تأثیر سطوح مختلف دما بر رفتار جوانه‌زنی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.)، شاهدانه (*Cannabis sativa* L.) و کنجد (*Sesamus indicum* L.)

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: ۱۳۹۳/۰۶/۳۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۱۵)

چکیده

با توجه به اهمیت روزافزون گیاهان دارویی، درک واکنش جوانه‌زنی این گیاهان به دما از دیدگاه زراعی حائز اهمیت است. در یک مطالعه آزمایشگاهی، تأثیر درجه حرارت‌های مختلف بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر گیاه دارویی رازیانه، شاهدانه و کنجد، به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار، مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور تیمارهای درجه حرارت ثابت ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که تأثیر درجه حرارت بر درصد و سرعت جوانه‌زنی بذور معنی‌دار بود. بذور رازیانه در دمای ۵، ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد و بذور کنجد در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد جوانه‌زنی نداشتند. حداکثر سرعت جوانه‌زنی بذور رازیانه در دمای ۳۰ درجه و برای بذور شاهدانه و کنجد در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به دست آمد. بیشترین درصد جوانه‌زنی بذور رازیانه و شاهدانه و کنجد به ترتیب در دماهای ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. کمترین یکنواختی جوانه‌زنی بذور رازیانه در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و برای بذور شاهدانه و کنجد در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. شاخص بنیه گیاهچه بذور رازیانه و شاهدانه در دمای ۲۵ و برای بذور کنجد در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به حداکثر مقدار خود رسید. مقادیر طول و وزن ریشه‌چه و ساقه‌چه برای تمام بذور با افزایش دما افزایش‌یافته، در دمای خاصی به حداکثر مقدار خود رسیده سپس روند کاهشی داشت. از اطلاعات حاصل از این مطالعه می‌توان برای پیش‌بینی سبز شدن بذور این گیاهان دارویی در شرایط دمایی مختلف استفاده نمود. جوانه‌زنی بذور شاهدانه در دامنه وسیعی از دماها انجام می‌شود و نسبت به دو گیاه دیگر حساسیت کمتری به شرایط دمایی دارد. جوانه‌زنی بذور رازیانه به‌جز در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد، ناچیز بود. بذور کنجد در رنج دمایی ۱۵ تا ۳۵ درجه جوانه‌زنی خوبی داشتند.

واژه های کلیدی: بنیه گیاهچه، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، یکنواختی جوانه‌زنی

مقدمه

به دلیل برداشت بی‌رویه و تخریب رویشگاه‌های طبیعی، بسیاری از گونه‌های دارویی و معطر وحشی در معرض فرسایش ژنتیکی و انقراض قرار گرفته‌اند. تقاضای روزافزون جهانی برای این گونه‌ها، نیاز به اهلی کردن و کشت آن‌ها در سیستم‌های زراعی را افزایش داده است (لمبرت[1]، ۱۹۹۷). در حال حاضر کشت گیاهان دارویی شاخه مهمی از کشاورزی و یکی از منابع اصلی استخراج و تولید مواد اولیه برای ساخت داروهای موجود به شمار می‌رود. به همین دلیل در عموم کشورهای پیشرفته مراکز تحقیقاتی خاص گیاهان دارویی تأسیس شده است

[1] Lambert

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-13]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.1.7.9]
[DOI: 10.29252/yujs.2.1.37]

که این مراکز تحقیقاتی، هر روزه مواد مؤثره متعددی را در گیاهان به همراه تأثیر مطلوب آن‌ها شناسایی و معرفی می‌کنند (آرویی و امیدبیگی[1]، ۲۰۰۴).

رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی، گیاهی چندساله و متعلق به خانواده چتریان می‌باشد. این گیاه یکی از چهار گیاه اصلی معطر جهان است که به‌ویژه در نواحی معتدل و نیمه‌گرمسیری جهان کشت‌وکار می‌شود (درزی و حاج‌سیدهادی، ۱۳۸۱). رازیانه و به‌ویژه اسانس حاصل از آن در فراورده‌های غذایی، نظیر فرآوردهای نانوایی، نوشیدنی‌ها و شیرینی‌پزی‌ها به‌عنوان مکمل در صنایع آرایش و بهداشتی و در داروسازی به‌عنوان داروی ضدعفونی‌کننده چشم، خلط‌آور و افزاینده شیر مادران مورد استفاده قرار می‌گیرد (راج و تاکارال[2]، ۲۰۰۸).

شاهدانه (*Cannabis sativa* L.) گیاهی یک‌ساله و علفی با بوی قوی و مطبوع است که دارای خواصی مانند احساس سرخوشی، خنده‌آور، افزایش اشتها، احساس آرامش، خاصیت ضدافسردگی، کاهش لرزش‌های بیماری اماس بوده و در درمان آلزایمر نیز مفید می‌باشد (مکی‌زاده تفتی و همکاران، ۱۳۹۰). کنجد (*Sesamus indicum* L.) نیز یکی از دانه‌های روغنی و خوراکی مهم در کشاورزی سنتی نواحی گرم و نیمه‌گرم است و ظاهراً قدیمی‌ترین دانه روغنی در جهان می‌باشد. روغن کنجد در جلوگیری از فساد دندان کاربرد دارد و همچنین در درمان التهاب و تورم لثه مفید است. برگ‌های کنجد سرشار از مواد لعابی هستند که در گذشته با دیگر گیاهان برای درمان اسهال خونی و وبا به‌کاربرده می‌شدند. منبع غنی اسیدآمینه کنجد رشد تومورها را متوقف می‌کند و به رفع مسمومیت کبد و کلیه‌ها و بهبود سیستم ایمنی بدن کمک می‌کند. کنجد در درمان بی‌خوابی مؤثر بوده، خاصیت ضدورم مفاصل و رماتیسم و همچنین خاصیت ضد سرطان دارد. خواص ضد قارچ و ضد باکتری از دیگر تأثیرات آن است (احمدی و بحرانی، ۱۳۸۸).

