Archive of SID

تعیین درجه حرارت‌های کاردینال و واکنش جوانه‌زنی بذور به دما در اکوتیپ‌های ریحان (*Ocimum basilicum* L.)

Determination of Cardinal Temperatures and Response to Temperature for Seed Germination in Basil (*Ocimum basilicum* L.) Ecotypes

سیدفاضل فاضلی کاخکی[۱*]، نسرین مشفق[۲] و مرتضی گلدانی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۲/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۲/۱۴

چکیده

بررسی واکنش جوانه‌زنی بذر گیاهان زراعی به دما از نظر سرعت و یکنواختی حائز اهمیت می‌باشد. از این‌رو به‌منظور تعیین دماهای کاردینال و تأثیر سطوح مختلف دما بر شاخص‌های جوانه‌زنی، ۷ اکوتیپ ریحان (شامل: بنفش بندرعباس، بنفش کرمان، سبز دزفول، سبز یزد، سبز محلات، سبز شیراز و سبز اصفهان) در ۸ سطح دما (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و۴۰ درجه سانتی‌گراد) آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۴ تکرار مورد آزمون قرار گرفت. نتایج نشان داد که تأثیر درجه حرارت بر شاخص‌های جوانه‌زنی در اکوتیپ‌های ریحان معنی‌دار بود. بیشترین شاخص‌های جوانه‌زنی (درصد و سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه گیاهچه، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه) از دما ۲۰ درجه سانتی‌گراد حاصل شد. تمامی اکوتیپ‌های ریحان بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی را در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد داشتند. از نظر سرعت جوانه‌زنی اکوتیپ سبز یزد در دما ۲۵ درجه سانتی‌گراد با ۳۹/۱ بذر در روز بیشترین و اکوتیپ سبز اصفهان با ۱۳/۲ بذر در روز در همین دما کمترین سرعت جوانه‌زنی را داشتند. با افزایش دما به بیشتر از ۲۵ درجه سانتی‌گراد کلیه شاخص‌های جوانه‌زنی کاهش یافت و زمانی که دما از ۳۵ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت، شاخص‌های فوق نیز افت کردند. با افزایش دما به بیشتر از ۱۵ درجه سانتی‌گراد درصد و سرعت جوانه‌زنی به‌طور قابل ملاحظه‌ای روند افزایشی داشت. براساس نتایج رگرسیون خطی بین سرعت جوانه‌زنی و دما مشخص شد که دماهای کاردینال (حداقل، بهینه و حداکثر) در اکوتیپ‌های ریحان به‌ترتیب در دامنه ۷/۱-۳/۵، ۲۷/۸-۲۴ و ۴۵/۷-۴۲/۸ درجه سانتی‌گراد قرار دارد.

واژه‌های کلیدی: سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه گیاهچه، نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه

۱. دانش آموخته دکتری، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، داشگاه فردوسی مشهد و مدرس مرکز تحقیقات و آموزش و منابع طبیعی خراسان رضوی، مشهد، ایران
۲ و ۳. به‌ترتیب کارشناس‌ارشد و دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
*: نویسنده مسئول Email: sf_fazeli@ yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

ریحان (*Ocimum basilicum* L.) گیاهی است یک‌ساله، علفی، معطر، متعلق به خانواده Lamiaceae که ارتفاع ساقه آن تا ۶۰ سانتی‌متر می‌رسد. برگ‌های آن به‌صورت متقابل، بیضوی، دارای گل‌های کوچک و معطر به رنگ‌های سفید، قرمز و گاهی بنفش مشاهده می‌شود. بذر آن سیاه و ریز است (امیدبیگی، ۱۳۸۴). برگ ریحان و سرشاخه‌های جوان آن به مصرف تغذیه و تهیه اسانس می‌رسد. ریحان در ایران و افغانستان به‌طور خودرو می‌روید و در اکثر نقاط دنیا کاشته می‌شود (امیدبیگی، ۱۳۸۴؛ حسنی و امیدبیگی، ۱۳۸۱). رشد و نمو گیاهان علاوه بر عوامل ژنتیکی تحت تأثیر عوامل محیطی قرار دارد و درجه حرارت مهم‌ترین عامل محیطی مؤثر بر فعالیت‌های فیزیولوژیکی در کلیه مراحل رشد اعم از جوانه‌زنی، گلدهی، رشد، فتوسنتز و تنفس می‌باشد که به‌همراه سایر عوامل نقش تعیین‌کننده در پتانسیل عملکرد گیاهان دارد (رحیمی و کافی، ۱۳۸۹). با این حال محدوده بردباری گیاهان به دما تحت تأثیر عواملی مانند سن گیاه، میزان آب گیاه و فصل سال قرار دارد. افزایش بازدهی استفاده مؤثر از عوامل محیطی مانند تشعشع، افزایش قدرت رقابت گیاه زراعی با علف هرز، دست‌یابی سریع به پوشش کامل زمین و سطح برگ مناسب، به جوانه‌زنی سریع و استقرار بوته‌ها در مزرعه وابسته می‌باشد (*سلطانی*[1] و همکاران، 2002). جوانه‌زنی از بحرانی‌ترین مراحل استقرار گیاهچه‌های گیاهان زراعی است و اهمیت زیادی در تعیین تراکم نهایی بوته در واحد سطح داشته و در صورت مهیا بودن سایر شرایط رشدی توسط دما محدود می‌شود (*جوردن*[2] *و هافرکمنپ*، 1989). عکس العمل جوانه‌زنی نسبت به دما به عوامل متعددی از جمله گونه‌های گیاهی، واریته، منطقه رویشی، کیفیت بذر و مدت زمان پس از برداشت بستگی دارد. نیاز دمایی گیاهان در مرحله جوانه‌زنی به دماهای مناسب تحت عنوان دامنه دمای زیستی (کاردینال) معرفی می‌گردد که شامل دما حداقل (که کمتر از آن جوانه‌زنی صورت نمی‌گیرد)، بهینه (درجه حرارتی که بیشترین درصد جوانه‌زنی در کوتاه‌ترین زمان رخ می‌دهد) و دما حداکثر (که در بیشتر از آن جوانه‌زنی رخ نمی‌دهد) می‌باشد (رحیمی و کافی، ۱۳۸۹). با تعیین دماهای کاردینال امکان ارزیابی محدودیت‌های جغرافیایی گونه‌ها و زمان کشت آنها ممکن می‌گردد. شاید بتوان گفت که دما حداقل، بهینه و حداکثر برای پیش‌بینی مراحل رشد و نمو گیاهان زراعی شاخص‌های مناسبی هستند. هر چند که برای تأیید این فرضیه نیاز است که آزمایشات متعددی صورت پذیرد. دمای بهینه جهت جوانه‌زنی بذر به ژنتیک گیاه و شرایط اقلیمی که گیاه در آن رشد و نمو می‌کند بستگی دارد (سلیمی و قربانلی، ۱۳۸۰). *کوپلند و مکدونالد*[3] (1995) گزارش کردند که در اکثر گونه‌های گیاهی دما بهینه و حداکثر جوانه‌زنی بذور به‌ترتیب بین ۳۰-۱۵ و۴۰-۳۰ درجه سانتی‌گراد قرار دارد.

