# تعیین دماهای کاردینال و واکنش گیاهچه عدس الملک (*Securigera securidaca* L.) به دماهای مختلف جوانه‌زنی

زینب علی پور [۱،*] سهراب محمودی [۲]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
[۲] دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
[*] پست الکترونیک نویسنده مسئول: Zalipoor2014@yahoo.com

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۶/۱۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۲/۰۶)

**چکیده**

**به‌منظور تعیین دماهای کاردینال و تأثیر دما بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه گیاه دارویی عدس الملک آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با هشت سطح دمایی (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد) و با چهار تکرار در سال ۱۳۹۲ در آزمایشگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند انجام شد. جهت تعیین دماهای کاردینال جوانه‌زنی از مدل رگرسیون خطی دوتکه‌ای بین سرعت جوانه‌زنی و دما استفاده شد. نتایج حاصله نشان داد که دمای پایه، بهینه و دمای حداکثر برای جوانه‌زنی در این گیاه به ترتیب ۱-، ۲۲/۵ و ۴۰/۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. حداکثر سرعت و درصد جوانه‌زنی بذر عدس الملک، بدون اختلاف آماری معنی‌دار از محدوده دمایی ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد به دست آمد. همچنین نتایج نشان داد که بیشترین طول و وزن خشک ریشه‌چه از دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد، بیشترین طول و وزن خشک ساقه‌چه از دامنه دمایی ۱۰ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد و بیشترین بنیه گیاهچه از محدوده دمایی ۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد به دست آمد. بیشترین و کمترین یکنواختی جوانه‌زنی، به ترتیب در دمای ۲۵ و ۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد.**

**واژه‌های کلیدی: بنیه گیاهچه، درصد جوانه‌زنی، رگرسیون خطی دو تکه‌ای، یکنواختی جوانه‌زنی**

**مقدمه**

رویکرد روزافزون به استفاده از گیاهان دارویی در سطح جهانی، اهمیت کشت و تولید این گیاهان را افزایش داده است. از آنجا که گیاهان دارویی سازگاری زیادی با طبیعت دارند و با توجه به عنایت خاصی که به گیاه درمانی مبذول گشته است، کاربرد گیاهان دارویی (که با روی کار آمدن داروهای شیمیایی محدود شده بود) مجدداً رونق یافته و متداول شده است (باقری و همکاران، ۱۳۸۷). مطالعه خصوصیات جوانه‌زنی و زیست‌شناسی بذر و روش‌های شکستن خواب در آن‌ها از مطالعات پایه‌ای و اولیه اهلی کردن گیاهان دارویی و معطر می‌باشد. یکی از مشکلات بذر گیاهان دارویی و معطر این است که در شرایط طبیعی به‌خوبی جوانه‌زده ولی در شرایط آزمایشگاهی و زراعی جوانه‌زنی صورت نمی‌گیرد و یا نامطلوب می‌باشد، بنابراین لازم است که خصوصیات جوانه‌زنی بذر این گونه‌ها و نیز روش‌های شکستن خواب در آن‌ها مورد مطالعه قرار گیرد (گوپتا[۱]، ۲۰۰۳).

گیاه عدس الملک از تیره نیامداران، گیاهی علفی و یک‌ساله است. پراکندگی این گیاه در جهان در اروپا و استرالیا و مناطق غرب آسیا و در ایران در استان تهران و اطراف آن، در استان‌های شمالی و استان خوزستان است. این گیاه در زبان فارسی با نام گنده‌تلخه نیز شناخته می‌شود (گرجانی[۲] و همکارن، ۲۰۰۹). کاربرد درمانی

[1] Gupta
[2] Garjani

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-05-18 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.4.8 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.2.2.137 ]

این گیاه، مربوط به بذر آن می‌باشد که از دیرباز در طب سنتی ایران و هند، به‌عنوان عاملی در کنترل قند خون افراد مبتلا به دیابت ملیتوس، در پایین آوردن فشارخون بالا و کاهش چربی خون (علی[1] و همکاران، ۱۹۹۸) و به‌عنوان داروی ضدسرع و ضدتشنج مورد استفاده قرار می‌گرفته است (حاجی‌زاده[2] و همکاران، ۲۰۰۱؛ حسین‌زاده[3] و همکاران، ۲۰۰۲) دما از عوامل مهم محیطی مؤثر در فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاهان در کلیه مراحل رشد و نمو اعم از جوانه‌زنی، گلدهی، رشد، فتوسنتز و تنفس است و در کلیه این فعالیت‌ها آستانه‌های حداکثر و حداقل دما برای فعالیت وجود دارد (نصیری محلاتی و همکاران، ۱۳۸۶). جوانه‌زنی از بحرانی‌ترین مراحل در استقرار گیاهچه‌ها می‌باشد و اهمیت زیادی در تعیین تراکم نهایی بوته در واحد سطح دارد و اغلب توسط دما (حتی زمانی که شرایط رطوبتی مناسب است) محدود می‌شود (ماگویر[4]، ۱۹۶۲). در سال ۱۸۶۰ مشخص شد که گیاهان دارای سه دمای کاردینال شامل دمای پایه یا حداقل، دمای مطلوب و دمای حداکثر یا سقف برای جوانه‌زنی می‌باشند. دمای پایه و حداکثر دمایی است که به ترتیب در دماهای پایین‌تر و بالاتر از آن دماها، جوانه‌زنی متوقف می‌شود و دمای مطلوب، دمایی است که در آن مراحل جوانه‌زنی در کوتاه‌ترین زمان ممکن اتفاق بیفتد، یعنی سرعت جوانه‌زنی در حداکثر است (الوارادو و برادفورد[5]، ۲۰۰۲). به‌منظور تعیین دماهای کاردینال برای جوانه‌زنی و مراحل رشد اولیه گیاهچه، این فرایندها در دامنه‌ای از دماهای مختلف مورد آزمون قرار می‌گیرند (آدام[6] و همکاران، ۲۰۰۷). در تحقیقی که به‌منظور تعیین دما کاردینال جوانه‌زنی گیاه جارو انجام گرفت، نشان داده شد که این گیاه در دامنه‌ای وسیع از دما از ۳/۵ تا ۵۰ درجه سانتی‌گراد قادر به جوانه‌زنی بوده و دما مطلوب جوانه‌زنی آن ۲۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (الاحمدی و کافی[7]، ۲۰۰۷). جعفری و همکاران (۱۳۹۰) دمای بهینه جوانه‌زنی کلزا را ۲۰/۰۱ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد گزارش نمودند. گنجعلی و همکاران (۱۳۹۰) میانگین دمای پایه برای جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های نخود را ۴/۲ و درجه حرارت مناسب تحتانی و فوقانی آن را ۲۰/۴ و ۲۶/۵ درجه سانتی‌گراد اعلام نمودند.

