

## تخمین دماهای کاردینال برای سرعت جوانه‌زنی بذر گونه‌های جنس مریم‌گلی *Salvia spp.*

سارا طهماسبی گوجگی<sup>1\*</sup>، حسنعلی نقدی‌بادی<sup>2</sup>، علی مهرآفرین<sup>3</sup>، وحید عبدوسی<sup>4</sup>  
و محمدرضا لبافی<sup>3</sup>

1- دانشجوی کارشناسی ارشد گرایش فیزیولوژی و اصلاح گیاهان دارویی، ادویه‌ای و عطری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

2- دانشیار پژوهش گروه پژوهشی کشت و توسعه گیاهان دارویی، پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی، کرج، ایران

3- عضو هیئت علمی گروه پژوهشی کشت و توسعه گیاهان دارویی، پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی، کرج، ایران

4- عضو هیئت علمی گروه باغبانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

### چکیده

تحقیق حاضر به منظور ارزیابی برخی مدل‌های رگرسیونی غیرخطی برای تخمین دماهای کاردینال گونه‌های دارویی مهم جنس مریم‌گلی (*S. nemorosa*، *S. hypoleuca* و *Saivia macrosiphon*) اجرا شد. آزمایش بصورت فاکتوریل با چهار تکرار در آزمایشگاه کشت و توسعه پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی، در سال 1392 انجام شد. در این آزمایش بذور تحت تاثیر شش تیمار دمایی (10، 16، 20، 24، 28 و 32 درجه سانتی‌گراد) قرار گرفتند و سرعت جوانه‌زنی بذور محاسبه گردید. برای بررسی و پیش‌بینی سرعت جوانه‌زنی نسبت به دما از مدل‌های دندان مانند، دو تکه‌ای و بتا استفاده گردید. برای انتخاب مدل برتر از معیارهای ریشه دوم میانگین‌های خطا (RMSE)<sup>1</sup>، شاخص آکائیک تصحیح شده (AICc) و ضریب تبیین ( $R^2$  adj) بین ساعت تا جوانه‌زنی مشاهده شده و پیش‌بینی شده، استفاده شد. بر این اساس، در گونه‌های مریم‌گلی مورد بررسی، مدل‌های دو تکه‌ای و دندان مانند نسبت به مدل دیگر سرعت جوانه‌زنی نسبت به دما را بهتر توصیف کردند. بطور کلی دمای پایه، دمای مطلوب و دمای سقف با توجه به مدل برتر (دو تکه‌ای) برای، گونه *S. nemorosa* به ترتیب 7/58، 25/66 و 31/25 درجه سانتی‌گراد، برای گونه *S. macrosiphon*، به ترتیب 7/22، 26/45 و 29/9 درجه سانتی‌گراد محاسبه شد و برای گونه *S. hypoleuca*، طبق مدل برتر (دندان مانند)، دمای پایه، دمای مطلوب فوقانی، دمای مطلوب تحتانی و دمای سقف به ترتیب 7/77، 18/66، 27/76 و 32 درجه سانتی‌گراد تخمین زده شد. با توجه به نتایج می‌توان برای کمی‌سازی واکنش سرعت جوانه‌زنی این گونه‌ها از مدل‌های پیشنهادی استفاده کرد.

**کلمات کلیدی:** مریم‌گلی، سرعت جوانه‌زنی، مدل‌های رگرسیونی غیر خطی، دماهای کاردینال.

### مقدمه

(Pinter, 1994). از این رو هر عاملی که از طریق کاهش سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی منجر به استقرار نامناسب و تراکم پایین گیاهچه شود، منجر به کاهش عملکرد می‌گردد. تاثیر شرایط نامطلوب در طول دوره جوانه‌زنی و مراحل اولیه رشد گیاه نسبت به سایر مراحل رشد مهم‌تر می‌باشد. بنابراین

