

ارزیابی درجه حرارت‌های حداقل، بهینه و حداکثر جوانه زنی کرامب

نغمه ناقدی نیا^۱ و پرویز رضوانی مقدم^۲

چکیده

گیاه کرامب یکی از گیاهان مهم دارویی و صنعتی است که در سطح وسیعی از مراتع استان خراسان رضوی پراکنش دارد. در یک مطالعه آزمایشگاهی، تأثیر درجه حرارت‌های مختلف بر جوانه زنی بذور گیاه دارویی و صنعتی کرامب (*Crambe kotschyana*) به منظور تعیین درجه حرارت‌های حداقل، بهینه و حداکثر جوانه زنی آنها، به صورت کاملاً تصادفی با چهار تکرار مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور تیمارهای درجه حرارت ثابت ۲، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی گراد و در هر تیمار حرارتی ۴ تکرار و برای هر تکرار ۲۵ عدد بذر در نظر گرفته شد. صفات مورد اندازه گیری عبارت بودند از: در صد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، مدت زمان رسیدن به ۵۰٪ جوانه زنی. نتایج نشان داد که تأثیر درجه حرارت روی سرعت و درصد جوانه زنی بذور معنی دار بود. حداکثر درصد جوانه زنی بذور (۱۰۰٪) در تمام دماها، به استثناء دماهای ۲، ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی گراد بدست آمد. به استثناء دماهای ۲، ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی گراد، بین دماهای مختلف اختلاف معنی داری در سرعت جوانه زنی مشاهده نشد. باین وجود بیشترین سرعت جوانه زنی در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد مشاهده شد. براساس نتایج حاصل از رگرسیون خطی بین سرعت جوانه زنی و دما، درجه حرارت‌های کاردینال (حداقل، بهینه و حداکثر) به ترتیب ۱/۷، ۱۸ و ۴۳ درجه سانتی گراد تعیین شدند.

واژه های کلیدی: درجه حرارت‌های کاردینال، سرعت جوانه زنی، کرامب.

مقدمه

گیاه کرامب (*Crambe kotschyana*) از تیره براسیکا و بومی مدیترانه است و در مناطق آفریقا، خاور نزدیک، مرکز و غرب آسیا، اروپا و آمریکای شمالی و ایالات متحده آمریکا پراکنده می‌باشد (۱۸). این گیاه به علت دارا بودن محتوای بالای اسید اروسیک از اهمیت زیادی در صنایع داروسازی و بخش صنعت برخوردار است (۴). علیرغم این موضوع در خصوص اهلی سازی آن در ایران اقدامی صورت نگرفته است.

در بحث اهلی سازی و کشت گیاهان دارویی اطلاع از نحوه جوانه زنی بذر به منظور استقرار موفق و مطلوب گیاه ضرورت دارد. خصوصاً اینکه اکثر گیاهان دارویی که از عرصه‌های طبیعی برداشت می‌شوند، نسبت به گونه‌های زراعی و اصلاح شده به مدت زمان بیشتری برای جوانه زنی

نیاز دارند (۲۲). این امر می‌تواند ناشی از سرعت جوانه زنی پایین و یا نیازهای اکولوژیکی خاص هر گونه برای جوانه زنی و رشد باشد (۷).

دلایل متعددی از جمله خواب بذر و محدودیتهای روشهای اصلاحی در تولید بذور یکنواخت، سبب شده است که جوانه زنی بذر این گونه‌ها با مشکلاتی مواجه شود (۲۲). با توجه به اینکه هر گونه گیاهی نیازهای خاص خود را برای جوانه زنی دارد و این امر در نتیجه سازگاری آنها به محیط‌های ناهمگن و متغیر می‌باشد (۸). لذا آگاهی از رفتار جوانه زنی بذر در طی فرآیند اهلی سازی گیاه و خصوصاً گونه‌های بومی وحشی که دسترسی به منبع بذری آنها مشکل و نیازهای جوانه زنی آنها ناشناخته می‌باشد، ضروری است (۱۵).

