



## تأثیر دما و تنش خشکی بر جوانه‌زنی بذر تاج خروس خزنده (*Amaranthus viridis* L.) و خوابیده (*Amaranthus blitoides* S. Watson)

مرجان دیانت<sup>\*1</sup>

تاریخ دریافت: 1395/11/19

تاریخ پذیرش: 1396/09/22

### چکیده

جوانه‌زنی بذر در مدیریت علف‌های هرز فرآیندی کلیدی است بطوری که می‌تواند بر تعداد علف‌های هرز سبز شده و زمان سبز شدن آنها تعیین کننده باشد. تاج خروس خزنده و خوابیده از جمله علف‌های هرز مهم سبزیجات و گیاهان زراعی تابستانه در ایران هستند. به منظور ارزیابی اثر دما بر جوانه‌زنی این دو علف هرز، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی و با 4 تکرار در دانشگاه آزاد اسلامی - واحد علوم و تحقیقات در سال 1394 انجام شد. بذور با دماهای 5، 10، 15، 20، 25، 30، 35، 40 و 45 درجه سانتی‌گراد تیمار شدند. با توجه به مدل خطوط متقاطع دماهای پایه، بهینه و بیشینه به ترتیب در تاج خروس خزنده 14/37، 34/21 و 44/50 و در تاج خروس خوابیده 31/65، 14/24 و 44/20 درجه سانتی‌گراد به دست آمدند. در آزمایشی دیگر 7 سطح پتانسیل اسمزی (0، -0/2، -0/4، -0/6، -0/8 و -1 مگاپاسکال) مورد بررسی قرار گرفتند. به منظور ارزیابی پتانسیل سطوح مختلف تنش خشکی در کاهش درصد جوانه‌زنی بذر از مدل سیگموئید سه پارامتری استفاده شد. به طور کلی مقادیر X<sub>50</sub> (پتانسیل لازم برای کاهش 50 درصدی جوانه‌زنی) به دست آمده برای تاج خروس خوابیده نسبت به تاج خروس خزنده کمتر بود. تاج خروس خزنده در پتانسیل 1- مگاپاسکال توانست 9/25 درصد جوانه زند ولی در این پتانسیل تاج خروس خوابیده جوانه نزد که نشان دهنده تحمل بالاتر تنش خشکی توسط این گونه بود. با توجه به داده‌های به دست آمده هر دو گونه می‌توانند در اقلیم‌های نیمه گرم و گرم جوانه زنند. تحمل هر دو گونه نسبت به تنش خشکی بالا بود اما تاج خروس خزنده تحمل بالاتری داشته و بنابراین پتانسیل تهاجم بیشتری به مناطق خشک دارد.

واژه‌های کلیدی: دمای بهینه جوانه‌زنی، علف‌هرز، مدل خطوط متقاطع، مدل سیگموئیدی

### مقدمه

درجه سانتی‌گراد و برای علف‌های هرز یک ساله زمستانه 8/3 درجه سانتی‌گراد برآورد کردند (39). دمای پایه جوانه‌زنی علف‌های هرز چهار کرنبه مانند سوروف<sup>2</sup> و علف پنج‌انگشتی<sup>3</sup> به ترتیب 6/2 و 8/4 درجه سانتی‌گراد و برای علف‌های هرز سه کرنبه مانند بی‌تی‌راخ<sup>4</sup> و سلمه تره<sup>5</sup> به ترتیب 2/5 و 5/8 درجه سانتی‌گراد گزارش شده است (17). زینالی و همکاران (45) با بررسی جوانه‌زنی در دامنه دمایی ثابت 5 تا 14 درجه سانتی‌گراد، دماهای کاردینال برای جوانه‌زنی 32 رقم گندم را به دست آوردند. تبریزی و همکاران (41) دماهای کاردینال جوانه‌زنی را در دو گونه بارهنگ<sup>6</sup> بررسی کردند. گونه‌های تاجریزی<sup>7</sup> به دمای بیشتر از 19 و کمتر از 39 درجه سانتی‌گراد نیاز دارد و دمای

جوانه‌زنی یک از مهم‌ترین مراحل بحرانی در نمو گیاهان می‌باشد. هر گونه گیاهی برای جوانه‌زنی نیاز به دامنه خاصی از شرایط محیطی دارد (23). بی بردن به الگوی جوانه‌زنی و سبز شدن گونه‌های علف هرز می‌تواند اطلاعات جامعی برای توسعه استراتژی‌های مدیریت علف‌هرز در آینده فراهم نماید (12). یکی از عوامل تأثیرگذار بر جوانه‌زنی دما است. استیناموس و همکاران (39) دمای پایه جوانه‌زنی نه گونه علف هرز را مورد بررسی قرار دادند. آنها اظهار کردند که سرعت جوانه‌زنی با افزایش دما بین 15 تا 30 درجه سانتی‌گراد به صورت خطی در همه گونه‌های مورد بررسی افزایش یافت. میانگین دمای پایه جوانه‌زنی را برای علف‌های هرز یک ساله تابستانه 13/8

2- *Echinochloa crus-galli*(L.) P. Beauv.

3- *Digitaria sanguinalis* Scop.

4- *Galium aparine* L.

5- *Chenopodium album* L.

6- *Plantago ovata* and *Plantago psyllium*

7- *Solanum sarrachoides*

1- استادیار دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات تهران،

دانشگاه آزاد اسلامی، تهران

(Email: Ma\_dyanat@yahoo.com

\*) نویسنده مسئول:

DOI: 10.22067/jpp.v31i4.61569

در در گوجه‌فرنگی<sup>7</sup> و ذرت<sup>8</sup> گزارش شده است (1). مارتین (25) گزارش کرد که تاج خروس خوابیده در 25، 30 و 35 درجه سانتی‌گراد به خوبی جوانه می‌زند و درصد جوانه‌زنی آن با افزایش دما، افزایش می‌یابد. در ایران این دو گونه، از علف‌های مهم سبزیجات و گیاهان زراعی تابستانه هستند (38). هدف از این تحقیق تعیین دماهای بهینه جوانه‌زنی دو علف‌هرز تاج خروس خزنده و خوابیده و بررسی اثرات سطوح مختلف تنش خشکی بر جوانه‌زنی آنها است.