در گیاهان جوانه‌زنی اولین مرحله نمودی است، که یکی از مراحل مهم و حساس در چرخه زندگی و یک فرایند کلیدی در سبزشدن گیاهچه می‌باشد (De Villiers et al., 1949). این مرحله از رشد به شدت تحت تاثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد (Anda &

\*نویسنده مسئول: سارا طهماسبی گوجگی آدرس: تهران، شهرک غرب، خیابان هرمان، کوچه مهرگان، پلاک 12

E-mail: s\_thmasebi67@yahoo.com

تاریخ دریافت: 93/5/12

تاریخ تصویب: 93/6/26

مدل‌های غیرخطی بسیاری برای توصیف سرعت نمو گیاه در پاسخ به دما و برای توصیف جوانه‌زنی پیشنهاد شده‌است (Jame & Cutforth, 2004). (Soltani, 2006) از مدل‌های بتا، دوتکه‌ای و دندان مانند برای توصیف جوانه‌زنی ارقام مختلف نخود در دماهای مختلف استفاده و مدل دندان‌مانند را به عنوان مدل برتر برای پیش‌بینی سبزشدن این گیاه معرفی کرده است. (Kamkar *et al.*, 2012) از مدل‌های بتا، دونکه‌ای و دندان‌مانند برای توصیف جوانه‌زنی بذور گونه‌های خشخاش استفاده کرده‌اند.

هدف از اجرای این آزمایش، بررسی کارایی مدل‌های رگرسیونی غیرخطی در پیش‌بینی سرعت جوانه‌زنی مریم‌گلی بر اساس دما و برآورد دماهای کاردینال این گیاه، همچنین انتخاب و تحقیق بر روی گونه‌های مختلف مریم‌گلی به‌علت بومی و اندمیک بودن گونه‌های مورد بررسی دارای اهمیت زیاد می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

این تحقیق در آزمایشگاه کشت و توسعه پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی، در سال 1392 انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل شش دمای مختلف (10، 16، 20، 24، 28 و 32 درجه سانتی‌گراد) بصورت فاکتوریل با چهار تکرار، برای گیاه دارویی مریم‌گلی بود. معیار انتخاب تیمارهای دمایی طبق گزارش (Nadjafi *et al.*, 2009) برای گونه‌های مختلف مریم‌گلی با دمای پایه، پنج درجه سانتی‌گراد، دمای اپتیمم 16 تا 25 درجه سانتی‌گراد و دمای حداکثر 37 درجه سانتی‌گراد، صورت گرفت. تیمارهای دمایی توسط ژرminatور تأمین گردید. سپس 50 عدد بذر مریم‌گلی را بر روی کاغذ صافی واتمن

جوانه‌زنی خوب و مناسب در محدوده وسیعی از شرایط محیطی برای استقرار گیاهچه ضروری است (Brar *et al.*, 1991; Jacobsen & Batch., 1998).

از عوامل موثر بر چرخه زندگی گیاهان می‌توان به عوامل ژنتیکی و محیطی (دما، رطوبت و نور) اشاره کرد (Zhou *et al.*, 2005). دمای یکی از عوامل بسیار مهم در فرایند جوانه‌زنی است (Nerson, 2007). دماهای مورد نیاز برای جوانه‌زنی بذور تحت عنوان دماهای کاردینال شناخته شده است و به سه دسته دماهای حداقل ( $T_b$ )، مطلوب ( $T_o$ ) و حداکثر ( $T_c$ ) تقسیم می‌شود. دمای حداقل و حداکثر دماهایی هستند که به ترتیب در دماهای پایین‌تر و بالاتر از آن، جوانه‌زنی متوقف می‌شود و دمای مطلوب، دمایی است که در آن مراحل جوانه‌زنی در کوتاه‌ترین زمان ممکن رخ می‌دهد یعنی سرعت جوانه‌زنی در حداکثر است (Alvarado and Bradford, 2002). هر یک از مراحل گیاهی نیازمند دمای بهینه متفاوتی می‌باشند. همچنین حد مطلوب دما برای جوانه‌زنی در گیاهان مختلف و همچنین ارقام مختلف یک گونه متفاوت است، اما آنچه از مطالعات نتایج متعدد برمی‌آید این است که دامنه پایین‌تر یا بالاتر از حد مطلوب بر سرعت و مدت جوانه‌زنی تاثیر منفی دارد (Brady & weil, 2002).

