نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۱، شماره ۴ ، زمستان ۱۳۹۲، ص. ۵۵۰-۵۴۳

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 11, No.4, Winter. 2014, p. 543-550

تعیین دماهای کاردینال جوانه زنی گیاه دارویی کاکوتی چند ساله

(*Ziziphora clinopodioides* Lam.)

محمد خیرخواه[۱*]- علیرضا کوچکی[۲]- پرویز رضوانی مقدم[۳]- مهدی نصیری محلاتی[۴]

تاریخ دریافت:۱۳۸۹/۹/۸
تاریخ پذیرش:۱۳۹۰/۴/۱۵

چکیده

این آزمایش به منظور بررسی خصوصیات جوانه‌زنی و تعیین دماهای کاردینال جوانه زنی بذر گیاه دارویی کاکوتی چندساله (*Zizizphora clinopodioides* Lam) در قالب یک طرح کاملاً تصادفی و با چهار تکرار انجام شد. اثر هشت دمای ثابت (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ درجه سانتیگراد) در شرایط ۱۲ ساعت نور / ۱۲ ساعت تاریکی و با متوسط رطوبت نسبی ۶۰ – ۵۰ درصد در اتاقک رشد بر روی خصوصیات جوانه زنی بذر شامل درصد، سرعت و متوسط زمان جوانه زنی آن به مدت ۲۱ روز مورد مطالعه قرار گرفت و دماهای کاردینال جوانه زنی بذر بر اساس سه مدل خطوط متقاطع، مدل ۵ – پارامتری بتا و مدل چند جمله ای درجه ۲ برآورد شد. نتایج نشان داد که بذر این گیاه فاقد دورهٔ خواب بوده و اثر دما بر سرعت، درصد و متوسط زمان جوانه زنی معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود. بیشترین درصد و سرعت جوانه زنی به ترتیب در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد با ۲۹/۶ درصد و ۶/۳۷ تعداد در روز و کمترین متوسط زمان جوانه‌زنی با ۰/۰۰۶ تعداد در روز مشاهده شد. بیشترین معکوس روز تا۵۰ درصد جوانه زنی ($1/GD_{50}$) در دمای۲۰ درجه سانتیگراد معادل ۰/۴ بود. دماهای پایه بین ۵ تا ۵/۸ درجه سانتیگراد، بهینه بین ۲۲ تا ۲۲/۶ درجه سانتیگراد و بیشینه بین ۳۹/۵ تا ۴۰/۵ درجه سانتیگراد در هر سه مدل متغییر بود و اختلاف آنها کمتر از ۱ درجه سانتیگراد بود.

واژه‌های کلیدی: جوانه زنی، دمای بهینه، دمای بیشینه، دمای پایه، کاکوتی

مقدمه

گیاه دارویی و معطر کاکوتی چند ساله (*Zizizphora clinopodioides* Lam) متعلق به تیره نعناعیان است (۲۳). این جنس حدود ۲۵ تا ۳۰ گونه دارد که در آفریقا، آسیا و اروپا پراکنده بوده و تنها چهار گونه از آن در ایران شناسایی شده است که شامل *Z. capitata*، *Z. persica* Bunge، *Z. clinopodioides* Lam و *Z. tenuior* می‌باشند (۲۷). تمامی این گونه‌ها معطر بوده و جزء گیاهان کوهی محسوب می‌شوند. پراکنش جغرافیایی این گیاه در جهان، در شبه جزیره بالکان شرقی، جنوب غربی آسیا و آسیای مرکزی تا کوه-های پامیر و هیمالیا (ایران، عراق و بخش‌های مرکزی و شرقی ترکیه) و آفریقا می‌باشد (۱۱) و پراکنش آن در ایران در دامنهٔ جنوبی کوههای البرز و مناطق استپی، اطراف تهران، کندوان، آزادپر، دره لار، دماوند، تبریز، سمنان، دامغان، شیراز، اصفهان، شیرکوه یزد، کرمان، بلوچستان (۵)، استان خراسان بزرگ و آذربایجان شرقی و غربی و اغلب نقاط کوهستانی ایران می‌باشد.

این گیاه به عنوان یک گیاه دارویی کاربرد دارد و پژوهشگران زیادی مواد موثره آن را شناسایی کرده‌اند (۱۰، ۱۶، ۲۸ و ۳۱). در همین راستا، نتایج تحقیقات صالحی و همکاران (۲۸) روی شناسایی ترکیبات اسانس کاکوتی نشان داد که از ۹۹/۵ درصد ترکیبات شناسایی شده اسانس این گیاه، ۹۳/۳ درصد آن مونوترپن‌های اکسیژنه[5] از جمله پولگن[6] (۴۸/۵ درصد)، پیپریتنن[7] (۱۷/۴ درصد)، پی‌منت – ۳ – اِن – ۸ – اُل[8] (۱۲/۵ درصد) و تیمول[9] (۸ درصد)

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب دانشجوی دکتری و استادان گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: khairkhah-m@um.ac.ir)

5- Oxygenated monoterpenes
6- Pulegone
7- Piperitenone
8- p-menth-3-en-8-ol
9- Thymol

Archive of SID
www.SID.ir

می‌باشد. سایر پژوهشگران نیز به نتایج مشابهی در خصوص شناسایی مواد موثره این گیاه دارویی دست یافتند (۱۰، ۱۶ و ۳۱).