### مواد و روش‌ها

به منظور تعیین دماهای اصلی جوانه زنی و ارزیابی اثر همزمان سطوح دمایی و سطوح تنش خشکی بر جوانه‌زنی بذر علف‌هرز تاج خروس خزنده و خوابیده بذر دو آزمایش جداگانه در سال 1394 در قالب طرح کاملاً تصادفی و با 4 تکرار در دانشگاه آزاد اسلامی - واحد علوم و تحقیقات، آزمایشگاه اکولوژی انجام شد. بدین منظور دو گونه از زمین‌های زیر کشت سبزیجات در کرج جمع‌آوری شدند. برای شکستن خواب بذر هر دو گونه از اسید سولفوریک به مدت 2 دقیقه استفاده شد (37). بذر سالم جداسازی شده با استفاده از محلول هیپوکلیت سدیم 1 درصد به مدت 5 دقیقه ضدعفونی و چند بار با آب مقطر شسته شدند. بذر به پتری دیش‌های یک بار مصرف استریل که کف آنها کاغذ صافی واتمن شماره یک بود منتقل شدند. در داخل پتری دیش‌های با قطر 9 سانتی‌متر که در کف آن کاغذ صافی واتمن شماره یک قرار داشت، 25 عدد بذر با فواصل مناسب قرار داده شد. پتری‌دیش‌ها به دستگاه ژرمیناتور با دماهای 5، 10، 15، 20، 25، 30، 35، 40 و 45 درجه سانتی‌گراد (با 12 ساعت روشنایی و 12 ساعت تاریکی و رطوبت نسبی 65 درصد) انتقال داده شدند. شمارش بذر جوانه زده پس از گذشت 24 ساعت از شروع آزمایش هر روز انجام شد تا زمانی که تعداد تجمعی بذر جوانه زده به یک حد ثابت برسند. مبنای جوانه‌زنی بذر، خروج ریشه‌چه از پوسته بذر به طول 2 میلی‌متر و رویت آن با چشم غیر مسلح بود (20). برای محاسبه درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی از معادله‌های 1 و 2 استفاده شد (3).

$$GP=100 \times \frac{Ni}{S} \quad (1) \text{ معادله}$$

$$GR=\sum \frac{Ni}{Ti} \quad (2) \text{ معادله}$$

که در آنها GP: درصد جوانه‌زنی، Ni: تعداد بذر جوانه زده در روز نام و S: تعداد کل بذر کشت شده، GR: سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر

مطلوب جوانه‌زنی آن بین 27 تا 33 درجه سانتی‌گراد است (46). آب یکی دیگر از نیازهای جوانه‌زنی است که برای فعالیت آنزیم‌ها تجزیه، انتقال و استفاده از مواد ذخیره‌ای لازم است (5). قابلیت دسترسی به آب با افزایش پتانسیل اسمزی کاهش می‌یابد. کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی و نیز کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در پتانسیل‌های حاصل از خشکی گزارش شده است (21 و 28). خاکشیر تلخ<sup>1</sup> تا پتانسیل اسمزی 1/2- مگا پاسکال جوانه‌زنی داشت (34). لیوریا و نورس ورتی (29) نتیجه گرفتند که جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه + هیپوکوتیل علف‌هرز نیلوفر وحشی<sup>2</sup> در درجه حرارت های 15 و 30 درجه سانتی‌گراد با افزایش تنش خشکی کاهش پیدا کرد و در پتانسیل 1- مگاپاسکال کمتر از 3 درصد جوانه‌زنی داشت. در تنش شوری و خشکی تحرک عناصر غذایی ذخیره شده در بذر کاهش یافته یا بازداری می‌شود (8) و سنتز پروتئین در جنین در حال جوانه‌زنی محدود می‌شود (33). در نتیجه جوانه‌زنی بذر هم در تنش شوری و هم خشکی کاهش می‌یابد (2، 19 و 22). تأثیر رطوبت بر جوانه‌زنی در بین گونه‌های علف‌هرز متفاوت است و بسته به بارندگی، دما و نوع خاک متفاوت است. چچارا و همکاران (11) عوامل مؤثر بر جوانه‌زنی بذر هیپارنیا هیرتا<sup>3</sup> را مطالعه کردند و مشاهده نمودند که جوانه‌زنی بذر این گونه علف‌هرز در پتانسیل اسمزی 0/55- مگاپاسکال یا بیشتر از آن متوقف شد و در پتانسیل اسمزی 0/37- مگاپاسکال به 50% کاهش یافت. جوانه‌زنی بذر کامپسیس رادیکانز<sup>4</sup> در پتانسیل اسمزی 1/2- مگاپاسکال 20 درصد گزارش شده است (10).

جنس تاج خروس دارای 60 گونه در سراسر دنیا می‌باشد و مشخص شده است که حداقل 30 گونه آن علف هرز هستند. گونه های این جنس مشکل سازترین علف‌های هرز جهان و یکی از دو گونه علف‌های هرز مشکل ساز در زاعت پنبه در شمال آمریکا هستند. تاج خروس خزنده<sup>5</sup> در مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیر دنیا یافت می‌شود و بیش از 50 محصول زراعی را آلوده می‌کند. این علف هرز در زمین زراعی بیش از 80 کشور دنیا گزارش شده است. پراکنش وسیع این علف هرز به دلیل سازگاری به محیط و تولید بذر فراوان است (44). بالاترین فراوانی تاج خروس خوابیده<sup>6</sup> در اروپا در گیاهان زراعی ردیفی و سبزیجات، تاکستان‌ها و سایر باغات گزارش شده است (23، 35، 13، 18، 42 و 43). در اونتاریو کانادا بیشترین تراکم این علف‌هرز

- 1- *Sisymbrium irio*
- 2- *Ipomoea lalacunos*
- 3- *Hypparrhenia hirta*
- 4- *Campsis radicans*
- 5- *Amaranthus viridis* L.
- 6- *Amaranthus blitoides* S. Watson

7- *Lycopersicon esculentum* Mill.

8- *Zea mays* L. ssp. *mays*

خشکی می‌باشد.

## نتایج و بحث

آنتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی تاج خروس خزنده و خوابیده در سطح یک درصد تحت تأثیر دما قرار گرفتند (جدول 1). این نتایج با نتایج سایر محققان همخوانی دارد (27 و 30). حداکثر جوانه‌زنی تاج خروس خزنده 66/5 درصد بود که در دمای 30 درجه سانتی‌گراد به دست آمد که تفاوت معنی‌داری با دمای 25 درجه سانتی‌گراد نداشت. حداکثر جوانه‌زنی تاج خروس (46/5 درصد) در دمای 25 درجه سانتی‌گراد مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با دمای 30 درجه سانتی‌گراد نداشت. سانتمن و ایوتز (37) گزارش کردند که درصد جوانه‌زنی تاج خروس خوابیده از 5 گونه دیگر تاج خروس پایین تر است، آنها بالاترین درصد جوانه‌زنی این گونه را 37 درصد گزارش کردند. در هر 2 گونه با افزایش دما به بالاتر از 30 درجه سانتی‌گراد درصد جوانه‌زنی کاهش یافته به گونه‌ای که در تاج خروس خوابیده در 45 درجه سانتی‌گراد متوقف شد (جدول 2). گزارشات متعددی حاکی از اثر افزایشی درجه حرارت تا نقطه‌ای خاص بر درصد و سرعت جوانه‌زنی بذور می‌باشد (7 و 41).