نظر به کاربردهای مهم درمانی گیاه دارویی عدس الملک و با توجه به اینکه تاکنون گزارشی مبنی بر تعیین دماهای کاردینال این گیاه یافت نشده است، لذا هدف از این تحقیق بررسی اثر دما بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه عدس الملک بود، ضمن اینکه دماهای کاردینال (حداقل، بهینه و حداکثر) جوانه‌زنی این گونه نیز مورد ارزیابی قرار گرفت.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۲ در آزمایشگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند اجرا شد. به‌منظور تعیین دماهای حداقل، بهینه و حداکثر جوانه‌زنی بذور عدس الملک، دماهای ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد درنظر گرفته شدند. بذور مورد استفاده در آزمایش از شرکت کشاورزی کشت و صنعت بیدمشک شهرستان بیرجند خریداری شده و آزمون جوانه‌زنی برای بذور انجام شد. جوانه‌زنی بذر در داخل ژرمیناتورهایی که در دماهای ثابت ذکر شده تنظیم شده بودند، صورت گرفت. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. برای هر تکرار ۲۵ عدد بذر منظور گردید که پس از شمارش و ضدعفونی با محلول ده درصد (دارای ۵/۲۵ درصد هیپوکلریت سدیم) به مدت دو دقیقه و سپس شستشو با آب مقطر، در ظروف پتری به قطر ۹ سانتی‌متری استریل شده، حاوی کاغذ صافی واتمن که توسط آب مقطر نیز به مقدار کافی مرطوب گردیده بودند، قرار گرفتند. سپس ظروف پتری حاوی بذر هر گیاه به ژرمیناتورهای تنظیم شده در دمای ثابت مورد نظر و تحت فتوپریود ۱۲ ساعت روشنایی/ ۱۲ ساعت تاریکی، منتقل شدند. شمارش روزانه بذرهای جوانه‌زده تا ۱۴ روز پس از شروع آزمایش هر روز در یک ساعت مشخص انجام شده و آب تبخیر شده از سطح ظروف پتری با آب مقطر جایگزین می‌شد. ملاک جوانه‌زنی خروج ریشه‌چه حداقل یک میلی‌متر بود. در

[1] Ali
[2] Hajizadeh
[3] Hosseinzadeh
[4] Maguire
[5] Alvarado and Bradford
[6] Adam
[7] Al-Ahmadi and Kafi

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-05-18 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.4.8 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.2.2.137 ]

پایان روز چهاردهم، ۱۰ گیاهچه به‌طور تصادفی از هر واحد آزمایشی برداشته شده و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه نمونه‌ها با خط کش و وزن آن‌ها با ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ گرم نیز اندازه‌گیری شدند.

درصد جوانه‌زنی (GP) بر اساس رابطه ۱ محاسبه شد (تبریزی و همکاران، ۱۳۸۳):

رابطه ۱: $GP = n/N \times 100$

در این رابطه n تعداد بذر جوانه‌زده و N تعداد کل بذرهاست.

اندازه‌گیری سرعت جوانه‌زنی بذر از روش ماگویر و با استفاده از رابطه ۲ صورت گرفت (ماگویر، ۱۹۶۲).

رابطه ۲: $GR = \Sigma (Si/Di)$

GR: سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر در روز)

Si: تعداد بذر جوانه‌زده در هر شمارش

Di: تعداد روز تا شمارش nام

شاخص بنیه گیاهچه بر اساس رابطه ۳ محاسبه شد (علیزاده و عیسوند، ۱۳۸۳).

رابطه ۳: $SVI = (RL+SL) \times GP/100$

که در آن RL و SL به ترتیب طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه و GP درصد جوانه‌زنی می‌باشد.

تعیین دماهای حداقل، بهینه و حداکثر با استفاده از رگرسیون خطی دو تکه‌ای بین سرعت جوانه‌زنی که بر اساس تعداد بذر در روز محاسبه شده بودند و دماهای مختلف صورت گرفت که در آن دماهای مختلف به‌عنوان متغیر مستقل (محور X) و سرعت جوانه‌زنی به‌عنوان متغیر وابسته (محور Y) درنظر گرفته شد تا رابطه بین دما و سرعت جوانه‌زنی را تشریح نماید. محل تقاطع خطوط رگرسیون برازش داده شده با محور X (دما) به عنوان دماهای حداقل و حداکثر تخمین زده شد (افلاکپویی[1] و همکاران، ۱۹۹۸).

داده‌های مربوط به سرعت جوانه‌زنی و دما با رابطه خطی دوتکه‌ای برازش داده شد (رابطه ۴).

رابطه ۴:

$$Region_1(t) = (y_1 \times (T_1-t) + y_2 \times (t-t_1)) / (T_1-t_1)$$
$$Region_2(t) = (y_2 \times (t_2-t) + y_3 \times (t-T_1)) / (t_2-T_1)$$
$$f = if(t <= T_1; region_1(t); region_2(t))$$

در این رابطه $t_1$ دمای حداقل، $t_2$ دمای حداکثر، $T_1$ دمای بهینه و $y_1$ و $y_2$ و $y_3$ ضرایب رگرسیون می‌باشند.

