مجله پژوهش علف‌های هرز
جلد ۹، شماره ۲، ۱۳۹٦
صفحات ۱۳-۱

پیش‌بینی جوانه‌زنی بذر علف هرز ارینجیوم آبی (*Eryngium caeruleum*) با کمک مدل هیدروترمال‌تایم

Germination modeling of *Eryngium caeruleum* seeds with hydro thermal time model

محمد لطفی اصل گیگلو[۱]، مصطفی اویسی[۲*]، حمید رحیمیان مشهدی[۳]، بهناز پور مراد کلیبر[۴] و محمدحسین نعیمی[۵]

چکیده

این آزمایش با هدف بررسی اثر دما و رطوبت بر جوانه‌زنی بذر علف‌هرز ارینجیوم آبی (*Eryngium caeruleum*) به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در آزمایشگاه علوم علف‌های هرز پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران انجام شد. فاکتورهای آزمایشی شامل هفت سطح دمایی (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد) و هفت سطح رطوبتی (۰ ،۲- ،٤-، ٦-، ۸- ،۱۰- و ۱۲- بار) بودند و از مدل هیدروترمال تایم بردفورد برای توصیف جوانه‌زنی ارینجیوم آبی استفاده شد. پارامترهای جوانه‌زنی شامل دمای پایه (Tb)، دمای مطلوب (To)، حداقل رطوبت لازم برای آغاز جوانه‌زنی (Wpb)، ضریب کاهشی (b) و انحراف معیار (Sigma) تحت تأثیر سطوح مختلف دما و رطوبت با استفاده از مدل هیدروترمال تایم به ترتیب ۲/۳۹، ۲۳/۵۲، ۰/۹۳-، ۰/۱۳ و ۰/۳٤ به دست آمدند. همچنین نتایج آزمایش نشان داد که سرعت و درصد جوانه‌زنی در دمای پایه تا پتانسیل ٤- بار افزایش یافت و در دمای اپتیمم این خصوصیات جوانه‌زنی به بیشترین مقدار خود رسید. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش می‌توان گفت که بذرهای گیاه ارینجیوم آبی در دماهای خیلی پایین و خیلی بالا به تنش خشکی مقاومت نداشته و در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد بیشترین مقاومت را از خود نشان می‌دهند.

واژه‌های کلیدی: پارامترهای جوانه‌زنی، پلی‌اتیلن‌گلایکول، تنش خشکی، دمای پایه.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۱/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۶/۱۶

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، رشته شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز- گروه زرعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج.
۲- دانشیار، بیولوژی و مدل‌سازی علف‌های هرز- گروه زرعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج.
۳- استاد، اکوفیزیولوژی علف‌های هرز- گروه زرعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج.
۴- دانشجوی دکتری، رشته علوم علف‌های هرز- گروه زرعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج.
۵- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، رشته زراعت- گروه زرعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج.
*- نویسنده مسئول E- mail: moveisi@ut.ac.ir

مقدمه

اریتجیوم آبی با نام علمی *Eryngium caeruleum* از جمله گیاهان چندساله و از تیره چتریان (Apiaceae) است (Mozumder and Hossain, 2013). که جزو علف‌های هرز مزارع، حاشیه مزارع و کنار جاده‌ها محسوب می‌شود. اگرچه در برخی مناطق برگ‌های آن مصرف خوراکی دارد ولی در مراحل پیشرفت رشد این گیاه به‌عنوان علف‌هرز مطرح بوده و ضمن رقابت با محصولات زراعی، با توجه به ساقه‌های چوبی و گل‌های تیغ‌دار مشکلاتی را در برداشت ایجاد کرده و خسارت زیادی به محصولات زمستانه و مزارع صیفی‌جات وارد می‌نماید. با این وجود اطلاعات زیادی در ارتباط با واکنش جوانه‌زنی آن به دما، پتانسیل آب، دماهای کاردینال و دیگر پارامترهای جوانه‌زنی وجود ندارد. جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه از مراحل بحرانی و مهم در چرخه زندگی گیاهان است (Windauer *et al*., 2007). جوانه‌زنی یک فرآیند فیزیولوژیک پیچیده است که تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و محیطی قرار می‌گیرد (Foley and Fennimore, 1998; Meyer and Pendleton, 2000). دما یکی از عواملی است که از طریق تنظیم خواب بر ظرفیت جوانه‌زنی و همچنین بر سرعت جوانه‌زنی بذرهای بدون خواب تأثیر می‌گذارد (Kebreab and Murdoch, 2000). دما و رطوبت می‌توانند با هم یا به‌طور جداگانه بر درصد و سرعت جوانه‌زنی اثر بگذارند (Baskin and Baskin, 2001). گیاهان دارای سه دمای کاردینال شامل دمای پایه یا حداقل، دمای مطلوب و دمای حداکثر یا سقف برای جوانه‌زنی هستند. دماهای پایه و حداکثر دماهایی هستند که به ترتیب در دماهای پایین‌تر و بالاتر از آن دماها، جوانه‌زنی متوقف می‌شود و دمای مطلوب، دمایی است که در آن مراحل جوانه‌زنی در کوتاه‌ترین زمان ممکن اتفاق بیفتد، یعنی سرعت جوانه‌زنی در حداکثر است (Alvarado and Bradford, 2002). بنابراین، بذرها در یک دامنه دمایی تعریف‌شده جوانه می‌زنند و سرعت جوانه‌زنی به دما وابسته است. سرعت جوانه‌زنی با افزایش دما تا دمای مطلوب جوانه‌زنی، افزایش و بعدازآن کاهش می‌یابد (Akram-Ghaderi, 2008). دلایل مختلفی برای کاهش سرعت جوانه‌زنی در دماهای بالاتر از مطلوب ارائه‌شده است. برادفورد پیشنهاد داد که در دماهای بالاتر از مطلوب، تاخوردگی پروتئین‌ها، اختلال در غشاءها و اثرات متقابل با خشکی وجود دارد (Bradford, 2002). مکانیسم‌های ممکن دیگر دخیل در کاهش جوانه‌زنی به کاهش کارایی متابولیکی در دماهای بالاتر از مطلوب بر می‌گردد (Thygerson *et al*., 2002).