جهت تعیین دماهای کاردینال از کمی‌سازی واکنش سرعت جوانه‌زنی نسبت به دما استفاده شد. مدل‌های غیر خطی بسیاری برای توصیف سرعت نمو گیاه در برابر دما از جمله توصیف جوانه‌زنی پیشنهاد شده است (14). کازرونی منفرد و همکاران (24) از مدل خطوط متقاطع برای تخمین دماهای کاردینال تاجریزی<sup>4</sup> استفاده کردند. در مدل‌های خطوط متقاطع تغییرات سرعت نسبی نمو به طور جداگانه برای دماهای کمتر و بیشتر از دمای بهینه ترسیم می‌شود. دمای بهینه از محل تقاطع دو خط رگرسیونی محاسبه شده و دمای پایه و بیشینه به ترتیب عرض از مبدا خط رگرسیونی در دماهای کمتر و بیشتر از دمای بهینه می‌باشند (31). با توجه به جدول 3 دمای پایه، بهینه و بیشینه برآورد شده توسط مدل خطوط متقاطع برای جوانه‌زنی تاج خروس خزنده به ترتیب 14/37، 34/21 و 44/50 درجه سانتی‌گراد و برای تاج خروس خوابیده به ترتیب 14/24، 31/65 و 44/20 درجه سانتی‌گراد بود (جدول 3 و شکل 1).

دمای پایه جوانه‌زنی تاج خروس سفید<sup>5</sup> 15/7 درجه سانتی‌گراد گزارش شده است (39). حداقل دمای جوانه‌زنی علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز<sup>6</sup> دمای 10 درجه سانتی‌گراد و دمای بهینه جوانه‌زنی آن 25 تا 40 درجه سانتی‌گراد گزارش شده است (16) مارتین (25) دمای بهینه جوانه‌زنی تاج خروس خوابیده را 25، 30 و 35 درجه سانتی‌گراد گزارش کرد که با نتایج به دست آمده در این تحقیق همخوانی دارد.

جوانه زده در روز، Ni: تعداد بذر جوانه زده در روز نام و Ti: تعداد روز از شروع آزمایش تا شمارش نام است.

پس از بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MINITAB و روش اندرسون-دارلینگ، تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه 9:1 انجام شد. مقایسه بین تیمارها با آزمون LSD حفاظت شده در سطح احتمال 5 درصد انجام شد.

جهت تعیین دماهای کاردینال (پایه، بهینه و حداکثر) از مدل خطوط متقاطع<sup>1</sup> (معادله 3) استفاده شد که در آن f: سرعت جوانه‌زنی،  $T_0$ ،  $T_m$  و  $T_b$  به ترتیب دماهای پایه، بهینه و حداکثر و در نظر گرفته شدند (31).

معادله (3)  $f = \text{if}(T < T_0, \text{region 1}(T), \text{region 2}(T))$

Region 1 (T) = b (T - T<sub>0</sub>) Region 2 (T) = c (T<sub>m</sub> - T)

در مدل خطوط متقاطع دما به عنوان متغیر مستقل (محور X) و سرعت جوانه‌زنی به عنوان متغیر وابسته (محور Y) در نظر گرفته شده است. برای اعتبارسنجی مدل از جذر میانگین مربعات خطا<sup>2</sup> و ضریب تبیین<sup>3</sup> (معادله 5) استفاده شد که در آن  $O_i$  و  $P_i$  به ترتیب مقادیر اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی شده و  $\bar{O}$  میانگین مشاهدات می‌باشد.

$$R^2_{\text{adj}} = 1 - \frac{\sum(O_i - P_i)^2}{\sum(O_i - \bar{O})^2} \quad (4)$$

به منظور ارزیابی اثرات سطوح مختلف تنش خشکی بر جوانه‌زنی بذور دو گونه تاج خروس، 7 سطح پتانسیل (0، -0/2، -0/4، -0/6، -0/8 و -1 مگاپاسکال) مورد بررسی قرار گرفت. برای اعمال تنش خشکی از پلی اتیلن گلایکول 6000 (PEG 6000) مطابق با روش میشل (26) استفاده شد (معادله 5). در این فرمول  $\Psi$  پتانسیل اسمزی بر حسب بار، C مقدار پلی اتیلن گلایکول بر حسب گرم در لیتر و T دما بر حسب درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

معادله (5)

$$\Psi = -(1.18 \times 10^{-3})C - (1.18 \times 10^{-4})C^2 + (2.57 \times 10^{-4})CT + (8.39 \times 10^{-7})C^2T$$

پتری‌ها در دماهای 5، 10، 15، 20، 25، 30، 35، 40 و 45 درجه سانتی‌گراد در ژرمیناتور با 12 ساعت روشنایی و 12 ساعت تاریکی قرار گرفتند. به منظور ارزیابی پتانسیل سطوح مختلف تنش خشکی در کاهش درصد جوانه‌زنی بذر از مدل سیگموئید سه پارامتری (معادله 6) با کمک نرم‌افزار SigmaPlot نسخه 11 استفاده شد (10 و 12).

$$y = a / (1 + \exp(-\frac{x - x_{50}}{b})) \quad (6)$$

که در آن Y: درصد جوانه‌زنی در سطوح مختلف خشکی (x)، a: حداکثر جوانه زنی بذر،  $X_{50}$ : غلظت پتانسیل اسمزی لازم جهت 50 درصد بازدارندگی و b: شیب کاهش درصد جوانه‌زنی در اثر تنش

4- *Solanum nigrum*  
5- *Amaranthus albus*  
6- *Amaranthus retroflexus* L.