جوانه زنی از بحرانی ترین 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 (۱۴). این فرآیند با ظهور ریشه چه و ساقه چه و طولیل شدن آنها و تخصیص مواد غذایی ذخیره به محور جنینی آغاز می‌شود (۱). عوامل محیطی مختلف از جمله حرارت و رطوبت، جوانه زنی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۳).

عکس العمل جوانه زنی نسبت به درجه حرارت به عوامل متعددی از جمله گونه‌های گیاهی، واریته، منطقه رویش، کیفیت بذر و مدت زمان پس از برداشت بستگی دارد (۹). محققین رابطه خطی بین دما و سرعت جوانه زنی را در برخی گونه‌های گیاهی گزارش کرده اند و عمدتاً از رگرسیون خطی برای توصیف رابطه بین دما و سرعت جوانه زنی استفاده می‌کنند (۱۶ و ۲۰).

درجه حرارت‌های مختلف با تأثیری که بر روی جوانه زنی می‌گذارند، ممکن است برای ارزیابی ویژگی‌های جوانه زنی و پتانسیل استقرار گونه‌های گیاهی مفید باشند (۱۴).

جوانه زنی کرامب به آهستگی انجام می‌شود که به دلیل خواب بذر و جذب آب آهسته بوده که ناشی از وجود لایه ضخیم اطراف بذر می‌باشد (۱۲). برای از بین بردن خواب بذر و افزایش درصد جوانه زنی انجام مراحل زیر را پیشنهاد نمود: ۱- برداشتن پوشش بذر ۲- قرار دادن بذور در اسید جیبرلیک ۰/۰۲۵ درصد به مدت ۱۸ ساعت ۳- قرار دادن بذر در هیپو کلریت ۱۰٪ به مدت ۵ دقیقه

اثر دما بر جوانه زنی می‌تواند به صورت درجه حرارت‌های کاردینال بیان شود (۹).

با توجه به اینکه تاکنون گزارشی مبنی بر تعیین درجه حرارت‌های کاردینال گیاه کرامب در ایران یافت نشده است، لذا هدف از این تحقیق تعیین دامنه حرارتی مناسب جوانه زنی و شناسایی رابطه بین درجه حرارت و سرعت جوانه زنی در بذر کرامب بود، ضمن اینکه درجه حرارت‌های کاردینال جوانه زنی آن نیز مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

ارزیابی واکنش جوانه زنی در دماهای ثابت ۲، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی گراد تحت فتوپریود ۱۲ ساعت نور/ ۱۲ ساعت تاریکی در اتاقک رشد انجام گرفت.

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا و در هر تیمار حرارتی، ۴ تکرار برای این توده بذری در نظر گرفته شد. برای هر تکرار ۲۵ عدد بذر انتخاب شد و در پتری دیش هایی به قطر ۹ سانتی متر، حاوی کاغذ صافی واتمن که توسط اسید جیبرلیک ۰/۰۲۵ درصد به مقدار کافی (جهت از بین بردن خواب بذر) مرطوب شده بودند، قرار گرفتند. سپس پتری دیش‌های حاوی بذوره اتاقک رشد در دماهای ثابت مورد نظر منتقل شدند.

جهت حفظ رطوبت و تبادل حرارتی مناسب، پتری دیش‌ها در درون پلاستیک‌هایی سر بسته نگهداری و کاغذ صافی درون پتری دیش‌ها در صورت لزوم در طی آزمایش مرطوب نگهداشته شد.

شمارش بذور جوانه زده ۲۴ ساعت پس از شروع آزمایش و به طور روزانه انجام گرفته و تا زمانیکه تعداد تجمعی بذور جوانه زده به یک حد ثابت رسید (تا ۲۱ روز) و یا زمانیکه ۱۰۰٪ جوانه زنی حاصل شد بطور مرتب و مداوم صورت گرفت. مبنای جوانه زنی بذور، خروج ریشه چه از پوسته بذر و قابل رؤیت بودن آن با چشم غیر مسلح بود (۵ و ۶).