علاوه بر دما، پتانسیل آب خاک نیز یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی است که بر جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه تأثیر می‌گذارد (Anda and Pinter, 1994). توانایی جوانه‌زنی بذرها در شرایط رطوبتی متفاوت، شانس استقرار بیشتر گیاه و تراکم بالاتر را در پی دارد، که می‌تواند به افزایش خسارت در مورد علف‌های هرز منجر شود (Balbaki *et al*., 1999). به‌طور معمول درصد جوانه‌زنی با بهبود قابلیت دسترسی به آب به‌صورت خطی افزایش می‌یابد و سرعت جوانه‌زنی با کاهش پتانسیل آب کاهش می‌یابد (Grundy *et al*., 2000).

در مورد اثرات تنش خشکی بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه و همچنین عملکرد در گیاهان مختلف گزارش‌هایی وجود دارد (Hucl, 1993; Balbaki *et al*., 1999; Rosalind *et al*., 1994). همچنین Hucl, 1993 گزارش کرد که سرعت و درصد جوانه‌زنی لوبیا (Common bean) با افزایش تنش خشکی کاهش می‌یابد که درصد کاهش سرعت جوانه‌زنی نسبت به درصد جوانه‌زنی بیشتر بود.

امروزه محققین برای پیش‌بینی صحیح جوانه‌زنی و سبز شدن گیاهان از مدل‌های جوانه‌زنی بهره می‌برند. مدل‌های ریاضی که پاسخ جوانه‌زنی به شرایط آبی را پیش‌بینی می‌کنند در حال گسترش هستند. یکی از این مدل‌ها که جوانه‌زنی بذور را تحت تأثیر دما و رطوبت متغیر توصیف می‌کند مدل هیدروترمال‌تایم است که برهمکنش دما و رطوبت بر سرعت جوانه‌زنی بذرها را در طول زمان پیش‌بینی می‌نماید (Bradford, 2002).

در این مدل دمای پایه جوانه‌زنی در جمعیت ثابت و روند افزایش جوانه‌زنی تحت تأثیر افزایش دما دارای توزیع نرمال است. همچنین با افزایش دما بعد از دمای اپتیمم، جوانه‌زنی با روند ثابتی در جمعیت کاهش می‌یابد اما دمای سقف جوانه‌زنی در جامعه از توزیع نرمال برخوردار است. همچنین پتانسیل پایه رطوبتی برای

جوانه‌زنی در جامعه از توزیع نرمال برخوردار است (Alvardo and Bradford, 2002).

این پژوهش برای نخستین بار بر روی جوانه‌زنی گیاه چوچاق صورت گرفته و پارامترهای جوانه‌زنی این گیاه تحت تأثیر دما و رطوبت متغیر محیط با کمک مدل هیدروترمال‌تایم برادفورد تعیین گردیده است. پیش‌بینی این پارامترها اطلاعات مهمی در زمینه زمان جوانه‌زنی و سبز شدن این گیاه را در شرایط متغیر محیطی فراهم می‌آورد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر دما و رطوبت بر جوانه‌زنی بذور علف‌هرز ارینجیوم آبی، آزمایشی در آزمایشگاه علوم علف‌های هرز پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج انجام شد. در این پژوهش، بذرهای گیاه ارینجیوم در آذرماه ۱۳۹۴ از رویشگاه‌های آن‌ها که عمدتاً شمال کشور است از شهرهای تنکابن و قائم‌شهر جمع‌آوری شدند. بذرهای علف‌هرز ارینجیوم با دست از گل‌آذینشان خارج و برای انجام آزمایش آماده شدند و تا زمان اجرای آزمایش در داخل نایلون پلاستیکی در بسته در دمای اتاق نگهداری شدند. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. فاکتورها شامل دما در هفت سطح (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد) و پتانسیل آب در هفت سطح (۰، ۲-، ۴-، ۶-، ۸-، ۱۰- و ۱۲- بار) بودند. فاکتور دما توسط انکوباتور با دقت ۰/۵ درجه سانتی‌گراد تأمین گردید. پتانسیل‌های آب با استفاده از پلی‌اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ (PEG 6000) و بر اساس معادله (۱) تهیه شدند (Michel, 1983).

معادله (۱) $\psi=1.29[PEG]^{2}\ T-140[PEG]^{2}\ -4[PEG]$

که ψ، پتانسیل اسمزی موردنظر؛ T، دما و PEG ، مقدار پلی‌اتیلن گلایکول موردنیاز می‌باشند.

قبل از اعمال تیمارها درصد جوانه‌زنی بذرها بیش از ۸۰ درصد تعیین گردید که حاکی از عدم خواب فیزیولوژیک در بذرها بود. در هر پتری دیش با توجه به بزرگی بذرهای این گیاه، ۲۵ عدد بذر جهت جوانه‌زنی قرار گرفت. بذرها با قرار گرفتن در محلول هیپوکلریت سدیم ۵ درصد به مدت یک دقیقه ضدعفونی شده و پس از شستشو با آب مقطر بر روی یک لایه کاغذ صافی، داخل پتری دیش قرار داده شدند. کاغذ صافی مورد استفاده برای هر تیمار، قبلاً توسط محلول‌های پلی‌اتیلن گلایکول ۶۰۰۰، با پتانسیل‌های آب ۲-، ۴-، ۶-، ۸-، ۱۰- و ۱۲- بار خیسانده شده بودند و برای تیمار شاهد از آب مقطر استفاده شد. پتری دیش‌ها داخل ۷ انکوباتور با دماهای ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد به‌طور هم‌زمان قرار گرفتند. شمارش بذرهای جوانه‌زده هر روز یک‌بار صورت گرفت که طول مدت شمارش ۱۴ روز به طول انجامید. در هر بار بذرهای جوانه‌زده از محیط جوانه‌زنی خارج شدند. معیار جوانه‌زنی خروج ریشه‌چه به‌اندازه ۲ میلی‌متر یا بیشتر بود (Soltani *et al*., 2001). در طول آزمایش در صورت نیاز، به تیمارها آب مقطر (شاهد) یا محلول‌های تهیه‌شده به میزان ۵ میلی‌لیتر برای هر تکرار اضافه شد.

با استفاده از داده‌های به‌دست‌آمده از شمارش بذور جوانه‌زده در طی ۱۴ روز، درصد نهایی جوانه‌زنی و همچنین سرعت جوانه‌زنی محاسبه شدند. سرعت جوانه‌زنی از معادله زیر (معادله ۲) به‌دست‌آمده می‌آید (فرمول ماگویر) :

معادله (۲) $Vg = \sum \frac{Ni}{Di}$

که در این فرمول Vg سرعت جوانه‌زنی برحسب تعداد بذر در روز، Ni تعداد بذر جوانه‌زده در هر روز، و Di شماره‌ی آن روز می‌باشند. درصد جوانه‌زنی نیز با تقسیم تعداد بذرهای جوانه‌زده به کل تعداد بذرهای مورد استفاده ضرب در صد به دست آمد. آنالیز درصد و سرعت جوانه‌زنی تحت تأثیر دما و پتانسیل آب با استفاده از نرم‌افزار R انجام شد. با توجه به معنی‌دار شدن اثرات متقابل، برای آنالیز این اثرات از تجزیه رگرسیون استفاده شد. برای بررسی سرعت جوانه‌زنی در مقابل دما از مدل هیدروترمال‌تایم برادفورد (Bradford) در تیمار پتانسیل رطوبتی مختلف استفاده شد.