1- Intersected-lines Model  
2- RMSE  
3- R2 adjusted

جدول 1- میانگین مربعات درصد و سرعت جوانه‌زنی تاج خروس خزنده و خوابیده

Table 1- Mean squares of germination percentage and germination rate of slender amaranth and prostrate pigweed

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares			
		درصد جوانه‌زنی Germination percentage		سرعت جوانه‌زنی Germination rate	
		تاج خروس خزنده Slender amaranth	تاج خروس خوابیده Prostrate pigweed	تاج خروس خزنده Slender amaranth	تاج خروس خوابیده Prostrate pigweed
دما Temperature	8	2595.81**	1325.93**	3.3761196E-7**	3.4316048E-7**
خطا Error	27	19.01	13.57	1.137694E-10	9.405377E-11
ضریب تغییرات C.V	-	15.03	19.05	3.21	3.42

\*\* تفاوت معنی‌دار در سطح 1 درصد  
\*\* significant difference at 1% level

جدول 2- مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی تاج خروس خزنده و خوابیده

Table 2- Mean comparison of germination percentage of slender amaranth<sup>1</sup> and prostrate pigweed<sup>2</sup>

درصد جوانه‌زنی Germination percentage	گونه Species	
	تاج خروس خزنده Slender amaranth	تاج خروس خوابیده Prostrate pigweed
5	5.5	7.5
10	20.0	6.75
15	14.75	12.75
20	22.25	37.0
25	62.0	46.5
30	66.5	43.5
35	57.0	18.0
40	9.5	2.0
45	3.5	0
FLSD	6.32	5.34

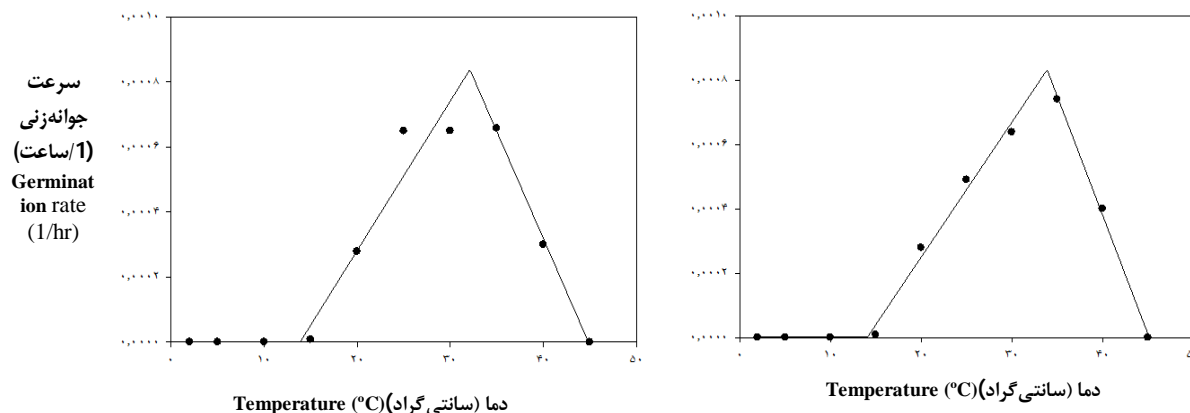
جدول 3- دماهای کاردینال جوانه‌زنی تاج خروس خزنده و خوابیده بر اساس مدل رگرسیونی خطوط متقاطع

Table 3- Cardinal temperature of slender amaranth and prostrate pigweed based on Intersected-lines Model

دما (ساعتی گراد) Temperature	گونه Species	
	تاج خروس خزنده Slender amaranth	تاج خروس خوابیده Prostrate pigweed
پایه Base	14.37	14.24
بهینه Optimum	34.21	31.65
بیشینه Maximum	44.50	44.20
ضریب تبیین R <sup>2</sup> adjusted	0.97	0.93
جذر میانگین مربعات خطا RMSE	0.00002	0.00006

1- *Amaranthus viridis* L.