اندام هوایی گیاه کاکوتی بطور گسترده در طب سنتی ایران برای سرما خوردگی، التهاب و بی نظمی‌های گوارشی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۴). در همین راستا، پژوهش‌های زیادی درخصوص اثر درمانی مواد موثره این گیاه دارویی انجام شده است. به عنوان مثال، صالحی و همکاران (۲۸) با مطالعهٔ فعالیت ضد باکتریایی اسانس کاکوتی بیان داشتند که اسانس آن از فعالیت ضد باکتریایی بالایی در برابر هفت گونهٔ باکتری گرم منفی و گرم مثبت برخوردار است. در آزمایش حداد و همکاران (۱۶)، اثر غلظت‌های مختلف اسانس (۰، ۱۲۵، ۲۵۰ و ۵۰۰ میکروگرم بر لیتر) و عصاره کاکوتی چند ساله (۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ میکروگرم بر لیتر) بر فعالیت آغازگرها در ماست نشان داد که با افزایش عصارهٔ کاکوتی، تعداد آغازگرها در کلیه نمونه‌های ماست کاهش یافت و غلظت ۴۰۰۰ میکروگرم بر لیتر عصاره بعد از گذشت ۱۶ روز باعث کاهش معنی‌دار ($p<0/01$) زنده ماندن این آغازگرها (باکتری‌های اسید لاکتیک) شد. هر چند اثر غلظت‌های مختلف اسانس بر رشد آغازگر ماست معنی‌دار نبود، بدین ترتیب چنین بنظر می‌رسد که با توجه به خاصیت ضدباکتریایی اسانس، عصاره و حتی پودر اندام هوایی کاکوتی می‌توان از آن برای افزایش ماندگاری ماست و سایر فرآورده‌های آن استفاده کرد (۱۶). در شرق ترکیه از اندام هوایی ۲۵ گیاه دارویی از جمله کاکوتی چند ساله در ترکیب نوعی پنیر استفاده می‌شود که به آن پنیر گیاهی[1] گفته می‌شود (۳۱). مصرف کاکوتی بصورت چاشنی غذا، دم کردهٔ خالص و همراه با چای، دوغ و ماست در بین مردم ایران مرسوم است.

با توجه به تقاضای زیاد بازار جهانی به تأمین مداوم و یکنواخت مواد مؤثرهٔ گیاهان دارویی و از طرف دیگر، برداشت بی رویه آنها از عرصه‌های منابع طبیعی موجب تخریب روز افزون رویشگاههای طبیعی آنها شده است لذا این گیاهان در معرض خطر انقراض و فرسایش قرار گرفته‌اند (۲۶، ۳۳ و ۲۰). بدین ترتیب چنین بنظر می‌رسد که یکی از راهکارهای مهم در تأمین نیاز بازارهای جهانی و داخلی بمنظور کاهش فشار بر عرصه‌های جوامع گیاهی وحشی، کشت این گیاهان در حال انقراض در نظام‌های زراعی باشد (۳۲). از طرف دیگر، به دلیل کم توقع بودن این نوع گیاهان می‌توان آنها را در زمین‌هایی که برای گیاهان زراعی کم بازده هستند، کاشت.

جوانه زنی بذر معمولاً بحرانی ترین عامل تعیین کننده موفقیت یا شکست استقرار گیاه است (۱۸) و اهمیت زیادی در تعیین تراکم نهایی بوته در واحد سطح دارد و اغلب توسط دما حتی زمانیکه شرایط رطوبتی مناسب است محدود می‌شود (۱۷). عوامل محیطی مختلفی از جمله درجه حرارت و رطوبت جوانه زنی را تحت تاثیر قرار می‌دهند (۶). درجه حرارت‌های کمی (دماهای کاردینال جوانه زنی بذر) با تاثیری که روی جوانه زنی بذر می‌گذارند، ممکن است برای ارزیابی ویژگیهای جوانه زنی یا پتانسیل استقرار گونه‌های گیاهی مفید باشد و در فرآیند اهلی سازی گیاهان از اهمیت ویژه ای برخوردار است (۷ و ۱۷). بنابراین برای تکثیر و کشت و کار این گیاه نیاز به تعیین دماهای کاردینال می‌باشد، لذا هدف از این تحقیق بررسی خصوصیات جوانه زنی گیاه دارویی و معطر کاکوتی چند ساله به عنوان اولین گام در جهت کشت و اهلی کردن آن در نظام‌های زراعی بود.

مواد و روش‌ها

بمنظور بررسی خصوصیات جوانه‌زنی گیاه دارویی کاکوتی چندساله در دماهای مختلف و درنتیجه تعیین دماهای کاردینال آن، آزمایشی در سال ۸۸-۱۳۸۷ در آزمایشگاه تکنولوژی گیاهان ویژه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. بذر این گونه دارویی چند ساله در شهریور ماه سال ۱۳۸۷ از منطقه تیوان (دارای طول جغرافیایی ′۳۵ °۵۸ شرقی، عرض جغرافیایی ′۲۷ °۳۷ شمالی و ارتفاع ۲۲۹۰ متر از سطح دریا) بعنوان رویشگاه طبیعی این گونه در شمال خراسان رضوی، جمع آوری شد.

