



دانشگاه آزاد اسلامی واحد جابلقا

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی

جلد بیست و چهارم، شماره اول، ۱۳۹۶

<http://jopp.gau.ac.ir>

«گزارش کوتاه علمی»

کمی کردن واکنش جوانه‌زنی بذر قیچ (*Zygophyllum atriplicoides* L.) و شاهدانه (*Cannabis sativa* L.) به دما

*نبی خلیلی‌اقدام^۱، تورج میرمحمودی^۲ و عبدالرحمن سراجی‌مکری^۳

^۱استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام‌نور، ^۲استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران،

^۳دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۹/۲۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱/۲۸

چکیده

سابقه و هدف: دماهای کاردینال یکی از ورودی‌های اصلی بسیاری از مدل‌های شبیه‌سازی رشد و نمو گیاهان زراعی هستند و در پیش‌بینی زمان تا وقوع یک دوره خاص فنولوژیکی دارای اهمیت هستند. مدل‌های ریاضی متعددی برای توصیف الگوی جوانه‌زنی در واکنش به دما ارائه شده است. برخی از این مدل‌ها برای پیش‌بینی دماهای کاردینال از واکنش جوانه‌زنی تجمعی به سطوح مختلف دما و تعدادی دیگر از رابطه بین دما و سرعت جوانه‌زنی برای تخمین دماهای کاردینال استفاده می‌کنند. بنابراین بررسی واکنش جوانه‌زنی و سبز شدن بذر دو گیاه دارویی قیچ و شاهدانه نسبت به دما و شناخت دماهای کاردینال در جهت ایجاد مدل‌های پیش‌بینی جوانه‌زنی و سبز شدن، انتخاب تاریخ مناسب کاشت، گزینش گونه‌ها و ژنوتیپ‌ها برای تحمل به دماهای پایین یا بالا و تعیین نواحی جغرافیایی که در آن‌جا گونه‌ها یا ژنوتیپ‌ها بتوانند با موفقیت جوانه بزنند و استقرار یابند، مفید است. بنابراین پژوهش حاضر بنا به چنین ضروریاتی و این‌که تاکنون پژوهش در خصوص تعیین دماهای کاردینال دو گیاه شاهدانه و قیچ انجام نشده بود، به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها: این پژوهش در آزمایشگاه بذور دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار در ۱۲ سطح دمائی (۳، ۵، ۷، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، ۴۰، ۴۵ و ۵۰ درجه سانتی‌گراد) برای شاهدانه (*Cannabis sativa* L.) و ۸ سطح دمائی برای قیچ (*Zygophyllum eurypterum* L.) (۵، ۷، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد) به اجرا درآمد. برای محاسبه درصد و سرعت جوانه‌زنی از برنامه Germin (۲۵) استفاده شد. به‌منظور توصیف دما و سرعت جوانه‌زنی و برآورد دماهای کاردینال از مدل رگرسیون غیرخطی تابع دوتکه‌ای استفاده گردید که پس از برازش این مدل، دماهای کاردینال جوانه‌زنی شاهدانه و قیچ محاسبه شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که تأثیر دما بر هر دو مؤلفه درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر هر دو گیاه معنی‌دار ($P < 0/01$) بود. گیاه قیچ کم‌ترین درصد نهائی جوانه‌زنی در دمای ۷ و پایین‌تر از آن و دماهای بالای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به‌دست آمد و به همین ترتیب

* مسئول مکاتبه: nkhaliliaqdam@yahoo.com

بالاترین درصد نهائی جوانه‌زنی در این گیاه در دمای ۱۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. مشابه با تأثیر دما بر درصد جوانه‌زنی، کم‌ترین سرعت جوانه‌زنی در دمای ۷ و پایین‌تر از آن و دماهای بالای ۳۰ درجه سانتی‌گراد اتفاق افتاد. در گیاه شاهدانه نیز به‌طور مشابه با قیج بیشینه درصد جوانه‌زنی در دمای ۱۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد به‌دست آمد و هم‌چنان‌که قابل انتظار بود بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی نیز در همین دماها مشاهده شد. کمی‌سازی واکنش جوانه‌زنی بذر قیج به سطوح مختلف با استفاده از تابع دوتکه‌ای نیز نشان داد مدل به‌خوبی قادر به برآورد دماهای کاردینال بذور دو گیاه است. به این ترتیب که در گیاه قیج دمای پایه، مطلوب و بیشینه برابر ۷/۲۰، ۲۱/۰۷ و ۳۰/۰۰ درجه سانتی‌گراد برآورد گردید ضمن آن‌که بیشینه سرعت جوانه‌زنی نیز ۰/۰۰۷ بر ساعت بود. در گیاه شاهدانه نیز دمای پایه ۴/۷۴ درجه سانتی‌گراد، دمای مطلوب ۲۳/۹۸ درجه سانتی‌گراد و دمای بیشینه ۴۵/۹۵ درجه سانتی‌گراد به‌دست آمد.

