



تعیین دمای کاردینال جوانه‌زنی بذر ماشک سردسیری و گرمسیری

نبی خلیلی اقدم^۱، جلال جلیلیان^{۲*}

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۴/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۷/۲۱

چکیده

ماشک سردسیری (*Vicia villosa* L.) و گرمسیری (*Vicia monantha* L.) از گیاهان مهمی هستند که تاکنون مطالعه‌ای در خصوص کمی کردن واکنش سرعت جوانه‌زنی آن‌ها به سطوح مختلف دمائی صورت نگرفته است. به این منظور آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار و ۱۰ سطح دمائی (۱، ۳، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد) روی بذرهای ماشک سردسیری و گرمسیری در آزمایشگاه تحقیقات بذر دانشگاه ارومیه اجرا شد. نتایج نشان داد که دما تأثیر معنی‌داری بر سرعت و درصد جوانه‌زنی بذر داشت و مدل دو تکه‌ای به‌خوبی قادر به درون‌یابی و تخمین دماهای کاردینال (دماهای پایه، مطلوب و دمای سقف) بود. سرعت جوانه‌زنی ماشک سردسیری در دمای مساوی و کمتر از ۷/۶- و مساوی و بالاتر از ۴۰/۷۶ درجه سانتی‌گراد متوقف شد در حالی‌که این محدوده دمائی برای ماشک گرمسیری دماهای مساوی و کمتر از ۳/۸- و مساوی و بالاتر از ۴۱/۲ درجه سانتی‌گراد بود. سرعت جوانه‌زنی در حداکثر مقدار خود نیز برای ماشک سردسیری ۰/۰۲۷ بر ساعت و برای ماشک گرمسیری ۰/۰۳۳ بر ساعت بود. نتایج آزمایش نشان داد که هر دو گیاه ماشک سردسیری و گرمسیری در دماهای پائین‌تر از صفر قادر به جوانه‌زنی هستند و دمای پایه جوانه‌زنی در ماشک سردسیری به مراتب کمتر از دمای متناظر آن در ماشک گرمسیری بود و با افزایش دما بر سرعت و درصد جوانه‌زنی در هر دو گیاه افزوده شد. بدین ترتیب هر دوی این گیاه قادر به جوانه‌زنی در محدوده وسیعی از درجه حرارت محیطی از ۷/۶- تا ۴۰/۷۶ درجه سانتی‌گراد (در ماشک سردسیری) و ۳/۸- تا ۴۱/۲ درجه سانتی‌گراد (در ماشک گرمسیری) هستند. بنابراین با فرض فراهمی سایر منابع مورد نیاز رشد، می‌توانند در فصول مختلف و شرایط آب و هوایی متنوع به‌عنوان یک گیاه علوفه‌ای، تولید مؤفقی داشته باشند.

واژه‌های کلیدی: سرعت جوانه‌زنی، کمی کردن، مدل دو تکه‌ای

۱- استادیار گروه کشاورزی دانشگاه پیام نور سقز

۲- استادیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه

* نویسنده مسئول: j_1358@yahoo.com

مقدمه

جوانه‌زنی یکی از مراحل حساس و بحرانی در چرخه زندگی گیاهان است (Forcella et al., 2000). در صورتی که رطوبت و اکسیژن در حد کفایت فراهم باشد، ویژگی بذر غیر راکد (سرعت و درصد جوانه‌زنی) توسط درجه حرارت تعیین می‌شود (Ramin, 1997). درجه حرارت یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی مؤثر بر جوانه‌زنی بذرها محسوب می‌شود (Bradford and Still, 2002) و بر درصد و سرعت جوانه‌زنی اثرگذار است (Gholami, 2011). مطالعات انجام شده در زمینه گیاهان زراعی مختلف نشان داده است که در دماهای بالاتر از دمای مطلوب، سرعت جوانه‌زنی به‌صورت خطی و معمولاً با شیبی بیشتر در مقایسه با شیب خط رگرسیون دماهای کمتر از مطلوب، کاهش می‌یابد. نقطه تلاقی دو خط رگرسیون یاد شده به‌عنوان دمای مطلوب، دمایی که در آن جوانه‌زنی با بیشترین سرعت انجام می‌شود و محل تلاقی امتداد خطوط رگرسیون اول و دوم با محور درجه دما به ترتیب دمای پایه یا مبنا و دمای حداکثر یا سقف در نظر گرفته می‌شود. همچنین، عکس شیب هر یک از خطوط رگرسیون، زمان دمایی (تعداد درجه-روز رشد یا درجه-ساعت رشد) مورد نیاز برای جوانه‌زنی در یک دامنه دمایی معین را به‌دست می‌دهد (Zeinali et al., 2010; Mahmoodi et al., 2008).