در این آزمایش اثر هشت دمای ثابت (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، ۴۰ درجه سانتیگراد) در شرایط ۱۲ ساعت نور / ۱۲ ساعت تاریکی با متوسط رطوبت نسبی ۶۰ – ۵۰ درصد در اتاقک رشد مورد مطالعه قرار گرفت. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی و با چهار تکرار اجرا شد. برای ارزیابی خصوصیات جوانه‌زنی کاکوتی، ابتدا کلیه پتری-دیش‌ها و سپس بذرها (با استفاده از محلول هیپوکلریت سدیم (یک درصد) به مدت ۵ دقیقه) ضدعفونی و پس از آن چندین بار با آب مقطر شستشو شدند.

به منظور انجام آزمون جوانه‌زنی، کاغذ صافی در داخل هر پتری دیش با قطر ۹ سانتیمتر با آب مقطر مرطوب نموده و ۲۵ بذر در آن قرار گرفت. سپس پتریدیش‌ها داخل اتاقک رشد با دمای مورد نظر و رطوبت نسبی ۶۰-۵۰ درصد منتقل شدند. بمنظور حفظ رطوبت و تبادل حرارتی مناسب، پتری‌دیش‌ها در طول دورهٔ آزمایش بمیزان مناسب مرطوب نگهداشته شد. بذرها به طور روزانه بازبینی و تعداد بذرهای جوانه‌زده (دارای طول ریشه‌چه ۲-۱ میلی‌متر و یا بیشتر) ثبت شد (۹ و ۱۳). متوسط زمان جوانه زنی[2] (MGT) بذرها با استفاده از معادله ۱ محاسبه گردید:

$$MGT=\sum f_x \times x/\sum f_x \qquad (۱)$$

که در این رابطه، f_x: تعداد بذرهای جوانه زده در روز x و x: روز شمارش بذرها می‌باشد (۱۴ و ۲۱). با شمارش تعداد بذرهای جوانه زده، زمان ۵۰ درصد جوانه زنی با استفاده از درون‌یابی خطی بین

1- Herby cheese

2- Mean germination time (MGT)

Archive of SID

www.SID.ir

درصد جوانه زنی روزانه از منحنی جوانه‌زنی تجمعی محاسبه شد (۱۵ و ۲۹) و سپس سرعت جوانه زنی براساس عکس زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه زنی ($1/GD_{50}$) محاسبه گردید (۱۵، ۲۲ و ۲۹). تعیین دماهای کاردینال (پایه، بهینه و بیشینه) با استفاده از مدل‌های رگرسیونی بین سرعت جوانه زنی و درجه حرارتهای مختلف با استفاده از معادلات زیر انجام شد که در آن‌ها درجه حرارت و سرعت جوانه زنی به ترتیب بعنوان متغیر مستقل و وابسته در نظر گرفته شدند.

۱- مدل خطوط متقاطع[1] (ISL) با استفاده از معادلات ۲ و ۳ رسم شد (۱۹، ۲۵ و ۳۰).

$$f = B\,(T-T_b) \qquad \text{if: } T_b \le T \le T_o \qquad (۲)$$

$$f = C\,(T_c-T) \qquad \text{if: } T_o \le T \le T_c \qquad (۳)$$

در مدل‌های ذکر شده در فوق، f: سرعت جوانه زنی (بر روز)، T: درجه حرارت (بر حسب درجه سانتیگراد)، T_b، T_o و T_c به ترتیب درجه حرارت‌های پایه، بهینه و بیشینه و b و c بعنوان ضرایب رگرسیون در نظر گرفته شدند.

۲- مدل پنج پارامتری بتا[2] (FPB) با استفاده از معادلات ۴ و ۵ رسم شد (۳۴):

$$f = e^{\mu} * (T-T_b)^{\alpha} * (Tc-T)^{\beta} \qquad (۴)$$

$$T_o = (\alpha T_c + \beta T_b)/(\alpha + \beta) \qquad (۵)$$

در معادلات ۴ و ۵ ، f: سرعت جوانه زنی (بر روز)، T: درجه حرارت (بر حسب درجه سانتیگراد)، T_b، T_o و T_c به ترتیب درجه حرارت‌های پایه، بهینه و بیشینه و μ، α و β، بعنوان ضرایب رگرسیون در نظر گرفته شدند. لازم به ذکر است که در معادلهٔ پنج پارامتری بتا، درجه حرارت بهینه (معادله۵) با استفاده از مشتق اول معادله ۴ محاسبه شد.

۳ - مدل چند جمله ای درجه ۲ (QPN)[3] با استفاده از معادلات زیر :

$$f = a + bT + cT^2 \qquad (۶)$$

$$T_0 = b + 2cT \qquad (۷)$$

$$T_b, T_c = \left| \frac{b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \right| \qquad (۸)$$

در معادلات ۶ ، ۷ و ۸ ، f: سرعت جوانه زنی (بر روز)، T: درجه حرارت (بر حسب درجه سانتیگراد)، T_b، T_o و T_c به ترتیب درجه حرارت‌های پایه، بهینه و بیشینه و a، b و c بعنوان ضرایب رگرسیون در نظر گرفته شدند. لازم به ذکر است که در مدل چند جمله ای درجه ۲ ، درجه حرارت بهینه (معادله ۷) با استفاده از مشتق اول معادله ۶ محاسبه شد. ریشه‌های معادله چند جمله ای درجه ۲ (معادله ۸) با استفاده از معادله ۶ محاسبه گردید.

آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 و مقایسه میانگین‌ها با محاسبات آماری و ترسیم نمودارهای مربوطه به ترتیب با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. برای رسم نمودارها و برازش مدل‌ها نیز به ترتیب از Excel و Sigma Plot ver. 7.0 استفاده شد. تجزیه واریانس داده‌هایی که به صورت درصد بودند، پس از تبدیل زاویه‌ای (Arc sin√x) انجام گردید (۸).

نتایج و بحث

نتایج آزمایش‌های جوانه‌زنی بذر نشان داد که بذر این گیاه دارویی فاقد دورهٔ خواب است. همانگونه که در جدول ۱ ملاحظه می‌شود اثر دما بر سرعت، درصد و متوسط زمان جوانه زنی بذر کاکوتی چند ساله معنی‌دار ($p \le ۰/۰۱$) می‌باشد.

با افزایش دما از ۵ تا ۲۰ درجه سانتیگراد درصد جوانه‌زنی نهایی و به تبع آن سرعت جوانه زنی افزایش و پس از آن کاهش یافت بطوری که بیشترین درصد و سرعت جوانه زنی برای این گیاه به ترتیب در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد با ۲۹/۶ درصد و ۶/۳۷ تعداد در روز و به تبع آن کمترین متوسط زمان جوانه‌زنی ۰/۰۰۶ تعداد در روز مشاهده شد (جدول ۲).

چنین به نظر می‌رسد که با افزایش دما از ۵ تا ۲۰ درجه سانتیگراد، شرایط مناسب دمایی برای جوانه‌زنی بذر مهیا شده و به تبع آن باعث بهبود سرعت و درصد جوانه زنی و نیز باعث کاهش متوسط زمان جوانه زنی آن شده است. البته افزایش دما به بیشتر از ۲۰ درجه سانتیگراد باعث کاهش سرعت و درصد جوانه زنی و از طرف دیگر افزایش متوسط زمان جوانه زنی بذر شده است (جدول ۲). با مقایسه این دو شاخص، چنین به نظر می‌رسد که سرعت جوانه زنی کاکوتی شاخص حساس‌تری نسبت به دما در مقایسه با درصد جوانه زنی آن می‌باشد. این مسأله در سایر گونه‌های گیاهی دارویی همچون اسفرزه (*Plantago ovata*) و پیسلیوم (*P. psyllium*) (۲) و پونه سای بینالودی (*Nepeta binaludensis* Jamza) (۷) نیز گزارش شده است.

در جدول ۳ دماهای کاردینال جوانه‌زنی بذر کاکوتی چندساله بر اساس سه مدل رگرسیون غیرخطی خطوط متقاطع، مدل ۵ – پارامتری بتا و مدل چند جمله ای درجه ۲ نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود بر این اساس دمای پایه (بین ۵ تا ۵/۸ درجه سانتیگراد)، بهینه (بین ۲۲ تا ۲۲/۶ درجه سانتیگراد) و بیشینه (بین ۳۹/۵ تا ۴۰/۵ درجه سانتیگراد) در هر سه مدل مشابه است و اختلاف آنها کمتر از ۱ درجه سانتیگراد می‌باشد اما بر اساس ضرایب رگرسیونی، ضریب تبیین و میزان انحراف معیار مدل ۵ – پارامتری بتا به عنوان مدل برتر انتخاب شد (جدول ۳).

1- Intersected-lines Model (ISL)
2- Five-Parameters Beta Model (FPB)
3 - Quadratic Polynomial Model

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس میانگین مربعات خصوصیات جوانه زنی کاکوتی چند ساله در شرایط اعمال دماهای مختلف

منابع تغییر	درجه آزادی	سرعت جوانه زنی	درصد جوانه زنی نهایی	متوسط زمان جوانه زنی
درجه حرارت	۷	۲۳/۹۲۱**	۲۳۷/۴۵**	۱۱۰/۹۴**
خطا	۲۱	۰/۳۷۴	۲/۶۹	۵/۴۷
کل	۲۸	–	–	–

**– معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۲- مقایسه میانگین سرعت جوانه زنی (تعداد/روز)، جوانه زنی نهایی (درصد) و متوسط زمان جوانه زنی (روز)

دما (درجه سانتیگراد)	جوانه زنی نهایی (درصد)	سرعت جوانه زنی (تعداد/روز)	متوسط زمان جوانه زنی (روز)
۵	۸/۱۳۰d	۰/۱۶۱d	۱۲/۶۲۵a
۱۰	۲۰/۹۱۸c	۱/۰۰۶cd	۹/۸۰۸a
۱۵	۲۸/۹۷۲a	۴/۶۰۸b	۰/۵۰۵b
۲۰	۲۹/۵۹۲a	۶/۳۷۰a	۰/۰۰۶b
۲۵	۲۹/۴۹۸a	۵/۹۱۰a	۱/۴۹۶b
۳۰	۲۶/۳۵۴b	۴/۳۰۰b	۰/۶۱۵b
۳۵	۲۵/۵۱۸b	۱/۸۸۴c	۰/۶۳۸b