سرعت جوانه‌زنی را می‌توان بر اساس مدل هیدروترمال تایم به‌صورت زیر توصیف کرد (Bradford, 2002):

معادله (۳) $HTT = (\psi - \psi_{b(g)})(T\ T_b)t_g$

که در این رابطه HTT ثابت هیدروترمال تایم (مگاپاسکال بر درجه روز) است.

این مدل برهمکنش دما و رطوبت بر سرعت جوانه‌زنی بذرها را در طول زمان پیش‌بینی می‌نماید. که شامل پارامترهایی از جمله دمای پایه (Tb)، دمای اپتیمم (To)، دمای حداکثر (Tc)، ضریب کاهشی (b)، حداکثر پتانسیل رطوبتی (Wpb) و انحراف معیار است.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس آزمایش تنش خشکی در دماهای مختلف بر جوانه‌زنی علف‌هرز ارینجیوم نشان داد که تأثیر دما، تنش خشکی و اثر متقابل دما در تنش خشکی بر خصوصیات جوانه‌زنی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. اعمال تنش خشکی در دماهای مختلف و بررسی خصوصیات جوانه‌زنی به‌طورکلی نشان داد که با افزایش تنش خشکی در دماهای مختلف درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی کاهش یافتند.

جدول ۱- مقادیر عددی پارامترهای جوانه‌زنی بذر ارینجیوم محاسبه‌شده با استفاده از مدل هیدروترمال‌تایم برادفورد

Table 1- Germination parameters of *Eryngium caeruleum* seeds calculated by Bradford's hydrothermal time model

پارامترهای جوانه‌زنی Germination parameters	مقدار عددی Numerical value
Theta	2003.123
Tb	2.386679
To	23.51186
b	0.122674
Wb (mu<To)	-0.9299
Sigma	0.331967
R2	0.873531
RMSE	0.0019

پایین‌ترین سطح دمای مورد بررسی در این آزمایش ۵ درجه سانتی‌گراد بود که با توجه به نمودارهای نشان داده‌شده در شکل یک، جوانه‌زنی در بذرهای شاهد (بدون تنش) در این دما با افزایش زمان (ساعت) در ابتدا در حدود ۰/۳ درصد بود که با افزایش سطح تنش خشکی تا ۴- بار این درصد به کمتر از ۰/۲ کاهش یافت. و در نهایت با اعمال تنش‌های خشکی بالاتر از ۴- بار درصد جوانه‌زنی به حدود ۱۰۰ درصد کاهش پیدا کرد. به‌طورکلی با افزایش سطح تنش خشکی تا ۲- بار در این دما، تفاوت معنی‌داری از نظر درصد جوانه‌زنی مشاهده نشد ولی از پتانسیل رطوبتی ۶- بار تا ۱۲- بار درصد جوانه‌زنی در حدود ۱۰۰ درصد کاهش یافت. پس در کل با توجه به نتیجه به‌دست‌آمده در این دما می‌توان گفت که جوانه‌زنی بذرهای چوچاق مقاومت خوبی تا سطح تنش خشکی ۴- بار از خود نشان می‌دهند ولی با افزایش تنش خشکی تا ۱۲- بار هیچ‌گونه جوانه‌زنی ندارند.

در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد، در پتانسیل شاهد (بدون تنش) در ابتدا با افزایش زمان (ساعت) درصد جوانه‌زنی در حدود ۰/۴ بود ولی با افزایش سطح تنش خشکی تا سطح ۶- بار به حدود ۰/۱ درصد کاهش یافت. به این صورت که در سطح تنش‌های ۸- بار تا ۱۲- بار نیز درصد جوانه‌زنی رفته‌رفته کاهش‌یافته و به حدود ۱۰۰ درصد کاهش جوانه‌زنی رسید (شکل ۱).

در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد درصد جوانه‌زنی با افزایش سطح تنش خشکی از پتانسیل صفر تا ۴- بار تفاوت معنی‌داری نشان نداد. به عبارتی با افزایش زمان (ساعت)، جوانه‌زنی نسبت به دو دمای ۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد بهبود یافت و به حدود ۰/۸ درصد رسید ولی با افزایش سطح تنش خشکی به ۶- بار این درصد به حدود ۰/۳ رسید و در نهایت در سطوح ۸-، ۱۰- و ۱۲- بار به حدود صفر درصد کاهش پیدا کرد (شکل ۱). به عبارتی از سطح ۴- بار به بعد در این دما، بذر ارینجیوم توانایی جوانه‌زنی خود را از دست می‌دهد.