از آنجائی که 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 حائز اهمیت هستند و این‌که تعیین دمای کاردینال در تعیین دقیق تاریخ کشت محصولات و تخمین محدوده جغرافیائی مطلوب برای کشت یک گیاه بسیار مطلوب تلقی می‌گردد (Mohmoodi et al., 2008)، لذا 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 (Hardegree and Winstral, 2006) و تعدادی دیگر از رابطه بین دما و سرعت جوانه‌زنی برای تخمین دماهای کاردینال استفاده می‌کنند (Ramin, 1997). مدل خطوط متقاطع (Ahmadi et al., 2010)، مدل پنج پارامتری بتا (Tabrizi et al., 2007)، مدل لجستیک (Lopez et al., 2008; Cho et al., 2012) و

مدل‌های دوتکه‌ای و دندان مانند (Soltani et al., 2006) از جمله مدل‌های معروف مورد استفاده در تعیین دماهای کاردینال براساس پاسخ سرعت جوانه‌زنی به دما به شمار می‌آیند. محمودی و همکاران (Mahmoodi et al., 2008) نشان دادند که توابع رگرسیونی دندان مانند و دو تکه‌ای بهترین معادلات رگرسیون غیر خطی برای تعیین دماهای کاردینال بذر یونجه حلزونی (*Medicago scutella L.*) هستند. قادری‌فر و همکاران (Ghaderi-Far et al., 2008) نیز در بررسی واکنش جوانه‌زنی و سبز شدن شبدر شیرین (*Melilotus officinalis L.*) به اثر عوامل محیطی از مدل دو تکه‌ای استفاده کرده‌اند.

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 برنج (Sabouri et al., 2011)، کدوی تخم کاغذی (*Cucurbita pepo L.*) و سیاه دانه (*Nigella sativa L.*) (Ghaderi-Far et al., 2008)، اسفزه (*Plantago Psyllium L.*) (Tabrizi et al., 2004)، کاسنی (*intybus L. Cichorium*) (Balendari et al., 2011)، ارقام مختلف گندم (Zeinali et al., 2010)، کوشیا (*Kochia scoparia L.*) (Sabouri-Rad et al., 2011)، علف گندمی (*Agropyrum repens L.*) (Hardegree, 2006)، فلفل (*Capsicum frutescens L.*) (Cho et al., 2012) و خاک‌شیر (*Sisymbrium irio L.*) (Pourreza and Bahrani, 2012) اشاره داشت. خاستگاه اولیه ماشک (*Vicia sp.*) به اروپا و شرق آسیا برمی‌گردد. ماشک سردسیری (*Vicia villosa L.*) در اکثر خاک‌های نواحی سرد به‌ویژه خاک‌های فقیر تولید خوبی از لحاظ علوفه خواهد داشت و از طرفی نیز به لحاظ کاهش فرسایش خاک در نواحی مستعد فرسایش از اهمیت شایانی برخوردار است (Aasim et al., 2011)، اما ماشک گرمسیری (*Hungarian vetch*) طالب آب و هوای نسبتاً گرم‌تر بوده و نسبت به ماشک سردسیری به‌میزان حاصلخیزی خاک حساس‌تر است (Mikic et al., 2009). با این تفاسیر و با توجه به روند افزایش کشت و پرورش گیاهان دارویی در کشور جهت مصارف گوناگون و اهمیت دماهای کاردینال و تنوع آن در انتخاب تاریخ کشت مناسب