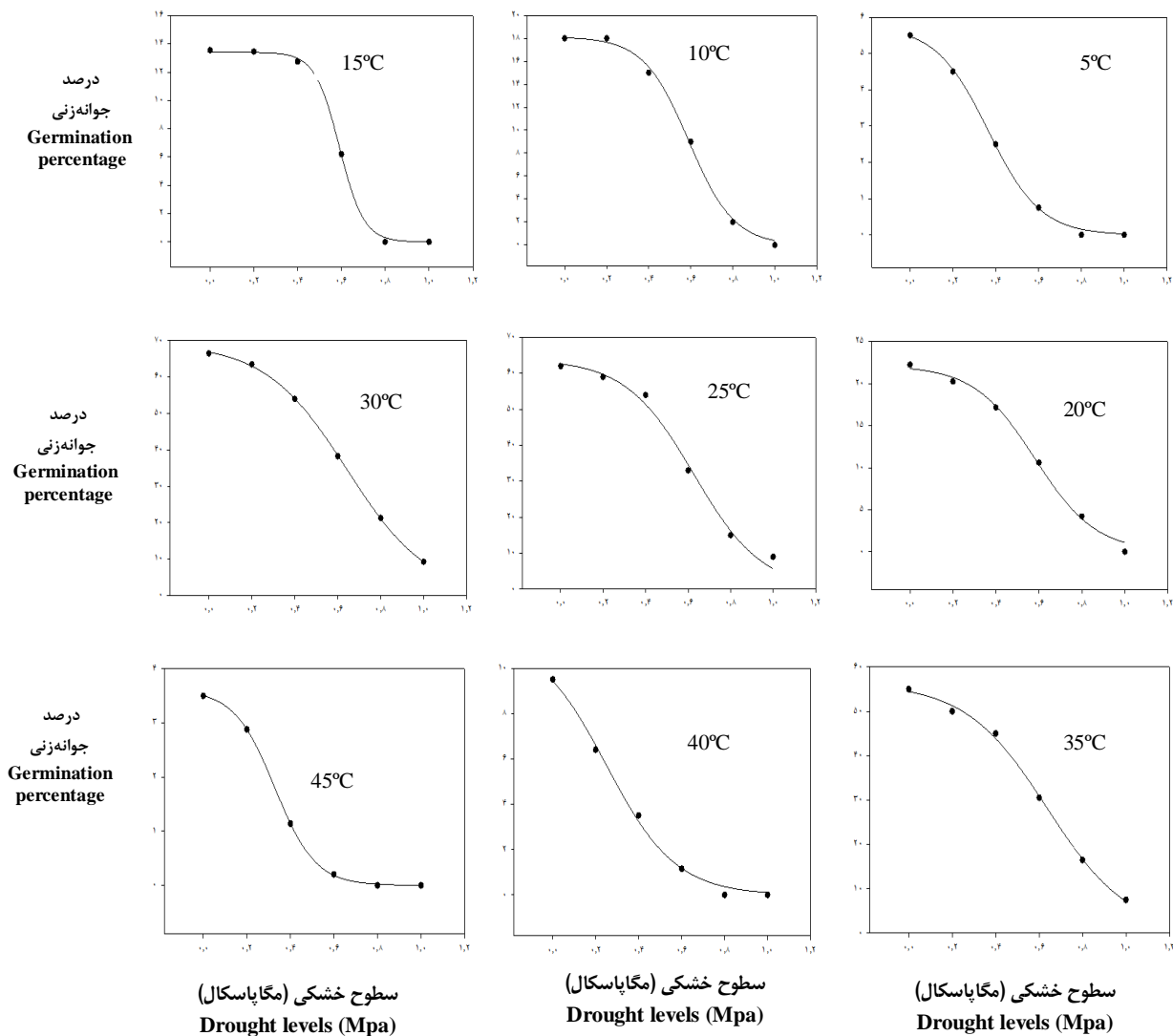
2- *Amaranthus blitoides* S. Watson



شکل 1- تأثیر دماهای مختلف بر سرعت جوانه‌زنی تاج خروس خزنده (راست) و خوابیده (چپ) بر اساس برازش مدل خطوط متقاطع  
 Figure 1- Predicted (lines) germination rate in slender amaranth (right) and prostrate pigweed (left) at different constant temperatures using by Intersected-line model

جدول 4- پارامترهای مدل رگرسیون سیگموئیدی برازش داده شده به داده‌های درصد جوانه‌زنی تاج خروس خزنده  
 Table 4- Parameters of sigmoidal model fitted to germination percentage of slender amaranth

دما (سانتیگراد) Temperature	پارامترهای مدل Parameters of model	مقدار Value	خطا استاندارد Standard error	سطح احتمال Probability level
5	a	5.7443	0.1633	<0.0001
	b	-0.1221	0.0092	0.0009
	X <sub>50</sub>	0.3645	0.0123	<0.0001
	R <sup>2</sup> adjusted	0.9981	-	-
10	a	18.122	0.3943	<0.0001
	b	-0.1074	0.0103	0.0019
	X <sub>50</sub>	0.5902	0.0118	<0.0001
	R <sup>2</sup> adjusted	0.9963	-	-
15	a	13.4048	0.1632	<0.0001
	b	-0.0558	0.0083	0.0068
	X <sub>50</sub>	0.5907	0.0046	<0.0001
	R <sup>2</sup> adjusted	0.9986	-	-
20	a	22.1316	0.7932	0.0001
	b	-0.1419	0.0171	0.0037
	X <sub>50</sub>	0.5818	0.0209	0.0001
	R <sup>2</sup> adjusted	0.9924	-	-
25	a	63.8963	2.8745	0.0002
	b	-0.161	0.0234	0.0063
	X <sub>50</sub>	0.6268	0.0283	0.0002
	R <sup>2</sup> adjusted	0.9858	-	-
30	a	69.1455	0.4817	<0.0001
	b	-0.1906	0.0038	<0.0001
	X <sub>50</sub>	0.6432	0.0046	<0.0001
	R <sup>2</sup> adjusted	0.9997	-	-
35	a	56.2844	1.3239	<0.0001
	b	-0.1881	0.0128	0.0007
	X <sub>50</sub>	0.6375	0.0156	<0.0001
	R <sup>2</sup> adjusted	0.9968	-	-
40	a	11.4549	1.0952	0.0019
	b	-0.1618	0.0217	0.005
	X <sub>50</sub>	0.2494	0.0416	0.0093
	R <sup>2</sup> adjusted	0.9942	-	-
45	a	3.6056	0.0215	<0.0001
	b	-0.0934	0.0017	<0.0001
	X <sub>50</sub>	0.3284	0.0023	<0.0001
	R <sup>2</sup> adjusted	0.9999	-	-



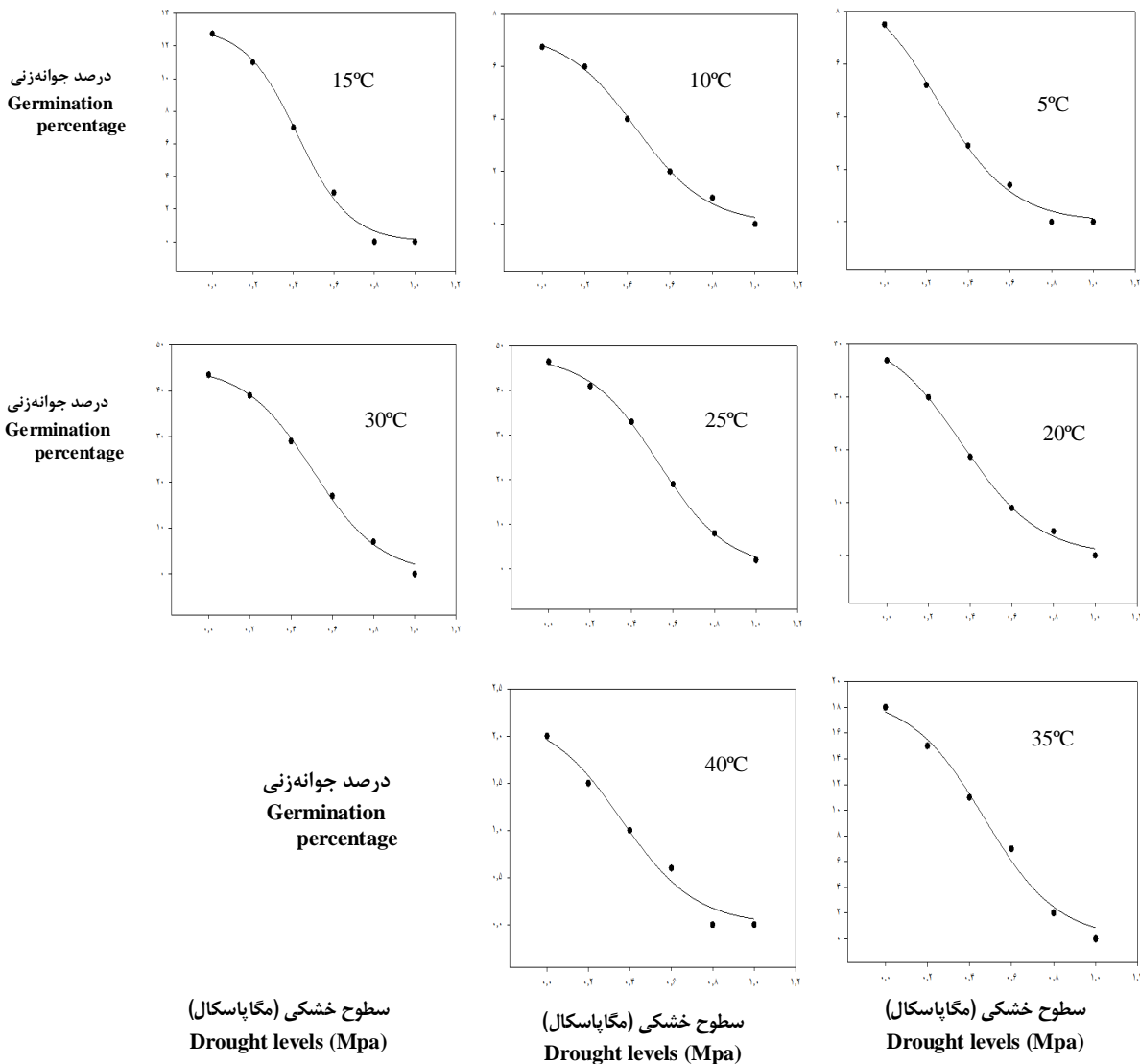
سحل 2- برازس مدل رگرسیون سیگموئیدی به داده‌های درصد جوانه‌زنی تاج خروس خزنده در دماهای مختلف