بررسی واکنش جوانه‌زنی و سبزشدن بذرها نسبت به دما و شناخت دماهای کاردینال در جهت ایجاد مدل‌های پیش‌بینی جوانه‌زنی و سبزشدن، 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 (Mwal *et al.*, 1994; Ramin, 1997).

$$f(t) = \frac{(T - T_b)}{(T_o - T_b)} \quad T_b < T \leq T_o \quad (2)$$

$$f(t) = \frac{(T_c - T)}{(T_c - T_o)} \quad T_o < T \leq T_c$$

$$f(t) = 0 \quad T_c \leq T \text{ or } T \leq T_b$$

تابع بتا با علامت اختصاری (B) (Soltani et al., 2006):

$$f(t) = \left[ \frac{(T - T_b)}{(T_o - T_b)} \times \frac{(T_c - T)}{(T_c - T_o)} \right]^a \quad T_b < T < T_c \quad (3)$$

$$f(t) = 0 \quad T_c \leq T \text{ or } T \leq T_b$$

در این توابع T متوسط دمای روزانه،  $T_b$  دمای پایه،  $T_o$  دمای مطلوب،  $T_{o1}$  دمای مطلوب تحتانی،  $T_{o2}$  دمای مطلوب فوقانی و  $T_c$  دمای سقف می‌باشد. برازش مدل‌ها با استفاده از نرم افزار سیگما پلات SigmaPlot 12.0 انجام شد. ارزیابی برازش مدل‌های تطابق زمان مشاهده شده و پیش‌بینی شده جوانه‌زنی، با کمک ریشه دوم میانگین خطا (RMSE)، و ضریب تبیین تصحیح شده ( $R^2 \text{ adj}$ )، انجام گرفت که به ترتیب با استفاده از معادلات 4 و 5 محاسبه می‌شوند. هرچه RMSE کوچکتر و  $R^2 \text{ adj}$  نزدیکتر به یک باشد، نشانگر برازش بهتر مدل به داده‌هاست.  $Y_{\text{obs}}$  و  $Y_{\text{pred}}$  به ترتیب مقادیر مشاهده و پیش‌بینی شده می‌باشند.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_{\text{obs}} - y_{\text{pred}})^2} \quad (4)$$

$$R^2 \text{ adj} = 1 - \frac{\sum (y_{\text{obs}} - y_{\text{pred}})^2}{\sum (y_{\text{obs}} - \bar{y}_{\text{obs}})^2} \quad (5)$$

برای انتخاب بهترین مدل از شاخص آکائیک<sup>4</sup> استفاده شد (Burnham and Anderson, 2002). در مقایسه دو مدل، هر کدام که از مقدار AIC کمتری برخوردار است به عنوان مدل بهتر انتخاب می‌شود (معادله 6). در آزمایشاتی که تعداد نقاط یا نمونه‌های

در پتری‌دیش‌های نه سانتی‌متری ضد عفونی شده، کشت و در داخل ژرمیناتور در دمای مورد نظر قرار داده شدند. در طول آزمایش در صورت نیاز به پتری‌دیش‌ها آب مقطر اضافه شد. شمارش بذرهای جوانه‌زده هر روز صورت گرفت معیار جوانه‌زنی خروج ریشه‌چه به اندازه دو میلی‌متر بود. بذرهای جوانه‌زده بعد از شمارش از محیط حذف شدند. درصد جوانه‌زنی از تقسیم بذرهای جوانه‌زده به کل بذرها ضربدر عدد 100 به دست آمد. در کلیه تیمارهای دمایی برای هر تیمار منحنی پیشرفت جوانه‌زنی در مقابل زمان محاسبه گردید و معکوس زمان لازم برای 50 درصد جوانه‌زنی به عنوان معیاری از سرعت جوانه‌زنی در نظر گرفته شد (Soltani et al., 2002). پس از محاسبه سرعت جوانه‌زنی از توابع دندان مانند<sup>1</sup> (تابع 1)، دوتکه‌ای<sup>2</sup> (تابع 2)، و بتا<sup>3</sup> (تابع 3) برای توصیف تغییرات سرعت جوانه‌زنی در مقابل دما و تخمین دماهای کاردینال (دمای پایه، مطلوب و بیشینه) بذور جوانه‌زده استفاده گردید.