نتیجه‌گیری: به‌طورکلی نتایج نشان داد که در هر دو گیاه قیج و شاهدانه با افزایش دما تا محدوده ۱۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد سرعت و درصد جوانه‌زنی افزایش سریعی پیدا می‌کند اما با افزایش دما تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد زوال بذور گیاه قیج باعث عدم جوانه‌زنی بذور شده اما در بذور شاهدانه این کاهش تا دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد ادامه دارد و در نهایت به صفر می‌رسد. در ضمن مدل دوتکه‌ای می‌تواند به‌طور قابل‌قبولی دماهای کاردینال جوانه‌زنی بذور این دو گیاه را برآورد کند.

واژه‌های کلیدی: جوانه‌زنی، مدل، دما، رگرسیون غیرخطی

مقدمه

براساس پاسخ سرعت جوانه‌زنی به دما به‌شمار می‌آیند. جلیلیان و خلیلی‌ا قدم (۲۰۱۵) گزارش دادند که مدل دندان‌مانند به‌خوبی قادر به درون‌یابی و تخمین دماهای کاردینال بذر منداب است (۱۳). در زمینه تعیین دماهای کاردینال جوانه‌زنی گیاهان زراعی و دارویی و سطح واکنش سرعت جوانه‌زنی آن‌ها به رژیم‌های متفاوت دمائی مطالعات نسبتاً فراوانی صورت گرفته است که از آن جمله این گیاهان می‌توان به کدوی تخم‌کاغذی و سیاه‌دانه (۸)، اسفرزه (۲۶)، کاسنی (۳)، ارقام مختلف گندم (۱ و ۲۸)، کوشیا (۲۰) علف گندمی (۱۰)، خاکشیر (۱۷)، تره ایرانی (۱۰)، رازیانه (۱۹)، علف خرچنگ (۱۶)، چغندر قند (۱۳)، یونجه حلزونی (۱۵) و کاسنی (۳) اشاره داشت. گونه قیج با نام علمی *Zygophyllum atriplicoides* گیاهی است چندساله با ارزش غذایی و دارویی بالا که به فراوانی در نواحی کویری ایران رشد می‌کند و مراحل فنولوژی آن تابعی از شرایط آب و هوایی است (۲).

دماهای کاردینال یکی از ورودی‌های اصلی بسیاری از مدل‌های شبیه‌سازی رشد و نمو گیاهان زراعی هستند و در پیش‌بینی زمان تا وقوع یک دوره خاص فنولوژیکی دارای اهمیت هستند همچنین تعیین دمای کاردینال در تعیین دقیق تاریخ کشت محصولات و تخمین محدوده جغرافیائی مطلوب برای کشت یک گیاه بسیار مطلوب تلقی می‌گردد (۱۵). مدل‌های ریاضی متعددی برای توصیف الگوی جوانه‌زنی در واکنش به دما ارائه شده است. برخی از این مدل‌ها برای پیش‌بینی دماهای کاردینال از واکنش جوانه‌زنی تجمعی به سطوح مختلف دما (۱۲) و تعدادی دیگر از رابطه بین دما و سرعت جوانه‌زنی برای تخمین دماهای کاردینال استفاده می‌کنند (۱۸). مدل خطوط مقاطع (۱)، مدل پنج پارامتری بتا (۲۴) و مدل‌های دوتکه‌ای و دندان‌مانند (۲۸) از جمله مدل‌های معروف مورد استفاده در تعیین دماهای کاردینال