محققین رابطه خطی بین دما و سرعت جوانه‌زنی را در برخی گونه‌های گیاهی گزارش کرده‌اند و عمدتاً از رگرسیون خطی برای بیان رابطه دما با سرعت جوانه‌زنی استفاده می‌کنند (تبریزی و همکاران، ۱۳۸۳). مطالعات انجام شده در زمینه گیاهان مختلف زراعی نشان داده است که امتداد خطوط رگرسیون دمای بالا و پایین با محور دما به‌ترتیب به‌عنوان دمای حداکثر یا سقف و دمای پایه در نظر گرفته شده است و تلاقی این دو خط به‌عنوان دمای بهینه، که در آن بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی اتفاق می‌افتد را معرفی کرده‌اند (زینلی و همکاران، ۱۳۸۹).

بسیاری از شاخص‌های جوانه‌زنی مانند: سرعت جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی و یکنواختی جوانه‌زنی در صورت مهیا بودن اکسیژن و رطوبت کافی توسط دما تعیین می‌شود (*رامین*[4]، 1977). با افزایش دما به بیشتر از دمای بهینه سبب تجزیه پروتئین‌های ضروری مورد نیاز برای جوانه‌زنی بذر شده در نتیجه میزان درصد جوانه‌زنی کاهش یافته و به تدریج به صفر می‌رسد و کاهش دما نیز به کمتر از دمای مطلوب سبب عدم جوانه‌زنی بذور می‌گردد (تبریزی و همکاران، ۱۳۸۳). بنابراین تعیین آستانه حداقل و حداکثر دما برای انجام جوانه‌زنی مطلوب و استقرار مناسب گیاه ضروری به نظر می‌رسد (نصیری محلاتی و همکاران، ۱۳۸۶). این فرآیند با ظهور ساقه‌چه و ریشه‌چه و طویل شدن آنها و تخصیص مواد غذایی ذخیره شده به محور جنینی آغاز می‌شود.

در رابطه با تعیین دامنه دمای زیستی جوانه‌زنی گیاهان مختلف زراعی و ارزیابی شاخص‌های جوانه‌زنی مطالعات نسبتاً گسترده‌ای صورت پذیرفته است که از آن جمله می‌توان به مطالعات *رامین* (1997) در مورد ژنوتیپ‌های تره ایرانی (*Allium ampeloprasum* L. ssp. *iranicum*)، *ویژیل*[5] و همکاران (1997) در کلزا (*Brassica napus* L.) و شلغم روغنی (*B. rapa* L.)، رحیمی و کافی (۱۳۸۹) در خرفه (*Portulaca oleracea* L.) و تبریزی و همکاران (۱۳۸۳) در اسفرزه (*Plantago ovata* Forsk.) و پسیلیوم (*Plantago psyllum* L.)

1. Soltani
2. Jordan and Haferkamp
3. Copeland and McDonald
4. Ramin
5. Vigil

www.SID.ir

Archive of SID

اشاره کرد.

با توجه به اینکه تا کنون گزارشی مبنی بر تعیین دماهای کاردینال در اکوتیپ‌های ریحان یافت نشده است، لذا این مطالعه با هدف تحقیق دامنه دماهای مناسب جوانه‌زنی (کاردینال) و شناسایی رابطه بین دما و سرعت جوانه‌زنی انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور تعیین دماهای کاردینال (دمای کمینه، بهینه و بیشینه) بذور اکوتیپ‌های گیاه ریحان و اثر دماهای مختلف بر برخی شاخص‌های جوانه‌زنی آن، آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۴ تکرار در آزمایشگاه گیاهان ویژه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۱ انجام شد. فاکتور اول هفت اکوتیپ ریحان (شامل: بنفش بندرعباس، بنفش کرمان، سبز دزفول، سبز یزد، سبز محلات، سبز شیراز و سبز اصفهان) و فاکتور دوم ۸ سطح دما (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد) بود. ابتدا بذور با محلول هیپوکلرید سدیم ۲/۵ درصد به‌مدت ۳۰ ثانیه ضدعفونی شد و سپس با آب مقطر شستشو داده شدند. ۲۵ عدد بذر که توسط آب مقطر به اندازه کافی مرطوب شده بودند داخل پتری‌دیش‌های به قطر ۹ سانتی‌متر و ضخامت ۱/۵ سانتی‌متر حاوی یک کاغذ صافی واتمن قرار داده شدند و به ژرمیناتورهای تنظیم شده با دمای ثابت با دقت ±۱ منتقل شدند. مبنای جوانه‌زنی بذور، خروج ریشه‌چه از پوسته بذر به میزان ۲ میلی متر بود (*آدام و درینگ*[1]، 2007). شمارش بذور جوانه‌زده تا ۱۴ روز پس از شروع آزمایش و هر روز در یک ساعت مشخص (در ساعت ۱۲ ظهر) انجام شد و در صورت کاهش رطوبت در پتری‌دیش‌ها آب مقطر اضافه شد. در پایان شاخص‌های زیر اندازه‌گیری شدند:

درصد جوانه‌زنی[2] براساس معادله ۱ محاسبه شد (رحیمی و کافی، ۱۳۸۹)

$$FGP = (n / N) \times 100$$ معادله (۱)

در این معادله n، تعداد بذر جوانه‌زده در روز آخر و N، تعداد کل بذرها است.

سرعت جوانه‌زنی[3] براساس معادله ۲ محاسبه شد (رحیمی و کافی، ۱۳۸۹)

$$GR = \sum_{i=1}^{n} \frac{gi}{di}$$ معادله(۲)

gi تعداد بذر جوانه‌زده در هر شمارش و di تعداد روز شمارش تا روز nام می‌باشد.