تابع دندان‌های با علامت اختصاری (D) بصورت زیر توصیف می‌شود (Torabi, 2004):

$$f(t) = \frac{(T - T_b)}{(T_{o1} - T_b)} \quad T_b < T \leq T_{o1} \quad (1)$$

$$f(t) = \frac{(T_c - T)}{(T_c - T_{o2})} \quad T_{o2} < T \leq T_c$$

$$f(t) = 1 \quad T_{o1} < T \leq T_{o2}$$

$$f(t) = 0 \quad T_c \leq T \text{ or } T \geq T_c$$

تابع دو تکه‌ای با علامت اختصاری (S) (Soltani et al., 2006):

4. Akaike Information Criterion (AIC)

1. Dent-like  
2. Segmented  
3. Beta

برای گونه *S. hypoleuca* مدل دندان مانند است. در شکل‌های 1 تا 3 رابطه سرعت جوانه‌زنی و دما در گونه‌های مختلف مریم‌گلی با استفاده از مدل‌های مختلف نشان داده شده است.

به طور کلی دمای پایه، دمای مطلوب و دمای سقف با توجه به مدل برتر (دوتکه‌ای) برای گونه *S. nemorosa* (جدول 4 و شکل 2) به ترتیب 7/58، 25/66 و 31/25 درجه سانتی‌گراد و برای گونه *S. macrosiphon* (جدول 4 و شکل 3) به ترتیب، 7/22، 26/45 و 29/9 درجه سانتی‌گراد محاسبه شد و برای گونه *S. hypoleuca* طبق مدل برتر (دندان‌مانند)، (جدول 3 و شکل 1)، دمای پایه، دمای مطلوب فوقانی، دمای مطلوب تحتانی و دمای سقف به ترتیب 7/77، 18/66، 27/76 و 32 درجه سانتی‌گراد تخمین زده شد که به نظر می‌رسد این گونه برخلاف دو گونه دیگر در رنج دمایی وسیع‌تری (دمای مطلوب حداقل تا دمای مطلوب حداکثر) دارای حداکثر سرعت جوانه‌زنی است و شیب نمودار در این بازه ثابت است، در صورتیکه در گونه‌های *S. nemorosa* و *S. macrosiphon* تنها در یک دمای مطلوب، حداکثر سرعت جوانه‌زنی مشاهده شده است و بلافاصله قبل و بعد از این دما، از سرعت جوانه‌زنی کاسته شده است (شکل 1، 2 و 3). طبق تابع دندان‌مانند، دمای پایه در گونه‌ی *S. Macrosiphon* 5/63 درجه سانتی‌گراد برآورد شده است که این دما نسبت به دمای پایه در دو گونه‌ی دیگر پایین‌تر بوده که نشان‌دهنده توانایی جوانه‌زنی این گونه در دماهای پایین‌تر است (جدول شماره 3)، ولی طبق برآورد تابع دوتکه‌ای، دمای حداکثر در این گونه 29/39 درجه سانتی‌گراد تخمین زده شد که نشان‌دهنده حساسیت