درصد و سرعت جوانه زنی بذور در هر درجه حرارت محاسبه شد. با شمارش بذور جوانه زده در هر روز، متوسط زمان جوانه زنی (MGT^1) یا زمان رسیدن به ۵۰٪ جوانه زنی برای بذور محاسبه شد (۱۳) و سپس سرعت جوانه زنی براساس عکس زمان رسیدن به ۵۰٪ جوانه زنی ($1/MGT$) محاسبه گردید (۱۱ و ۵).

محاسبه MGT به طریق زیر انجام گرفت (۱۷):

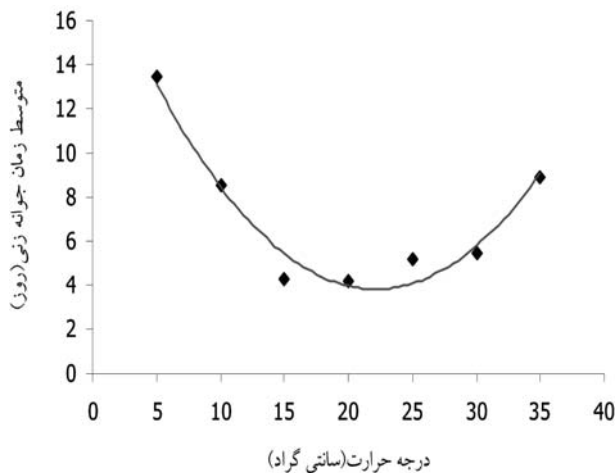
$$MGT = \sum(nt) / \sum(n)$$

n = تعداد بذورهای جوانه زده جدید در هر روز

t = شماره روزی که شمارش انجام گرفته است

تعیین درجه حرارت‌های کاردینال (پایه، مطلوب و حداکثر) با استفاده از مدل‌های رگرسیونی بین سرعت جوانه زنی و درجه حرارت‌های مختلف صورت گرفت که در آنها درجه حرارت‌های مختلف به عنوان متغیر مستقل (محور x) و سرعت جوانه زنی به عنوان متغیر وابسته (محور y) در نظر گرفته شدند.

مدل خطوط (ISL^2) با استفاده از معادلات زیر (۱۶)،



شکل ۱: نمودار متوسط زمان جوانه زنی (MGT) بذور کرامب تحت تیمارهای مختلف دمایی

خاک و همچنین استقرار بهتر گیاهچه را افزایش می دهد. برخی مطالعات حاکی از آن است که بطور معمول با افزایش دما سرعت جوانه زنی حداقل در یک دامنه دمایی مناسب بطور خطی افزایش می یابد ولی در دماهای بالاتر افت شدیدی نشان می دهد.

همچنین در این بررسی ها نشان داده شده که بذور گیاهان اهلی جوانه زنی سریعتر و همزمان دارند و این امر سبب یکنواختی بیشتر در رسیدن محصول به هنگام برداشت می شود. در حالیکه در گیاهان وحشی به علت خواب بذور

جدول ۱: مقایسه میانگین تأثیر درجه حرارت های مختلف بر درصد و سرعت جوانه زنی بذور کرامب

درجه حرارت (سانتی گراد)	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی (تعداد بذور در روز)
۲	۰/۰ c	۰/۰ b
۵	۱۰۰/۰ a	۲/۴۲ a
۱۰	۱۰۰/۰ a	۲/۵۵ a
۱۵	۱۰۰/۰ a	۳/۳۸ a
۲۰	۱۰۰/۰ a	۳/۶۷ a
۲۵	۱۰۰/۰ a	۳/۱۸ a
۳۰	۱۰۰/۰ a	۲/۶۲ a
۳۵	۱۶/۰ b	۰/۴۵ b
۴۰	۰/۰ c	۰/۰ b

در هر ستون، میانگین های دارای حروف مشترک، از نظر آماری تفاوت معنی داری ندارد.