برای تعین دماهای کاردینال از رگرسیون خطی بین سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر در روز) و دماهای مختلف استفاده شد (تبریزی و همکاران، ۱۳۸۳). با برازش خطوط رگرسیون در طرفین نقطه بهینه (بالاتر و پایین‌تر از نقطه بهینه)، محل تقاطع خطوط رگرسیون برازش داده شده با محور Xها (دما)، به‌عنوان دماهای حداقل و حداکثر تخمین زده شد (*رامین*، 1997؛ *آفلاکپوی*[4] و همکاران، 1998). خطوط به نحوی برازش داده شدند که بیشترین ضریب همبستگی (R^2) را داشتند و پراکندگی داده‌ها در اطراف منحنی از روند منطقی برخوردار باشد. معادله رگرسیون بین سرعت جوانه‌زنی و دما از معادله (۳) به‌دست آمد:

$$Y=a+bX \qquad X \leq To$$ معادله (۳)

در این معادله Y: سرعت جوانه‌زنی، a: عرض از مبدأ، X: درجه حرارت، b: شیب خط است (تبریزی و همکاران، ۱۳۸۳) که با قرار دادن Y=0 در معادله فوق و حل آن برای X، دمای حداقل و حداکثر جوانه‌زنی به‌دست می‌آید (*جوردن* و همکاران، 1989):

$$X= - a/b \qquad X \geq To$$ معادله (۴)

معادله نهایی با احتساب دمای بهینه (To)، براساس مدل مثلثی (Triangular) برازش داده شد و به این ترتیب مقادیر دماهای حداقل (Tmin)، بهینه (To) و حداکثر (Tmax) تعیین شد (تبریزی و همکاران، ۱۳۸۳).

شاخص بنیه گیاهچه (SVI)[5] براساس معادله ۴ محاسبه شد (*علیزاده* و *ایسووند*[6]، 2005):

$$SVI = \frac{(RL + SL)}{N}$$ (معادله ۴)

RL و SL به‌ترتیب طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه و N تعداد کل بذور جوانه‌زده در روز آخر می‌باشند.

قبل از آنالیز آماری تبدیل زاویه‌ای (آرک سینوس) داده‌های مربوط به درصد جوانه‌زنی انجام شد (*سوزوکی و خان*[7]، 2000؛ دادخواه، ۱۳۸۵). جهت آنالیز داده‌ها از برنامه آماری Minitab و مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده گردید.

1. Adam and Diering
2. Final Germination Percentage
3. Germination Rate
4. Aflakpui
5. Seedling Vigor Index
6. Alizadeh and Eysouvand
7. Suzuki and Khan

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که دماهای کاردینال (پایه، مطلوب و حداکثر) به طور معنی‌داری ($P<0.01$) تحت تأثیر رقم قرار گرفت (جدول ۱). بررسی رگرسیون خطی بین سرعت جوانه‌زنی و دما بیانگر وجود همبستگی مناسبی بین آنها بود و نشان داد که خطوط رگرسیون در دو نقطه محور Xها را قطع می‌کنند که دماهای حدود ۳/۵ و ۴۵ درجه سانتی‌گراد به‌ترتیب دامنه دما حداقل و حداکثر اکوتیپ‌های ریحان تعیین می‌شوند (شکل ۱). همچنین محل تقاطع خطوط رگرسیون معرف دمای مطلوب بوده و در اکوتیپ‌های ریحان این دامنه بین حدود ۲۴ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد قرار داشت (شکل ۱ و جدول ۶). در این مطالعه حداقل دمای پایه (۳/۵ درجه سانتی‌گراد) در اکوتیپ سبز دزفول و بیشترین دمای پایه با مقدار ۷/۱ درجه سانتی‌گراد در دو اکوتیپ بنفش بندرعباس و سبز اصفهان قرار داشت (جدول ۶) و دامنه تغییرات دمای پایه ۳/۶ درجه سانتی‌گراد بین اکوتیپ‌ها متفاوت بود. نتایج مطالعه *نجفی*[1] و همکاران (2009) نشان داد که دامنه تغییرات حداکثر سرعت جوانه‌زنی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) در دامنه دمای بین ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد قرار دارد. در همین مطالعه آنها دمای پایه و سقف را برای ریحان به‌ترتیب حدود ۴ و ۴۱/۳ درجه سانتی‌گراد گزارش کردند. به نظر می‌رسد وجود تنوع در دمای پایه می‌تواند مربوط به سازگاری‌های آنها به محیط‌های با دماهای کم یا زیاد باشد. بررسی دمای سقف جوانه‌زنی نشان داد که در مقایسه با دمای پایه از تنوع کمتری برخوردار بود کمترین مقدار دمای سقف در دو اکوتیپ سبز یزد و سبز اصفهان با مقدار ۴۲/۸ درجه سانتی‌گراد و بیشترین مقدار دمای سقف با مقدار ۴۵/۷ درجه سانتی‌گراد در اکوتیپ سبز محلات مشاهده شد و دامنه تغییرات دما حداکثر بین اکوتیپ‌ها ۲/۸ درجه سانتی‌گراد بود (جدول ۶). نتایج مطالعه رحیمی و کافی (۱۳۸۹) نشان داد که تغییرات جداکثر دمای جوانه‌زنی در خرفه بین ۱۵ تا ۴۰ درجه متغیر بود و این دامنه در گیاه اسفرزه محدود و بین ۱۰ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد قرار داشت (تبریزی و همکاران، ۱۳۸۳). از آنجا که درصد جوانه‌زنی در میزان استقرار گیاهچه اهمیت دارد. به نظر می‌رسد وجود تنوع در تحمل به دمای زیاد در جوانه‌زنی بین اکوتیپ‌های ریحان به دلیل وجود تنوع اقلیمی در ایران از اهمیت خاصی برخوردار باشد، زیرا تأخیر در تاریخ کاشت که معمولاً در بهار با افزایش دمای محیط همراه است از درصد جوانه‌زنی و استقرار اولیه گیاه ریحان کاسته می‌شود. با این حال وجود تنوع اکولوژیکی در خواستگاه این اکوتیپ‌ها می‌تواند بیانگر این تنوع در پاسخ به دما نیز باشد.