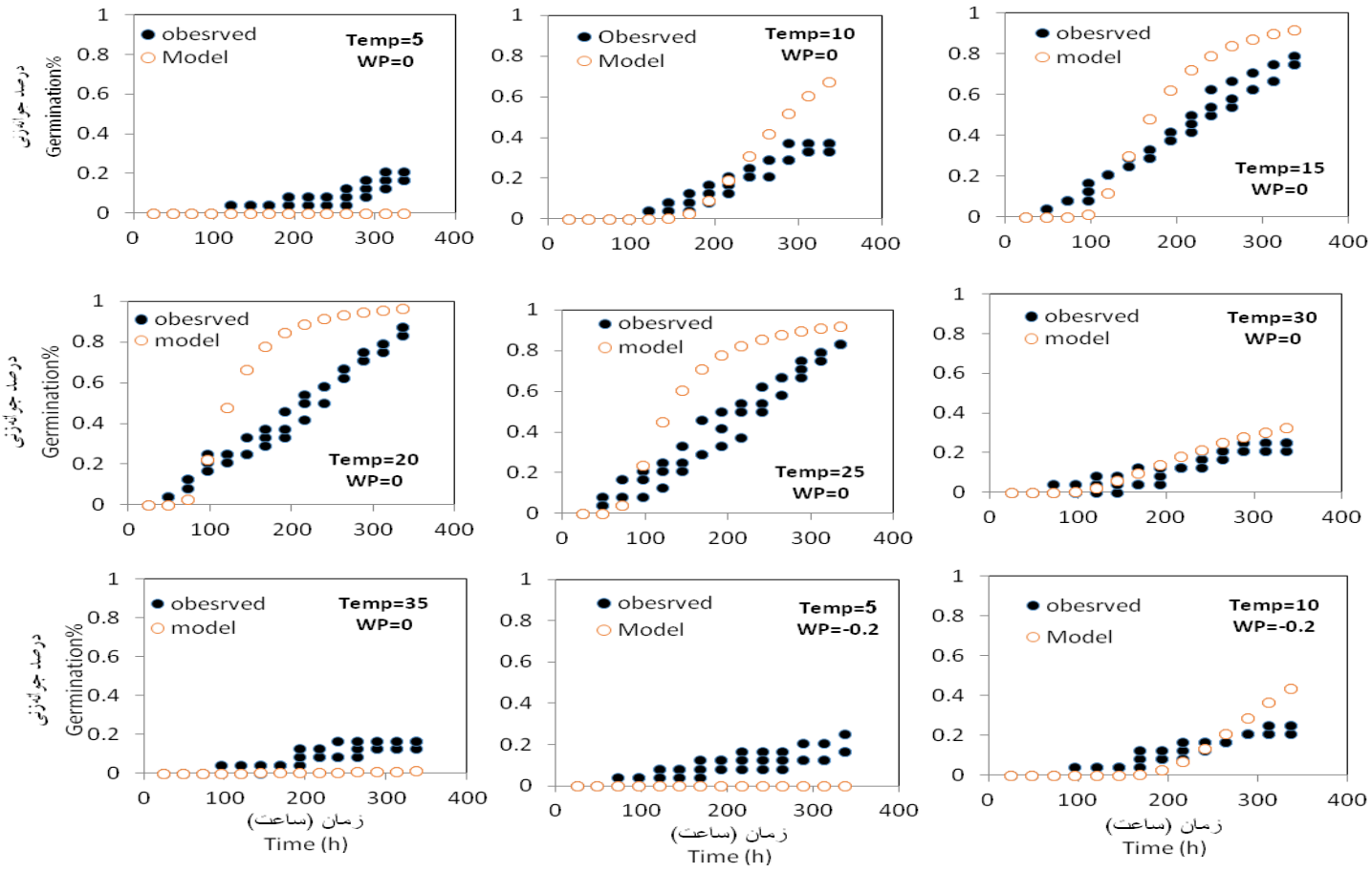
در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد، بیشترین درصد جوانه‌زنی نسبت به بقیه دماها تا سطح تنش خشکی ۴- بار مشاهده شد. به این صورت که با افزایش زمان (ساعت) درصد جوانه‌زنی در حدود ۰/۹ در شاهد (بدون تنش خشکی) افزایش پیدا کرد. درحالی‌که با افزایش سطح تنش خشکی تا پتانسیل ۴- بار این مقدار رفته‌رفته کاهش پیداکرده و به حدود ۰/۸ درصد رسید و در نهایت با اعمال تنش ۶- بار به حدود ۰/۴ درصد کاهش پیدا کرد. این درحالی‌که است که از سطح تنش ۶- بار به بعد تفاوت معنی‌داری از نظر درصد جوانه‌زنی مشاهده شد به‌گونه‌ای که درصد جوانه‌زنی در سطوح ۸-، ۱۰- و ۱۲- بار در حدود ۱۰۰ درصد کاهش پیدا کرد. همچنین به‌طورکلی با توجه به نتایج به‌دست‌آمده می‌توان گفت که در دمای

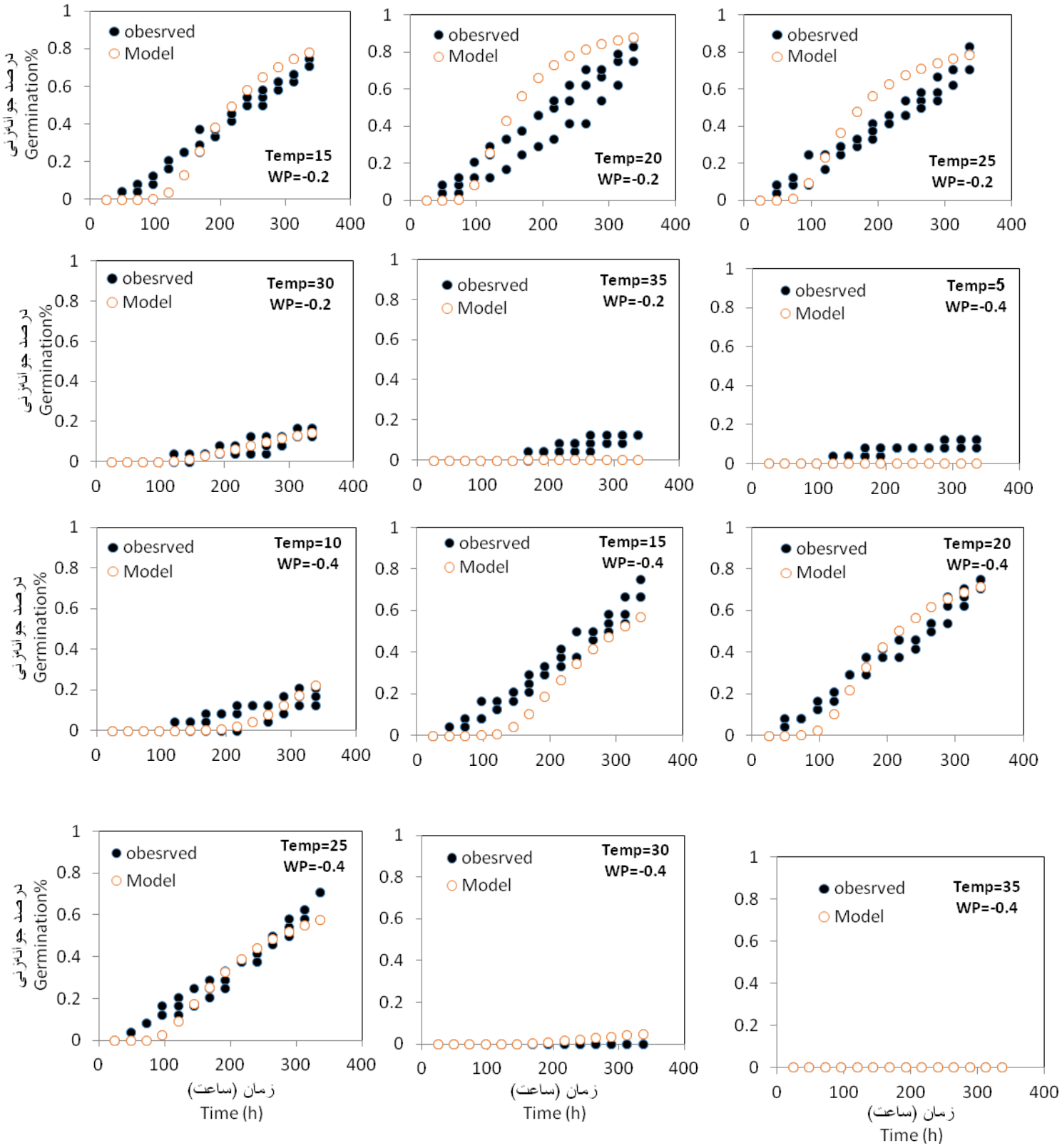
۲۰ درجه سانتی‌گراد بیشترین مقاومت به سطح تنش خشکی و بیشترین درصد جوانه‌زنی نسبت به بقیه دماها در این دما (۲۰ درجه سانتی‌گراد) به دست آمد (شکل ۱).