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 (جردن و هافرکمپ[3]، ۱۹۸۹). این فرایند با ظهور ریشه‌چه و ساقه‌چه و طویل شدن آن‌ها و تخصیص مواد غذایی ذخیره به محور جنینی آغاز می‌شود (رحیمیان و همکاران، ۱۳۷۰). عوامل محیطی مختلف از جمله حرارت و رطوبت، جوانه‌زنی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (کوچکی و مؤمن شاهرودی، ۱۳۷۵). درجه حرارت با تأثیری که روی جوانه‌زنی می‌گذارند، ممکن است برای ارزیابی ویژگی‌های جوانه‌زنی یا پتانسیل استقرار گونه‌های گیاهی مفید باشند (جردن و هافرکمپ، ۱۹۸۹). محققین، رابطه خطی بین دما و سرعت جوانه‌زنی را در برخی گونه‌های گیاهی گزارش کرده‌اند و عمدتاً از رگرسیون خطی برای توصیف رابطه بین دما و سرعت جوانه‌زنی استفاده می‌کنند (رامین[4]، ۱۹۹۷). اثر دما روی جوانه‌زنی می‌تواند به‌صورت درجه حرارت‌های کاردینال بیان شود (کوپلند و مسی دونالد[5]، ۱۹۹۵). درجه حرارت‌های کاردینال شامل درجه حرارت حداقل (درجه‌حرارتی که در کمتر از آن جوانه‌زنی صورت نمی‌گیرد)، بهینه (درجه حرارتی که بیشترین درصد جوانه‌زنی در کوتاه‌ترین زمان رخ می‌دهد) و درجه حرارت حداکثر (در بیشتر از آن جوانه‌زنی رخ نمی‌دهد و پروتئین‌های ضروری برای جوانه‌زنی تجزیه می‌شوند) هستند که برای ارائه مدل پیش‌بینی جوانه‌زنی بذور در گونه‌های گیاهی موردنیاز می‌باشند (رامین، ۱۹۹۷).

گزارش‌های متعددی در مورد خصوصیات جوانه‌زنی گونه‌های مختلف گیاهی اعم از گیاهان زراعی، مرتعی و دارویی وجود دارد (آدام[6] و همکاران، ۲۰۰۷؛ بنایان[7] و همکاران، ۲۰۰۶؛ جامی الحمدی و کافی[8]، ۲۰۰۷؛ کامکار[9] و همکاران، ۲۰۰۶). نتایج تحقیق بنایان و همکاران (۲۰۰۶) در بررسی خصوصیات جوانه‌زنی تعدادی از گیاهان دارویی ایران حاکی از آن است که بالاترین درصد جوانه‌زنی در دامنه ۲۰ تا ۳۰ درجه

[1] Aroiee and Omidbaigi
[2] Raj and Thakral
[3] Jordan and Haferkamp
[4] Ramin
[5] Copeland and McDonald
[6] Adam
[7] Bannayan
[8] Jami Al-Ahmadi and Kafi
[9] Kamkar

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-13]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.1.7.9]
[DOI: 10.29252/yujs.2.1.37]

سانتی‌گراد برای پونه‌سای بینالودی و پونه‌سای البرزی به دست آمد. درجه حرارت‌های کاردینال در اسفرزه به ترتیب ۴/۴، ۱۹ و ۲۵/۵ و در پسیلیوم به ترتیب ۹/۴، ۲۸/۸ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد تعیین شدند (تبریزی و همکاران، ۱۳۸۳).

متغیرهای درجه حرارت کاردینال معمولاً یا به‌صورت مقادیر ثابتی تعیین می‌شوند و یا به‌گونه‌ای تخمین زده می‌شوند که به‌طور نرمال یا لگاریتم نرمال درون یک جمعیت بذری مشخص تعمیم داده می‌شوند (هاردیگری[1]، ۲۰۰۶). مدل‌های ریاضی متعددی برای توصیف الگوی جوانه‌زنی در واکنش به درجه حرارت ارائه شده‌اند. (کبریب و مورداک[2]، ۱۹۹۹). برخی از این مدل‌ها برای پیش‌بینی واکنش جوانه‌زنی تجمعی بکار می‌روند و درجه حرارت‌های کاردینال و ضرایب مدل را برای مقایسه توده‌های بذری نیز پیش‌بینی می‌کنند. (فارتیال[3] و همکاران، ۲۰۰۳). هاردیگری (۲۰۰۶) سه مدل درجه حرارت کاردینال جوانه‌زنی حرارتی، رگرسیون غیرخطی و روش رگرسیون خطی دو قطعه‌ای را مورد آزمون قرار داد و ملاحظه کرد دقت پیش‌بینی سرعت جوانه‌زنی و زمان جوانه‌زنی را می‌توان با استفاده از مدل‌های تجربی که کمترین فرضیات از پیش تعیین شده را دارند، افزایش داد. آلن[4] (۲۰۰۳) عنوان کرد که مدل‌های درجه حرارت کاردینال کاربردهای دیگری نیز دارند به‌طوری‌که ضرایب این مدل‌ها می‌تواند با فرایندهای فیزیولوژیکی خاصی همبستگی داشته باشد؛ بنابراین با توجه به اهمیت رازیانه، شاهدانه و کنجد در صنایع داروسازی و همچنین صنایع غذایی و آرایشی و بهداشتی، انجام مطالعات و بررسی‌های همه‌جانبه روی این بذور ضرورت داشته تا زمینه برای کشت و توسعه این گیاهان فراهم شود. ازاین‌رو این مطالعه به‌منظور مشخص نمودن دامنه حرارتی مناسب جوانه‌زنی و شناسایی رابطه بین درجه حرارت و سرعت جوانه‌زنی بذر گیاهان دارویی رازیانه، شاهدانه و کنجد انجام شد.

[1] Hardegree
[2] Kebreab and Murdoch
[3] Phartyal
[4] Allen

مواد و روش‌ها

این پژوهش در آزمایشگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند اجرا گردید. آزمایش شامل ۸ تیمار دمایی (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد) در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار بود. بذور مورد استفاده در آزمایش از شرکت کشاورزی کشت و صنعت بیدمشک شهرستان بیرجند خریداری شده و آزمون جوانه‌زنی برای بذور انجام شد. برای هر تکرار ۲۵ عدد بذر منظور گردید که پس از شمارش و ضدعفونی با محلول وایتکس ده درصد (دارای ۵/۲۵ درصد هیپوکلریت سدیم) به مدت دو دقیقه و سپس شستشو با آب مقطر، در پتری دیش‌هایی به قطر نه سانتی‌متری استریل شده، حاوی کاغذ صافی واتمن که توسط آب مقطر نیز به مقدار کافی مرطوب گردیده بودند، قرار گرفتند و برای جلوگیری از تبخیر رطوبت پتری‌دیش‌ها با پارافیلم بسته شدند و بعد از آن در داخل ژرمیناتور با دمای موردنظر تحت فتوپریود ۱۲ ساعت نور/ ۱۲ ساعت تاریکی قرار داده شدند. شمارش بذور جوانه‌زده هر روز در ساعتی معین انجام شد. معیار جوانه‌زنی خروج ریشه‌چه حداقل یک میلی‌متری بود. شمارش بذور تا ۱۴ روز به‌صورت متوالی انجام شده و در پایان روز چهاردهم با استفاده از ۱۰ نمونه تصادفی از هر تیمار، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه نیز اندازه‌گیری شدند.