کوچک است از شاخص آکائیک تصحیح شده<sup>1</sup> استفاده می‌شود که توسط معادله 7 محاسبه می‌شود، در این فرمول RSS مجموع مربعات باقیمانده رگرسیون، K تعداد پارامترهای برآورد شده در مدل و n تعداد نقاط یا نمونه‌ها می‌باشد (Burnham & Anderson, 2002).

$$AIC = n \times \ln\left(\frac{RSS}{n}\right) + 2 \times K \quad (6)$$

$$AICc = -2 \times \ln\left(\frac{RSS}{n}\right) + 2 \times K + \frac{2 \times K \times (K + 1)}{n - K - 1} \quad (7)$$

### نتایج و بحث

برای کمی‌سازی واکنش سرعت جوانه‌زنی نسبت به دما از مدل‌های دندان‌مانند، دوتکه‌ای و بتا استفاده شد. مقادیر معیارهای مورد نظر برای مقایسه مدل‌های مختلف به منظور انتخاب مدل برتر برای توصیف سرعت جوانه‌زنی بذور مختلف نسبت به دما در جدول یک ارائه شده‌اند. باتوجه به این معیارها، به منظور توصیف سرعت جوانه‌زنی نسبت به دما از مدل برتر برای هر گونه جهت تعیین دماهای کاردینال جوانه‌زنی استفاده گردید. بهترین مدل بخش بزرگتری از تغییرات را توجیه می‌کند ( $Adj R^2$  بزرگتر)، شاخص آکائیک تصحیح شده (AICc) و جذر میانگین مربعات خطای (RMSE) کوچکتری دارد (Yousefi-Daz et al. و Ajam Norouzi et al., 2007) و (al., 2006). در جداول شماره 3، 4 و 5 مقادیر برآورده شده دماهای کاردینال برای کلیه مدل‌ها جهت مقایسه قابلیت تخمین هر یک از مدل‌ها ارائه شده است، البته همانطور که ذکر گردید بهترین مدل، مدل دوتکه‌ای برای گونه‌های *S. nemorosa* و *S. macrosiphon* و

1. Akaike information criterion with correction (AICc)

بیشتر جوانه‌زنی این گونه نسبت به دو گونه‌ی دیگر به افزایش دماست (جدول 4).

جدول شماره 1 - مقادیر جذر میانگین خطای مربعات (RMSE)،  $R^2_{adj}$  و شاخص آکائیک تصحیح شده (AICc)

Table 1 – The amount of RMSE, AICc and  $R^2_{adj}$

گونه	توابع	$R^2_{adj}$	RMSE	AICc
<i>S. hypoleuca</i>	دندان‌مانند	0/9917	7/41E-08	-129/761
	دوتکه‌ای	0/6657	6/02E-06	.
	بتا	-3/9939	4/43E-05	-97/1674
<i>S. nemorosa</i>	دندان‌مانند	0/9692	3/21E-07	-122/628
	دوتکه‌ای	0/9844	2/97 E -07	.
	بتا	0/5663	4/3 E -06	-109.41
<i>S. macrosiphon</i>	دندان‌مانند	0/9421	8/48 E -07	.
	دوتکه‌ای	0/9877	8/58 E -08	-128.993
	بتا	0/274	5/09 E -06	-108.592

جدول شماره 2 - برآورد ضریب ثابت a برای مدل بتا،  $T_b$  (دمای پایه) و  $T_c$  (دمای سقف) برای جوانه‌زنی 50 درصد گونه‌های مهم دارویی جنس مریم‌گلی

Table 2 – Evaluating the (a) constant factor for Beta model,  $T_b$  and  $T_c$  for germination of 50% of *Salvia* species

تابع	گونه	a	$T_c$	$T_b$
بتا	<i>S. hypoleuca</i>	-0.3518	-63/736	-63/7296
بتا	<i>S. nemorosa</i>	39043.62	-162476	-95/068
بتا	<i>S. macrosiphon</i>	-558951	-163/96	-489/09