۱۹ و ۲۴) بدست آمد:

$$f = \text{if } (T < T_0, \text{region1}(T), \text{region2}(T))$$

$$\text{Region1}(T) = b(T - T_b)$$

$$\text{Region2}(T) = c(T_m - T)$$

f = سرعت جوانه زنی بذور، T درجه حرارت، T_m, T_0, T_b

به ترتیب درجه حرارت های پایه، مطلوب و حداکثر در نظر گرفته شدند. جهت برازش مدل با استفاده از روشهای رگرسیونی، از نرم افزار sigmaplot version 7.0.2001 استفاده شد.

نتایج و بحث

اختلاف میانگین سرعت جوانه زنی بذور کرامپ در تیمارهای ۲، ۳۵ و ۴۰ درجه نسبت به سایر تیمارهای دمایی معنی دار بود ($p < 0.05$) و سرعت جوانه زنی در سایر دماها تفاوت معنی داری نشان ندادند (جدول ۱). شیمف و همکاران (۲۳) گزارش کردند که سرعت جوانه زنی نسبت به درصد جوانه زنی شاخص حساستری از دما بود، که جوانه زنی را تحت تأثیر قرار داد. اما در این آزمایش تغییرات درصد و سرعت جوانه زنی موازی باهم صورت گرفت. تأثیر درجه حرارت های مختلف بر درصد جوانه زنی کرامب معنی دار بود، بطوریکه کمترین درصد جوانه زنی در دماهای ۲، ۳۵ و ۴۰ درجه حاصل شد و در سایر دماها صد درصد جوانه زنی مشاهده شد.

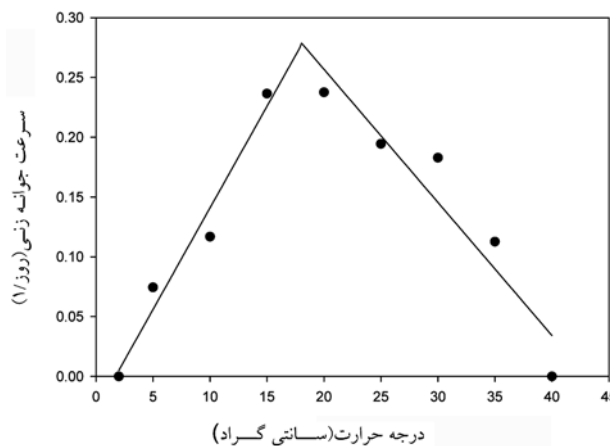
مقایسه میانگین های درصد جوانه زنی در تیمارهای مختلف درجه حرارت نشان داد که با افزایش دما از ۲ درجه به ۵ درجه سانتی گراد درصد جوانه زنی افزایش یافت و به جوانه زنی کامل رسید و پس از آن با افزایش دما، در دماهای ۳۵ و ۴۰ درجه، درصد جوانه زنی کاهش یافت و در نهایت به صفر رسید (جدول ۱).

بررسی شکل ۱ نشان داد که در دماهای پایین MGT (متوسط زمان جوانه زنی) زیاد بود، به عبارت دیگر، مدت زمان سپری شده برای آن که نیمی از بذور جوانه بزنند بیشتر و سرعت جوانه زنی کمتر بود. با افزایش درجه حرارت تا حد دماهای بهینه جوانه زنی، MGT کاهش و سرعت جوانه زنی افزایش یافت و سپس با افزایش دما، مجدداً MGT افزایش یافت. براساس گزارش اورس (۱۰)، جوانه زنی سریع، احتمال خروج به موقع ریشه چه از بذور و استفاده از رطوبت

حرارت بهینه، با همبستگی بالا ($R=0.96$)، نشان داد که نقاط ۱/۷ و ۴۳/۰۶ و ۱۸ درجه سانتی گراد، به ترتیب به عنوان درجه حرارتهای حداقل و حداکثر و درجه حرارت اپتیمم جوانه زنی می‌باشند (شکل ۲).