درصد جوانه‌زنی بر اساس معادله (۱) محاسبه شد (تبریزی و همکاران، ۱۳۸۳).

$$P = n/N \times 100 \qquad (۱$$

در این معادله n تعداد بذور جوانه‌زده و N تعداد کل بذرهاست.

اندازه‌گیری سرعت جوانه‌زنی بذور از روش ماگوئر و با استفاده از معادله (۲) صورت گرفت (کبریب و مورداک، ۱۹۹۹).

$$Rs = \Sigma\, Si/Di \qquad (۲$$

RS: سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر در روز)
Si: تعداد بذر جوانه‌زده در هر شمارش
Di: تعداد روز تا شمارش nام

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-13]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.1.7.9]
[DOI: 10.29252/yujs.2.1.37]

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

۳) بنیه‌ی بذر = ((میلی‌متر) طول ریشه‌چه + (میلی‌متر) طول ساقه‌چه) × (۱۰۰/درصد جوانه‌زنی)

یکنواختی جوانه‌زنی نیز با کاربرد نرم‌افزار Germine نسخه اول مورد محاسبه قرار گرفت (سلطانی و همکاران، ۲۰۰۱).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار تجزیه‌وتحلیل آماری[1] مدل ۹،۱،۳ و جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

سرعت جوانه‌زنی

مقایسه میانگین داده‌های مربوط به‌سرعت جوانه‌زنی بذور نشان داد که بین سرعت جوانه‌زنی بذور مختلف در درجه حرارت‌های مختلف از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۱$) داشت (جدول ۱). برای بذور رازیانه در دمای ۵، ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد جوانه‌زنی صورت نگرفت. در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد با افزایش دما سرعت جوانه‌زنی افزایش‌یافته و در ۳۰ درجه سانتی‌گراد با ۶۲ درصد افزایش به حداکثر مقدار خود رسید ولی این اختلاف از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (جدول ۲). در بذر شاهدانه بیشترین سرعت جوانه‌زنی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد و سرعت جوانه‌زنی بذور در سایر دماها اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۳). با افزایش دما سرعت جوانه‌زنی بذور کنجد افزایش یافت و بیشترین سرعت جوانه‌زنی این بذور در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد اتفاق افتاد و با افزایش دما از ۲۵ درجه سانتی‌گراد سرعت جوانه‌زنی روند کاهشی را پیش گرفت (جدول ۴).

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). با افزایش درجه حرارت در فاصله بین دماهای پایه و بهینه سرعت نمو گیاهان افزایش‌یافته و در درجه حرارت‌های بالاتر از دمای بهینه سرعت رشد و نمو کاهش می‌یابد (هوری و همکاران، ۲۰۰۰). به‌طور معمول، بین سرعت جوانه‌زنی، عکس زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد از جوانه‌زنی نهایی و دما تا دمای مطلوب برای جوانه‌زنی بذر، رابطهٔ خطی مثبت وجود دارد. مطالعات انجام‌شده در زمینهٔ گیاهان زراعی مختلف نشان داده است که در دماهای بالاتر از دمای مطلوب، سرعت جوانه‌زنی به‌صورت خطی و معمولاً با شیبی بیشتر در مقایسه با شیب خط رگرسیون دماهای کمتر از مطلوب، کاهش می‌یابد (محمودی و همکاران، ۱۳۸۷). ایانوسی[2] و همکاران (۲۰۰۰)، نجفی و همکاران (۱۳۸۶) و تبریزی و همکاران (۱۳۸۳) در مطالعات خود اثر افزایشی درجه حرارت تا نقطه‌ای خاص بر درصد و سرعت جوانه‌زنی بذور را گزارش کرده‌اند.

[1] Statistical Analysis System

[2] Iannucci

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-13]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.1.7.9]
[DOI: 10.29252/yujs.2.1.37]

جدول ۱- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مربوط به صفات جوانه‌زنی سه نوع بذر (شاهدانه، رازیانه و کنجد).

نوع بذر	منابع تغییرات	درجه آزادی	سرعت جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی	شاخص بنیه گیاهچه	طول ریشه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	یکنواختی جوانه‌زنی
شاهدانه	دما	۷	۱۳/۳۲^{ns}	۱۹۷۹/۳۵**	۱۵/۶۷**	۱۵/۱۴**	۷۲۴/۵۳**	۴/۴۸**	۴۶۳۵۲/۱۱**	۳۳/۲۲**
	خطا	۲۴	۶/۲۹	۵۷/۵	۱/۹	۱/۸۹	۱۵۸/۰۵	۰/۰۸۹	۱۴۴۵/۹۴	۰/۷۹
	ضریب تغییرات (درصد)		۲۳/۸	۹/۴	۲۸/۶	۲۹/۵	۲۴	۲۴	۳۰/۸	۲۲
رازیانه	دما	۷	۰/۰۱۱**	۲۹۸۶**	۱۱/۳۴**	۷/۰۶**	۱۹۳/۸۵**	۶/۹۹**	۴۴۵۵/۲**	۱۶/۲۵**
	خطا	۲۴	۰/۰۰۲۲	۱۵۸/۳۳	۰/۳۱	۰/۲۲	۲۸/۸۶	۰/۱۶	۴۷۴/۴۷	۳/۰۵
	ضریب تغییرات (درصد)		۲۶/۱	۲۰/۸	۲۹/۴	۲۱/۲	۱۱/۲	۲۸/۶	۲۵/۱	۲۵/۴
کنجد	دما	۷	۰/۸۲**	۴۴۸۴/۵**	۲۷/۴۴**	۲۶/۹۸**	۱۲۰۰۱۷/۴**	۱/۲۸**	۱۱۲۹۸۱/۴**	۲۱/۷۸**
	خطا	۲۴	۰/۰۱۵	۷۴/۸۳	۰/۳	۰/۲۹	۱۰۳۰۷/۳۵	۰/۰۱	۳۵۹۳/۹۱	۱/۰۵
	ضریب تغییرات (درصد)		۲۳/۶	۱۶/۸	۲۲	۲۲/۳	۲۳/۵	۱۶	۲۷/۶	۲۶