برای ارزیابی اجزای جوانه‌زنی، در کلیه ترکیبات تیماری منحنی پیشرفت درصد جوانه‌زنی تجمعی در مقابل زمان از کاشت بذر ترسیم شد و سپس از این منحنی‌ها زمان از کاشت بذر تا رسیدن به ۱۰ درصد ($D_{10}$) و ۹۰ درصد ($D_{90}$) حداکثر جوانه‌زنی با استفاده از روش درون‌یابی خطی توسط برنامه Germin و در محیط نرم‌افزار Excel محاسبه شدند. ترسیم و محاسبات مربوطه با استفاده از یک برنامه کامپیوتری که برای همین منظور تهیه شده بود، انجام گردید. زمان تا ۱۰ درصد جوانه‌زنی و یکنواختی جوانه‌زنی به‌صورت زیر تعریف شدند (سلطانی[2] و همکاران، ۲۰۰۱):

$D_{10}$= زمان تا ۱۰ درصد جوانه‌زنی (روز)

$D_{90}-D_{10}$= یکنواختی جوانه‌زنی (GU، روز)

یکنواختی جوانه‌زنی که به‌صورت فوق محاسبه می‌شود، مقادیر پایین آن حاکی از یکنواختی بیشتر و مقادیر بالای آن حاکی از یکنواختی کمتر جوانه‌زنی هستند. عدد مربوط به GU صرف‌نظر از علامت منفی، مدت زمانی که جوانه‌زنی از ۱۰ درصد حداکثر (شروع) به ۹۰ درصد حداکثر (پایان) برسد را نشان می‌دهد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم افزار SAS و رسم اشکال با استفاده از برنامه آماری Sigmaplot و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد انجام شد.

## نتایج و بحث

### تعیین دمای کاردینال جوانه‌زنی بذر عدس الملک

مدل رگرسیون خطی دوتکه‌ای برازش مناسب و معنی‌داری ($R^2$=۰/۹۱) با داده‌های مربوط به‌سرعت جوانه‌زنی در مقابل متغیر مستقل دما داشت (شکل ۱). بر اساس پارامترهای مدل مذکور دمای بهینه جوانه‌زنی عدس الملک (نقطه محل تقاطع دو خط)، ۲۲/۵۸ درجه سانتی‌گراد به دست آمد و با صفر قرار دادن متغیر وابسته (سرعت جوانه‌زنی) در مدل مذکور، دمای حداقل و حداکثر جوانه‌زنی عدس الملک به ترتیب ۱- و ۴۰/۲۵ درجه سانتی‌گراد محاسبه شد. محدوده دمایی جوانه‌زنی بذر عدس الملک (۱- تا ۴۰/۲۵) نشان دهنده قدرت

[1] Aflakpui

[2] Soltani

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-05-18 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.4.8 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.2.2.137 ]

تحمل بالای این گیاه برای جوانه‌زنی در شرایط نامساعد محیطی است همچنین پایین بودن دمای پایه این گیاه نشان‌دهنده سازگاری آن نسبت به دماهای پایین می‌باشد. برای بذر اکثر گونه‌های گیاهی دمای بهینه جوانه‌زنی ۱۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است (کوپلند و مک‌دونالد[1]، ۱۹۹۵). رهبان و همکاران (۱۳۹۳) در ارزیابی مدل‌های رگرسیونی برای توصیف واکنش جوانه‌زنی عدس (*Lens culinaris*(M.)) به دما نشان دادند که واکنش جوانه‌زنی ارقام عدس به دما با استفاده از تابع دوتکه‌ای به بهترین شکل قابل توصیف است. دمای بهینه جوانه‌زنی به ژنتیک گیاه و شرایط اقلیمی محل رشد آن بستگی دارد. مطالعات نشان می‌دهد که برخی از گیاهان مثل گیاهان زینتی نواحی مرتفع و گونه‌های رشد یافته روی صخره‌ها قادرند به نحو قابل توجهی در دماهای نزدیک به نقطه انجماد جوانه بزنند (فنر و تامپسون[2]، ۲۰۰۵). همچنین بذر گونه‌ای تاج‌خروس حتی در خاک یخزده و درون یخ نیز جوانه می‌زند (آموت[3]، ۱۹۳۵). با تعیین دماهای کاردینال، امکان ارزیابی محدودیت‌های جغرافیایی گونه‌ها و زمان کشت آن‌ها ممکن می‌گردد و شاید بتوان گفت که دماهای حداقل، بهینه و حداکثر برای پیش‌بینی مراحل رشد و نمو گیاهان زراعی شاخص‌های مناسبی هستند، هرچند که برای تأیید این فرضیه نیاز است که آزمایش‌های متعددی صورت گیرد (تبریزی و همکاران، ۱۳۸۳). طی تحقیقات انجام شده دمای پایه، مطلوب و حداکثر جوانه‌زنی شیرین‌بیان به ترتیب ۲/۲، ۱/۲۹ و ۳/۴۵ درجه سانتی‌گراد اعلام شده است (قنبری و همکاران، ۱۳۸۴). همچنین در تحقیق دیگری دمای پایه، مطلوب و حداکثر برای جوانه‌زنی پونه‌سای بینالودی به ترتیب (۹/۹-۴/۷)، (۷/۲۳-۹/۲۲) و (۱/۳۷-۷/۳۵) گزارش شده است (نجفی و همکاران، ۱۳۸۶).

### تأثیر دما بر سرعت جوانه‌زنی

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به سرعت جوانه‌زنی بذر نشان داد که بین میانگین‌های سرعت جوانه‌زنی در دماهای مختلف از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۱$) وجود داشت (جدول ۱). در این آزمایش با افزایش دما از ۵ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد بر سرعت جوانه‌زنی افزوده شد تا در دمای ۲۵ درجه حداکثر سرعت جوانه‌زنی به دست آمد، ولی بین دمای ۲۵ و ۲۰ درجه از لحاظ سرعت جوانه‌زنی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. با افزایش دما از ۲۵ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد سرعت جوانه‌زنی بذر عدس الملک کاهش پیدا کرد و در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد بذر جوانه نزدند (جدول ۲).