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

دماهای کاردینال برای گیاهان دارویی و زراعی و گونه‌های هرز مختلفی اندازه گیری شده است. بعنوان، مثال، تبریزی (۳) دامنه دمای پایه ، مطلوب و حداکثر گیاه دارویی آویشن خراسانی را به ترتیب ۳/۳-۱/۰ ، ۲۹-۲۴/۹ و ۴۶-۴۵ درجه سانتیگراد گزارش نمود. پورطوسی و همکاران (۱) دمای پایه گونه‌های هرز خرفه (*Portulaca oleracea*)، سلمه (*Chenopodium album*) و علف خر چنگ (*Digitaria sangunalis*) را به ترتیب ۱۱/۸، ۴/۲ و ۱۴/۱۶ درجه سانتیگراد، اُول و همکاران (۲۴) دمای پایه جوانه زنی برای بذرهای گونه‌های زراعی نخود، عدس و سویا را به ترتیب صفر، ۲/۵ و ۴ درجه سانتیگراد، تبریزی و همکاران (۲) دمای پایه جوانه زنی اسفرزه و پسیلیوم را ۴/۴ و ۹/۴ درجه سانتیگراد، برومند رضازاده و کوچکی (۱۲) دمای پایه جوانه زنی برای گونه‌های دارویی شوید (*Anethum graveolens*)، رازیانه (*Foeniculum vulgare*) و زنیان (*Trachyspermum ammi*) را به ترتیب ۵، ۳/۸۶ و ۲/۸۸ درجه سانتیگراد گزارش کردند.

در شکل ۱ درصد جوانه زنی (تجمعی) در دما های مختلف نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود درصد جوانه زنی تجمعی در دمای ۵ درجه سانتیگراد در طول دوره جوانه زنی (۲۱ روز) به دلیل نامساعد بودن دما به ۵۰ درصد نرسید (۸ درصد) و با افزایش دما از ۵ تا ۲۰ درجه سانتیگراد درصدجوانه زنی تجمعی افزایش پیدا کرد (۹۷ درصد) و با افزایش دما به بیش از این میزان، مقدار آن مجدداً کاهش یافت. به عبارت دیگر تعداد روزهایی که جوانه زنی تجمعی در آن به ۵۰ درصد رسید افزایش پیدا کرد.

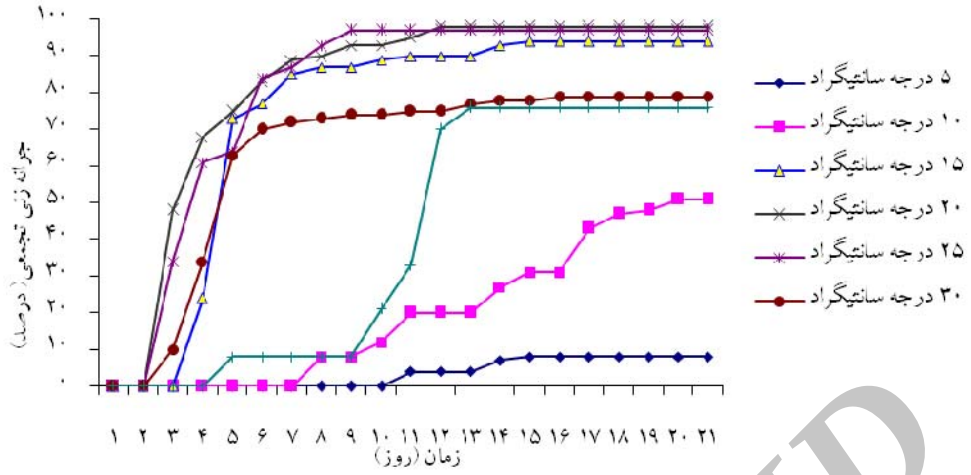
جدول ۳ – مقادیر دماهای کاردینال جوانه زنی بذر کاکوتی چند ساله بر اساس سه مدل برازش شده

	مدل۵ – پارامتری بتا		مدل خطوط متقاطع		مدل چندجمله ای درجه۲
دما(درجه سانتیگراد)		انحراف معیار		انحراف معیار	انحراف معیار
دمای پایه (T_b)	۴/۹۹	۱/۱۰	۵/۰۵	۱/۲۰	۵/۸۲	۱/۸۹
ضریب b	۲/۱۵	۰/۰۴	۰/۴۴	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۸
دمای بهینه(T_o)	۲۲/۵۹	۳۵۰/۱۱	۲۲/۰۰	۳۶۸/۱۲	۲۲/۶۳	۳۶۹/۱۵
ضریب c	۲/۱۹	۰/۰۴	۰/۴۰	۰/۰۶	– ۰/۲۵	۰/۰۸
دمای بیشینه(T_c)	۴۰/۵۶	۱/۲۲	۴۰/۰۰	۱/۴۱	۳۹/۴۴	۱/۵۹
r^2	۰/۹۸		۰/۹۷		۰/۸۹	