** و ns معنی‌داری در سطح ۱ درصد عدم معنی‌داری را نشان می‌دهد.

درصد جوانه‌زنی

تأثیر دما بر درصد جوانه‌زنی بذور رازیانه معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$). در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد جوانه‌زنی انجام نشد. با افزایش دما از ۱۰ درجه سانتی‌گراد درصد جوانه‌زنی افزایش‌یافته و در ۲۰ درجه سانتی‌گراد با ۸۲ درصد افزایش به حداکثر مقدار خود رسید. با افزایش دما از ۲۰ درجه سانتی‌گراد درصد جوانه‌زنی روند نزولی داشته تا در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد به صفر رسید (شکل ۱ و جدول ۲). در بذور شاهدانه درصد جوانه‌زنی در دماهای ۵ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد اختلاف معنی‌داری نداشته و دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد باعث کاهش درصد جوانه‌زنی شد (شکل ۲ و جدول ۳). در محدوده دمایی ۱۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد حداکثر درصد جوانه‌زنی بذور کنجد مشاهده شد و دماهای کمتر و بیشتر از این محدوده درصد جوانه‌زنی بذور کنجد را به‌صورت معنی‌داری کاهش داد (شکل ۳ و جدول ۴). همان‌گونه که نتایج نشان می‌دهد جوانه‌زنی بذور شاهدانه در دامنه وسیعی از دماها انجام می‌شود و نسبت به دو گیاه دیگر حساسیت کمتری به شرایط دمایی دارد. 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، بطور عمده 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) درجه حرارت برای جذب آب توسط بذر را ۱/۵ تا ۱/۸ درجه سانتی‌گراد گزارش کردند. به نظر می‌رسد کاهش فعالیت‌های آنزیمی در

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-13]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.1.7.9]
[DOI: 10.29252/yujs.2.1.37]

درجه حرارت پایین و اختلال در فعالیت آنزیم‌ها در درجه حرارت بالا (دناتوره[1] شدن ساختمان سه‌بعدی آنزیم‌ها)، علت اصلی کاهش درصد جوانه‌زنی در درجه حرارت‌های بالا و پایین در این آزمایش است.

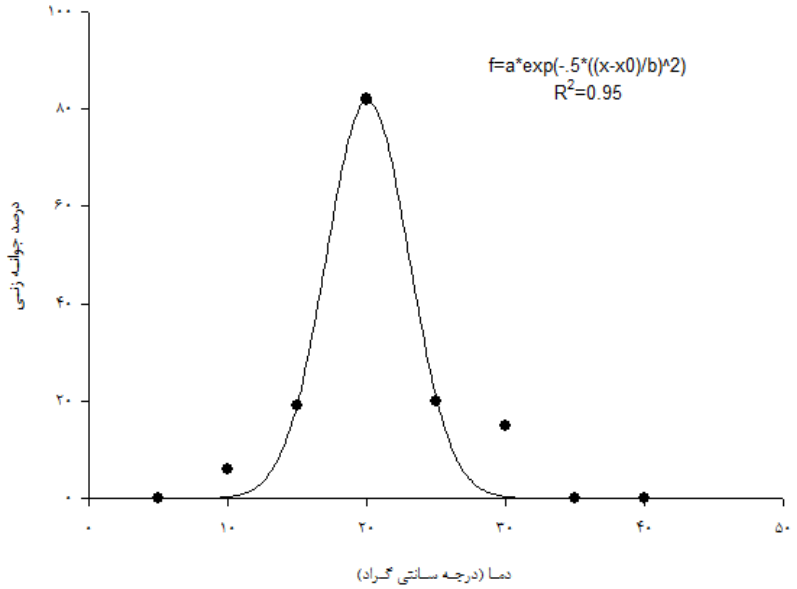
زینلی و همکاران (۱۳۸۹) بیشترین مقادیر GMax گندم را در دماهای ۱۳ تا ۲۰ درجه گزارش کردند. لطیفی و همکاران (۱۳۸۳) اعلام کردند دماهای کمتر از ۱۵ درجه سانتی‌گراد باعث کاهش معنی‌دار حداکثر جوانه‌زنی در بذور کلزا شدند، به‌طوری‌که کمترین جوانه‌زنی در دمای ۴/۵ درجه و بیشترین جوانه‌زنی در دمای ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد. یکی از مزایای افزایش درصد جوانه‌زنی بذر گیاهان افزایش تراکم بوته در واحد سطح و افزایش عملکرد است. کوپلند و مک‌دونالد (۱۹۹۵) علت توقف جوانه‌زنی در دمای حداکثر را تغییر پروتئین‌های ضروری جوانه‌زنی اعلام کردند. دماهای بالا علاوه بر کاهش سرعت جوانه‌زنی سبب زوال بذر نیز می‌شود (هاردیگری، ۲۰۰۶). بیشترین درصد جوانه‌زنی بذور گیاه دارویی شیرین‌بیان در دامنه دماهای ۱۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد گزارش شد و با افزایش و کاهش دما از این محدوده حرارتی درصد جوانه‌زنی بذور کاهش یافت (قنبری و همکاران، ۱۳۸۴). همچنین تبریزی و همکاران (۱۳۸۶) طی انجام آزمایشی روی بذور آویشن نشان دادند که با افزایش درجه حرارت تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد جوانه‌زنی بذور آویشن افزایش یافت و پس از آن روند کاهشی ملاحظه شد. طی تحقیقی در بررسی رفتار جوانه‌زنی باریجه مشخص شد که بذور این گیاه در دماهای ۵ تا ۸ درجه سانتی‌گراد بیشترین درصد جوانه‌زنی را داشته ولی با افزایش دما به ۱۱ درجه سانتی‌گراد جوانه‌زنی آن کاهش یافته است (ملتی و همکاران، ۱۳۸۴). تأثیر منفی درجه حرارت‌های بالا بر جوانه‌زنی بذور گیاهان توسط دیگر محققین نیز گزارش شده است (علی[2] و همکاران، ۱۹۹۸ و مسی‌نیل و دوران[3]، ۱۹۹۲).