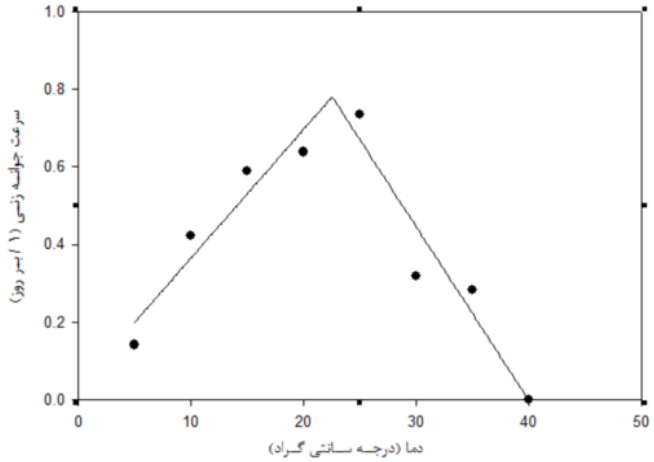
به نظر می‌رسد که با افزایش دما سرعت جوانه‌زنی حداقل در یک دامنه دمایی مناسب به‌طور خطی افزایش می‌یابد، ولی در دماهای بالاتر افت شدیدی نشان می‌دهد. درجه حرارت سرعت واکنش‌های شیمیایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و از آنجا که جوانه‌زنی شامل فرایندهای آنزیمی متعددی از نوع کاتابولیسم و آنابولیسم می‌باشد، بنابراین به‌شدت نسبت به درجه حرارت واکنش نشان می‌دهد. در نتیجه سرعت جوانه‌زنی پایین در درجه حرارت‌های پایین را می‌توان به پایین بودن سرعت واکنش‌های متابولیسمی در این محدوده دمایی نسبت داد (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۷۷). در مطالعه‌ای که به‌منظور ارزیابی اثر دماهای مختلف بر درصد و سرعت جوانه‌زنی در چندین گونه دارویی از تیره نعناعیان صورت گرفت، ملاحظه شد افزایش دما از ۲۵ و یا ۳۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب سبب کاهش معنی‌دار سرعت و درصد جوانه‌زنی گونه‌های پونه‌سای بینالودی (*Nepeta binaludensis*)، پونه‌سای انبوه (*Nepeta glomerulosa* Boiss)، پونه‌سای البرزی (*Nepeta crassifolia* Boiss. & Buhse)، آویشن شیرازی (*Zataria multiflora*) و آویشن البرزی (*Thymus kotschyanus*) شد (نجفی و همکاران، ۱۳۸۶).

### تأثیر دما بر درصد جوانه‌زنی

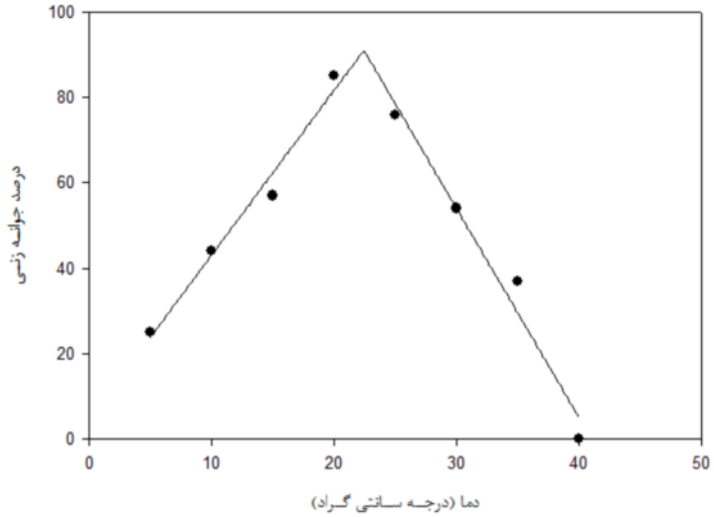
طبق نتایج این آزمایش تأثیر دما بر درصد جوانه‌زنی معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) بود (جدول ۱). یکی از مزایای افزایش درصد جوانه‌زنی بذر گیاهان افزایش

[1] Copeland and MC-Donald
[2] Fenner and Thompson
[3] Amodt

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-05-18 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.4.8 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.2.2.137 ]




**شکل ۱**- روند تغییرات سرعت جوانه‌زنی با دما در بذر عدس الملک




**شکل ۲**- - روند تغییرات درصد جوانه‌زنی بذر گیاه عدس الملک در سطوح دمایی مختلف

تراکم بوته در واحد سطح و افزایش عملکرد است. نتایج این آزمایش نشان داد حداکثر درصد جوانه‌زنی (Gmax) از دمای ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد به دست آمد. در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد جوانه‌زنی مشاهده نشده و کمترین درصد جوانه‌زنی مربوط به دمای ۵ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد بود (جدول ۲).

علت توقف جوانه‌زنی در دمای حداکثر، می‌تواند تغییر پروتئین‌های ضروری جوانه‌زنی باشد (کوپلند و مسی دونالد، ۱۹۹۵).

دماهای بالا علاوه بر کاهش سرعت جوانه‌زنی سبب زوال بذر نیز می‌شود (هاردگری[1]، ۲۰۰۶). فرآیندهای بیوشیمیایی مربوط به جوانه‌زنی شامل فعالیت هورمون‌ها (به‌ویژه جیبرلین)، فعالیت آنزیم‌ها (آمیلاز، انورتاز، پروتئاز، لیپاز) و در نهایت هضم، تجزیه ذخایر بذر و انتقال آن به محور جنین که وابسته به درجه حرارت و رطوبت هستند. به‌علاوه جذب فعال آب توسط بذر در محیط مرطوب، متأثر از درجه حرارت است (کوچکی و همکاران، ۱۳۶۷). به نظر می‌رسد کاهش فعالیت‌های آنزیمی در درجه حرارت پایین و اختلال در فعالیت آنزیم‌ها در درجه حرارت بالا (تجزیه شدن[2] ساختمان سه‌بعدی آنزیم‌ها)، علت اصلی کاهش درصد جوانه‌زنی است.