جدول شماره 3 - برآورد  $T_b$  (دمای پایه)،  $T_{01}$  (دمای مطلوب فوقانی)،  $T_{02}$  (دمای مطلوب تحتانی) و  $T_c$  (دمای سقف) برای جوانه‌زنی 50 درصد گونه‌های مهم دارویی جنس مریم‌گلی

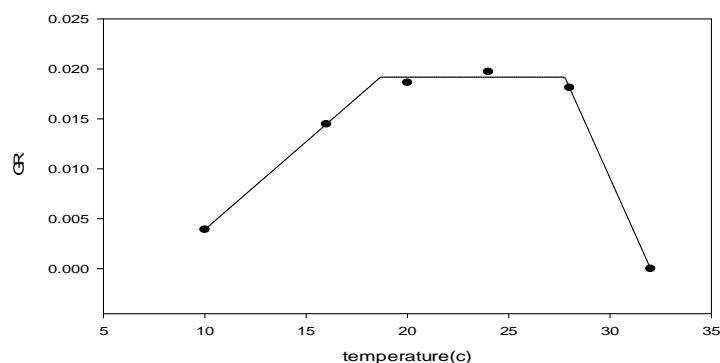
Table 3 – Evaluating  $T_b$  and  $T_{01}$ ,  $T_{02}$  and  $T_c$  for germination of 50% of *Salvia* species

تابع	گونه	$T_{01}$	$T_c$	$T_{02}$	$T_b$
دندان‌مانند	<i>S. hypoleuca</i>	18/669	32	27/7677	7/7744
دندان‌مانند	<i>S. nemorosa</i>	23/821	32	25/7882	7/6449
دندان‌مانند	<i>S. macrosiphon</i>	28/341	32/0188	24	5/6389

جدول شماره 4 - برآورد  $T_b$  (دمای پایه)،  $T_0$  (دمای مطلوب)،  $T_c$  (دمای سقف) برای جوانه‌زنی 50 درصد گونه‌های مهم دارویی جنس مریم‌گلی

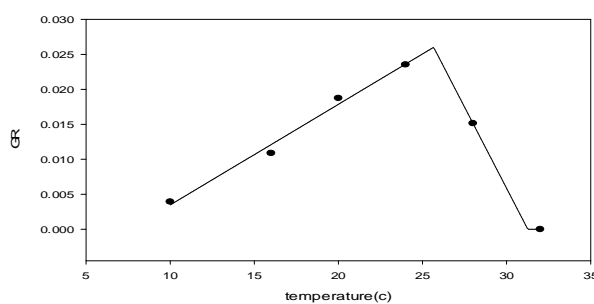
Table 4 – Evaluating  $T_b$  and  $T_0$  and  $T_c$  for germination of 50% of *Salvia* species

تابع	گونه	$T_c$	$T_0$	$T_b$
دوتکه‌ای	<i>S. hypoleuca</i>	33/1175	23/2878	7/0738
دوتکه‌ای	<i>S. nemorosa</i>	31/2597	25/663	7/582
دوتکه‌ای	<i>S. macrosiphon</i>	29/3973	26/4537	7/2289



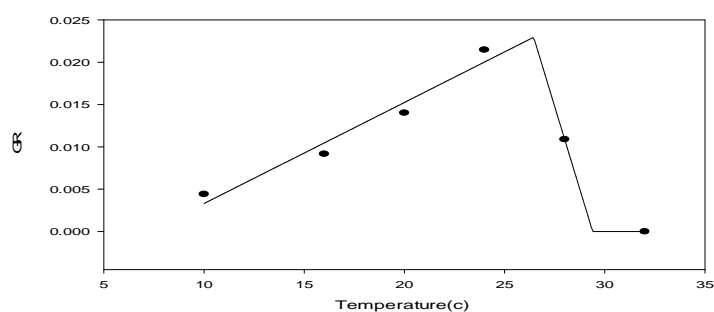
شکل 1- رابطه سرعت جوانه‌زنی و دما در گونه *S. hypoleuca* با استفاده از مدل دندان مانند