تأثیر دما بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه

اعمال دماهای متفاوت طول ریشه‌چه و ساقه‌چه رازیانه را به‌صورت معنی‌داری ($p<۰/۰۱$) تحت تأثیر قرار داد (جدول ۱). با افزایش دما از ۱۰ درجه سانتی‌گراد طول ریشه‌چه رازیانه افزایش یافته تا در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به حداکثر مقدار خود (۳۰ میلی‌متر) رسید (بین دمای ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد از نظر طول ریشه‌چه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد). در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد طول ریشه‌چه مجدداً کاهش یافت (جدول ۲). بیشترین طول ریشه‌چه بذور شاهدانه و کنجد به ترتیب در دماهای ۲۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. با افزایش دما از ۱۰ درجه سانتی‌گراد طول ساقه‌چه رازیانه نیز افزایش یافت و حداکثر طول ساقه‌چه در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد (۳۰/۸ میلی‌متر). با افزایش دما از ۲۰ درجه سانتی‌گراد طول ساقه‌چه رازیانه روند نزولی داشت (طول ساقه‌چه در دمای ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد اختلاف معنی‌داری نداشت). بیشترین طول ساقه‌چه بذور شاهدانه در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و در بذور کنجد در دامنه دمایی ۲۵ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد (جدول ۳ و ۴).

[1] Denaturation
[2] Ali
[3] Mcneil & Duran

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-13]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.1.7.9]
[DOI: 10.29252/yujs.2.1.37]



شکل ۱- تأثیر دما بر درصد جوانه‌زنی بذر رازیانه

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های شاخص‌های جوانه‌زنی گیاه رازیانه در سطوح مختلف دما

سطوح دمایی (درجه سانتی‌گراد)	سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر در روز)	درصد جوانه‌زنی	شاخص بنیه گیاهچه	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	وزن خشک ریشه‌چه (میلی‌گرم)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)	وزن خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم)	یکنواختی جوانه‌زنی (روز)
۵	۰b	۰c	۰c	۰c	۰c	۰c	۰d	-b
۱۰	۰/۰۷۹ a	۶ bc	۰/۵۹ c	۴/۸ c	۰/۹۵ c	۱/۷ c	۱/۶۷ d	۲/۷ a
۱۵	۰/۰۷۹ a	۱۹ b	۰/۵۴ c	۵/۴ c	۳/۸۷ bc	۴/۷ c	۴/۱۵ cd	۴/۲ a
۲۰	۰/۱۰۱ a	۸۲ a	۲/۹۲ b	۲۸/۲ ab	۱۹/۵۵ a	۳۰/۸ a	۸۸/۱۲a	۴/۷۸ a
۲۵	۰/۱۰۵ a	۲۰ b	۴/۰۶ a	۳۰ a	۱۰/۶۲ b	۲۷ a	۵۵/۲۲b	۳/۲۵ a
۳۰	۰/۱۲۸ a	۱۵ bc	۳/۱۸ b	۲۳/۱ b	۳/۰۷ bc	۲۰ b	۳۳/۹۵ bc	۳/۶ a
۳۵	۰b	۰c	۰c	۰c	۰c	۰c	۰d	-b
۴۰	۰b	۰c	۰c	۰c	۰c	۰c	۰d	-b

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد به روش LSD می‌باشند.

کیاک[1] و همکاران (۱۹۹۴) بیشترین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه کنجد را در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد گزارش کردند. طی تحقیقی مشخص شد که طول ریشه‌چه گندم با افزایش دما افزایش یافته و در ۲۵ درجه سانتی‌گراد به حداکثر خود رسید و با افزایش دما از این مقدار طول ریشه‌چه کاهش یافت (هوانگ[2] و همکاران، ۱۹۹۱). در آزمایشی که روی 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،

[1] Kyauk

[2] Huang

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-13]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.1.7.9]
[DOI: 10.29252/yujs.2.1.37]

۱۳۸۹). 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 به‌دست آمد (سیلر[1]، ۱۹۹۸).

تأثیر دما بر وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه

کاربرد دماهای مختلف تأثیر معنی‌داری ($p<۰/۰۱$) بر وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه رازیانه داشت (جدول ۱). در دمای ۵، ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد بذور جوانه نزدند پس ریشه‌چه و ساقه‌چه هم تولید نشد. کمترین وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد (به ترتیب ۰/۹۵ و ۱/۶۷ میلی‌گرم) و بیشترین مقدار آن در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد (به ترتیب ۱۹/۵ و ۸۸/۱۲ میلی‌گرم) مشاهده شد. با افزایش دما از ۱۰ درجه سانتی‌گراد وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه روند صعودی داشته تا در ۲۰ درجه سانتی‌گراد به حداکثر مقدار خود رسید و با افزایش دما از ۲۰ درجه سانتی‌گراد وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه مجدداً کاهش یافت تا در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به حداقل مقدار خود رسید (جدول ۲). در دمای ۲۵ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد حداکثر وزن خشک ریشه‌چه و در دمای ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد بیشترین وزن خشک ساقه‌چه بذور شاهدانه مشاهده شد (جدول ۳). در بذور کنجد بیشترین وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در دماهای ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد (جدول ۴).

سیلر (۱۹۹۸) بیشترین وزن تازه ریشه‌چه و ساقه‌چه آفتابگردان را در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد گزارش کرد. در آزمایشی که هوانگ و همکاران (۱۹۹۱) انجام دادند وزن ریشه‌چه گندم در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد با حداکثر خود رسید. با افزایش سطوح دمایی وزن گیاهچه خرفه (مجموع وزن ریشه‌چه و ساقه چه) نیز افزایش معنی‌داری نشان داد (رحیمی و کافی، ۱۳۸۹).

تأثیر دما بر بنیه گیاهچه

نتایج آزمایش نشان داد تأثیر دما بر شاخص بنیه گیاهچه رازیانه معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) شد (جدول ۱). در دمای ۱۰ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد بنیه گیاهچه رازیانه اختلاف معنی‌داری نداشت. در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد بنیه گیاهچه افزایش یافت و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به حداکثر مقدار خود رسید. در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد مقدار بنیه بذر کاهش یافت (جدول ۲). در شاهدانه با افزایش دما از ۵ درجه سانتی‌گراد بنیه گیاهچه افزایش یافت تا در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به حداکثر مقدار خود رسید. با افزایش دما از ۲۵ درجه سانتی‌گراد، بنیه گیاهچه مجدداً روند کاهشی را پیش گرفت (جدول ۳). در کنجد بیشترین بنیه گیاهچه در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد حاصل شد و دماهای بیشتر و کمتر بنیه گیاهچه کاهش یافت (جدول ۴). ایانوسی و همکاران (۲۰۰۰) اعلام کردند بنیه بذر، سرعت جوانه‌زنی و توسعه سریع گیاهچه برای استقرار مناسب گیاه مهم می‌باشند و عوامل محیطی مثل درجه حرارت و رطوبت خاک می‌توانند بر این خصوصیات اثرات نامطلوبی داشته باشند. طی آزمایشی که رحیمی و کافی (۱۳۸۹) روی گیاه خرفه انجام دادند 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.