برای کاشت بذر عدس الملک اگر دمای محیط کمتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد باشد باید مقدار بذر

[1] Hardegree

[2] Denature

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-05-18 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.4.8 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.2.2.137 ]

بیشتری استفاده نمود تا کاهش جوانه‌زنی بذر جبران شود. محققین اعلام کردند دماهای کمتر از ۱۵ درجه سانتی‌گراد باعث کاهش معنی‌دار حداکثر جوانه‌زنی در بذر کلزا شدند، به‌طوری که کمترین جوانه‌زنی در دمای ۴/۵ درجه و بیشترین جوانه‌زنی در دمای ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد (لطیفی و همکاران، ۱۳۸۳). همچنین بیشترین مقادیر جوانه‌زنی گندم در دماهای ۱۳ تا ۲۰ درجه گزارش شده است (زینلی و همکاران، ۱۳۸۹). بیشترین درصد جوانه‌زنی بذر گیاه دارویی شیرین‌بیان نیز در دامنه دماهای ۱۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد گزارش شد و با افزایش و کاهش دما از این محدوده حرارتی درصد جوانه‌زنی بذر کاهش یافت (قنبری و همکاران، ۱۳۸۴). تأثیر منفی دماهای بالا بر جوانه‌زنی بذر گیاهان توسط دیگر محققین نیز گزارش شده است (علی و همکاران، ۱۹۹۸).

نتایج حاصل از رگرسیون خطی دو تکه‌ای بین درصد جوانه‌زنی و دما نشان داد که دمای بهینه جهت حصول حداکثر درصد جوانه‌زنی ۲۲/۴۳ درجه سانتی‌گراد و دمای حداقل و حداکثر برای جوانه‌زنی بذر عدس الملک به ترتیب ۱/۱۶- و ۴۱ درجه سانتی‌گراد بود (شکل ۲). بر اساس داده‌های موجود وقوع حداکثر درصد جوانه‌زنی با حداکثر سرعت جوانه‌زنی همپوشانی داشته و در محدوده دمایی ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد واقع می‌شود. این مشاهدات با نتایج به دست آمده توسط دیگر محققین مشابهت دارد (آدام و همکاران، ۲۰۰۷؛ الاحمدی و کافی، ۲۰۰۷). درخشان و همکاران (۱۳۹۲) نشان دادند که سرعت جوانه‌زنی اویارسلام نسبت به درصد جوانه‌زنی این گیاه حساسیت بیشتری به دما دارد.

### تأثیر دما بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه

طبق نتایج آزمایش دما تأثیر معنی‌داری ($p<۰/۰۱$) بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه عدس الملک داشت (جدول ۱). بیشترین طول ریشه‌چه در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به دست آمد و با افزایش دما از ۵ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد طول ریشه‌چه ۱۵۶ درصد افزایش یافت در حالی که بین دماهای ۵، ۱۰، ۱۶، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه از لحاظ طول ریشه‌چه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد با وجود جوانه‌زنی بذر، ساقه‌چه تولید نشد. بیشترین طول ساقه‌چه در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به دست آمد، ولی بین دماهای ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درجه از لحاظ طول ساقه‌چه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. با افزایش دما از ۲۰ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد طول ساقه‌چه ۱۳۳ درصد کاهش یافت ولی بین طول ریشه‌چه در دماهای ۲۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۲). طی تحقیقی مشخص شد که طول ریشه‌چه گندم با افزایش دما افزایش یافته و در ۲۵ درجه سانتی‌گراد به حداکثر خود می‌رسد و با افزایش دما از این مقدار طول ریشه‌چه کاهش می‌یابد (هوانگ[1] و همکاران، ۱۹۹۱). طول ریشه‌چه آفتابگردان نیز با افزایش دما از ۱۰ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت و بیشترین مقدار آن از دمای ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد به دست آمد. با افزایش دما از ۳۰ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد طول ریشه‌چه روند کاهشی پیدا کرد. حداکثر طول ساقه‌چه آفتاب‌گردان نیز در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به دست آمد (سیلر[2]، ۱۹۹۸). در آزمایشی که بر جوانه‌زنی خرفه انجام شد مشاهده شد که طول ریشه‌چه با افزایش دما به‌طور معنی‌داری افزایش نشان داد ولی طول ساقه‌چه تحت تأثیر افزایش دما قرار نگرفت (رحیمی و کافی، ۱۳۸۹).

### تأثیر دما بر وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه

افزایش دما باعث مشاهده تغییر معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) در وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه بذر عدس الملک شد (جدول ۱). بیشترین وزن خشک ریشه‌چه در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به دست آمد و با افزایش دما از ۵ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد وزن خشک ریشه‌چه ۱۸۰ درصد افزایش یافت، ولی دماهای ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۵، ۳۰، ۳۵ درجه اختلاف معنی‌داری در وزن خشک ریشه‌چه عدس الملک ایجاد نکردند. در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد گیاهچه‌ها فاقد ساقه‌چه بودند و با افزایش دما از ۱۰ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد بر وزن خشک ساقه‌چه افزوده شد (۱۴/۵ درصد) ولی اختلاف معنی‌داری بین وزن خشک

[1] Huang
[2] Seiler

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-05-18 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.4.8 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.2.2.137 ]

**جدول ۱**- تجزیه واریانس میانگین مربعات شاخص‌های جوانه‌زنی بذور عدس الملک

| منبع تغییرات | درجه آزادی | سرعت جوانه‌زنی | حداکثر درصد جوانه‌زنی | شاخص بنیه گیاهچه | طول ریشه‌چه | وزن خشک ریشه‌چه | طول ساقه‌چه | وزن خشک ساقه‌چه | یکنواختی جوانه‌زنی | D10 | D90 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| دما | ۷ | ۲۳/۷۷$^{**}$ | ۲۹۹۱/۷۱$^{**}$ | ۱/۴۷$^{**}$ | ۱۳۴/۴۳$^{**}$ | ۰/۰۰۰۶$^{**}$ | ۱۴۱/۵۸$^{**}$ | ۰/۱۴$^{**}$ | ۷/۳۵$^{*}$ | ۱۲/۱۲$^{**}$ | ۳۴/۳۱$^{**}$ |
| خطا | ۲۴ | ۰/۶۹ | ۱۱۳/۳۳ | ۰/۲۹ | ۳۳/۹۳ | ۰/۰۰۰۱ | ۲/۰۷ | ۰/۰۰۲ | ۲/۳۱ | ۰/۰۹ | ۲/۱۸ |

* و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد را نشان می‌دهد.