معادله (۲)

$$T_b < T \leq T_o \quad \text{if} \quad f(T) = (T - T_b) / (T_o - T_b)$$

$$T_o < T \leq T_c \quad \text{if} \quad f(T) = (1 - (T_c - T) / (T_c - T_o))$$

$$T < T_b \text{ or } T > T_c \quad \text{if} \quad f(T) = 0$$

که در آن T_b دمای پایه، T_o دمای مطلوب، T_c دمای سقف و $f(T)$ تابع دمائی سرعت جوانه‌زنی است. تجزیه آماری با استفاده از رویه Proc nlin در محیط برنامه آماری SAS (SAS, 2001) و مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج تأثیر سطوح مختلف دما بر جوانه‌زنی ماشک گرمسیری نشان داد که کمترین درصد نهائی جوانه‌زنی در دماهای پائین (۱ و ۳ درجه سانتی‌گراد) و دماهای بالای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به دست آمد و به همین ترتیب بالاترین درصد نهائی جوانه‌زنی در محدوده دمائی ۱۵ الی ۲۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد (شکل ۱). در ماشک سردسیری با اندکی تفاوت نسبت به ماشک گرمسیری، حداکثر درصد جوانه‌زنی در دمای ۲۵ درجه و حداقل درصد جوانه‌زنی در دماهای ۱ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده گردید. گزارش‌های متعدد حاکی از اثر افزایشی دما در نقطه‌ای خاص بر درصد و سرعت جوانه‌زنی بذرها می‌باشند (Bannayan et al., 2006; Hardgegree and Winstral, 2006). از طرفی افزایش دما علاوه بر اثرات یاد شده می‌تواند زوال بذر را نیز به دنبال داشته باشد (Haedegree, 2006).

نتایج برازش سرعت جوانه‌زنی در مقابل سطوح مختلف دما نیز نشان داد که تابع دوتکه‌ای به‌خوبی قادر به بیان پاسخ سرعت جوانه‌زنی بذر ماشک سردسیری و گرمسیری به سطوح مختلف دمائی است ($P=0.0009$ و $P=0.001$) که براساس آن دمای پایه، دمای مطلوب و دمای سقف در ماشک سردسیری به ترتیب: $7/6-$ ، $19/6$ و $40/7$ درجه سانتی‌گراد و در ماشک گرمسیری به ترتیب: $3/85-$ ، $20/1$ و $41/2$ درجه سانتی‌گراد تخمین زده شد (جدول ۱).

و اتخاذ تدابیر مدیریتی مطلوب در جهت دستیابی به بالاترین عملکرد و نظر به عدم انجام مطالعه در خصوص تعیین دماهای کاردینال جوانه‌زنی منداب (*Eruca sativa*) در کشور، مطالعه حاضر انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در آزمایشگاه تحقیقات بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار و ۱۰ سطح دمائی (۱، ۳، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد) به اجرا درآمد. 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 سانتی‌گراد) تا فواصل زمانی ۱۲ و ۲۴ ساعت برای دماهای کمتر (۱ و ۳ درجه سانتی‌گراد) صورت گرفت. معیار بذر جوانه‌زده، خروج ریشه‌چه به اندازه ۲ میلی‌متر یا بیشتر در نظر گرفته شد و در طول دوره آزمایش در صورت نیاز، آب مقطر اضافه شد. برای محاسبه درصد و سرعت جوانه‌زنی از برنامه Germin (Soltani and Maddah-Yazdi, 2010) استفاده شد. این برنامه پارامتر سرعت جوانه‌زنی برای هر تکرار و هر تیمار دمائی را از طریق درون‌یابی منحنی افزایش جوانه‌زنی در مقابل زمان محاسبه می‌کند و در آن سرعت جوانه‌زنی از طریق معادله شماره ۱ محاسبه می‌شود (Soltani et al., 2002):