شیب خطوط رگرسیون در اکوتیپ‌های مورد بررسی که بیانگر تأثیر میزان جوانه‌زنی در دماهای مختلف است در دماهای بالاتر از مطلوب بیشتر از شیب خطوط رگرسیون در دماهای پایین‌تر از مطلوب می‌باشد (جدول ۷) و با افزایش دما پایه تا دمای مطلوب، سرعت جوانه‌زنی افزایش یافت و سپس با افزایش دما به بیشتر از دمای مطلوب، سرعت جوانه‌زنی به‌صورت خطی و با آهنگ تندتری کاهش یافت. این روند در تمامی اکوتیپ‌های ریحان دیده شد. با این حال اکوتیپ سبز اصفهان کمترین زاویه شیب خطوط رگرسیون را با محور Xها را داشت و بیشترین زاویه خطوط رگرسیون که حاکی از تند بودن شیب خطوط فوق می‌باشد در اکوتیپ سبز یزد مشاهده شد (جدول ۷). براساس این نتایج به نظر می‌رسد که واکنش‌پذیری اکوتیپ‌های مورد مطالعه به تغییرات دما در کمتر از مقدار مطلوب نسبت به درجه حرارت‌های بیشتر از درجه حرارت مطلوب کمتر می‌باشد. نتایج این بررسی با یافته‌های *کوول*[2] و همکاران (1986)، *کاماها و مگوئیر*[3] (1992) و *وید*[4] و همکاران (1993) مطابقت دارد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که کلیه شاخص‌های جوانه‌زنی تحت تأثیر دما، اکوتیپ و برهمکنش آنها معنی‌دار ($P<0.01$) بود (جدول ۱). بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی از دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به‌دست آمد و کمترین مقدار صفات مذکور از دمای ۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد حاصل شد (جدول ۲). دماهای ۱۵ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد از نظر سرعت و درصد جوانه‌زنی اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. از نظر شاخص بنیه گیاهچه نیز اختلاف معنی‌داری بین دماهای ۱۵، ۲۰ و ۲۵ مشاهده نشد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اکوتیپ‌های مورد بررسی از نظر شاخص‌های جوانه‌زنی با همدیگر اختلاف معنی‌داری ($P<0.01$) داشتند (جدول ۱). به‌طوری‌که بیشترین و کمترین درصد جوانه‌زنی از اکوتیپ سبز یزد و سبز اصفهان به‌ترتیب با ۷۴/۴ و ۳۲/۷ درصد حاصل شد (جدول ۳). از نظر سرعت جوانه‌زنی و نیز سایر مؤلفه‌های جوانه‌زنی (شاخص بنیه گیاهچه، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و نسبت طول ریشه‌چه به طول ساقه‌چه) اکوتیپ سبز یزد برتر از سایر اکوتیپ‌های ریحان بود (جدول ۳). *جوردن* و همکاران (1989) نیز گزارش کردند که امکان تفاوت در درصد و سرعت جوانه‌زنی در درون توده‌های بذری اکوتیپ‌های گیاهی وجود

1. Najafi

2. Covell
3. Kamaha and Maguire
4. Wade

www.SID.ir

Archive of SID

دارد. اکوتیپ سبز یزد دو برابر اکوتیپ بنفش کرمان بیشترین مقدار شاخص بنیه گیاهچه را داشت و در صفت مذکور دو اکوتیپ بنفش بندرعباس و سبز محلات اختلاف معنی‌داری از نظر شاخص بنیه گیاهچه با هم نداشتند (جدول ۳). نتایج ضرایب همبستگی نشان داد که سرعت جوانه‌زنی نسبت به درصد جوانه‌زنی تأثیر بیشتری بر شاخص بنیه گیاهچه داشت (جدول ۸). از نظر طول ساقه‌چه تنها دو اکوتیپ بنفش کرمان و سبز دزفول با سایر اکوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری داشتند و همین روند نیز در صفت طول ریشه‌چه نیز مشاهده شد (جدول ۳). نتایج برهمکنش اکوتیپ و دما بر درصد جوانه‌زنی نشان داد هر چند در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد تمامی اکوتیپ‌های مورد مطالعه بیشترین درصد جوانه‌زنی را داشتند اما در همین دما اکوتیپ بنفش بندرعباس حدود ۹۲/۵ درصد نسبت به سایر اکوتیپ‌ها درصد جوانه‌زنی بیشتری داشت (جدول ۴). اکوتیپ بنفش کرمان در سه دمای ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد اختلاف معنی‌داری از نظر درصد جوانه‌زنی با هم نداشتند و سایر اکوتیپ‌ها تنوع زیادی از نظر واکنش‌پذیری جوانه‌زنی به دماهای مختلف در آنها مشاهده شد (جدول ۴). نتایج برهمکنش دما و اکوتیپ بر روی سرعت جوانه‌زنی نیز مشخص کرد که بیشترین مقدار آن در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در تمامی اکوتیپ‌ها مشاهده شد (جدول ۵). بیشترین سرعت جوانه‌زنی در اکوتیپ سبز یزد با مقدار ۳۹/۱ بذر در روز به‌دست آمد که نسبت به اکوتیپ سبز اصفهان حدود ۲/۹۷ برابر از سرعت جوانه‌زنی بیشتری برخوردار بود. اکوتیپ سبز اصفهان در تمامی دماهای مورد مطالعه نسبت به سایر اکوتیپ سرعت جوانه‌زنی کمتری داشت (جدول ۵). اکوتیپ بنفش بندرعباس در دو دمای ۲۰ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد اختلاف معنی‌داری از نظر سرعت جوانه‌زنی با هم نداشتند و همین روند در اکوتیپ بنفش کرمان نیز مشاهده شد. واکنش سایر اکوتیپ‌ها به دماهای مورد مطالعه از تنوع زیادی برخوردار بودند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که دمای بهینه برای حداکثر جوانه‌زنی در دامنه ۱۵-۳۰ درجه سانتی‌گراد برای اکثر گونه‌های گیاهی قرار دارد (رحیمیان مشهدی و همکاران، ۱۳۷۰) و این واکنش به ژنتیک گیاه و شرایط اقلیمی که گیاه در آن رشد و نمو کرده بستگی دارد (*کوپلند و مک دونالد*، 1995).