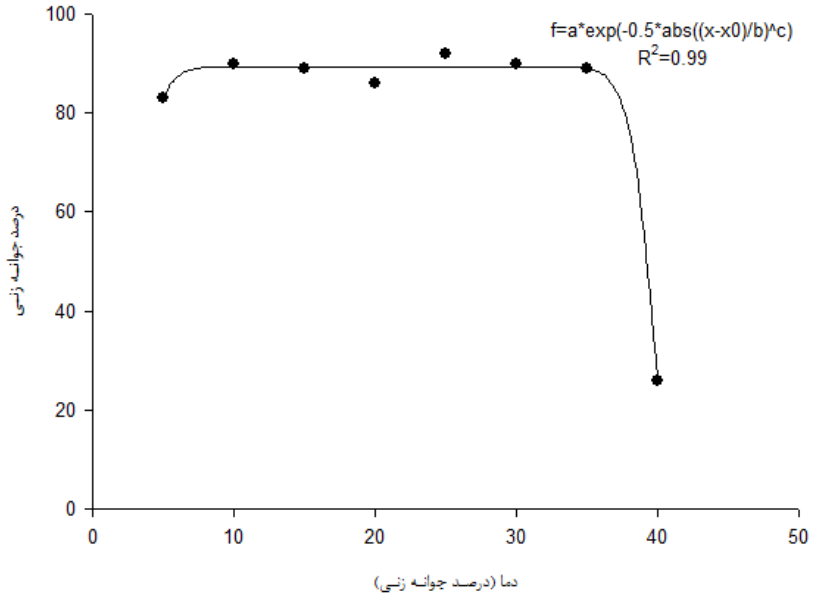
[1] Seiler

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-13]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.1.7.9]
[DOI: 10.29252/yujs.2.1.37]

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های شاخص‌های جوانه‌زنی گیاه شاهدانه در سطوح مختلف دما

سطوح دمایی (درجه سانتی‌گراد)	سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر در روز)	درصد جوانه‌زنی	شاخص بنیه گیاهچه	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	وزن خشک ریشه‌چه (میلی‌گرم)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)	وزن خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم)	یکنواختی جوانه‌زنی (روز)
۵	۰/۱۵ b	۸۳ a	۰/۸۲ de	۰/۸۲ ef	۱۵/۱ de	۰D	۰e	۴/۶ c
۱۰	۰/۱۵ b	۹۰ a	۱/۳de	۱/۳ def	۱۵/۲ de	۰D	۰e	۶/۴ b
۱۵	۰/۱۳ b	۸۹ a	۲/۵ cd	۲/۴ cde	۱۶/۵ cde	۱/۲ c	۱۱۲/۵ c	۸/۸ a
۲۰	۰/۱۹ b	۸۶ a	۳/۴bc	۳/۳ bcd	۲۲/۴ bcd	۲/۷ a	۲۵۲/۵ a	۵/۹ b
۲۵	۵/۵ a	۹۲ a	۶/۰۱ a	۵/۹ a	۳۴/۹ abc	۱/۸ b	۲۲۷ ab	۱/۷ d
۳۰	۰/۶۴ b	۹۰ a	۴/۶ ab	۴/۵ ab	۴۲/۲ a	۱/۸ b	۲۰۵ ab	۱/۹ d
۳۵	۰/۵۹ b	۸۹ a	۳/۶ bc	۳/۵ bc	۳۶/۸ ab	۱/۹ b	۱۸۰ b	۱/۳ d
۴۰	۱/۰۲ b	۲۶ b	۰/۲۸ e	۰/۲۵ f	۲/۹ e	۰/۱۸ d	۸/۲ d	۱/۱ d

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد به روش LSD می‌باشند.



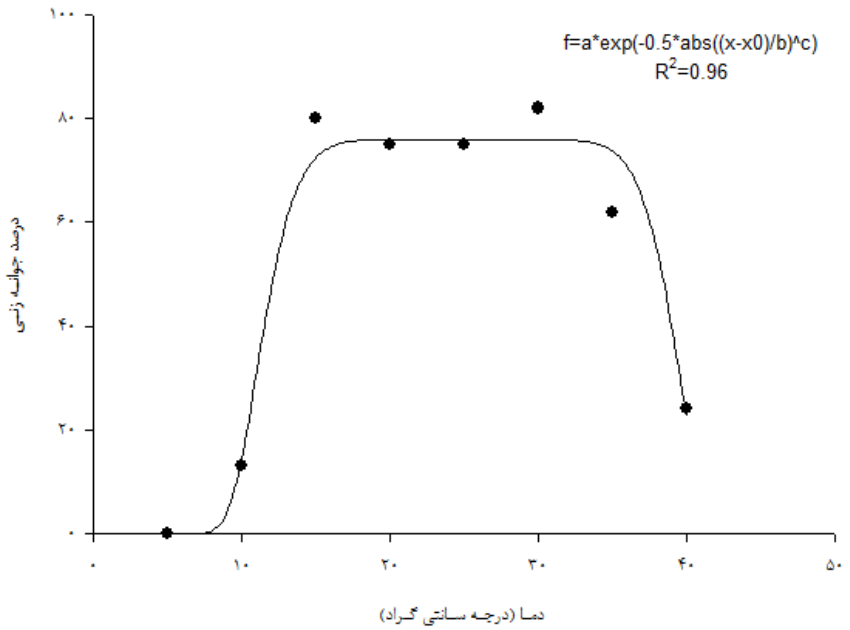
شکل ۲- تأثیر دما بر درصد جوانه‌زنی بذر شاهدانه

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-13]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.1.7.9]
[DOI: 10.29252/yujs.2.1.37]

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های شاخص‌های جوانه‌زنی گیاه کنجد در سطوح مختلف دما