دمای بهینه جوانه زنی بذر، به ژنتیک گیاه و شرایط اقلیمی که گیاه در آن رشد و نمو می‌کند، بستگی دارد (۲). برای بذر اکثر گونه‌های گیاهی، دمای بهینه و حداکثر جوانه زنی به ترتیب بین ۳۰-۱۵ و ۴۰-۳۰ درجه سانتی گراد گزارش شده است (۹).

با تعیین درجه حرارتهای کاردینال، امکان ارزیابی محدودیتهای جغرافیایی گونه‌ها و زمان کشت آنها ممکن می‌گردد (۲۰). شاید بتوان گفت که درجه حرارت حداقل، بهینه و حداکثر برای پیش بینی مراحل رشد و نمو گیاهان زراعی شاخصهای مناسبی هستند، هرچند که برای تأیید این فرضیه نیاز است که آزمایشات متعددی صورت گیرد.



شکل ۲: تأثیر درجه حرارتهای مختلف بر سرعت جوانه زنی بذر کرامب

و پوسته سخت بذر، جوانه زنی با تأخیر بیشتر و غیریکنواخت تری صورت می‌گیرد (۲۱). نتایج حاصل از رگرسیون خطی بین سرعت جوانه زنی و دما، بطور جداگانه در دامنه دمایی پایین تر و بالاتر از درجه

منابع

- ۱- رحیمیان مشهدی، ح. ع. باقری و ا. پاریاب. ۱۳۷۰. اثر پتانسیلهای مختلف حاصل از پلی اتیلن گلاکول و کلوروسدیم توام با درجه حرارت بر جوانه زنی توده های گندم دیم. مجله علوم و صنایع کشاورزی. ج. ۵. ش. ۱. ص. ۴۶-۳۷.
- ۲- سلیمی، ح. و م. قربانلی. ۱۳۸۰. بررسی جوانه زنی بذر یولاف وحشی در شرایط متفاوت و تأثیر برخی عوامل مؤثر در شکست خفتگی بذر. رستنیا. ج. ۲. ص. ۵۵-۴۱.
- ۳- 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، ۳ و ۴. ص. ۶۶-۵۳.
- ۴- ناصری، ف. ۱۳۷۰. دانه های روغنی. معاونت فرهنگی آستان قدس رضوی. ص. ۵۷۷.
- 5-Adam, N. R., D. A. Diering, T. A. Coffelt and M. J. Wintermeyer. 2007. Cardinal temperatures for germination early growth of two *Lesquerella* species. *Industrial Crops and Products*. 25:24-33.
- 6-Bradel, M. and K. Jensen. 2005. Effects of temperature on dormancy and germination of *Eupatorium cannabinum* L. achenes. *Seed Science Research*. 15:143-151.
- 7-Canter, P. H., H. Thomas and E. Enst. 2005. Bringing medicinal plants into cultivation: opportunities and challenges for bio-technology. *Trends in Biotechnology*. 23:180-185.
- 8-Cerabolini, B., R. D. Andreis, R. M. Ceriani, S. Pierce and B. Raimondio. 2004. Seed germination and conservation of endangered species from the Italian Alps: *Physopleis comosa* and *Primula glaucescens*. *Biological Conservation*. 117: 351-356.
- 9-Copeland, L. O., and M. B. McDonald. 1995. *Principles of Seed Science and Technology*. Pub. Chapman and Hall. USA.
- 10-Evers, G. W. 1991. Germination response of subterranean, berseem, and rose clovers to alternating temperatures. *Agronomy Journal*. 83:1000-1004.
- 11-Flores, J. and O. Briones. 2001. Plant life-form and germination in a Mexican inter-tropical desert: effects of soil water potential and temperature. *Journal of Arid Environment*. 47:485-497.
- 12-Fusheng, J., N. Peron, and N. Blachard. 2006. Effect of different pre-treatments to overcome the dormancy of Seakale (*Crambe maritime* L.) seeds. Available at: <http://www.actahort.org/members>.