ساقه‌چه در این محدوده دمایی مشاهده نشد. با افزایش دما از ۲۰ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد وزن خشک ساقه‌چه ۱۰۰ درصد کاهش پیدا کرد ولی در دماهای ۳۰ و ۳۵ درجه وزن خشک ساقه‌چه اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۲). وزن ریشه‌چه گندم در آزمایشی در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد با حداکثر خود رسید (هوانگ و همکاران، ۱۹۹۱). با افزایش سطوح دمایی وزن گیاهچه خرفه (مجموع وزن ریشه‌چه و ساقه‌چه) نیز افزایش معنی‌داری نشان داد (رحیمی و کافی، ۱۳۸۹). بیشترین وزن تازه ریشه‌چه و ساقه‌چه آفتابگردان نیز در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به دست آمد (سیلر، ۱۹۹۸).

### تأثیر دما بر بنیه گیاهچه

دماهای بکار رفته در این آزمایش تأثیر معنی‌داری ($p$<۰/۰۱) بر بنیه گیاهچه عدس الملک داشت (جدول ۱). بیشترین بنیه گیاهچه در دمای ۱۰ درجه و کمترین آن از دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد به دست آمد ولی بین دماهای ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد از لحاظ بنیه گیاهچه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۲). بنیه بذر، سرعت جوانه‌زنی و توسعه سریع گیاهچه برای استقرار مناسب گیاه مهم هستند و عوامل محیطی مثل دما و رطوبت خاک می‌توانند بر این خصوصیات اثرات نامطلوبی داشته باشند (ایانوسی[1] و همکاران، ۲۰۰۰). در آزمایشی که روی گیاه خرفه انجام شد بیشترین شاخص بنیه گیاهچه خرفه در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده گردید ولی تفاوت معنی‌داری در دامنه دمایی ۲۵ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد در این شاخص دیده نشد (رحیمی و کافی، ۱۳۸۹).

### تأثیر دما بر یکنواختی جوانه‌زنی (GU[2])

طبق نتایج به دست آمده از این آزمایش اثر دما بر یکنواختی جوانه‌زنی بذر عدس الملک معنی‌دار ($p$<۰/۰۵) بود (جدول ۱). با افزایش دما از ۵ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد یکنواختی جوانه‌زنی ۱۱۵ درصد افزایش یافت چنانکه بیشترین یکنواختی جوانه‌زنی از دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و کمترین آن از دمای ۵ درجه سانتی‌گراد به دست آمد و روند افزایشی دما از ۲۵ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد باعث کاهش یکنواختی جوانه‌زنی بذر شد. بین دماهای ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد از نظر یکنواختی جوانه‌زنی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. بیشترین افزایش یکنواختی جوانه‌زنی با افزایش دما از ۵ به ۱۰ درجه سانتی‌گراد به دست آمد. کاهش یکنواختی جوانه‌زنی بذر با افزایش دما از ۲۵ به ۳۰ درجه سانتی‌گراد حاکی از اثرات نامطلوب دماهای بالاتر از ۲۵ بر سرعت دست‌کم بخشی از فرایندهای بیوشیمیایی جوانه‌زنی (تجزیه ذخایر غذایی و رشد گیاهچه) است.

بیشترین مقادیر D10 و D90 در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد و با افزایش دما از مقدار آن‌ها کاسته شد تا در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به حداقل مقدار خود رسید و بعد از آن با افزایش دما از ۲۵ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد مقادیرD10 و D90 دوباره کاهش یافت. با توجه به تعاریف ارائه شده برای D10 و GU، بزرگ‌تر شدن داده‌ها به معنای بهبود وضعیت جوانه‌زنی نیست بلکه برعکس، نشان دهنده طولانی‌تر شدن زمان لازم برای رسیدن به جوانه‌زنی ۱۰ درصد بذر (D10) و رسیدن درصد جوانه‌زنی از ۱۰ به ۹۰ درصد می‌باشد.

[1] Iannucci

[2] Germination Uniformity

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-05-18 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.4.8 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.2.2.137 ]

**جدول ۲**- مقایسه میانگین‌های شاخص‌های جوانه‌زنی گیاه عدس الملک در سطوح مختلف دما

| سطوح دمایی (درجه سانتی‌گراد) | سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز) | حداکثر درصد جوانه‌زنی | شاخص بنیه گیاهچه | طول ریشه‌چه (میلی‌متر) | وزن خشک ریشه‌چه (گرم) | طول ساقه‌چه (میلی‌متر) | وزن خشک ساقه‌چه (گرم) | یکنواختی جوانه‌زنی | D10 (روز) | D90 (روز) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۵ | ۰/۷۵de | ۲۵b | ۱/۵۷ab | ۸/۲۵bc | ۰/۰۱۸bc | ۰d | ۰d | ۴/۶۷a | ۵/۵۴a | ۱۰/۲۱a |
| ۱۰ | ۲/۷۹bc | ۴۴bc | ۲/۰۲a | ۷/۵۷bc | ۰/۰۱۸bc | ۱۳/۵a | ۰/۴۲a | ۲/۸۸ab | ۱/۴۵c | ۴/۳۳ bc |
| ۱۵ | ۲/۹۷bc | ۵۷b | ۱/۶۲ab | ۸/۴bc | ۰/۰۱۸b | ۱۴/۳a | ۰/۴۶a | ۲/۷۲ ab | ۱/۱۵c | ۳/۸۸ bc |
| ۲۰ | ۶/۱۹a | ۸۵a | ۱/۷۲ab | ۲۱/۲a | ۰/۰۴۸a | ۱۴/۸a | ۰/۴۸a | ۲/۵ ab | ۱/۱۱c | ۳/۶۲ bc |
| ۲۵ | ۶/۹۹a | ۷۶a | ۱/۳۷ab | ۸/۹۵b | ۰/۰۲۳b | ۸/۸۴b | ۰/۳۳b | ۲/۱۴ bc | ۰/۳۱d | ۲/۴۶ c |
| ۳۰ | ۳/۱۳b | ۵۴b | ۱/۲۴ab | ۸/۷۵b | ۰/۰۲b | ۷/۲۲bc | ۰/۲۴c | ۳/۷۴ ab | ۱/۳c | ۵/۰۴ b |
| ۳۵ | ۱/۸۱cd | ۳۷cd | ۱/۱۵b | ۸/۷۵b | ۰/۰۱۸b | ۶/۳۳c | ۰/۲۴c | ۳ ab | ۲/۶b | ۵/۷۶ b |
| ۴۰ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون LSD فاقد اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ هستند.