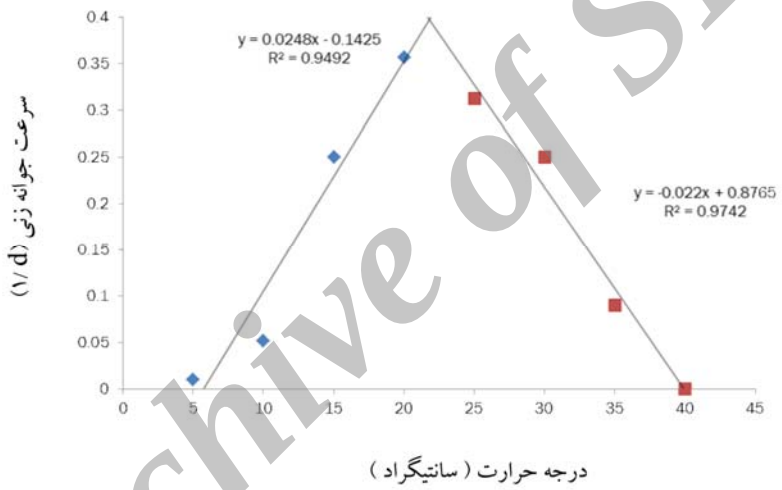
ضرایب b و c ضرایب رگرسیون می‌باشند.
r^2 = ضریب تبیین ($P < 0.01$)

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱– میزان جوانه زنی تجمعی (درصد) کاکوتی چندساله در شرایط اعمال دماهای مختلف



شکل ۲– اثر دما (درجه سانتیگراد) بر سرعت جوانه زنی بذر(1/ d) کاکوتی چند ساله

در شکل ۲ نیز اثر دما بر معکوس روز ۵۰ درصد جوانه‌زنی بذر نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود با افزایش دما از ۵ تا ۲۰ درجه سانتیگراد، معکوس روز۵۰ درصد جوانه‌زنی تا ۰/۴ افزایش و با افزایش دما به بیش از این میزان، مقدار آن کاهش یافته است (شکل ۲).

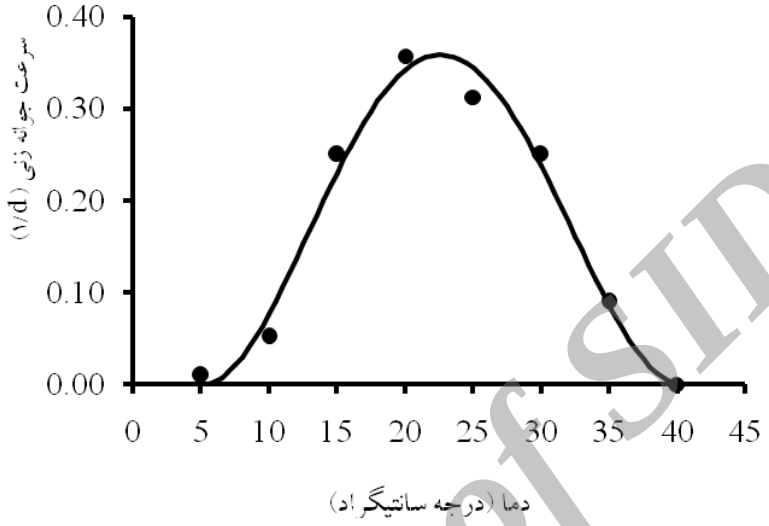
در شکل های۲ ، ۳ و ۴ و جدول ۳ درجه حرارت‌های کاردینال با استفاده از برازش مدل‌های مختلف ارزیابی شدند. همانگونه که مشاهده می‌شود در هر سه مدل ۵ – پارامتری بتا، خطوط متقاطع و چند جمله ای درجه دوم، با افزایش دما از ۵ تا ۲۰ درجه سانتیگراد سرعت جوانه زنی (تعداد/روز) به دلیل مناسب تر شدن دمای جوانه زنی افزایش پیدا کرد و با افزایش دما به بیش از آن، سرعت جوانه زنی کاهش پیدا کرد. بر اساس تخمین سه مدل مذکور، مقادیر درجه حرارت‌های پایه، بهینه و بیشینه به ترتیب در دامنه (۵ –۵/۸)، (۲۲ – ۲۲/۶) و (۳۹/۵ – ۴۰/۵) درجه سانتیگراد بدست آمد که این مقادیر در سه مدل مورد مطالعه تقریباً با یکدیگر مطابقت داشتند و اختلاف آنها کمتر از ۱ درجه سانتیگراد بود اما درجه تطبیق در مدل ۵ – پارامتری بتا و خطوط متقاطع بیشتر بود. بر اساس ضرایب رگرسیونی، ضریب تبیین و میزان انحراف معیار مدل ۵ – پارامتری بتا به عنوان مدل برتر انتخاب شد. تبریزی (۳) در برازش دماهای کاردینال گیاه دارویی آویشن خراسانی با استفاده از سه مدل رگرسیون غیرخطی خطوط متقاطع، مدل ۵ – پارامتری بتا و مدل چند جمله ای درجه دوم، بهترین مدل را مدل ۵ – پارامتری بتا معرفی نمود. با تعیین درجه حرارت‌های کاردینال، امکان ارزیابی محدودیت‌های جغرافیایی گونه ها و زمان کشت آنها ممکن می‌گردد. شاید بتوان گفت که درجه

