treatments and wet chilling on improving germination of medicinal plant of *Heracleum persicum.* Seventh Iranian Horticultural Science Congress, Isfahan, Isfahan University of Technology. (In Persian)
7. Farhoodi, R. & M. Maki Zade Tafti., 2015. Study of seed dormancy of *Kelusia odoratissma* under treatment chilling and Gibberllic acid. Journal of Sciences and Technology of Iran, 3(2): 241-249. (In Persian).
8. Ghanbari, A., S. Saedpour & F. Rafiee, 2013. The effect of priming with gibberellin and auxin hormones on germination of seeds of *Zea mays.* The first national agricultural conference and sustainable natural resources.
9. Ikic, I., M. Maric evic, S. Tomasovic, J. Gunjaca, Z.S. Atovic & H.S. Arcevic, 2012. The effect of germination temperature on seed dormancy in Croatian-grown winter wheats. Euphytica, 188: 25-34.
10. ISTA, 2003. Hand Book for Seedling Evaluation (3rd. Ed.). International Seed Testing Association (ISTA), Zurich, Switzerland.
11. Kabar, K., 1998. Comparative effect of kinetin, benzyladenin, and Gibberellic Acid on abscises acid inhibited seed germination and seedling growth of red pine and arbor vitae. Turkish Journal of Botany, 22: 1-10.
12. Kalsa, K.K. & B. Abebie., 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.
13. Keshtkar, H.R., H. Azarinvand & A .Shahriyari, 2010. Effect of some treatments on Seed dormancy breaking and germination requirements of *Ferula* ovina and Ferula gummosa. Journal of rangland, 3(2): 281-290. (In Persion)
14. Khanahmadi, M., S.H. Rezazadeh & M. Taran, 2010. In vitro antimicrobial and antioxidant properties of *Smyrnium cordifolium* Boiss (Umbelliferae) extract. Asian Journal Plant Sciences, 9: 99-103.
15. Koornef, M., L. Bentsink & H. Hilhorst, 2002. Seed dormancy and germination. Current opinion in plant biology, 5:33-36.
16. Kucera, B., M.A. Cohn & G. Leubner-Mertger, 2005. Plant hormone interactions during seed dormancy release and germination. Seed Science Research 15, 281-307.germination, dormancy release and after-repining. Seed science Research, 93: 17-30.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.4.4.1]

17. Miller, P.R., L.T. Amirouche & S. Matthews, 1990. The use of plant growth regulators in micro rogation of slow-growing potato cultivars. Potato Research, 28:479-486.
18. Nadjafi, F., M. Bannayan, L. Tabrizi & M. Rastgoo, 2006. Seed germination and dormancy breakin techniques for *Ferula gommosa* and *Teucrium pollium*. Journal of Arid Environment, 64:542-547.
19. Nikkhah, A., H. Naghdabadi, A. Mehrafarin, M.H. Shirzadi & N. Taheriyan, 2012. Evaluation of the effect of Gibberellic acid and chilling on breaking seed dormancy and seedling growth of *Cassia angustifolia* vah. First national congress of science and technology in agriculture Zanjan, Zanjan University. (In Persian)
20. Sasani, R., H. Khazaee & A. Nezami, 2009. Study of gibberellic acid, benzyl adenine and zatin hormones and temperature on breaking seed dormancy of *solanom tuberosum*. Journal of horticulture, 3(2): 61-67. (In Persian)
21. Scott, S.J., R.A. Jones & W.A. Williams, 1984. Review of data analysis method for seed germination. Crop science, 24: 1192-1199.
22. Tipirdamaz, R. & N. Gomurgen., 2000. The effects of temperature and gibberellic acid on of *Eranthi hyemalis* (L.) Salisb. Seeds. Turkish germination Journal of Botany, 24: 143-145.
23. Torfi, V., A. Danesh-Shahraki & K. Saeedi, 2015. Effect of Growth Stimulating Bacteria on Morphological Traits and Essential Oil Level of Medicinal Plant of *Dracocephalum moldavica* L. Journal of productivity plant of Ahwaz, 39(2): 43-56. (In Persian)
24. Ulubeleln, A., S. Oksux & N. Tanker, 1984. Furano sesquiterpenes from fruits of *smyrnium cordifolium*. Phytochemistry, 23: 4-1793.
25. Verma, S.K., G.C. Bjpai, S.K. Tewari & J. Singh, 2005. Seedling index and yield as influenced by seed size in pigeon pea. Legume Research, 28(2): 143-145.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1398.13.4.4.1]