$$R_{50} = 1 / D_{50} \quad \text{معادله (۱)}$$

که در آن R_{50} سرعت جوانه‌زنی، زمانی که جوانه‌زنی به ۵۰ درصد حداکثر مقدار خود می‌رسد و D_{50} زمان تا رسیدن درصد جوانه‌زنی به ۵۰ درصد حداکثر مقدار خود، است. تأثیر دما بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه را می‌توان برحسب دماهای کاردینال (دمای پایه، مطلوب و سقف) بیان نمود. به‌منظور توصیف دما و سرعت جوانه‌زنی و برآورد دماهای کاردینال از مدل رگرسیون غیرخطی تابع دندان مانند استفاده گردید که پس از برازش این مدل، دماهای کاردینال جوانه‌زنی منداب محاسبه شدند. تابع دو تکه‌ای^۱ با علامت اختصاری (S) معادله آن به صورت زیر است (Soltani et al., 2006):

^۱ Segmented

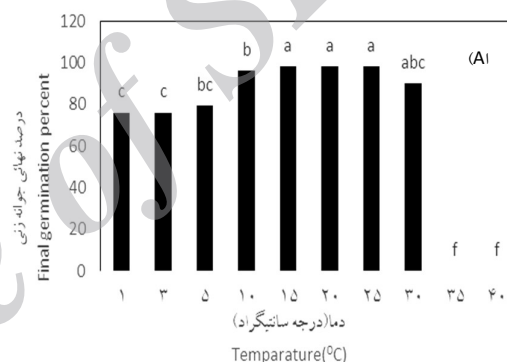
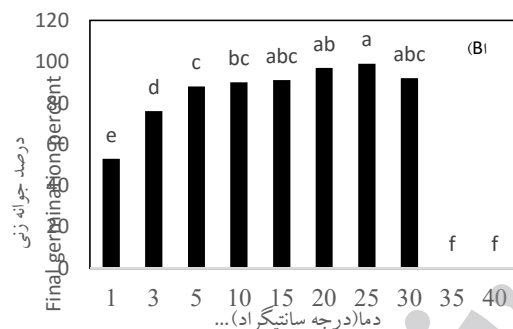
جدول ۱- مقادیر دماهای کاردینال، حداکثر سرعت جوانه‌زنی و سطح معنی‌داری مدل دوتکه‌ای در بذر ماشک سردسیری و گرمسیری

Table 1. Cardinal temperatures, maximum germination rate and significant level of segmented model in cold and tropical vetch seeds

P_{model}	r_{max}	T_c	T_o	T_b	
0.0009	0.027 ± 0.003	40.73 ± 1.72	19.62 ± 2.44	-7.61 ± 5.29	ماشک سردسیری
0.001	0.033 ± 0.003	41.25 ± 2.02	20.12 ± 2.33	-3.85 ± 3.35	ماشک گرمسیری

بنابراین جوانه‌زنی متوقف خواهد شد. سقف دمائی برای توقف جوانه‌زنی در ماشک گرمسیری نیز دماهای مساوی و کمتر از $3/85$ - و مساوی بالاتر از $41/2$ درجه سانتی‌گراد بود (شکل ۲). حداکثر سرعت جوانه‌زنی در بهترین شرایط برای ماشک سردسیری و ماشک گرمسیری به ترتیب $0/27$ و $0/33$ بر ساعت بود (جدول ۱).