Fig 1- Relation between Germination Rate (GR), and Temperature in *S. hypoleuca*, by using Dent-like model



شکل 2- رابطه سرعت جوانه‌زنی و دما در گونه *S. nemorosa* با استفاده از مدل دو تکه‌ای

Fig 2- Relation between Germination Rate (GR), and Temperature in *S. nemorosa*, by using Segment model



شکل 3- رابطه سرعت جوانه‌زنی و دما در گونه *S. macrosiphon* با استفاده از مدل دو تکه‌ای

Fig 3- Relation between Germination Rate (GR), and Temperature in *S. macrosiphon*, by using Segment model

*S. nemorosa* 23٪ تخمین زده شده است. بطور کلی نتایج این تحقیق بیانگر این مطلب است که با استفاده

حداکثر سرعت جوانه‌زنی در گونه‌ی *S. hypoleuca* 18٪ در گونه‌ی *S. macrosiphon* 26٪ و در گونه‌ی

بذور مورد بررسی را نشان دادند و به خوبی سرعت جوانه‌زنی این گیاهان را نسبت به دما توصیف نمودند. بنابراین از این مدل‌ها و پارامترهای برآورد شده از آنها، می‌توان در پیش‌بینی زمان جوانه‌زنی استفاده کرد.

از مدل‌های رگرسیونی غیرخطی می‌توان جوانه‌زنی و سبز شدن گونه‌های مریم‌گلی را پیش‌بینی نمود. در بین مدل‌های رگرسیونی غیرخطی، مدل دو تکه ای و دندان مانند با توجه به کمترین RMSE و AICc و بیشترین  $R^2$  adj، بهترین برازش جوانه‌زنی و سبز شدن

## REFERENCES

- Alvarado, V., and K.J. Bradford. 2002. A hydrothermal time model explains the cardinal temperatures for seed germination. *Plant Cell Environ.* 25: 1061-1069.
- Anda, A. and Pinter, L. 1994. Sorghum germination and development as influenced by soil temperature and water content. *Agron. J.* 86:621-624.
- Brady, N. C. and R. R. Weil. 2002. *The Nature and Properties of Soils*. 13th Edition. Prentice Hall, USA. pp. 935.
- Brar, G. S. , Gomez, J. F. , McMichael, B. L. , Matches, A. G. , and Taylor, H. M. 1991. Germination of twenty forage legumes as influenced by temperature. *Agron. J.* 83: 173-175.
- Burnham, KP., Anderson D. 2002. Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach
- Devilliers , A. J. , VanRoyan, M. W, Theron, G. K. and Deventer, H. A. 1994.
- Jame, Y. W. , and Cutforth, H. W. 2004. Simulating the effects of temperature and seeding depth on germination and emergence of spring wheat. *Agric. For. Meteorol.* 124: 207-218.
- Kamkar, B., Ahmadi, M., Mahdavi-Damghani, A. and Villalobos, F. J. 2012. Quantification of the cardinal temperatures and thermal time requirement of opium poppy (*Papaver somniferum* L.) seeds to germinate using nonlinear regression models. *Ind Crop Prod.* 35:192- 198.
- Mwale, S. S. , Azam-Ali, S. N. , Clark, J. A. , Bradley, R. G. and Chataha, M. R. 1994. Effect of temperature on germination of sunflower (*Helianthus annuus* L. ). *Seed Sci. Technol.* 22: 565-571.
- Nadjafi, F., L. Tabrizi, J. Shabahang and A. M. Mahdavi Damghani. Cardinal Germination Temperatures of Some Medicinal Plant Species. *Seed Sci. Technol.* 30: 51-60.
- Nerson, H. 2007. Seed production and germinability of Cucurbit crops. *Seed Sci. Biotechnol.* 1: 1-10.
- Ramin, A. A. 1997. The influence of temperature on germination Taree irani. *Seed Sci. Technol.* 25: 419-426.
- 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. *Agri. Forest. Met.* 138: 156-167.
- 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.* 30: 51-60.