Archive of SID

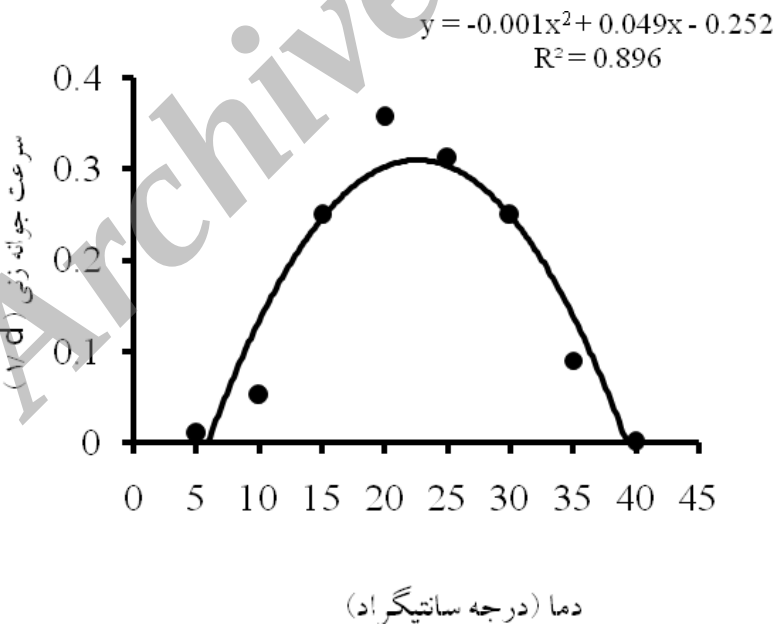
www.SID.ir

حرارت پایه، بهینه و بیشینه برای پیش بینی مراحل رشد و نمو گیاهان زراعی و تطبیق آنها با شرایط اقلیم‌های مختلف، شاخص‌های مناسبی هستند، هر چند برای تأیید این فرضیه نیاز به آزمایش‌های متعددی می‌باشد

بطور کلی دماهای کاردینال جوانه زنی بذر کاکوتی چند ساله بر اساس سه مدل خطوط متقاطع، مدل ۵ – پارامتری بتا و مدل چند جمله ای درجه ۲ مشابه بود. دمای پایه بین ۵ تا ۵/۸ درجه سانتیگراد، بهینه بین ۲۲ تا ۲۲/۶ درجه سانتیگراد و بیشینه بین ۳۹/۵ تا ۴۰/۵ درجه سانتیگراد در هر سه مدل متغییر بود ولی اختلاف آنها کمتر از ۱ درجه سانتیگراد بود. بر اساس ضرایب رگرسیونی، ضریب تبیین و میزان انحراف معیار مدل ۵ – پارامتری بتا به عنوان مدل برتر انتخاب شد.



شکل ۳– رابطه بین سرعت جوانه زنی (۱/روز) و دما (درجه سانتیگراد) در کاکوتی چند ساله بر اساس مدل ۵- پارامتری بتا



شکل ٤– رابطه بین سرعت جوانه زنی (۱/روز) و دما (درجه سانتیگراد) در کاکوتی چند ساله بر اساس مدل چند جمله ای درجه ۲

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

۱ – پورطوسی، ن.، م. راشد محصل و ا. ایزدی دربندی. ۱۳۸۷. تعیین دماهای کاردینال جوانه زنی بذرهای خرفه، سلمه و علف خرچنگ. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۶ (۲): ۲۶۱–۲۵۵.

۲ – تبریزی، ل.، م. نصیری محلاتی و ع. کوچکی. ۱۳۸۳. ارزیابی درجه حرارت‌های حداقل، بهینه و حداکثر جوانه زنی اسفرزه و پیسلیوم. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ۲ (۲): ۱۴۹–۱۴۳.

۳ – تبریزی، ل. ۱۳۸۶. ارزیابی ویژگیهای اکولوژیکی گونه آویشن خراسانی (*Thymus transcaspicus* Klokov) در عرصه‌های طبیعی و امکان سنجی اهلی سازی آن در نظام های زراعی کم نهاده . رساله دکتری زراعت (گرایش اکولوژی)، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۴ – زرگری، ع. ۱۹۹۷ . گیاهان دارویی ایران . چاپ پنجم. انتشارات دانشگاه تهران. جلد ۴.

۵ – کریمی، ه. ۱۳۷۴. اسامی گیاهان ایران. مرکز نشر دانشگاهی تهران. ۳۱۷ ص.

۶ – کوچکی، ع. و ح. مومن شاهرودی. ۱۳۷۵. اثر پتانسیل آب و اندازه بذر بر خصوصیات جوانه زنی بذر نخود(Cicer arietinum) . مجله بیابان.ج. ۱ . ش ۲ و ۳ و ۴ ص . ۵۶ – ۵۳ .

۷ – نجفی، ف.، ع. کوچکی، پ. رضوانی مقدم و م. راستگو. ۱۳۸۵. بررسی خصوصیات جوانه زنی گیاه دارویی بومی و در حال انقراض پونه‌سای بینالودی (*Nepeta binaludensis* Jamza). مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ۴ (۲): ۸–۱.

۸ – یزدی صمدی، ب.، ع. م. رضائی، و م. ولی زاده. ۱۳۸۳. طرحهای آماری در پژوهش‌های کشاورزی. انتشارات دانشگاه تهران.

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

10 - Ali, S., H. Mohammad, H. Javad, N. E. Samad, and Y. Morteza. 2006. Antibacterial Activity and Composition of the Essential Oil of *Ziziphora clinopodioides* subsp. *bungeana* (Juz.) Rech. f. from Iran. *Z. Naturforsch*, 61: 677-680.

11- Baser, K. H. C., E. Sezik, and G. Tuemen. 1991. Composition of the essential oil of Ziziphora clinopodioides Lam. *Journal of Essential Oil Research*, 3: 237–9.