بدین ترتیب بیشترین سرعت جوانه‌زنی در ماشک سردسیری در دمای $19/6$ درجه سانتی‌گراد و در ماشک گرمسیری در دمای $20/1$ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. دماهای فوق برای تأکید دارد که سرعت جوانه‌زنی ماشک سردسیری در دماهای مساوی و پائین‌تر از $7/6$ - و مساوی و بالاتر از $40/7$ درجه سانتی‌گراد به صفر خواهد رسید و

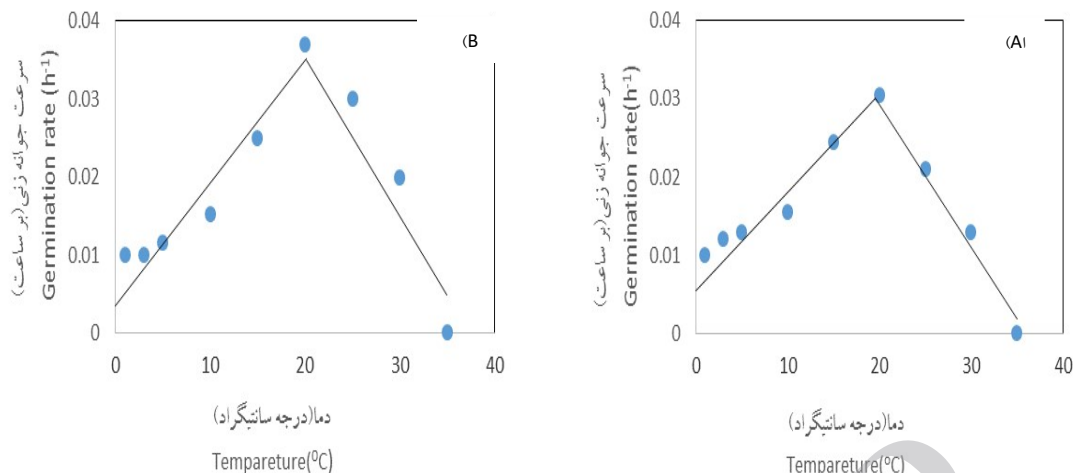


شکل ۱: مقایسه میانگین درصد نهائی جوانه‌زنی بذر ماشک گرمسیری (A) و ماشک سردسیری (B) در سطوح مختلف دما
Figure 1. The comparison means of final germination percent of temperature different levels in cold tropical (A) and (B) vetch

پایه پائین‌تر و در مقابل ماشک گرمسیری از دمای سقف بالاتری برخوردار است. لذا هر دوی این گیاهان می‌توانند در فصول مختلف و شرایط آب و هوایی متنوع به‌عنوان یک گیاه داروئی و در صورت کشت، با فرض فراهمی سایر منابع مورد نیاز رشد، تولید مؤفقی داشته باشند. لازم به ذکر است که 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 ژنوتیپ‌هایی با سازگاری اکولوژیکی متفاوت‌تر از مناطق اقلیمی گوناگون می‌تواند قابل دست‌یابی باشد (Zeinali *et al.*, 2010). در همین ارتباط الیس و همکاران (Ellis *et al.*, 1987) نیز نشان دادند که دماهای کاردینال برای

نتایج آزمایش بر این تأکید دارد که گیاهان ماشک سردسیری و گرمسیری برای شروع جوانه‌زنی به دماهای پائین‌تر از صفر نیاز دارند و با افزایش دما بر سرعت و درصد جوانه‌زنی افزوده می‌شود. بدین ترتیب ماشک سردسیری و گرمسیری قادر به جوانه‌زنی در محدوده وسیعی از درجه حرارت محیطی به ترتیب از $7/6$ - تا $40/7$ درجه سانتی‌گراد و $3/8$ - تا $41/2$ درجه سانتی‌گراد هستند و بنابراین در تمامی فصل زراعی، حضور آن می‌تواند مشهود باشد.

وجود اختلاف دو نوع ماشک از لحاظ دماهای کاردینال به‌خوبی از نظر گرمسیر یا سردسیر بودن آنها قابل توجیه است به‌نحوی که ماشک سردسیری از دمای



شکل ۲: واکنش سرعت جوانه‌زنی بذر ماشک سردسیری (A) و ماشک گرمسیری (B) به سطوح مختلف دما براساس مدل دو تکه ای

Figure 2. Reaction of germination rate in cold (A) and tropical (B) vetch to different levels of temperature under Segmented model

Sabouri *et al.*, 2011;) برنج (Zeinali *et al.*, 2010)
 (Gholami-Tilebeni *et al.*, 2011) و ژنوتیپ‌های تره
 ایرانی (*Allium sp*) (Ramin, 1997) انجام شده است.