- 13-Iannucci, A., N. Di Fonzo and P. Martinello. 2000. Temperature requirements for seed germination in four annual clovers grown under two irrigation treatment. *Seed Science and Technology*. 28:59-66.
- 14-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.
- 15-Kharkwal, A. Ch., O. Prakash, A. Bhattachaya, P. K. Nagar and P.S. Ahuja. 2002. Method for inducing improved seed germination in *Podophyllum hexandrum*. Council of Scientific and Industrial Research.
- 16-Kocabas, Z., J. Craigon and S. N. Azam-Ali. 1999. The germination response of Bambara groundnut (*Vigna subterranean* (L) Verdo) to temperature. *Seed Science and Technology*. 27:303-313.
- 17-Matthews, S. and M. Khajeh Hosseini. 2006. Mean germination time as an indicator of emergence performance in soil of seed lots of Maize (*Zea mays*). *Seed Science and Technology*. 34:339-347.
- 18-Oplinger, E.S., E. A. Oelke, A. R. Kaminski, D. H. Putnam, T. M. Teynor, J. D. Doll, K. A. Kelling , B. R. Durgan , and D. M. Noetzel. 1991. *Alternative Field Crops Manual*. Available at: <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/crambe.html>.
- 19-Phartyal, S. S., R. C. Thapial, J. S. Nayal, M. M. S. Rawat and G. Joshi. 2003. The influence of temperatures on seed germination rate in Himalaya elm (*Ulmus wallichiana*). *Seed Science and Technology*. 31:83-93.
- 20-Ramin, A. A. 1997. The influence of temperature on germination of taree Irani (*Allium amploprasum* L.spp.iranicum W.). *Seed Science and Technology*. 25:419-426.
- 21-Rojas – Arechiaga, M., A. Casas and C. Vazquez-Yanes . 2001. Seed germination of wild and cultivated *Stenocerevs stellatus* (Cactacea) from the Tehuacan-Cuicatlan Valley, Central Mexico .*Journal of Arid Environment* .49:279-287.
- 22-Runham, S. 1998. Small scale study of yield and quality of oils from six herb species. MAFF project Nf0505.pp.30.
- 23-Schimpf, D. J., S. D. Flint, and I. G. Palmbland.1977. Representation of germination curves with the logistic function. *Annual of Botany*.41:1357-1360.
- 24-Summerfield, R. J., R. H. Roberts, R. M. Ellis and R. J. Lawn. 1991. Toward 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.

Investigations on the cardinal temperatures for germination of *Crambe kotschyana*

N. Naghedinia, P. Rezvani Moghaddam

Abstract

Cramb is an important medicinal and industrial plant which distribute in a vast area of Khorasan Razvi rangeland. A laboratory study was conducted to investigate the effect of different temperatures on seed germination of *Crambe kotschyana* in a randomized design with four replications of 25 seeds. Various constant temperatures (2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 and 40°C) were considered. The characteristics such as percentage of seed germination, rate of seed germination, the time of reaching 50% seed germination were recorded. The effect of temperature on rate and percentage of germination was significant. Maximum seed germination (100%) occurred in all temperatures except 2, 35 and 40°C. In All temperatures except of 2, 35 and 40°C, there was no significant difference in rate of seed germination. However, the highest rate of seed germination was obtained in 20 °C. Based on linear regression between germination rate and temperature in both species, the cardinal temperatures: minimum (T_{min}), optimum (T_o) and maximum (T_{max}) were determined which were: 1.7, 18 and 43 °C for *Crambe abyssinsca*, respectively.

Keywords: Cardinal temperature, germination percentage, *Crambe kotschyana*.