در صورت نیاز آب مقطر اضافه شد. برای محاسبه درصد و سرعت جوانه‌زنی از برنامه Germin (۲۵) استفاده شد. این برنامه سرعت جوانه‌زنی برای هر تکرار و هر تیمار دمائی را از طریق درون‌یابی منحنی افزایش جوانه‌زنی در مقابل زمان محاسبه می‌کند (۲۳):

$$R50=1/D50 \quad (1)$$

که در آن، R50 سرعت جوانه‌زنی (بر ساعت) و D50 زمانی که جوانه‌زنی به ۵۰ درصد حداکثر مقدار خود می‌رسد) است. تأثیر دما بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه را می‌توان بر حسب دماهای کاردینال (دمای پایه، مطلوب و سقف) بیان نمود. به‌منظور توصیف دما و سرعت جوانه‌زنی و برآورد دماهای کاردینال از مدل رگرسیون غیرخطی تابع دوتکه‌ای استفاده گردید که پس از برازش این مدل، دماهای کاردینال جوانه‌زنی شاهدانه و قیچ محاسبه شدند.

معادله تابع دوتکه‌ای^۱ با علامت اختصاری (S) به‌صورت زیر است (۲۳):

$$\begin{aligned} f(T) &= (T-T_b)/(T_o-T_b) & \text{if } T_b < T \leq T_o \\ f(T) &= (1-((T_c-T)/(T_c-T_o))) & \text{if } T_o < T \leq T_c \\ f(T) &= 0 & \text{if } T < T_b \text{ or } T > T_c \end{aligned}$$

که در آن، T_b دمای پایه، T_o دمای مطلوب، T_c دمای سقف و $f(T)$ تابع دمائی سرعت جوانه‌زنی هستند. تجزیه آماری با استفاده از رویه Proc nlin در محیط برنامه آماری SAS (۲۱) و مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید. ضمن این‌که برای داده‌های جوانه‌زنی نیز از تبدیل زاویه‌ای بهره گرفته شد.

از طرفی شاهدانه (*Cannabis sativa*) نیز گیاهی است یکساله و علفی که دانه آن حاوی تعداد زیادی ترکیبات فرار است که کاربردهای فراوانی در صنایع آرایشی و داروسازی دارد (۲۷). بنابراین بررسی واکنش جوانه‌زنی و سبز شدن این بذرها نسبت به دما و شناخت دماهای کاردینال در جهت ایجاد مدل‌های پیش‌بینی جوانه‌زنی و سبز شدن، انتخاب تاریخ مناسب کاشت، گزینش گونه‌ها و ژنوتیپ‌ها برای تحمل به دماهای پایین یا بالا و تعیین نواحی جغرافیایی که در آن‌جا گونه‌ها یا ژنوتیپ‌ها بتوانند با موفقیت جوانه بزنند و استقرار یابند، مفید است (۱۶ و ۱۸)، بنابراین پژوهش حاضر بنا به چنین ضروریاتی و این‌که تاکنون پژوهشی در خصوص تعیین دماهای کاردینال دو گیاه شاهدانه و قیچ انجام نشده بود، به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در آزمایشگاه تحقیقات بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار در ۱۲ سطح دمائی (۳، ۵، ۷، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، ۴۰، ۴۵ و ۵۰ درجه سانتی‌گراد) برای شاهدانه) و ۸ سطح دمائی برای قیچ (۵، ۷، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد) به اجرا درآمد. بذور موردنظر از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شدند و از هر تیمار ۵۰ عدد بذر در داخل پتری‌دیش محتوی دو لایه کاغذ واتمن در داخل انکوباتور قرار گرفت و بازدهیها بسته به سطح دمائی از هر ۱۵ دقیقه برای دماهای بالا (۴۰ و ۴۵ درجه) تا فواصل زمانی ۱۲ و ۲۴ ساعت برای دماهای کمتر (۳ و ۵ درجه) صورت گرفت. معیار بذور جوانه‌زده، خروج ریشه‌چه به اندازه ۲ میلی‌متر یا بیش‌تر در نظر گرفته شد و در طول دوره آزمایش