جوانه‌زنی به گونه گیاهی بستگی دارد و بنابراین دمای
 کاردینال، شاخصی ژنوتیپی است. تنوع دماهای کاردینال
 در مطالعات متعددی نیز روی ژنوتیپ‌های گندم

منابع

- Aasim, M., Sahin-Dermirbag, N., Khawar, K.M., Kendir, H. and Ozcan, S. 2011. Direct axillary shoot regeneration from the mature seed explant of the *hairy vetch*, *Archive Biotechnology Science Belgrade*, 63(3): 757-762. **(Journal)**
- 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. *Electronic Journal of Crop Production*, 2(4): 39-54. (In Persian) **(Journal)**
- 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. (In Persian) **(Journal)**
- Bannayan, M., Nadjafi, F., Rastgoo, M. and Tabrizi, L. 2006. Germination properties of some wild medicinal plants from Iran. *Journal of Seed Technology*, 28: 80-86. **(Journal)**
- Bradfoed, K.J. and Still, D.W. 2002. Applications of hydrotime analysis in seed testing. *Journal of Seed Technology*, 26: 74-85. **(Journal)**
- Cho, Y.Y., Lee, Y.B., Oh, M.M. and Son, J.E. 2012. Application of quadratic models for establishment of adequate temperature ranges in germination of various Hot Pepper cultivars. *Horticulture Environment Biotechnology*, 53(3): 222-227. **(Journal)**
- Ellis, R.H., Simon, G. and Covell, S. 1987. The influence of temperature on seed germination rate in grain Legumes. III. A Comparison of five faba bean genotypes at constant temperatures using a new screening method. *Journal of Experimental Botany*, 38: 1033-1043. **(Journal)**
- Forcella, F., Benech Arnold, R.L. Sanches, R. and Ghersa, C.M. 2000. Modeling seeding emergence. *Filed Crop Research*, 67:123-139. **(Journal)**
- Ghaderi-Far, F., Soltani, A. and Sadeghipour, H.R. 2008. Cardinal temperatures of germination medicinal pumokin, borago and black cumin. *Asian Journal of Plant Science*, 7(6): 574-578. **(Journal)**