جدول ۱: تجزیه واریانس مولفه‌های جوانه‌زنی اکوتیپ‌های ریحان

Table 1: Analysis of variance of germination traits and seedling growth of basil ecotypes

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی Degree of freedom	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	شاخص بنیه گیاهچه Seed vigour index	طول ریشه چه Radicle length	طول ساقه‌چه Plumule length	نسبت طول ریشه‌چه به طول ساقه‌چه Radicle length to plumule length ratio
دما Temprature	7	17652**	2094.79**	1.58**	34.9**	44.2**	3.60**
اکوتیپ Ecotype	6	4799.3**	361.69**	0.566**	6.83**	0.730**	0.594**
دما × اکوتیپ Temperature × Ecotype	42	456.8**	77.49**	0.358**	1.55**	0.732**	0.126**
خطا Error	168	3.001	0.24	0.005	0.114	0.030	0.014
ضریب تغییرات CV		3.66	3.24	13.29	13.78	6.38	15.58

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and **: non- significant and significant at the 5% and 1% probability level, respectively

جدول ۲: مقایسه میانگین اثر دماهای مختلف بر برخی مؤلفه‌های جوانه‌زنی

Table 2: Mean comparison of the effect of temperature on some germination indices on seedling growth

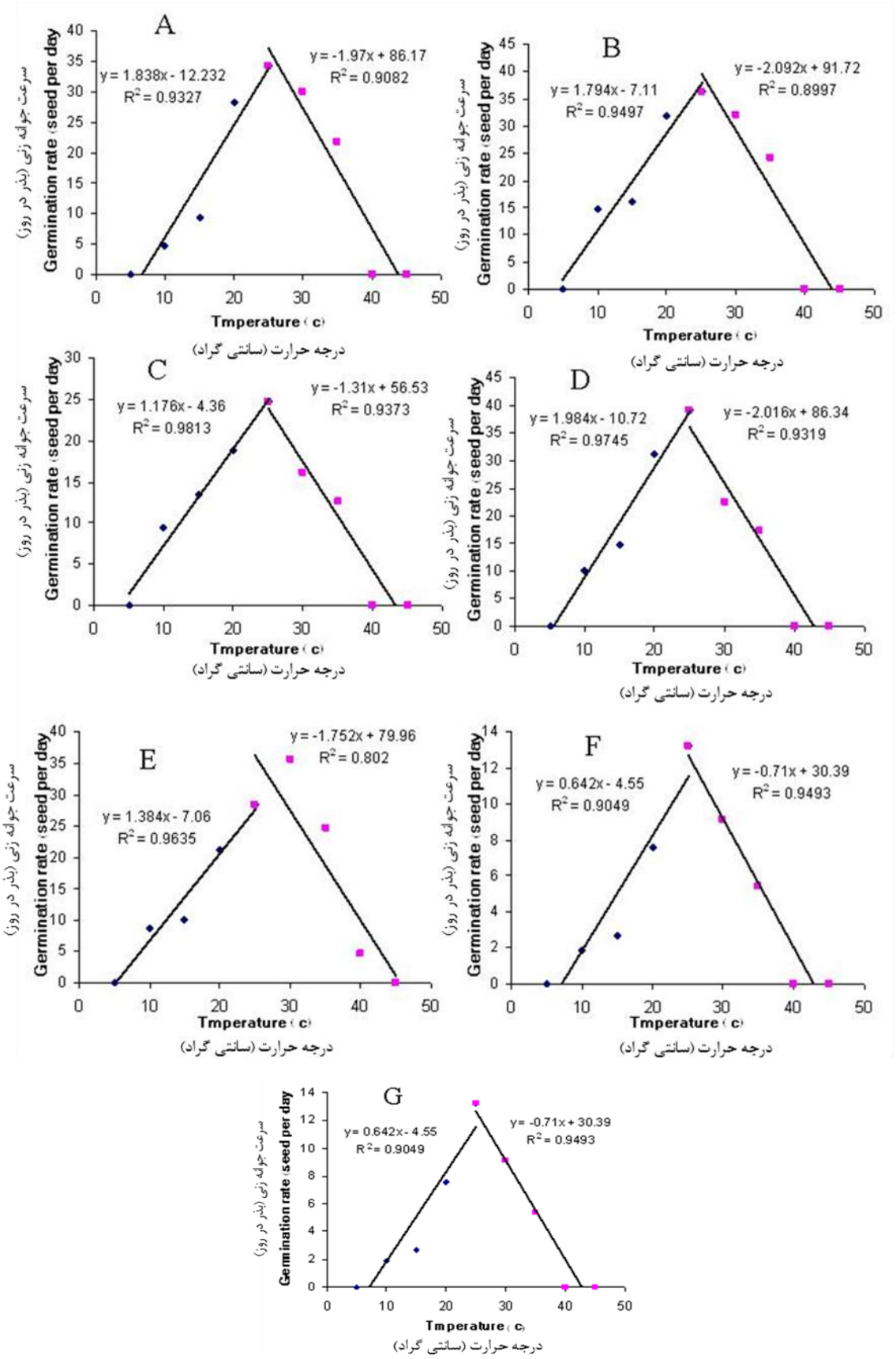
دما Temperature	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	شاخص بنیه گیاهچه Seed vigour index	طول ریشه‌چه Radicle length	طول ساقه‌چه Plumule length	نسبت طول ریشه‌چه به طول ساقه‌چه Radicle length to plumule length ratio
5	52.7d *	8.9f	0.545c	2.61c	2.21d	1.18a
10	68.2c	11.2e	0.655b	3.34a	3.73a	0.895b
15	69.8b	23.3b	0.693ab	3.14b	3.45b	0.910b
20	78.7a	24.3a	0.730a	3.52a	3.94a	0.893b
25	70.3b	23.2b	0.688ab	3.05b	3.53b	0.880c
30	49.33d	20.5c	0.660b	2.25d	3.17c	0.864 d
35	41.62e	14.4d	0.535c	1.95e	2.12d	0.919b
40	35.4f	۵,۶g	0.0d	0.0f	0.0e	0.0e

*: میانگین‌هایی که در هر ستون یک حرف مشترک دارند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند

*: Means containing similar letters in each column, are not significantly different at α=0.05 by Duncan test

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱: تأثیر دماهای مختلف بر سرعت جوانه‌زنی: A) بنفش بندرعباس، B) بنفش کرمان، C) سبز دزفول، D) سبز یزد، E) سبز محلات، F) سبز شیراز، G) سبز اصفهان

Fig. 1: Effect different temperature on germination rate in: A) Bandar Abbas purple, B) Kerman purple, C) Dezfol green, D) Yazd green, C) Mahallat green, E) Shiraz green, F) Isfahan green

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳: مقایسه میانگین‌های مولفه های جوانه‌زنی اکوتیپ‌های ریحان