نتایج و بحث

نتایج تاثیر سطوح مختلف دما بر جوانه‌زنی بذر دو گیاه قیچ و شاهدانه نشان داد که تاثیر دما بر هر دو مؤلفه درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر هر دو گیاه معنی‌دار ($P < 0.01$) بود (جدول ۱). گیاه قیچ کم‌ترین درصد نهائی جوانه‌زنی در دمای ۷ و پایین‌تر از آن و دماهای بالای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به‌دست آمد و به همین ترتیب بالاترین درصد نهائی جوانه‌زنی در این گیاه در دمای ۱۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. مشابه با تاثیر دما بر درصد جوانه‌زنی، کم‌ترین سرعت جوانه‌زنی در دمای ۷ و پایین‌تر از آن و دماهای بالای ۳۰ درجه سانتی‌گراد اتفاق افتاد. در گیاه شاهدانه نیز به‌طور مشابه با قیچ بیشینه درصد جوانه‌زنی در دمای ۱۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد به‌دست آمد و هم‌چنان‌که قابل انتظار بود بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی نیز در همین دماها مشاهده شد. ضمن این‌که کمینه درصد و سرعت جوانه‌زنی منحصر به دمای ۳ و دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد بود (شکل ۱).

دلیل کاهش درصد جوانه‌زنی در دمای بالا در بذرهای شاهدانه و قیچ، در واقع بیانگر وقوع شرایطی است که کاپلند و دونالد در خصوص تغییرپذیری پروتئین‌های ضروری با افزایش دما در بذر بیان نموده‌اند. گزارش‌های متعدد بیانگر اثر افزایشی دما تا محدوده خاصی بر درصد و سرعت جوانه‌زنی بذرها می‌باشند (۳ و ۱۲). از طرفی افزایش دما علاوه بر اثرات یاد شده می‌تواند زوال بذر را نیز به‌دنبال داشته باشد (۱۱) به‌نحوی‌که بذور قیچ در دمای بالاتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد و بذور شاهدانه در دمای بالاتر از ۴۶ درجه سانتی‌گراد عملاً جوانه‌زنی آن‌ها به صفر رسید. به‌طورکلی دما به‌دلیل اثر آن بر خواب، سرعت جوانه‌زنی و سرعت نهائی جوانه‌زنی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (۵). موال و همکاران (۱۹۹۴) نیز نشان دادند که با افزایش دما سرعت جوانه‌زنی حداقل در یک دامنه دمائی به‌طور خطی افزایش می‌یابد و در دماهای بالاتر از آن به‌طور سریع افت پیدا می‌کند (۱۶).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر دماهای متناوب بر سرعت و درصد نهائی جوانه‌زنی بذر قیچ و شاهدانه.

Table 1. Analysis of variance for effect of alternative temperature on percent and rate of germination in *Zygophyllum* and Hemp.

درصد جوانه‌زنی Germination percentage		سرعت جوانه‌زنی Germination rate		درجه آزادی df		منابع تغییرات S.O.V
قیچ Zygophyllum	شاهدانه Hemp	قیچ Zygophyllum	شاهدانه Hemp	قیچ Zygophyllum	شاهدانه Hemp	
961.24**	3869.91**	0.000021**	0.00124**	7	11	دما Temperature
1.6	105.02	0.00000013	0.0000025	24	36	خطا Error
5.7	28.73	12.20	11.70			ضریب تغییرات (%) CV

** معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد.

** Significantly on 0.01 probability level.

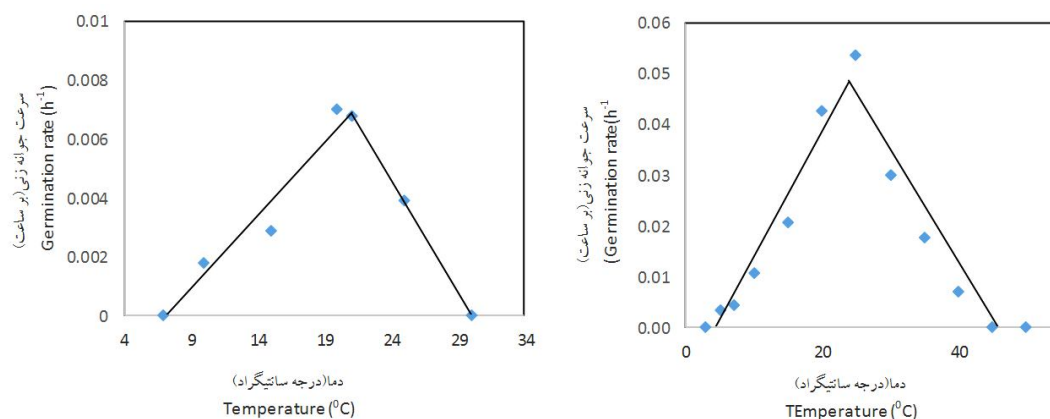
ژنوتیپ‌هایی با سازگاری بوم‌شناختی متفاوت‌تر از مناطق اقلیمی گوناگون می‌تواند قابل دست‌یابی باشد (۲۸). پارامترهای موردنظر برای ارزیابی مدل نیز عبارت بودند از: ضریب تبیین (R^2)، ضریب تغییرات (CV)، ضریب همبستگی (r)، ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) و معنی‌دار بودن یا نبودن ضرایب رگرسیون عرض از مبدا برازش مقادیر مشاهده‌شده در برابر مقادیر شبیه‌سازی شده. نتایج صحت‌سنجی مدل بر مبنای پارامترهای بالا نشان داد که استفاده از این مدل در تخمین دماهای کاردینال هر دو گیاه به‌دلیل پایین بودن ریشه میانگین مربعات خطا و ضریب تغییرات و بالا بودن ضریب تبیین و ضریب همبستگی می‌تواند قابل توصیه باشد (جدول ۳).

کمی‌سازی واکنش جوانه‌زنی بذر قیچ به سطوح مختلف با استفاده از تابع دوتکه‌ای نیز نشان داد مدل به‌خوبی قادر به برآورد دماهای کاردینال بذر دو گیاه است (جدول ۲). به این ترتیب که در گیاه قیچ دمای پایه، مطلوب و بیشینه برابر ۷/۲۰، ۲۱/۰۷ و ۳۰/۰۰ درجه سانتی‌گراد برآورد گردید ضمن آن‌که بیشینه سرعت جوانه‌زنی نیز ۰/۰۰۷ بر ساعت بود. در گیاه شاهدانه نیز دمای پایه ۴/۷۴ درجه سانتی‌گراد، دمای مطلوب ۲۳/۹۸ درجه سانتی‌گراد و دمای بیشینه ۴۵/۹۵ درجه سانتی‌گراد به‌دست آمد. در حقیقت تعیین دمای پایه گیاهان می‌تواند با هدف بهبود سازگاری به محیط‌های با دمای کم یا زیاد در مرحله جوانه‌زنی بسیار مفید باشد و در این رابطه مطالعه

جدول ۲- مقادیر دماهای کاردینال، حداکثر سرعت جوانه‌زنی (r_{max})، دمای پایه (T_b)، دمای مطلوب (T_0)، دمای سقف (T_c) و سطح معنی‌داری مدل دوتکه‌ای (P_{model}).

Table 1. Cardinal temperatures, germination rate maximum (r_{max}), Base temperature (T_b), optimum temperature (T_0), Ceiling temperature (T_c) and significant level of model (P_{model}).

P_{model}	T_c	T_0	T_b	r_{max}	
0.001	45.95 ± 1.52	23.98 ± 1.61	4.74 ± 0.93	0.041 ± 0.0032	شاهدانه Hemp
0.001	30.00 ± 0.78	21.07 ± 1.03	7.20 ± 1.34	0.007 ± 0.0005	قیچ Zygophyllum



شکل ۱- پاسخ سرعت جوانه‌زنی قیچ (چپ) و شاهدانه (راست) به سطوح مختلف دمایی.

Figure 1. Response of germination rate of Hemp (left) and Zygophyllum (right) to temporal various levels.

دماهای کاردینال گیاه ماریتیغال معرفی نمودند (۸). صبوری‌راد و همکاران (۲۰۱۱) نیز گزارش دادند که مدل ۵ پارامتره بتا به‌خوبی قادر به تخمین دمای کاردینال جوانه‌زنی کوشیا است (۲۰). همچنین جلیلیان و خلیلی‌ا قدم (۲۰۱۵) در تخمین دمای کاردینال منداب از مدل دوتکه‌ای استفاده کردند (۱۴).