یکنواختی جوانه‌زنی در حقیقت طول فاز خطی در منحنی درصد تجمعی جوانه‌زنی در مقابل زمان را نشان می‌دهد هر قدر طول این مرحله کوتاه‌تر باشد، حاکی از جوانه‌زنی همزمان بذر است. برعکس، طولانی بودن این مرحله نشان می‌دهد که بذرها به‌طور همزمان جوانه نزده‌اند، بلکه جوانه‌زنی آن‌ها در دوره زمانی بیشتری صورت گرفته است. جوانه‌زنی غیر همزمان در مدت طولانی‌تر احتمال حمله بیماری‌های خاک‌زی به بذر و گیاهچه را افزایش می‌دهد و سبب کاهش استقرار کامل گیاهچه‌ها خواهد شد. در آزمایشی کمترین یکنواختی جوانه‌زنی کلزا در دمای ۴/۵ درجه سانتی‌گراد و بیشترین یکنواختی جوانه‌زنی در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد (لطیفی و همکاران، ۱۳۸۳). همچنین کمترین و بیشترین یکنواختی جوانه‌زنی بذر گندم را به ترتیب در دماهای ۵ و ۳۲ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است (زینلی و همکاران، ۱۳۸۹).

## نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که دما تأثیر معنی‌داری بر کلیه اجزای جوانه‌زنی بذر گیاه دارویی عدس الملک دارد. مناسب‌ترین دما برای جوانه‌زنی بذر عدس الملک ۲۲/۵ درجه سانتی‌گراد بود. سرعت و درصد جوانه‌زنی بذر با افزایش دما از ۵ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت و با ادامه افزایش دما از ۲۵ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد این مقادیر روند کاهشی داشتند. حداکثر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و بیشترین بنیه گیاهچه در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد حاصل شد. دامنه وسیع جوانه‌زنی بذر از ۱- تا ۴۰/۲ درجه سانتی‌گراد نشانه تحمل وسیع این گیاه برای جوانه‌زنی در شرایط دمایی نامناسب می‌باشد. پایین بودن دمای پایه جوانه‌زنی این گیاه نشان دهنده مقاومت آن به سرما است و ممکن است بتواند به‌عنوان یک گیاه پاییزه کشت شود. به علت کاهش جوانه‌زنی بذر این گیاه در دماهای پایین‌تر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد، برای کشت در محیط‌هایی با این شرایط دمایی باید مقدار بذر بیشتری درنظر گرفت.

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-05-18 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.4.8 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.2.2.137 ]

**منابع**

باقری، م.، گلپرور، ا.ر.، شیرانی‌راد، ا.ح.، زینلی، ح.، و جعفرپور، م. ۱۳۸۷. بررسی اثرات تاریخ کاشت و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی بابونه آلمانی در شرایط اصفهان. مجله پژوهش در علوم کشاورزی، ۴(۱): ۴۰-۲۹.

تبریزی، ل.، نصیری محلاتی، م.، و کوچکی، ع. ۱۳۸۳. ارزیابی درجه حرارت‌های حداقل، بهینه و حداکثر جوانه‌زنی اسفرزه و پسیلیوم. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، ۲(۲): ۱۵۱-۱۴۳.

جعفری، ن.، اصفهانی، م.، و صبوری، ع. ۱۳۹۰. ارزیابی مدل‌های رگرسیون غیرخطی برای توصیف سرعت ظهور گیاهچه سه رقم کلزا نسبت به دما. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، ۴۲(۴): ۸۶۸-۸۵۷.

درخشان، ا.، قرخلو، ج. و پراور، ع. ۱۳۹۲. برآورد دماهای کاردینال و زمان حرارتی مورد نیاز برای جوانه‌زنی بذر اویارسلام بذری (*Cyperus difformis*). مجله دانش علف‌های هرز، ۹: ۳۸-۲۷.

رحیمی، ز.، و کافی، م. ۱۳۸۹. ارزیابی درجه حرارت‌های کاردینال و تأثیر سطوح مختلف دما بر شاخص‌های جوانه‌زنی گیاه خرفه (*Portulaca oleracea* L.). نشریه حفاظت گیاهان، ۲۴: ۸۶-۸۰.

رهبان، س.، رسام، ق.ع.، ترابی، ب.، و خوشنود یزدی، ا. ۱۳۹۳. ارزیابی مدل‌های رگرسیونی برای توصیف واکنش جوانه‌زنی عدس (*Lens culinaris* M. ) به دما. نشریه اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، ۲(۳۰): ۲۴۲-۲۲۹.

زینلی، ا.، سلطانی، ا.، گالشی، س.، و ساداتی، س.ج. ۱۳۸۹. دماهای کاردینال، واکنش به دما و دامنه بردباری دمایی جوانه زنی بذر در ارقام گندم (*Triticum aestivum* L.). مجله تولید گیاهان زراعی، ۳(۳): ۴۲-۲۳.

علیزاده، م.ع. و عیسوند، ح.ر. ۱۳۸۳. درصد، سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیه گیاهچه دو گونه گیاه دارویی (*Anthemis altissima* L.) و (*Eruca sativa* L.) تحت شرایط سردخانه و انبارداری خشک. نشریه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۰: ۳۰۷-۳۰۱.

قنبری، ع.، رحیمیان مشهدی، ح.، نصیری محلاتی، م.، کافی، م.، و راستگو، م. ۱۳۸۴. جنبه های اکوفیزیولوژیکی جوانه زنی شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra* L.) در واکنش به دما. مجله پژوهش های زراعی ایران، ۳(۲): ۲۷۵-۲۶۳.

کوچکی، ع.، راشد محصل، م. ح.، نصیری محلاتی، م.، و صدرآبادی، ر. ۱۳۶۷. مبانی فیزیولوژیکی رشد و نمو گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات آستان قدس، صفحه ۸۰-۵۴.

کوچکی، ع.، و سرمدنیا، غ. ۱۳۷۷. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، صفحه ۱۵۰ تا ۱۸۰.