Table 3: Mean comparison of germination indices and seedling growth between basil ecotypes

اکوتیپ Ecotype	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	شاخص بنیه گیاهچه Seed vigor index	طول ریشه‌چه Radicle length	طول ساقه‌چه Plumule length	نسبت طول ریشه‌چه به طول ساقه‌چه Radicle length to plumule length ratio
بنفش بندرعباس Bandar Abbas purple	34.7f*	9.8e	0.698b	1.89e	2.95a	0.542d
بنفش کرمان Kerman purple	67.5b	17.6b	0.376e	1.62f	2.52bc	0.550d
سبز دزفول Dezfol green	59.8e	15.6d	0.297f	2.17d	2.43c	0.735c
سبز یزد Yazd green	74.4a	20.5a	0.753a	3.19a	2.93a	0.951a
سبز محلات Mahallat green	65.1c	17.3bc	0.661b	2.66b	2.83ab	0.835b
سبز شیراز Shiraz green	62.1d	17.1c	0.613c	3.23a	2.73abc	1.014a
سبز اصفهان Isfahan green	32.7g	8.2f	0.425d	2.45c	2.62abc	0.779bc

*: میانگین‌هایی که در هر ستون یک حرف مشترک دارند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند

*: Means containing similar letters in each column, are not significantly different at α=0.05 by Duncan test

جدول ۴: میانگین اثر متقابل دما و اکوتیپ ریحان روی درصد جوانه‌زنی

Table 4: Mean comparison interaction effect of temperature and basil ecotypes on germination percentage

دما Temperature	بنفش بندر عباس Bandar Abbas purple	بنفش کرمان Kerman Purple	سبز دزفول Dezfol green	سبز یزد Yazd green	سبز محلات Mahallat green	سبز شیراز Shiraz green	سبز اصفهان Isfahan green
5	0g *	0e	0f	0g	0g	0h	0f
10	32f	72c	53.3b	58.7e	54.7e	34.7f	8e
15	50.1e	84ab	54.2b	74.6bc	69.3c	50.6d	30.6c
20	86b	86.7a	56.1b	77.3bc	62.7d	62.7b	36b
25	92.5a	84ab	61.4a	85.3a	76a	76.5a	44a
30	84b	85ab	44.2c	80b	73.3b	56.3c	36b
35	80c	72c	32.4d	64d	62d	44.7e	24d
40	72d	49.3d	22.2e	36f	36f	26.7g	8e

*: میانگین‌هایی که در هر ستون یک حرف مشترک دارند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند

*: Means containing similar letters in each column, are not significantly different at α=0.05 by Duncan test

جدول ۵: میانگین اثر متقابل دما و اکوتیپ روی سرعت جوانه‌زنی

Table 5: Mean comparison interaction effect of temperature and basil ecotypes on germination rate

دما Temperature	بنفش بندر عباس Bandar Abbas purple	بنفش کرمان Kerman purple	سبز دزفول Dezfol green	سبز یزد Yazd green	سبز محلات Mahallat green	سبز شیراز Shiraz green	سبز اصفهان Isfahan green	میانگین سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز) Mean germination rate (seed per day)
5	0f *	0e	0e	0g	0f	0f	0g	0
10	4.8e	14.7d	9.4d	10.2f	8.8e	7.4e	1.9f	8.1
15	9.39d	16.2d	14.5c	14.7e	10.1e	15.7c	2.7e	11.8
20	28.3b	31.8b	18.8b	31.2b	21.d	20.3b	7.6c	22.7
25	34.2a	36.3a	24.7a	39.1a	35.5a	23.7a	13.2a	29.5
30	30.1b	32b	16.1b	22.6c	28.4b	16.4c	9.1b	22.1
35	21.8c	24.2c	12.6c	17.2d	24.6c	12.2d	5.4d	16.8
40	0f	0e	0e	0g	0f	0f	0g	0

*: میانگین‌هایی که در هر ستون یک حرف مشترک دارند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند

*: Means containing similar letters in each column, are not significantly different at α=0.05 by Duncan test

میانگین سرعت جوانه‌زنی اکوتیپ‌ها در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد، ۸/۱ بذر در روز، در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد، ۱۱/۸ بذر در روز، در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد، ۲۲/۷ بذر در روز، در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، ۲۹/۵ بذر در روز، در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد، ۲۲/۱ بذر در روز، در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد، ۱۶/۸ بذر در روز، و در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد صفر بود (جدول ۵). نتایج میانگین واکنش‌پذیری سرعت جوانه‌زنی به دما (تعداد بذر جوانه‌زده به ازای افزایش یک درجه سانتی‌گراد در روز) نیز نشان داد که مقدار این صفت در دمای ۱۰ سانتی‌گراد، ۱/۶، در دمای ۱۵ سانتی‌گراد ، ۰/۷۴، در دمای ۲۰ سانتی‌گراد، ۱/۲، در دمای ۲۵ سانتی‌گراد، ۱/۳ و از دمای ۲۵ سانتی‌گراد به بالا از سرعت جوانه‌زنی کاسته شد به‌طوری‌که با افزایش هر یک درجه سانتی‌گراد از دمای ۲۵ درجه سانتی-گراد به بالا حدود ۱/۹ بذر در روز از سرعت جوانه‌زنی کاسته شد. بیشترین افت سرعت جوانه‌زنی از دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد به بالا بود که در دمای۴۰ درجه سانتی‌گراد به صفر

www.SID.ir

Archive of SID

رسید. نتایج *مطالعه* نجفی و همکاران (2009) نشان داد که در گیاه آویشن با افزایش دما از ۵ به ۱۰ درجه سانتی‌گراد، به ازای افزایش هر یک درجه سانتی‌گراد حدود ۵/۷ درصد تعداد بذور جوانه‌زده افزایش یافت که این مقدار برای دامنه دمای بین ۱۵ تا ۲۰ حدود ۵/۱ درصد بود و با افزایش دما از درصد جوانه‌زنی به ازای افزایش هر یک درجه سانتی‌گراد کاسته شد.