Figure 2- Sigmodal regression model fitted to germination percentage of slender amaranth

مگاپاسکال 50 درصد کاهش یافت (جدول 4). تنش خشکی ممکن است جوانه‌زنی را به تأخیر اندازد، کاهش دهد و یا به طور کامل از آن جلوگیری کند (29). کاهش درصد جوانه‌زنی در پی افزایش غلظت پتانسیل اسمزی محیط کشت در بذور گیاهان مختلف توسط محققان دیگر نیز گزارش شده است (6، 10 و 4). رابطه بین پتانسیل آب و سرعت جوانه‌زنی خطی است و با افزایش پتانسیل آب سرعت جوانه‌زنی افزایش می‌یابد (Bradford and Still, 2004).

در سطح خشکی 1- مگاپاسکال بیشترین درصد جوانه‌زنی (9/25) در دمای 30 درجه سانتی‌گراد مشاهده شد که نشان‌دهنده تحمل بالای تنش خشکی در این گونه است (شکل 2).

در تاج خروس خزنده در تمام تیمارهای دمایی با افزایش پتانسیل اسمزی و کاهش دسترسی به آب درصد جوانه‌زنی کاهش یافت (شکل 2). منحنی سیگموئیدی سه پارامتره به خوبی به داده‌ها برازش داده شد. مقادیر پارامترها و سطح معنی‌داری آنها و مقدار ضریب تبیین در جدول 4 نشان داده شده است. در دمای 5، 10، 15، 20، 25، 30، 35، 40 و 45 درجه سانتی‌گراد مقادیر  $x_{50}$  به ترتیب 0/36، 0/59، 0/59، 0/58، 0/62، 0/64، 0/63، 0/24 و 0/32 مگاپاسکال بود. با افزایش دما و نزدیک شدن آن به دمای بهینه جوانه‌زنی این شاخص افزایش یافته که نشان می‌دهد تاج خروس خزنده در دمای اپتیمم جوانه‌زنی بهتر می‌تواند تنش خشکی را تحمل کند ولی با افزایش بیشتر دما این شاخص کاهش یافت به طوری که در دمای 45 درجه سانتی‌گراد درصد جوانه‌زنی در پتانسیل -0/32



شکل 3- برازش مدل رگرسیونی سیگموئیدی به داده‌های درصد جوانه‌زنی تاج خروس خوابیده در دماهای مختلف  
 Figure 3- Sigmoidal regression model fitted to germination percentage of prostrate pigweed

تیمارهای دمایی در علف هرز تاج خروس خوابیده نیز مشاهده شد با این تفاوت که شیب کاهش درصد جوانه‌زنی در آن بیشتر بود (شکل 3 و جدول 5). طبق گزارش ژو و همکاران (47) با افزایش پتانسیل آب کاهش چشمگیری در سرعت و درصد جوانه‌زنی به وجود می‌آید. مقادیر X50 به دست آمده در دمای 5، 10، 15، 20، 25، 30، 35 و 40 درجه سانتی‌گراد در تاج خروس خوابیده به ترتیب 0/43، 0/25 و 0/41، 0/36، 0/52، 0/50، 0/46 و 0/36 مگاپاسکال بود (جدول 5).

راشد محصل و همکاران (40) اظهار کردند که کاهوی وحشی<sup>1</sup> در شرایط رطوبتی مطلوب درصد جوانه‌زنی بالایی داشت اما درصد جوانه‌زنی با کاهش آب قابل دسترس و افزایش پتانسیل آب به بالاتر از 0/5 مگاپاسکال کاهش یافت. کاهش درصد جوانه‌زنی در اثر افزایش پتانسیل اسمزی در همه

1- *Lactuca serriola*

در دمای 25 درجه سانتی‌گراد در پتانسیل 0/52- مگاپاسکال درصد جوانه‌زنی 50 درصد کاهش یافته است. این درحالی است که در همین دما درصد جوانه‌زنی تاج خروس خزنده در پتانسیل اسمزی 0/62- مگاپاسکال 50 درصد کاهش یافت (جدول 4 و 5).

جدول 5- پارامترهای مدل رگرسیون سیگموئیدی برازش داده شده به داده‌های درصد جوانه‌زنی تاج خروس خوابیده  
Table 5- Parameters of sigmoidal model fitted to germination percentage of prostrate pigweed

تاج خروس خوابیده				
دما (سانتی‌گراد)	پارامترهای مدل	مقدار	خطا استاندارد	سطح احتمال
Temperature	Parameters of model	Value	Standard error	Probability level
5	a	9.2418	1.2198	0.0048
	b	-0.1781	0.0304	0.0099
	x <sub>50</sub>	0.2542	0.0615	0.0257
	R <sup>2</sup> adjusted	0.9902	-	-
10	a	7.3041	0.379	0.0003
	b	-0.1684	0.0193	0.0032
	x <sub>50</sub>	0.4398	0.028	0.0006
	R <sup>2</sup> adjusted	0.9937	-	-
15	a	13.1612	0.6337	0.0002
	b	-0.1298	0.0174	0.005
	x <sub>50</sub>	0.4192	0.0228	0.0003
	R <sup>2</sup> adjusted	0.9930	-	-
20	a	42.3391	2.5247	0.0005
	b	-0.1849	0.0184	0.0021
	x <sub>50</sub>	0.3605	0.0314	0.0014
	R <sup>2</sup> adjusted	0.9957	-	-
25	a	47.8699	1.0741	<0.0001
	b	-0.1676	0.0099	0.0004
	x <sub>50</sub>	0.5281	0.0131	<0.0001
	R <sup>2</sup> adjusted	0.9981	-	-
30	a	45.2624	1.9612	0.0002
	b	-0.1648	0.0183	0.0029
	x <sub>50</sub>	0.5048	0.0246	0.0003
	R <sup>2</sup> adjusted	0.9937	-	-
35	a	18.8387	1.484	0.0011
	b	-0.1758	0.0311	0.0109
	x <sub>50</sub>	0.4692	0.0445	0.0018
	R <sup>2</sup> adjusted	0.9848	-	-
40	a	2.2222	0.3612	0.0086
	b	-0.1791	0.0501	0.0375
	x <sub>50</sub>	0.36	0.0839	0.0233
	R <sup>2</sup> adjusted	0.9687	-	-

گیاه با افزایش پتانسیل آب جوانه‌زنی به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد.