- Gholami-Tilebeni H., Kord-Firouzjaei, G.H. and Zeinali, E. 2011. Determination of cardinal temperatures of seed germination in rice cultivars. *Journal of Seed Sciences and Technology*, 1(1): 41-52. (In Persian) **(Journal)**
- Hardegree, S. 2006. Predicting germination response to temperature. I. Cardinal temperature models and subpopulation-specific regression. *Annals Botany*, 97: 1115-1125. **(Journal)**
- Hardegree, S.P. and Winstal, A.H. 2006. Predicting germination response to temperature. II. Three dimensional Regression, statistical gridding and iterative-probit optimization using measured and interpolated subpopulation data. *Annals Botany*, 98: 403-410. **(Journal)**
- Kamkar, B., Koocheki, A., Nassiri Mahallati M. and Rezvani Moghaddam P. 2006. Cardinal temperatures for germination in three millet species (*Panicum miliaceum*, *Pennisetum glaucum* and *Setaria italica*). *Asian Journal of Plant Science*, 5: 316-319. **(Journal)**
- Lopez, O.A., Barney, B.L., Shafii, B. and Price, W.J. 2008. Modeling the effects of temperature and gibberellic acid concentration on red huckleberry seed germination. *Horticulture Science*, 43: 223-228. **(Journal)**
- Mahmoodi, A., Soltani, E. and Barani, H. 2008. Germination response to temperature in snail medic (*Medicago sativa* L.). *Electronic Journal of Crop Production*, 1: 54-63. **(Journal)**
- Mikic, A., Mihailovic, V., Hauptvoel, P., Cupina, B., Petrovic, M., Krestic, M., Jovicic, D., Milosevic, B. and Hauptvogel, R. 2009. Wild population of vetches as forage and green manure crops for temperate regions. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 48: 265. **(Journal)**
- Pourreza, J. and Bahrani, A. 2012. Estimating cardinal temperatures of Milk thistle seed germination. *American-Eurasian Journal of Agriculture and environmental Sciences*, 12(8): 1030-1034. **(Journal)**
- 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. **(Journal)**
- Sabouri, H., Sabouri, A. and Dadras, A.R. 2011. Modeling of reaction of germination rate to temperature in different cultivars of rice. *Grass Researches Journal*, 2(2): 123-135. (In Persian) **(Journal)**
- 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. *Journal of Agroecology*, 3(2): 191-197. (In Persian) **(Journal)**
- SAS Institute Inc., 2001. SAS user' guide: Statics, Version 9, 1 editions, SAS Inst., Inc., Cary, N.C.
- 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. **(Journal)**
- Soltani, A. and Maddah-Yazdi, V. 2010. Simple, applied programs for education and research in agronomy. Niak Press. 80pp. (In Persian) **(Book)**
- Soltani, A., Robertson, M.J., Torabi, B., Yousefi-Daz, M. and Sarparast, R. 2006. Modeling seedling emergence in chickpea as affected by temperature and sowing depth. *Agriculture Forestry Meteorology*, 138: 156-167. **(Journal)**
- Tabrizi, L., Koocheki, 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. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 5: 249-257. (In Persian) **(Journal)**
- Tabrizi, L., Nasiri Mahalati, M. and Koocheki, A. 2004. Assessment of minimum, optimum and maximum temperatures of seed germination of psilium. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 5: 249-257. (In Persian) **(Journal)**
- Yin, X. 1996. Quantifying the effects of temperature and photoperiod on phenological development to flowering in rice. Ph.D. Thesis, Wageningen. Agricultural University. The Netherland. 173 pp. **(Book)**
- 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, *Electronic Journal of Crop Production*, 3(3): 23-42. (In Persian) **(Journal)**

Estimation of germination cardinal temperature in cold and tropical Vetch

Nabi Khaliliaqdam¹, Jalal Jalilian^{*2}

Received: July 2, 2014

Accepted: October 13, 2014

Abstract

Cold and tropical Vetch (*Vicia villosa* and *Vicia pannonica*) are an important plants which did not do any experiment about quantification of them germination reaction to temperature. Thus, a CRD experiment performed in seed research laboratory of Urmia University with four replications which temperature treatment were eight levels of temperature as: 1, 3, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 and 40 °C. Results revealed that temperature had a significant effects on germination rate and it's percent and segmented model estimated greatly cardinal temperature (base, optimum and ceiling temperatures). Germination rate of *Vicia. Pannonica* in equal and less than -7.6 and equal and higher than 40.76 °C stopped, though this thermal range for *V. villosa* was equal and less than -3.8 and equal and higher than 41.2 °C, respectively. R max were 0.027 and 0.033 h⁻¹ for *V. pannonica* and *V. villosa* respectively. Also, results emphasized that both of *Vicia* species can be geminate in less than zero temperature and in *V. Pannonica* the base temperature was fewer than *V. villosa*, so, germination percent and its rate increased by upgrading in temperature to optimum temperature. Therefore, both *Vicia* species can geminate and emergence in extended range of environmental thermal from -7.6 to 40.76 °C for *V. Pannonica* and -3.8 to 41.2 °C in *V. villosa* and thus recognized as a forage crop with acceptable production for various season and climate.

Key words: Germination rate, Quantification, Segmented model

1:Assistant Professor, Department of Agriculture, Payame Noor University, Saghez

2:Assistant Professor of Agronomy Department, College of Agriculture, Urmia University

*Corresponding author: j_1358@yahoo.com