جدول ۶: دماهای کاردینال(درجه سانتی‌گراد) اکوتیپ‌های ریحان

Table 6: Cardinal temperature (°C) of basil ecotypes

	بنفش بندر عباس Bandar Abbas purple	بنفش کرمان Kerman purple	سبز دزفول Dezfol green	سبز یزد Yazd green	سبز محلات Mahallat green	سبز شیراز Shiraz green	سبز اصفهان Isfahan green
دمای حداقل $T_{min.}$	7.1	3.9	3.5	5.5	5.3	3.9	7.1
دمای بهینه $T_{o.}$	25.3	25.2	24.8	24.3	27.8	24.0	25.8
دمای حداکثر $T_{max.}$	42.8	43.8	43.1	42.8	45.7	43.2	42.8

نتایج این پژوهش نشان داد که اکوتیپ‌های ریحان از نظر واکنش شاخص سرعت جوانه‌زنی در دمای سقف نسبت به دمای پایه از تنوع کمتری برخوردار بودند. کلیه اکوتیپ‌های ریحان بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی را در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد داشتند. نتایج برهمکنش دما و اکوتیپ نیز نشان داد که در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد اکوتیپ بنفش بندرعباس با ۹۲/۵ درصد بیشترین درصد جوانه‌زنی و اکوتیپ سبز اصفهان با ۴۴ درصد کمترین مقدار صفت فوق را داشتند. از نظر سرعت جوانه‌زنی اکوتیپ سبز یزد در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد با ۳۹/۱ بذر در روز بیشترین و اکوتیپ سبز اصفهان با ۱۳/۲ بذر در روز در همین دما کمترین مقدار صفت فوق را داشت. با افزایش دما به بیشتر از ۲۵ درجه سانتی‌گراد کلیه شاخص‌های جوانه‌زنی افت کرد و زمانی که دما از ۳۵ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت شاخص‌های فوق به‌شدت افت کردند و در ۴۰ درجه سانتی‌گراد به صفر رسیدند. از نتایج فوق استنباط می‌شود، تأخیر در تاریخ کاشت در مناطق گرمسیری که با افزایش دمای محیط همراه است، سبب کاهش درصد جوانه‌زنی و نیز کاهش میزان استقرار گیاهچه می‌گردد و زمانی که دمای محیط به بالای ۳۵ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد درصد جوانه‌زنی اکوتیپ‌های ریحان به‌شدت کاهش می‌یابد. با این حال کشت زودهنگام اکوتیپ‌های ریحان از دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد به بالا می‌تواند از درصد جوانه‌زنی و استقرار مناسبی برخوردار باشد.

به‌طورکلی نتایج این مطالعه نشان داد که بین اکوتیپ‌های ریحان از نظر واکنش به دماهای کاردینال تنوع وجود دارد، به‌طوری‌که دامنه این تنوع بین ۳/۹ تا ۷/۱ درجه سانتی‌گراد قرار داشت. دمای مطلوب نیز با دامنه‌ای ۳/۸ درجه سانتی‌گراد بین ۲۴ تا ۲۷/۱ درجه سانتی‌گراد متغیر بود. بنابراین امکان پراکنش جغرافیایی گونه‌ها وابسته به دماهای کاردینال (حداقل، بهینه و حداکثر) آنها می‌تواند باشد (*رامین*، 1997). با این حال اگرچه دماهای کاردینال برای پیش‌بینی مراحل رشد و نمو گیاهان زراعی شاخص‌های مناسبی هستند، برای تأیید این فرضیه لازم است که آزمایشات متعدد به انجام برسد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷: معادله خطوط رگرسیون سرعت جوانه‌زنی (Y)، نسبت به دما (X)، شیب خطوط رگرسیون (b)، زاویه خطوط رگرسیون (α) در دماهای کمتر از بهینه (T<To) و بیشتر از بهینه (T>To) با محور Xها در اکوتیپ‌های ریحان

Table 7: Regression lines equation germination rate (Y) to temperature (X), regression lines gradient (b), regression lines angle (a) with axis X in temperature lower than optimum (T<To) and higher than optimum (T>To) in basil ecotypes

R2	زاویه خط رگرسیون با محور X ها Regression line angle with axis X	b	معادله رگرسیون Regression equation	دامنه دمایی Temperature range	رقم Cultivar
93	61.4	1.838	Y=1.838 X– 12.23	T<To	بنفش بندر عباس
91	-63.1*	-1.97	Y=-1.97X + 86.17	T>To	Bandar Abbas purple
94	60.8	1.794	Y=1.794X – 7.11	T<To	بنفش کرمان
90	-64.4	-2.09	Y=-2.09X + 91.72	T>To	Kerman purple
98	49.6	1.176	Y=1.176X – 4.36	T<To	سبز دزفول
93	-52.6	-1.31	Y=-1.31X + 56.53	T>To	Dezfol green
97	63.2	1.984	Y=1.984X – 10.72	T<To	سبز یزد
93	-63.6	-2.016	Y=-2.016X + 86.34	T>To	Yazd green
96	54.1	1.384	Y=1.384X – 7.06	T<To	سبز محلات
80	-60.2	-1.752	Y=-1.752X + 79.96	T>To	Mahallat green
97	50.3	1.206	Y=1.206X – 4.67	T<To	سبز شیراز
94	-51.9	-1.276	Y=-1.276X + 55.12	T>To	Shiraz green
90	32.7	0.642	Y=0.642X – 455	T<To	سبز اصفهان
94	-35.3	-0.71	Y=-0.71X + 30.39	T>To	Isfahan green

*: این زاویه در ناحیه چهار مثلثاتی واقع شده که از نظر مقدار با زاویه خط در ناحیه یک مثلثاتی برابر است که متقابل به رأس با آن نیز می‌باشد و با کسر آن از ۱۸۰ درجه مقدار زاویه در جهت مثبت محور Xها به‌دست می‌آید

*: This angle is in 4 region of axises (Y, X - axis) and equals with intersection in one region axis and also equals with it. Therefore with subtracting from 180◦ that value of angle in positive direction of X- axis is derived

جدول ۸: ضرایب همبستگی شاخص‌های جوانه‌زنی اکوتیپ‌های ریحان

Table 8: Correlation between some germination indices of basil ecotypes

8	7	6	5	4	3	2	1	
							1	درصد جوانه‌زنی (Germination percent)
						1	0.840*	سرعت جوانه‌زنی (Germination rate)
					1	0.593	0.571	شاخص بنیه گیاهچه (Seed vigor index)
				1	0.589	0.544	0.680	طول ریشه‌چه (Radicle length)
			1	0.800	0.613	0.582	0.724	طول ساقه‌چه (Plumule length)
		1	0.557	0.866	0.482	0.471	0.634	طول ریشه‌چه به ساقه‌چه (Radicle to plumule ratio)
	1	0.681	0.613	0.686	0.447	0.554	0.647	وزن خشک ریشه‌چه (Radicle dry weight)
1	0.483	0.408	0.331	0.444	0.127	0.356	0.467	وزن خشک ساقه‌چه (Plumule dry weight)

*:کلیه ضرایب همبستگی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار هستند

*: All correlation coefficients are significant at the ٪1 probability level

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

امیدبیگی، ر. ۱۳۸۴. روش‌های تولید و فرآیند گیاهان دارویی. انتشارات به نشر، مشهد، ۳: ۳۹۷.