### نتیجه‌گیری کلی

توانایی پیش‌بینی درصد جوانه‌زنی در هر دما و پتانسیل آبی در مدیریت علف‌های هرز کاربردهایی دارد. در مدیریت علف‌های هرز پیش‌بینی زمان سبز شدن گیاهچه در توسعه مدل‌های شبیه‌سازی که مکمل سیستم‌های مدیریت تلفیقی علف‌های هرز<sup>3</sup> هستند، بسیار حیاتی است. همچنین آگاهی از جوانه‌زنی و سبز شدن علف‌های هرز

سا و همکاران (36) بیان کردند که در تنش خشکی فعالیت‌های متابولیکی بذر که برای جوانه‌زنی لازم است به صورت کامل انجام نمی‌شود، بنابراین آنزیم‌ها تجزیه شده یا غیر فعال می‌شوند. به طور کلی مقادیر x<sub>50</sub> به دست آمده برای تاج خروس خوابیده نسبت به تاج خروس خزنده کمتر بود که نشان می‌دهد تاج خروس خوابیده کمتر تنش خشکی را تحمل می‌کند. بویدووناگر (9) پتانسیل‌های اسمزی 0/01-، 0/5- و 1- مگاپاسکال را بر جوانه‌زنی کلزا<sup>1</sup> و یولاف وحشی<sup>2</sup> مورد ارزیابی قرار دادند و نتیجه گرفتند که در هر دو

1- *Brassica napus* L.

2- *Avena fatua* L.

3- IWM



مگاپاسکال توانست 9/25 درصد جوانه زند ولی در این پتانسیل تاج خروس خوابیده جوانه نزدیکه نشان دهنده تحمل بالاتر تنش خشکی توسط تاج خروس خزنده بود. با توجه به داده‌های به دست آمده هر دو گونه در اقلیم‌های نیمه گرم و گرم می‌توانند جوانه زنند. تحمل هر دو گونه نسبت به تنش خشکی بالا بود اما به توجه به داده‌های به دست آمده تاج خروس خزنده تحمل بالاتری داشته و بنابراین پتانسیل تهاجم بالاتری به مناطق جدید دارد.

به پیش‌بینی پتانسیل پراکنش به مکان‌های جدید کمک می‌کند (15). نتایج این تحقیق نشان داد هر دو گونه توانستند از دمای 5 درجه سانتی‌گراد شروع به جوانه‌زنی کنند که این جوانه‌زنی در دماهای 45 و 40 درجه سانتی‌گراد به ترتیب در تاج خروس خزنده و خوابیده متوقف شد. درصد جوانه‌زنی در همه تیمارهای دمایی در تاج خروس خزنده بالاتر بود اما دماهای کاردینال دو گونه تاج خروس خزنده و خوابیده نسبتاً مشابه بود. مقادیر  $X_{50}$  به دست آمده در کلیه تیمارهای دمایی در تاج خروس خزنده بیشتر بود. تاج خروس خزنده در پتانسیل 1-

## منابع

- 1- Alex J.F. 1964. Weeds of tomato and corn fields in two regions of Ontario. *Weed Research*, 4: 308–318.
- 2- Abid M., Salim M., Bano A., Asim M., and Hadees M. 2011. Physiology and productivity of rice crop influenced by drought stress induced at different developmental stages. *African Journal of Biotechnology*, 10: 5121-5136.
- 3- Alam A., Juraimi A.S., Rafii M.Y., Abdul Hamid A., and Aslani F. 2014. Screening of purslane (*Portulaca oleracea* L.) accessions for high salt tolerance. *Scientific World Journal*, 1-13.
- 4- Amayun M., Khan S.A., Shinwari Z.K., Khan A., Ahmad N., and Lee I.J. 2010. Effect of polyethylene glycol induced drought stress on physio-hormonal attributes of soybean. *Pakistan Journal of Botany*, 42: 977-986.
- 5- Ashraf M. 2010. Inducing drought tolerance in plants: Recent advances. *Biotechnology Advances*, 28: 199-238.
- 6- Ashraf M., and Harris P.J.C. 2004. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Journal of Plant Science*, 166: 3–16.
- 7- 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. (In Persian with English abstract).
- 8- Bouaziz A., and Hicks D. 1990. Consumption of wheat seed reserves during germination and early growth as affected by soil water potential. *Plant and Soil*, 128: 161-165.
- 9- Boyd N., and Van Acker R. 2004. Seed germination of common weed species as affected by Oxygen concentration, light, and osmotic potential. *Weed Science*, 52: 589–596.
- 10- Chachalis D., and Reddy K.N. 2000. Factors affecting *Campsi sradicans* seed germination and seedling emergence. *Weed Science*, 48: 212–216.
- 11- Chejara V.K., Kristiansen P., Whalley R.D.B., Sindel B.M., and Nadolny C. 2008. Factors affecting germination of Coolatai grass (*Hyparrhenia hirta*). *Weed Science*, 56:543–548.
- 12- Chauhan B., Gill S.G., and Preston C. 2006. Factors affecting seed germination of annual sowthistle (*Sonchus oleraceus*) in southern Australia. *Weed Science*, 54: 854-860.
- 13- Dorado J., Del Monte J.P., and López-Fando C. 1999. Weed seed bank response to crop rotation and tillage in semiarid agroecosystems. *Weed Science*, 47: 67–73.
- 14- Garcia-huidobro J., Monteith J.L., and Squire G.R. 1982. Time, temperature and germination of pearl millet (*Pennisetumthy phoides* S. and H.) I. constant temperature. *Journal of Experimental Botany*, 33: 288–296.
- 15- Ghersa C., Benech-Arnold R., Satorre E., and Martinez-Ghersa M. 2000. Advances in weed management strategies. *Field Crops Research*, 67: 95-104.
- 16- Ghorbani R., Seel W., and Leifert C. 1999. Effects of environmental factors on germination and emergence of *Amaranthus retroflexus*. *Weed Science*, 47: 505–510.
- 17- Guillemain J.P., Reibel C., and Granger S. 2008. Evaluation of base temperature of several weed species. p. 274 In B. E. Valverde (ed.) Proceedings of the 5<sup>th</sup> International weed science congress, 23-27 June, 2008. International weed science society, Vancouver, Canada.
- 18- Hanf M. 1983. The arable weeds of Europe with their seedlings and seeds. BASF United Kingdom Limited, Suffolk, UK.494 pp.
- 19- He L., Jia X., Gao Z., and Li R. 2011. Genotype-dependent responses of wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings to drought, UV-B radiation and their combined stresses. *African Journal of Biotechnology*, 10: 4046-4056.
- 20- Jeffrey D.W., Timothy C.M., and John T.R. 1987. Solution volume and seed number: often overlooked factors in allelopathic bioassays. *Journal of Chemical Ecology*, 13: 1424–1426.
- 21- Kaya M.D., Okcu G., Atak M., Cikili Y., and Kolsarici O. 2006. Seed treatment to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annus* L.). *European Journal of Agronomy*, 24: 291-295.
- 22- Li Z., Bian M., Wu Z., Zhang X., Yang Q., and Huang C. 2011. Isolation and drought-tolerant function analysis of ZmPti1-1, a homologue to Pti1, from maize (*Zea mays* L.). *African Journal of Biotechnology*, 10: 5327-5336.
- 23- Lu P., Sang W., and Ma K. 2006. Effects of environmental factors on germination and emergence of Crofton weed