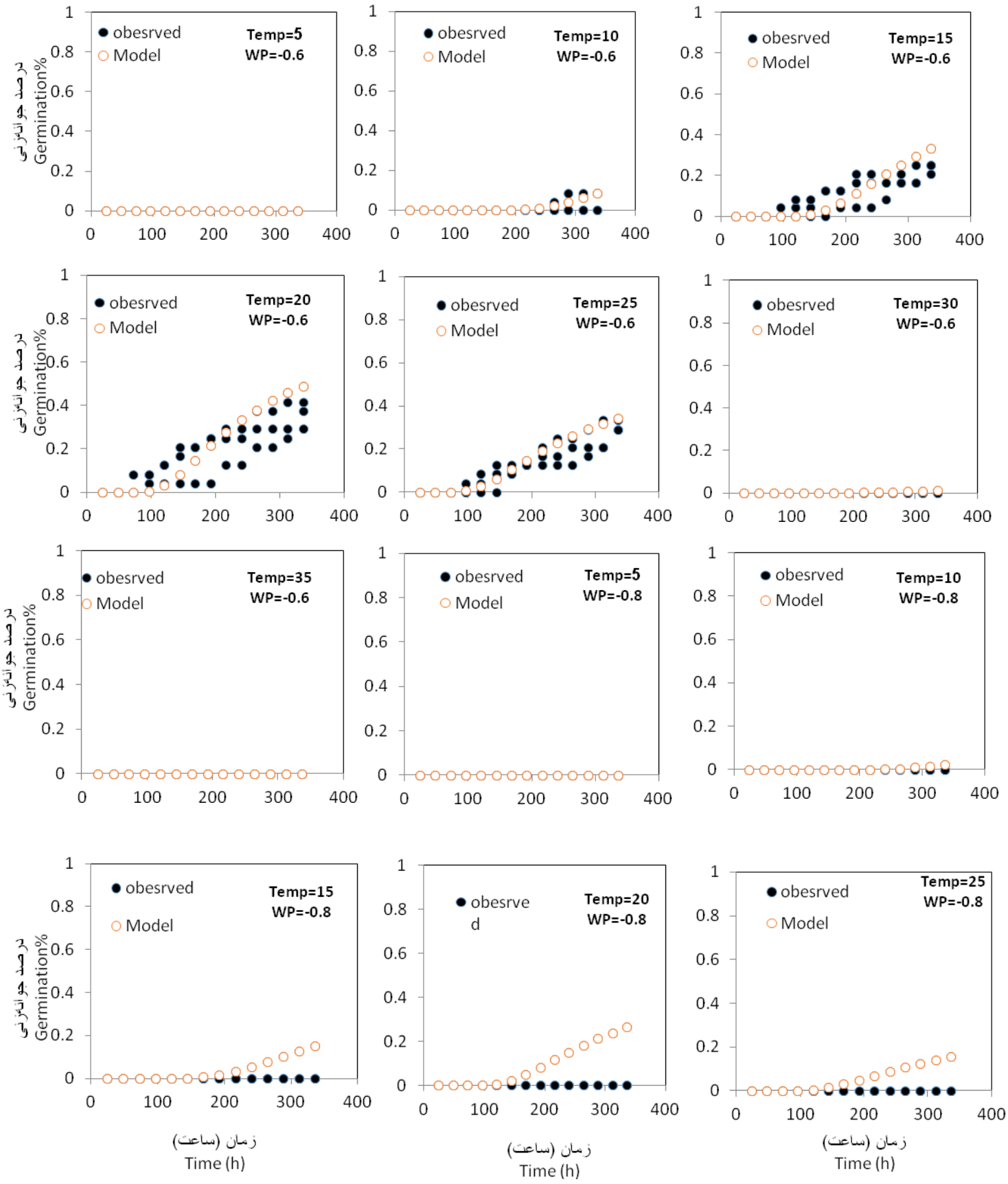
در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد نیز با افزایش زمان (ساعت) درصد جوانه‌زنی در شاهد (بدون تنش خشکی) و ۲- بار در حدود ۰/۸۳ بود و در این دو سطح تنش تفاوت آن‌چنان معنی‌داری مشاهده نشد با این تفاوت که مدل (نقاط) پیش‌بینی‌شده در ۲- بار کمتر از شاهد بود. ولی با افزایش تنش به ۴- بار این درصد به ۰/۸ درصد و در پتانسیل ۶- بار به حدود ۰/۳ درصد کاهش پیدا کرد. در نهایت با افزایش اعمال سطوح تنش خشکی به مقدارهای ۸-، ۱۰- و ۱۲- بار این درصد جوانه‌زنی در حدود ۱۰۰ درصد کاهش پیدا کرد و به صفر درصد رسید. (شکل ۱).