تبریزی، ل.، نصیری‌محلاتی، م. و کوچکی، ع. ر. ۱۳۸۳. ارزیابی درجه حرارت‌های حداقل، بهینه و حداکثر جوانه‌زنی اسفرزه و پسیلیوم. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ۲ (۲): ۱۵۰-۱۴۳.

حسنی، ع. و امیدبیگی، ر. ۱۳۸۱. اثرات تنش آبی بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و متابولیکی گیاه ریحان. مجله دانش کشاورزی. ۱۲ (۳): ۶۱-۴۷.

رحیمیان مشهدی، ح.، باقری، ع. و پاریاب، ا. ۱۳۷۰. اثر پتانسیل‌های مختلف حاصل از پلی‌اتیلن گلایکل و کلرور سدیم توأم با درجه حرارت بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی توده‌های گندم دیم. مجله علوم و صنایع کشاورزی، ۵ (۱): ۴۶-۳۷.

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 (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۴ (۱): ۸۶-۸۰.

زینلی، ا.، سلطانی، ا.، 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 تولیدات گیاهان زراعی، ۳ (۳): ۴۲-۲۳.

سلیمی، ح. و قربانلی، م. ۱۳۸۰. بررسی جوانه‌زنی بذور یولاف وحشی در شرایط متفاوت و تأثیر برخی عوامل مؤثر در شکست خفتگی بذر. رستنی‌ها، ۲: ۵۵-۴۱.

نصیری‌محلاتی، م.، کوچکی، ع. ر.، رضوانی، پ. و بهشتی، ع. ۱۳۸۶. آگرو اکولوژی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۴۵۹ صفحه.

Adam, N. R., Diering, D. A., Coffelt, T. A. and Wintermeyer, M. J. 2007. Cardinal temperatures for germination early growth of two Lesquerella species. Industrial Crops and Products, 25: 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: 129-133.

Alizadeh, M. A. and Eysouvand, H. R. 2005. Percentage germination rate and seedling vigour index in two pharmeutical plant (*Anthemis altissima* L.) and (*Eruca sativa* L.) in freezing and dry storage condition. Pharmeutical Plants Research in Iran, 20 (3): 301-307.

Copeland, L. O. and McDonald, M. B. 1995. Principles of Seed Science and Technology. Pub. Chapman and Hall. USA.

Covell, S., Ellis, R. H., Roberts, E. H. and Summerfield, R. J. 1986. The influence of temperature on seed germination rate in grain legumes. I. A comparison of chickpea, lentil, soybean and cowpea at constant temperatures. Journal Experimental Botany, 37: 705-715.

Dadkhah, A. R. 2006. Effect of salinity on germination and seedling growth of four sugar beet genotypes (*Beta vulgaris* L.) Pajouhesh and Sazandegi, 70: 88-93.

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.

Kamaha, C. and Maguire, Y. D. 1992. Effect of temperature on germination of six winter wheat cultivars. Seed Science and Technology, 20:181-185.

Nadjafi, F., Tabrizi, J., Shabahang, J. and Mahdavi Damghni, A. M. 2009. Cardinal germination temperatures of some medicinal plant species. Seed Technology, 31(2): 156-163.

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

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 Science and Technology, 29: 653-662.

Suzuki, H. and Khan, A. A. 2000. Effective temperature and duration for seed humidification in snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Seed Science and Technology, 28: 381-389.

Vigil, M. F., Anderson, R. L. and Beard, W. E. 1997. Base temperature and growing degree hour requirement for the emergence of canola. Crop Science, 37: 844- 849.

Wade, L. J., Hammer, G. L. and Davey, M. A. 1993. Response of germination to temperature amongst diverse sorghum hybrids. Field Crop Research, 31: 295-308.

www.SID.ir

Archive of SID

Determination of Cardinal Temperatures and Response to Temperature for Seed Germination in Basil (*Ocimum basilicum* L.) Ecotypes

Fazeli Kakhki[1*], S. F., Moshfegh[2], N. and Goldani[3], M.

Abstract

Response of seed germination crops to temperature is important in aspect of fast and uniformity germination. In order to determination the cardinal temperatures and the effect of different levels of temperature on germination indices in basil ecotypes an experiment was carried out in completely randomized design with 4 replications in factorial experimental arrangement. The first factor was 7 basil ecotypes (Includes: Purple Bandar Abbas, Kerman Purple, Dezfol Green, Yazd green, Mahallat green, Shiraz green and Isfahan green) and second factor was 8 levels of temperatures (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 and 40 °C). Results showed that the effect of temperature and basil ecotypes were significant difference on seed germination indices. The highest germination indices (speed and percent of germination, seedling vigor index, radicle and plumule length, radicle to plumule ratio) were obtain from of 20 °C. All of basil ecotypes had the highest germination percent (GP) and germination rate (GR) at 25 °C. The maximum germination rate with 39.1 seed per day was found in Yazd green ecotype at 25 °C and the lowest of this trait was also obtain from Isfehan green ecotype with 13.2 seed per day in this temperature (25°C). With increasing temperature above 25 °C, all of germination indices were reduced and when temperature was higher than 35 °C all germination indices were declined very sharply. With increasing temperature from 15 °C was considerable increased GP and GR. Based on linear regression between germination rate and temperature, the cardinal temperatures in all basil ecotypes: minimum (T_{min}), optimum (To) and maximum (T_{max}) were determined in the range 3.5-7.1, 24-27.8 and 42.5-45.7 ° C respectively.

Keywords: Germination rate, Radicle to plumule ratio, Seed vigor index

1. PhD Graduate, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad and Lecturer in Research, Education and Natural Resource Center of Khorasan Razavi, Mashhad, Iran

2 and 3. Instructor and Associate Professor, Respectively, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University, Khorasan Razavi, Iran

*: Corresponding author Email: sf_fazeli@yahoo.com

www.SID.ir