سطوح دمایی (درجه سانتی‌گراد)	سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر در روز)	درصد جوانه‌زنی	شاخص بنیه گیاهچه	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	وزن خشک ریشه‌چه (میلی‌گرم)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)	وزن خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم)	یکنواختی جوانه‌زنی (روز)
۵	۰f	۰d	۰e	۰e	۰d	۰c	۰f	۰d
۱۰	۰/۱ ef	۱۳ c	۰/۲۱ e	۰/۲۱ e	۴/۲ d	۰c	۰f	۲/۹ b
۱۵	۰/۱۸ e	۸۰ a	۰/۳۴ e	۰/۳۲ e	۴/۷ d	۰/۴۴ b	۱۶۴e	۷/۹ a
۲۰	۰/۵۸ cd	۷۵ a	۲/۳ d	۲/۳ d	۱۹۹ c	۰/۴۴ b	۲۰۸c	۳/۳ b
۲۵	۱/۴ a	۷۵ a	۵/۱ b	۵/۱ b	۳۸۰ ab	۱/۳ a	۳۹۲ab	۲/۱bc
۳۰	۰/۷۷ b	۸۲ a	۶/۸ a	۶/۷ a	۴۱۲/۷ a	۱/۳ a	۴۵۱a	۲/۷ b
۳۵	۰/۶۶ bc	۶۲ b	۴/۲ c	۴/۱ c	۲۴۲/۳ bc	۱/۲ a	۳۳۳b	۱/۹bc
۴۰	۰/۴۷ d	۲۴ c	۰/۷ e	۰/۶۷ e	۳۵/۶ d	۰/۶ b	۱۸۳d	۱/۲cd

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد به روش LSD می‌باشند.



شکل ۳- تأثیر دما بر درصد جوانه‌زنی بذر کنجد

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-13]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.1.7.9]
[DOI: 10.29252/yujs.2.1.37]

تأثیر دما بر یکنواختی جوانه‌زنی (GU[1])

تأثیر دما بر یکنواختی جوانه‌زنی بذور رازیانه، معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) بود (جدول ۱). اگرچه یکنواختی جوانه‌زنی در محدوده دماهای ۱۰ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نداشت ولی با افزایش دما از ۱۰ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد یکنواختی جوانه‌زنی کاهش یافته (۷۷ درصد) و در ۲۰ درجه سانتی‌گراد به حداقل یکنواختی خود رسید و با افزایش دما از ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد یکنواختی آن مجدداً افزایش یافت (جدول ۲). کمترین یکنواختی جوانه‌زنی بذور شاهدانه و کنجد در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد و دماهای کمتر و بیشتر از ۱۵ درجه سانتی‌گراد، یکنواختی را در بذور هر دو گیاه افزایش داد (جدول ۳ و ۴). 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 بذور است. برعکس، طولانی بودن این مرحله نشان می‌دهد که بذور 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 بذور گندم به ترتیب در دماهای ۵ و ۳۲ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است (زینلی و همکاران، ۱۳۸۹).

نتیجه‌گیری

از نتایج فوق استنباط می‌شود که گیاه شاهدانه می‌تواند در دامنه وسیعی از دماها جوانه‌زده و استقرار پیدا نماید به‌طوری‌که دامنه جوانه‌زنی آن در گستره دمایی ۵ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد اختلاف معنی‌داری نداشت. دامنه جوانه‌زنی در گیاه کنجد محدودتر شده و در ۱۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد اختلاف معنی‌داری در درصد جوانه‌زنی وجود نداشت. به نظر می‌رسد جوانه‌زنی رازیانه به دما حساس‌تر است به‌طوری‌که حداکثر جوانه‌زنی (۸۲ درصد) تنها در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد صورت گرفت و افزایش و کاهش دما از این مقدار، جوانه‌زنی را به‌طور معنی‌داری کاهش داد.

[1] Germination uniformity

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-13]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.1.7.9]
[DOI: 10.29252/yujs.2.1.37]

منابع

احمدی، م. و بحرانی، م.ج. ۱۳۸۸. تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد و میزان روغن دانه ارقام کنجد در منطقه بوشهر. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۳(۴۸): ۱۳۱-۱۲۳.

تبریزی، ل.، کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م. و رضوانی مقدم، پ. ۱۳۸۶. ارزیابی خصوصیات جوانه‌زنی بذر دو توده زراعی و طبیعی آویشن خراسانی (*Thymus transcaspicus*) با استفاده از مدل‌های رگرسیونی. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ۵(۲): ۲۵۷-۲۴۹.

تبریزی، ل.، نصیری محلاتی، م. و کوچکی، ع. ۱۳۸۳. ارزیابی درجه حرارت‌های کاردینال جوانه‌زنی دو گونه اسفرزه و پسیلیوم. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ۲: ۱۵۰-۱۴۳.

درزی، م.ت. و حاج سید هادی، م.ر. ۱۳۸۱. بررسی مسائل زراعی و اکولوژی دو گیاه دارویی بابونه و رازیانه. مجله زیتون، ۱۵۲(۱۲): ۴۹-۳۴.

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(۱): ۸۶-۸۰.

رحیمیان مشهدی، ح.، باقری، ع. و پاریاب، آ.۱۳۷۰. اثر پتانسیل‌های مختلف حاصل از پلی‌اتیلن گلایکول و کلرور سدیم توأم با درجه حرارت بر جوانه‌زنی توده‌های گندم دیم. مجله علوم و صنایع کشاورزی، ۵(۱): ۴۷-۳۶.

زینلی، آ.، سلطانی، آ.، گالشی، س. و ساداتی، س.ج. ۱۳۸۹. دماهای کاردینال، واکنش به دما و دامنه بردباری دمایی جوانه‌زنی بذر در ارقام گندم (*Triticum aestivum* L.). مجله الکترونیک 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. فصلنامه پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۰(۳): ۳۰۷-۳۰۱.

قنبری، ع.، رحیمیان، مشهدی ح.، نصیری محلاتی، م.، کافی، م. و راستگو، م. ۱۳۸۴. جنبه‌های اکوفیزیولوژیکی جوانه‌زنی شیرین‌بیان (*Glycyrrhiza glabra* L.) در واکنش به دما. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ۳(۲): ۲۷۵-۲۶۳.

کوچکی، ع. و سرمدنیا، غ.ح. ۱۳۷۷. فیزیولوژی گیاهی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی، دانشگاه فردوسی مشهد، صفحه ۱۹۰-۱۷۵.

کوچکی، ع. و مؤمن شاهرودی، ح. ۱۳۷۵. اثر پتانسیل آب و اندازه بذر بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر نخود (*Cicer arietinum*). مجله بیابان، ۴: ۶۸-۶۳.

کوچکی، ع.، راشد محصل، م. ح.، نصیری محلاتی، م. و صدرآبادی، ر. ۱۳۶۷. مبانی فیزیولوژیکی رشد و نمو گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات آستان قدس. چاپ سوم. ۴۰۴ صفحه.