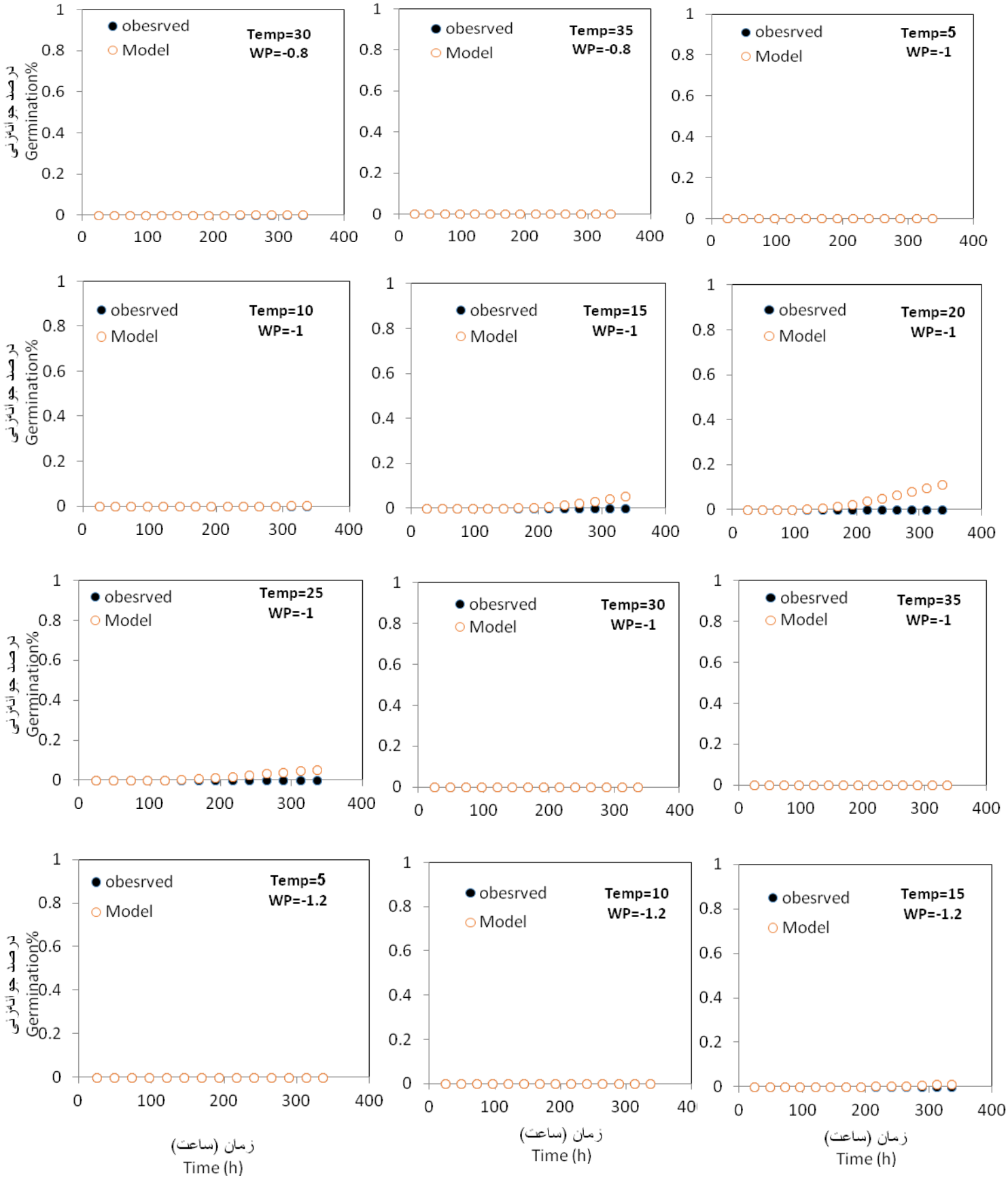
با افزایش دما تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد خصوصیات جوانه‌زنی بذر ارینجیوم از جمله درصد جوانه‌زنی با افزایش سطح تنش خشکی به‌شدت کاهش یافت و جوانه‌زنی در این دما در شرایط بدون تنش در حدود ۰/۲۳ درصد بود که نسبت به دمای ۲۰ درجه کاهش چشمگیری نشان داد. در شرایط تنش ۲- بار نیز درصد جوانه‌زنی با افزایش زمان (ساعت) به حدود ۰/۲ رسید. در نهایت با افزایش تنش خشکی از ۴- بار تا ۱۲- بار درصد جوانه‌زنی به‌صورت ۱۰۰ درصدی کاهش یافت. به‌طورکلی می‌توان گفت که در این دما هم خصوصیات جوانه‌زنی تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفتند.

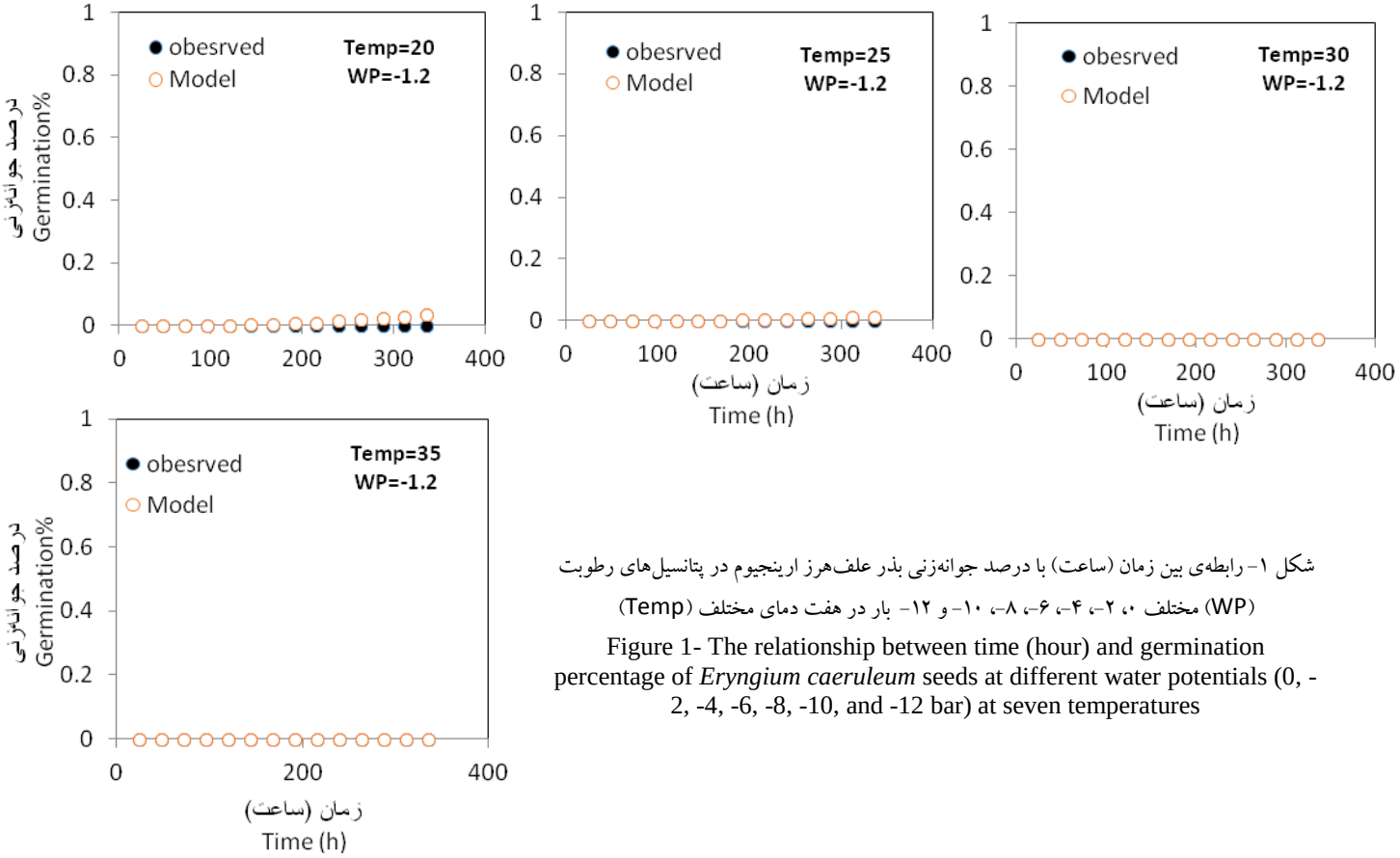
بالاترین سطح دمای مورد بررسی ۳۵ درجه سانتی‌گراد بود که در این دما جوانه‌زنی بذور ارینجیوم در کلیه سطوح تنش خشکی با کاهش بیشتری مواجه شد و جوانه‌زنی به ۰/۲ درصد در شرایط عدم تنش (شاهد) رسید و بین پتانسیل‌های یکسان خشکی تفاوت معنی‌داری در درصد جوانه‌زنی وجود داشت. همچنین در شرایط ۲- بار این درصد به حدود ۰/۱۸ کاهش یافت به‌گونه‌ای که در پتانسیل‌های ۴- بار تا ۱۲- بار، مشابه دمای ۳۰ درجه این روند کاهشی به ۱۰۰ درصد رسید که نشان‌دهنده‌ی کاهش مقاومت بذر ارینجیوم در این دما نسبت به دماهای پایین‌تر می‌باشد (شکل ۱).