تبریزی و همکاران (۲۰۰۷) نیز با ارزیابی مدل‌های مختلف جوانه‌زنی بر روی دو توده زراعی و طبیعی آویشن خراسانی نشان داد که مدل پنج‌پارامتری بتا بهترین برازش را در خصوص بذره‌ای توده طبیعی این گیاه دارد (۲۵). همچنین دری و همکاران (۲۰۱۴) مدل دوتکه‌ای را به‌عنوان مدل بهتر برای برآورد

جدول ۳- جذر میانگین مربعات خطا (RMSE) و ضریب تبیین (R^2)، عرض از مبدا (a)، شیب رگرسیون (b)، ضریب همبستگی (r) و ضریب تغییرات (CV) در مدل دوتکه‌ای.

Table 4. Root mean square error (RMSE), Coefficients of determination (R^2), Intercept (a), Regression slope (b), Correlation coefficient (r) and Coefficient variation (CV) in segmented model.

Pr >F	CV	r	R^2	RMSE	b±Se	a±Se	Mean±Se	مدل Model
0.001	20.30	0.98**	0.92	0.0004	0.95±0.087**	0.0016±0.0016	0.0134±0.004	شاهدانه Hemp
0.0001	25.77	0.92**	0.98	0.0005	1.051±0.079**	-0.000019±0.00023	0.0018±0.0008	قیچ Zygophyllum

شاهدانه این کاهش تا دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد ادامه دارد و در نهایت به صفر می‌رسد. ضمن این‌که نتایج بر این تأکید داشت که مدل دوتکه‌ای به‌طور قابل‌قبولی برآورد دماهای کاردینال جوانه‌زنی بذور این دو گیاه است.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که در هر دو گیاه قیچ و شاهدانه با افزایش دما تا محدوده ۱۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد سرعت و درصد جوانه‌زنی افزایش سریعی پیدا می‌کند اما با افزایش دما تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد زوال بذور گیاه قیچ باعث عدم جوانه‌زنی بذور شده اما در بذور

منابع

- Ahmadi, M., Kamkar, B., Soltani, A. and Zeinali, E. 2010. Evaluation of non-linear regression models to predict stem elongation rate of wheat (Tajan cultivar) in response to temperature and photoperiod. Elec. J. Crop Prod. 2: 4. 39-54. (In Persian)
- Amoaqaeii, R. 2014. The effect of some hormones and nitrogenous compounds on capacity, velocity and synchrony of germination of Zygophyllum atriplicoides seeds under salinity stress, Iran. J. Bio. 26: 4. 465-475. (In Persian)
- Balendari, A., Rezwani-Moghaddam, P. and Nasiri Mahallati, M. 2011. Determination of cardinal temperature of seed germination of Cichorium pumilium Jacq. The Second International Conference of Seed Sciences and Technology, Azad University of Mashhad.
- Bannayan, M., Nadjafi, F., Rastgoo, M. and Tabrizi, L. 2006. Germination properties of some wild medicinal plants from Iran. J. Seed Technol. 28: 80-86.
- Bradford, K.J. 2002. Application of hydrothermal time to quantifying and modeling seed germination and dormancy. Weed Sci. 50: 248-260.