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

محمودی، ع.ر.، سلطانی، آ. و بارانی، ح. ۱۳۸۷. واکنش جوانه‌زنی یونجه حلزونی (*Medicago scutellata* L.) به دما. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۱(۱): ۶۳-۵۴.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-13]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.1.7.9]
[DOI: 10.29252/yujs.2.1.37]

مکی‌زاده تفتی، م.، فرهودی، ر.، ربیعی، م. و راستی‌فر، م. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر دگرآسیبی عصاره اندام هوایی شاهدانه (*Cannabis sativa* L.) بر جوانه‌زنی و رشد رویش سه گونه علف هرز. فصلنامه فیزیولوژی گیاهان زراعی، ۳(۱۱): ۷۷-۸۸.

ملتی، ف.، کوچکی، ع. و نصیری محلاتی، م. ۱۳۸۴. بررسی رفتارهای جوانه‌زنی و تاریخ کشت مطلوب گیاه دارویی باریجه (*Ferula gumaso*). پژوهش‌های زراعی ایران، ۳(۱): ۱۲۸-۱۲۳.

نجفی، ف.، کوچکی، ع.، رضوانی‌مقدم، پ. و راستگو، م. ۱۳۸۶. بررسی خصوصیات جوانه‌زنی گیاه دارویی بومی و در حال انقراض پونه‌سای بینالودی (*Nepeta binaludensis* Jamz). مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ۴(۲): ۳۹۲-۳۸۵.

Adam, N.R., Dierig, D.A., Coffelt, T.A., Wintermeyer, M.J. Mackey, B.E., and Wall, G.W. 2007. Cardinal temperatures for germination and early growth of two *Lesquerella* species. Industerial Crops and Products, 25(1): 24-33.

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): 710-715.

Allen, P. 2003. When and how many? Hydrothermal models and the prediction of seed germination. New Phytologist, 158(1): 1-3.

Aroiee, H., and Omidbaigi, R. 2004. Effects of nitrogen fertilizer on productivity medicinal pumpkin. In XXVI International Horticultural Congress: The Future for Medicinal and Aromatic Plants, 629: 415-419.

Bannayan, M., Nadjafi, F., Rastgoo, M., and Tabrizi, L. 2006. Germination properties of some wild medicinal plants from Iran. Seed Technology, 28: 80-86.

Copeland, L.O., and McDonald, M.B. 1995. Principles of Seed Science and Technology. Publication of Chapman and Hall, USA. pp: 157-206.

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

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. Envirinmental and 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.

Jami Al-Ahmadi, M., and Kafi, M. 2007. Cardinal temperatures for germination of *Kochia scoparia* (L). Journal of Arid Environments, 68(2): 308-314.

Jordan, G.L., and Haferkamp, M.R. 1989. Temperature responses and calculated heat units for germination of several range grasses and shrubs. Journal of Range Management, 42: 41-45.

Kamkar, B., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., and Rezvani Moghaddam, P.R. 2006. Cardinal temperatures for germination in three millet specieses (*Panicum miliaceum*, *Pennisetum glaucum* and *Setaria italica*). Asian Journal of Plant Sciences, 5: 316-319.

Kebreab, E., and Murdoch, A.J. 1999. A model of the effects of a wide range of constant and alternating temperatures on seed germination of four *Orobanche* species. Annals of Botany, 84(4): 549-557.

Kyauk, H., Hopper, N.W., and Brigham, R.D. 1994. Effect of temperature and presoaking on germination root length and shoot length of sesame (*Sesamus indicum* L.). Environmental and Experimental Botany, 35(3): 345-351.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-13]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.1.7.9]
[DOI: 10.29252/yujs.2.1.37]

Lambert, J., Sirvastava, J., and Vietmeyer, N. 1997. Medicinal plants. Rescuing a global heritage. World Bank Publications, Washington DC. Pp: 23-355

Mcneil, D.L., and Duran, R.S. 1992. Effects of pre-germination treatments on seedling establishment and development of *Plantago ovata* Forsk. Tropical Agriculture, 69(3): 229-234.

Phartyal, S.S., Thapliyal, R.C., Nayal, J.S., Rawat, M.M.S., and Joshi, G. 2003. The influences of temperatures on seed germination rate in Himalayan elm (*Ulmus wallichiana*). Seed Science and Technology, 31(1): 83-93.

Raj, H., and Thakral, K.K. 2008. Effect of chemical fertilizers on growght, yield and quality of fennel (*Foeniculum vulgare* M.). Journal of Spices and Aromatic Crops, 17(2): 134-139.

Ramin, A.A. 1997. The influence of temperature on germination of taree Irani (*Allium ampeloprasum* L. spp iranicum W.). Seed Science and Technology, 25(3): 419-426.

Seiler, G.J. 1998. Influence of temperature on primary and lateral root growth of sunflower seedlings. Envirinmental 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 2026-10-13]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.1.7.9]
[DOI: 10.29252/yujs.2.1.37]

Iranian Journal of Seed Research, Vol: 2(1), 2015

Effect of Different Temperature on Germination Properties of Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.), Cannabis (*Cannabis sativa* L.) and Sesame (*Sesamus indicum* L.)

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: 2014.09.22 ; Accepted: 2015.03.06)

Abstract

Due to importance of medicinal plants, understanding the seed germination response to temperature is agronomically important. A laboratory study was conducted to investigate the effect of different temperatures on seed germination of fennel, cannabis and sesame in a completely randomized design with four replications. Various constant temperatures (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 and 40° C) were considered. According to the results, the effect of temperature on germination rate and percentage in all species was significant. The seeds of fennel were not germinated in 5, 35 and 40 ^{0}C and seeds of sesame germinated only in 5 ^{0}C. Maximum rate of germination obtained in 30 °C for fennel and 25 °C for sesame and cannabis. The highest germination percentage of fennel, and cannabis and sesame were in 20, 25 and 30 ^{0}C respectively. The lowest of germination uniformity (GU) were observed in 20 ^{0}C for fennel and in 15 ^{0}C for cannabis and sesame. Amount of seedling vigor maximized for fennel and cannabis in 25^{0}C and for sesame in the 30^{0}C. The values of length and weight of radical and plumule were enhanced with increase of temperature and record on maximum in special temperature and then reduced slowly. The quantitative information provided by this study can be used in prediction of emergence under diverse temperature conditions. Germination of cannabis seeds occurred in a wide range of temperatures and this seed are less sensitive to temperature compared to the other two plants. Germination of fennel seeds was less, except at 20^{0}C. The sesame seeds had good germination at 15-35^{0}C.

Keywords: Seedling vigor, Germination percentage, Germination rate, Germination uniformity

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-13]

[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.1.7.9]
[DOI: 10.29252/yujs.2.1.37]