obesrved
Model
Temp=15 WP=-0.2
Temp=20 WP=-0.2
Temp=25 WP=-0.2
Temp=30 WP=-0.2
Temp=35 WP=-0.2
Temp=5 WP=-0.4
Temp=10 WP=-0.4
Temp=15 WP=-0.4
Temp=20 WP=-0.4
Temp=25 WP=-0.4
Temp=30 WP=-0.4
Temp=35 WP=-0.4
درصد جوانه‌زنی
Germination%
زمان (ساعت)
Time (h)

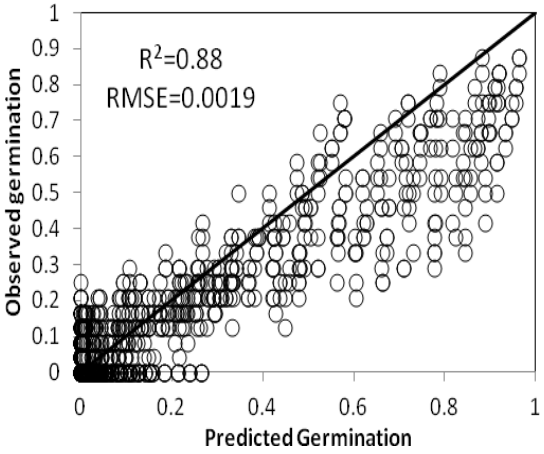

obesrved
Model
Temp=5
WP=-0.6
Temp=10
WP=-0.6
Temp=15
WP=-0.6
Temp=20
WP=-0.6
Temp=25
WP=-0.6
Temp=30
WP=-0.6
Temp=35
WP=-0.6
Temp=5
WP=-0.8
Temp=10
WP=-0.8
Temp=15
WP=-0.8
obesrve
d
Temp=20
WP=-0.8
Temp=25
WP=-0.8
درصد جوانه‌زنی
Germination%
زمان (ساعت)
Time (h)


obesrved
Model
Temp=30
WP=-0.8
Temp=35
WP=-0.8
Temp=5
WP=-1
Temp=10
WP=-1
Temp=15
WP=-1
Temp=20
WP=-1
Temp=25
WP=-1
Temp=30
WP=-1
Temp=35
WP=-1
Temp=5
WP=-1.2
Temp=10
WP=-1.2
Temp=15
WP=-1.2
درصد جوانه‌زنی
Germination%
زمان (ساعت)
Time (h)



شکل ۱- رابطه‌ی بین زمان (ساعت) با درصد جوانه‌زنی بذر علف‌هرز ارینجیوم در پتانسیل‌های رطوبت (WP) مختلف ۰، ۲-، ۴-، ۶-، ۸-، ۱۰- و ۱۲- بار در هفت دمای مختلف (Temp)

Figure 1- The relationship between time (hour) and germination percentage of *Eryngium caeruleum* seeds at different water potentials (0, -2, -4, -6, -8, -10, and -12 bar) at seven temperatures



شکل ۲- مدل پیش‌بینی‌شده جوانه‌زنی بذر علف هرز ارینجیوم

Figure 2- Predicted model of seed germination of *Eryngium caeruleum*

در این آزمایش تنش خشکی، مشخص شد که به‌طورکلی کاهش پتانسیل آب و خارج شدن از محدوده دمای بهینه باعث کاهش درصد جوانه‌زنی می‌شود. در حقیقت پلی‌اتیلن گلایکول با ایجاد تنش خشکی باعث کاهش هیدرولیز ماده غذایی آندوسپرم دانه و در نتیجه کاهش درصد جوانه‌زنی می‌شود (Farrokhi *et al.*, 2004). همچنین نتایج این آزمایش نشان داد که تحت تأثیر سطوح تنش خشکی با استفاده از پلی‌اتیلن گلایکول و در دماهای مختلف همه پارامترهای جوانه‌زنی کاهش یافتند و با افزایش دما از ۵ درجه تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد درصد جوانه‌زنی بهبود یافت و با افزایش دما از ۲۰ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد دوباره تحت تأثیر دما قرارگرفته و کاهش یافت.