گنجعلی، ع.، پارسا، م.، و امیری ده‌احمدی، س.ر. ۱۳۹۰. برآورد درجه حرارت‌های کاردینال و زمان حرارتی مورد نیاز برای جوانه‌زنی و سبز شدن ژنوتیپ‌های نخود (*Cicer arietinum* L.). نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران، ۲(۲): ۱۰۸-۹۷

لطیفی، ن.، سلطانی، ا.، و اسپانر، د. ۱۳۸۳. تأثیر دما بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی ارقام کلزا. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۵(۲): ۳۲۱-۳۱۳.

نجفی، ف.، کوچکی، ع.، رضوانی مقدم، پ. و راستگو، م. ۱۳۸۶. بررسی خصوصیات جوانه‌زنی گیاه دارویی بومی و در حال انقراض پونه سای بینالودی (*Nepeta binaludensis Jamzad*). مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ۴: ۳۹۲-۳۸۵.

نصیری محلاتی، م.، کوچکی، ع.ر.، رضوانی، پ. و بهشتی، ع.ر. ۱۳۸۶. اگرواکولوژی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، صفحه ۴۵۰-۴۰۰.

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-05-18 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.4.8 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.2.2.137 ]

Adam, N.R., Dierig, D.A., Coffelt, T.A., and Wintermeyer, M.J. 2007. Cardinal temperatures for germination and early growth of two Lesquerella species. Journal of Crop Protection, 25(1): 24-33.

Aflakpui, G.K.S., Gregory, P.J., and Froud-williams, R.J. 1998. Effect of temperature on seed germination rate of *Striga hermonthica* (Del.) Benth. Crop Protection, 17(2): 129-133.

Al-Ahmadi, M.J., and Kafi, M. 2007. Cardian temperature of *Kochia scoparia* (L.). Journal of Arid Environments, 68(2): 308-314.

Ali, A.A., Mohamed, M.H., Kamel, M.S., Fouad, M.A. and Spring, O. 1998. Studies on *Securiger securidacea* (L.) Deg. et Dorfl. (Fabaceae) seeds, an antidiabetic Egyptian folk medicine. Die Pharmazie, 53(10): 510-715.

Alvarado, V., and Bradford, K.J. 2002. A hydrothermal time model explains the cardinal temperatures for seed germination. Plant Cell and Environment, 25(8): 1061-1069.

Amodt, O.S. 1935. Germination of Russian pigweed seeds in ice and on frozen soil. Scientific Agriculture, 15: 507-508.

Copeland, L.O., and Mc-Donald, M.B. 1995. Principles of Seed Science and Technology. 4th ed. Publication Chapman and Hall, USA. 409 P.

Fenner, M., and Thompson, K. 2005. The ecology of seeds. Combridge University Press, pp: 150-185.

Garjani, A., Fathizad, F., and Zakheri, A. 2009. The effect of total extract of *securigera securidaca* (L.) seeds on serum lipid profiles, antioxidant status, and vascular function in hypercholesterolemic rats. Journal of Ethnopharmacology, 126(3): 525-532.

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

Hajizadeh, M., Rajaei, Z., Ghamami, G., and Tamiz, A. 2011. The effect of Salvia Officinalis Leaf Extract on Blood Glucose in sterptozotocin-diabetic Rats. Pharmacologyonline, 1: 213-220.

Hardegree, S. 2006. Predicting germination response to temperature. I. Cardinal temperature models and subpopulation-specific regression. Annals of Botany, 97(6): 1115-1125.

Hosseinzadeh, H., Ramezani, M., and Danaei, A. 2002. Antihyperglycaemic effect and acute toxicity of *Securigera Securidaca* (L.) seed extracts in mice. Phytotherapy Research, 16(8):745-747.

Huang, B.R., Taylor, H.M., and McMichael, B.L. 1991. Growth and development of seminal and crown roots of wheat seedlings as affected by temperature. Journal of Experimental Botany, 31(4): 471-477.

Iannucci, A., Di Fonzo, N., and Martiniello, P. 2000. Temperature requirements for seed germination in four annual clovers grown under two irrigation treatments. Seed Science and Technology, 28(1): 59-66.

Maguire, J.D. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science, 2(2): 176-177.

Seiler, G.J. 1998. Influence of temperature on primary and lateral root growth of sunflower seedlings. Environmental and Experimental Botany, 40(2), 135-146.

Soltani, A., Zeinali, E., Galeshi, S., and Latifi, N. 2001. Genetic variation for and interrelationships among seed vigor traits in wheat from the Caspian Sea coast of Iran. Seed Science and Technology, 29(3): 653-662.

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-05-18 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.4.8 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.2.2.137 ]

**Iranian Journal of Seed Research, Vol: 2(2), 2016**

# Determination of Cardinal Temperatures and Respons of *Securigera securidaca* L. to Different Temperatures of Germination

**Zeinab Alipoor[1, *], Sohrab Mahmodi[2]**

[1] *M.Sc. Student, Agroecology, Faculty of Agriculture, Birjand University, Birjand, Iran*
[2] *Associate Professor, Faculty of Agriculture, Birjand University, Birjand, Iran*

[*]Corresponding author, E-mail address: Zalipoor2014@yahoo.com

(Received: 2014.09.09 ; Accepted: 2015.04.26)

## Abstract

In order to determinate the cardinal temperatures and investigate the effect of temperature on seed germination and seedling growth of *Securigera securidaca,* a study was conducted in a completely randomized design with 8 temperature treatments (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 and 40$^{o}$C) and four replications in research laboratory of faculty of agriculture at the Birjand University in 2013. Two-segmented linear regression model was fitted between germination rate and temperatures to determine cardinal temperatures for germination. Cardinal (minimum, optimum and maximum) temperatures of germination were determined as -1, 22.5 and 40.2$^{o}$C respectively. Maximum rate and percentage of germination obtained in the range of 20-25$^{o}$C. Maximum of radical length and dry weight, maximum of caulicle length and dry weight and maximum of vigor seedling were obtained in 20$^{o}$C,10-20$^{o}$C and 5-30$^{o}$C respectively. Maximum and minimum germination uniformity (GU) was obtained in 25 and 5$^{o}$C.

***Keywords**: **Seedling vigor, Germination percentage, Two-Segmented Linear Regression, Germination uniformity***

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-05-18 ]

[ DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.4.8 ]

[ DOI: 10.29252/yujs.2.2.137 ]