- (*Eupatorium adenophorum*). Weed Science, 54: 452–457.
- 24- Kazerunimonfared A., Rezvani Moghadam P., Nasiri Mahalati M., and Tokasi S. 2012. Investigation on the cardinal temperatures for germination of *Solanum nigrum*. In proceeding of 4<sup>th</sup> Iranian Weed Science Congress, 6-7 February. 2004, Ahvaz, Iran. pp: 122. (In Persian with English abstract)
- 25- Martin J. 1943. Germination studies of the seeds of some common weeds. Iowa Academic Science Proceeding, 50: 221–228.
- 26- Michel B.E., and Kaufmann M.R. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. Plant Physiology, 51: 914–916.
- 27- Nerson H. 2007. Seed production and germinability of cucurbit crops. Seed Science Biotechnology, 1: 1-10.
- 28- Nezamabadi N., Rahimian Mashhadi H., Zand E., and Alizadeh H.M. 2005. Effect of desiccation, NaCl and polyethylen glycol induced water potentials on sprouting of *Glycyrrhiza glabra* rhizome buds. Iranian Journal of Weed Science, 1: 41-50. (In Persian with English abstract)
- 29- Oliveria M.J., and Norsworthy J.K. 2006. Pitted morning glory (*Ipomoea lacunosa*) germination and Emergence as affected by environmental factors and Seeding depth. Weed Science, 54: 910–916.
- 30- Page E.R., Gallagher R.S., Kemanian A.R., Zhang H., and Fuerst E.P. 2006. Modeling site-specific wild oat (*Avena fatua*) emergence across a variable landscape. Weed Science, 54: 838-846.
- 31- Phartyal S.S., Thapial R.C., Nayal J.S., Rawat M.M.S., and Joshi G. 2003. The influence of temperatures on seed germination rate in Himalaya elm (*Ulmus wallichiana*). Seed Science and Technology, 25: 419-426.
- 32- Qasem J.R. 1992. Pigweed (*Amaranthus* spp.) interference intransplanted tomato (*Lycopersicon esculentum*). Journal of Horticulture Science, 67:421–427.
- 33- Ramagopal S. 1990. Inhibition of seed germination by salt and its subsequent effect on embryonic protein synthesis in barley. Journal of Plant Physiology, 136: 621-625.
- 34- Ray J., Creamer R., Schroeder J., and Murray L. 2005. Moisture and Temperature requirements for London rocket (*Sisymbrium irio*) emergence. Weed Science, 53: 187–192.
- 35- Saavedra M., and Pastor M. 1996. Weed populations in olivegroves under non-tillage and conditions of rapid degradation of simazine. Weed Research, 36: 1–14.
- 36- Sah V.K., Chaturvedi O.P., and Saxena A.K. 1989. Effects of water stress, pH, temperature, and light on seed germination of four pine species. Proceeding Indian Natural Science Academic, 55: 73-74.
- 37- Santelmann P.W., and Evetts L. 1971. Germination and herbicide susceptibility of six pigweed species. Weed Science, 19: 51–54.
- 38- Shimi P., and Termeh F. 1994. Weeds of Iran. Plant Pest and Diseases Research Institute. 112 p.
- 39- Steinmaus S.J., Prather T.S., and Holt J.S. 2000. Estimation of base temperatures for nine weed species. Journal of Experimental Botany, 51:275–286.
- 40- Rashed Mohasel L.H., Kazerooni Monfared E., and Alebrahim M.T. 2012. Effects of some environment factors on wild lettuce (*Lactuca serriola*) germination. Journal of Plant Protection, 25: 341-350. (In Persian with English abstract)
- 41- Tabrizi L., NasiriMahallati M., and Koocheki A. 2004. Investigation on the cardinal temperature for germination on *Plantago ovata* and *Plantago psyllium*. Journal of Iranian Field Crops Research, 2: 143-150. (In Persian with English abstract)
- 42- Vizantinopoulos S., and Katranis N. 1994. Integrated weed control management in soybeans (*Glycine max*) in Greece. Weed Technology, 8: 541–546.
- 43- Vizantinopoulos S., and Katranis N. 1998. Weed management of *Amaranthus* spp. in corn (*Zea mays*). Weed Technology, 12:145–150.
- 44- Wise A.M., Rey T.L., Prostko E.P., Vencill W.K., and Webster T.M. 2009. Establishing the geographical distribution and level of acetolactate synthase resistance in Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) accessions in Georgia. Weed Technology, 23: 200-214.
- 45- Zeinali E., Soltani A., Galeshi S., and Sadati S.J. 2010. Cardinal temperatures, response to temperature and range of thermal tolerance for seed germination in wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. Journal of Plant Production, 3(3): 23-42.
- 46- Zhou J., Deckard E.L., and Ahrens W.H. 2005. Factors affecting germination of hairy nightshade (*Solanum sarrachoides*) seeds. Weed Science, 53: 41–45.
- 47- Zhu J., Kang H., Tan H., and Xu M. 2006. Effects of drought stresses induced by polyethylene glycol on germination of *Pinus sylvestris* var. *Mongolia* seeds from natural and plantation forests on sandy land. Journal of Forest Research, 11: 319–328.