12 - Boroumand Rezazadeh, Z., and A. Koocheki. 2006. Evaluation of cardinal temperature for three species of medicinal plants, Ajowan (*Trachyspermum ammi*), Fennel (*Foeniculum vulgare*) and Dill (*Anethum graveolens*). *Biaban* (*Desert Journal*), 11(2): 11-16.

13- Brindle, M., and K. Jensen. 2005. Effect of temperature on dormancy and germination of *Eupatorium* L. achenes. *Seed Science Research*, 15: 143-151.

14 - Casa R., A. D'Annibale, F. Pieruccetti, S. R. Stazi, G. Giovannozzi Sermanni, and B. L. Cascio. 2003. Reduction of the phenolic components in olive-mill wastewater by an enzymatic treatment and its impact on durum wheat (*Triticum durum* Desf.) germinability. *Chemosphere*, 50:959-966.

15 - Dumur, D., C. J. Pilbeam, and J. Craigon. 1990. Use of the Weibull function to calculate cardinal temperatures in faba bean. *Journal of Experimental Botany*, 41: 1423-1430.

16 - Hadad, K., H. Mohammad, S. Mehraban, K. Masoumeh, H. N., Reza, B. Mohammad, and B. T. Shahram. 2007. Effect of essential oil and extract of *Ziziphora clinopodioides* on Yoghurt Starter Culture Activity. *World Applied Sciences Journal*, 2 (3): 194-197.

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

18 - Kader, M. A., and S. C. Jutzi. 2004. Effect of thermal and salt treatments during imbibition on germination and seedling growth of sorghum at 42/19 ^{o}C. *Journal of agronomy. Crop Science.* 190: 35-38.

19 - Kocabas, Z., J. Crigon and S. N. Azam-Ali. 1999. The germination response of Bambara groundnut (*Vigna sublerrannean* (L)Verdo) to temperature. Seed science and Technology. 27: 303 – 313.

20 - Lambert, J., J. Sirvastava, and N. Vietmeyer. 1997. Medicinal Plants. Rescuing a Global Heritage. Washington D.C., World Bank Technical Paper, 355.

21 - Li Xiao-Peng1, Li Xin-Gang, Wu Gao-Lin1, Wei Xue-Hong and Sun Lei. 2010. Yak and Tibet sheep grazing ingestion restrain seed germination of two *Saussurea* species in Tibetan meadow. *African Journal of Biotechnology* Vol. 9(40), pp. 6670-6674.

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

23- Mozafarian, V. A. 1998. Dictionary of Iranian Plant Name. Farhang. Moaser, Tehran. Pp. 22.

24 - Ovell, S., R. H. Ellis, E. H. Roberts, and R. J. Summerfield. 1986. The influence of temperature on seed germination rate in grain legumes. Journal *of Experimental Botany*, 37: 705-715.

Archive of SID

www.SID.ir

25 - Phartyal, S. S., R. C. Thapliyal, J. S. Nayal, M. M. S. Rawat and G. Joshi. 2003. The influences of temperatures on seed germination rate in Himalayan elm (*Ulmus wallichiana). Seed Science and Technology*. 31: 83-93.
26- Pushpangadan, P. 1992. On conservation biology, domestication and commercial cultivation of wild medicinal and aromatic plants. In: "Recent Advances in Medicinal, Aromatic and Spice Crops". *Raych and Huri*. (Eds.). 2: 431-436. Today and tomorrows Printers & Publishers, New Delhi, India.
27 - Rechinger, K. H. 1982. Labiatae. In: "Flora Iranica, Browicz, K.H., K. Persson and P. Wendelbo (Eds.)". Akademische Druk-und Verlasantalt, Wiena, Graz, Austria, ISBN: 3-201 -00728-5, pp: 25-44.
28 - Salehi, P., A. Sonboli, F. Eftekhar, S. Nejad-Ebrahimi, and M. Yousefzadi. 2005. Essential oil composition, antibacterial and antioxidant activity of the oil and various extracts of *Ziziphora clinopodioides* subsp. *rigida* (BOISS.) RECH. f. from Iran. *Biological and Pharmacetical Bulletin,* 28(10): 1892-1896.
29- Shafii, B., and W. J. Price. 2001. Estimation of cardinal temperatures in germination data analysis. American Statistical Association and the International Biometric Society. *Journal of Agricultural, Biological and Environmental Statistics*, 6(3): 356–366.
30 - Summerfield, R. J., R. H. Roberts, R. M. Ellis and R. J. Lawn. 1991. Towards the reliable prediction of time to flowering in six annual crops. I. the development of simple model for fluctuating field environment. *Experimental Agriculture*. 27: 11-31.
31 - Suzan, O., and E. Sezai. 2007. Antibacterial activity and chemical constitutions of *Ziziphora clinopodioides. Food Control*, 18: 535–540.
32 - Uniyal, R. C., M. R. Uniyal, and P. Jain. 2002. Cultivation of medicinal plants in India. A reference book New Delhi, India, TRAFFIC India and WWF India.
33- WHO, IUCN and WWF. 1993. Guidelines on the Conservation of Medicinal Plants. Geneva, Switzerland.
34 - Yin, X. 1996. Quantifying the effects of temperature and photoperiod on phonological development to flowering in rice. PhD. thesis, wageningen. Agricultural University, the Netherlands, 173 pp.

Archive of SID

www.SID.ir