6. Copeland, L.O. and McDonald, M.B. 1995. Principles of seed science and technology. Chapman & Hall. USA.
7. Dorri, M.A., Kamkar, B., Aqdasi, M. and Kameshi-Kamar, E. 2014. Determination of the best model for evaluation of germination cardinal temperatures in *Silybum marianum*. Iran. J. Sci. Res. 3: 2. 189-200. (In Persian)
8. Ghaderi-Far, F., Soltani, A. and Sadeghipour, H.R. 2008. Cardinal temperatures of germination medicinal pumokin, borago and black cumin, Asi. J. Plant Sci. 7: 6. 574-578.
9. Gulzar, S., Khan, M.A. and Ungar, L.A. 2008. Effect of salinity and temperature on the germination of *Urochondra setulosa* (Trin). Seed Sci. Technol. 29: 21-29.
10. Hardegree, S. 2006. Predicting germination response to temperature. I. Cardinal temperature models and subpopulation-specific regression. Ann. Bot. 97: 1115-1125.
11. Hardegree, S.P. and Winstral, A.H. 2006. Predicting germination response to temperature. II. Three dimensional regression statistical gridding and iterative-probit optimization using measured and interpolated subpopulation data. Ann. Bot. 98: 403-410.
12. Jalilian, A., Mazaheri, D., Tavakkol Afshari, R., Rahimian, H., Abdollahian, M. and Gohari, J. 2005. Estimation of base temperature and investigation of germination and field emergence trend of mono-germ sugar beet under various temperatures. J. Sugar Beet. 20: 97-112. (In Persian)
13. Jalilian, J. and Khaliliaqdam, N. 2015. Effect of alternative temperatures on germination rate of Rocket seed. Iran. J. Seed Sci. 2: 1. 1271-134. (In Persian)
14. Khaliliaqdam, N., Davoudi, Sh. and Mir-Mahmoudi, T. 2014. Evaluation of non-regression models for quantify of 1000-grain weight in wheat, J. Plant Appl. Eco. Physiol. Res. 1: 3. 37-50. (In Persian)
15. Mahmoodi, A., Soltani, E. and Barani, H. 2008. Germination response to temperature in snail medic (*Medicago sativa* L.). Elec. J. Crop Prod. 1: 54-63. (In Persian)
16. Mwale, S.S., Azam-Ali, S.N., Clark, J., Bradley, R.G. and Chatha, M.R. 1994. Effect of temperature on the germination of sunflower (*Helianthus annus* L.). Seed Sci. Technol. 22: 565-571.
17. Portosi, N., Rashed Mohassel, M.H. and Izadi Darbandi, I. 2009. Determination of cardinal temperature of (*Cenopodium album*), (*Portulaca oleracea*), (*Digitaria sanguinalis*). Iran. J. Agric. Res. 6: 2. 255-261. (In Persian)
18. Pourreza, J. and Bahrani, A. 2012. Estimating cardinal temperatures of Milk thistle seed germination, Amr. Euras. J. Agric. Environ. Sci. 12: 8. 1030-1034.
19. Ramin, A.A. 1997. The influence of temperature on germination Taree Irani. Seed Sci. Technol. 25: 419-426.
20. Ranjbar, F., Koucheqi, A., Nasiri Mahallati, M. and Kamayestani, N. 2013. Evaluation of germination characteristics and cardinal temperatures in (*Foeniculum vulgare*), Seed Res. J. 3: 3. 61-68. (In Persian)
21. Sabouri-Rad, S., Kafi, M., Nezami, A. and Banayan-Avval, M. 2011. Estimation of minimum, optimum and maximum temperatures of *Kochia Scoparia* using of beta five parametric model, (In Persian, with English Abstract). J. Agroeco. 3: 2. 191-197.
22. SAS Institute. 2001. The SAS system for windows. Release 9. 1. SAS Inst., Cary, NC. USA.
23. Soltani, A. and Maddah-Yazdi, V. 2010. Simple, applied programs for education and research in agronomy. Niak Press. 81p.
24. Soltani, A., Galeshi, S., Zeinali, E. and Latifi, N. 2002. Germination, seed reserve utilization and seedling growth of chickpea as affected by salinity and seed size. Seed Sci. Technol. 29: 653-662.
25. Tabrizi, L., Koocheqi, A., Nasiri Mahalati, M. and Rezvani, P. 2007. Germination behavior of cultivated and natural stand seeds of Khorasan thyme (*Thymus transcaspicus* Klokov) with application of regression models, Iran. J. Field Crops Res. 5: 249-257. (In Persian)

26. Tabrizi, L., Nasiri Mahalati, M. and Koocheki, A. 2004. Assessment of minimum, optimum and maximum temperatures of seed germination of psilium. Iran. J. Field Crops Res. 5: 249-257. (In Persian).
27. Tadayyon, M.R. and Zareii, M. 2014. The evaluation of mycoriza symbiosis on resistance to three ecotype of *Cannabis sativa*. Proc. Act. Plant. 3: 7. 1-10. (In Persian)
28. Zeinali, E., Soltani, A., Galeshi, S. and Sadati, J. 2010. Cardinal temperatures, reaction to temperature and thermal tolerance range of seed germination of wheat cultivars, Elec. J. Crop Prod. 3: 3. 23-42. (In Persian)