نتایج دیگر محققان از جمله Akhondi *et al.*, 2004 و Kaboli and Sadeghi, 2001 بر روی گیاهان مرتعی این نتایج را تأیید می‌کند. همچنین تحقیق انجام‌شده توسط Eisavand *et al.*, 2008 بر روی اگروپایرون دراز (*Agropyron elongatum*) نشان داد که اعمال تنش خشکی ۱۰- بار در مرحله جوانه‌زنی به میزان زیادی خصوصیات جوانه‌زنی را کاهش می‌دهد. در حقیقت تنش خشکی با محدود کردن جذب آب توسط بذر، تأثیر بر حرکت و انتقال ذخایر بذر در هنگام جوانه‌زنی و یا با تأثیر

مستقیم بر ساختمان آلی و سنتز پروتئین جنین، جوانه‌زنی بذر را کاهش می‌دهد (Dodd and Danovan, 1999).

Hosseini and Rezvani Moghaddam, 2005 و Govahi *et al*., 2005 با بررسی سطوح مختلف تنش خشکی به کاهش درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه چه اشاره کرده‌اند که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. کاهش درصد جوانه‌زنی با افزایش آب توسط Takel, 2000 نیز گزارش‌شده و یکی از عوامل کاهش درصد جوانه‌زنی در شرایط تنش خشکی، کاهش یا عدم انتقال مواد غذایی از بافت‌های ذخیره‌ای بذر به جنین بیان شده است.

به‌طورکلی بذرهای جوانه‌زده در محیط‌هایی که تحت شرایط تنش هستند دارای درصد جوانه‌زنی پایین و در نتیجه دارای ریشه‌چه و ساقه‌چه کوتاه‌تری می‌باشند (Katergi *et al*., 1994).

نتیجه‌گیری کلی

در این آزمایش، در بهترین تیمار برای شناخت اثر متقابل دما و پتانسیل رطوبتی (دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و پتانسیل صفر (شاهد) و ۲- بار) بالاترین درصد جوانه‌زنی به ترتیب در حدود ۰/۹ و ۰/۸۳ درصد به دست آمدند. همچنین با افزایش سطوح تنش خشکی در همه دماها از پتانسیل ۴- به بعد درصد جوانه‌زنی تقریباً به میزان ۱۰۰ درصد کاهش یافت. همچنین پارامترهای جوانه‌زنی از جمله دمای پایه (Tb)، دمای مطلوب (To)، حداکثر پتانسیل رطوبتی یا حداقل رطوبت لازم برای آغاز جوانه‌زنی (Wpb)، ضریب کاهشی (b) و همچنین انحراف معیار (Sigma) تحت تأثیر سطوح مختلف دما و رطوبت با استفاده از مدل هیدروترمال تایم به ترتیب ۲/۳۹، ۲۳/۵۲، ۰/۹۳- ، ۰/۳۴ و ۰/۱۳ به دست آمدند.

بالاترین درصد جوانه‌زنی در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و تحت شرایط تنش خشکی صفر (شاهد) و ۲- بار به دست آمد و پایین‌ترین درصد جوانه‌زنی هم با افزایش تنش خشکی از ۴- بار تا ۱۲- بار در اکثر دماها در حدود صفر درصد بود. در مجموع نتایج نشان داد که تحت تأثیر سطوح تنش خشکی با استفاده از پلی‌اتیلن گلایکول و در دماهای مختلف همه پارامترهای جوانه‌زنی کاهش یافتند و با افزایش دما از ۵ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد درصد جوانه‌زنی بهبود یافت و با افزایش دما از ۲۰ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد دوباره تحت تأثیر دما قرارگرفته و کاهش یافت. در نهایت می‌توان گفت که بذرهای این گیاه در دماهای خیلی پایین و خیلی بالا به تنش خشکی مقاومت نداشته و در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد بیشترین مقاومت را نسبت به تنش خشکی نشان می‌دهند.

References **فهرست منابع**

Akhondi, M., A. Safarnejad., and M. Lahouti. 2004. Investigation of morphological indexes and genotypes selection of resistance alfalfa (*Medicago sativa L.*) in osmosic stress (PEG). *Pajohesh and sazandegi*, 62: 50-57. (In Persian)

Akram-Ghaderi, F. 2008. The study of seed quality development, germination, longevity and deterioration in some medicinal plants: medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo. Convar.var. styriaca*), cumin blank (*Nigella sativa* L.) and borago (*Borago officinalis* L.). Ph.D. Thesis, Gorgan. Univ. Agric. Sci. Nat. Res., 180p.

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 L. Pinter. 1994. Sorghum germination and development as influenced by soil temperature and water content. Agron. J. 86: 621-624.

Balbaki, R. Z., R. A. Zurayk., M. M. Blelk., and S. N. Tahouk. 1999. Germination and seedling development of drought tolerant and susceptible wheat under moisture stress. Seed Sci. Technol. 27: 291-302.

Baskin, C. C., and J. M. Baskin. 2001. Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination. Academic Press, San Diego, California. 666p.

Bradford, K. J. 2002. Applications of hydrothermal time to quantifying and modeling seed germination and dormancy. Weed Sci. 50: 248-260.

Dodd, G. L., and L. A. Danovan. 1999. Water potential and ion effects on germination and seedling growth of toe cold deserts shrubs. American Journal of Botony. 86: 146-153.

Eisavand, H. R., R. Tavakol Afshari., F. Sharifzade., H. Madah Arefi., and M. Hesamzade Hejazi. 2008. Improving physiological quality of aged Wheat Grass seed by using hormonal priming under water stress and non-stress conditions. Iranian Journal of Crop Science. 39: 53-65.

Farrokhi, A., S. Galeshi., E. Zeinali., and A. Abdoul zadeh. 2004. Evaluation of drought tolerance genotypes of soybean (*Glycine max. L. Merr*) in germination stage. J. Agric. Sci. and Natur. Resour. 11: 137-149. (In Farsi)

Foley, M. E., and S. A. Fennimore. 1998. Genetic basis for seed dormancy. SeedSci. Res. 8: 173-179.

Govahi, M., M. Safari., Gh. Safari., and A. Shajy. 2005. Evaluation of drought and Salinity on seed germination of *Cuminum cyminum*, Abstracts of the Ninth Congress of Agronomy and Plant breeding. Iran, pp 597.

Grundy, A. C., K. Phelps., R. J. Reader., and S. Burston. 2000. Modeling the germination of *Stellaria media* using the concept of hydrothermal time. New Phytol. 148: 433-444.

Gummerson, R. J. 1986. The effect of constant temperature and osmotic potential on the germination of sugar beet. J. Exp. Bot. 37: 729-714.

Hosseini, H., and C. Rezvani Moghaddam. 2005. Effect of drought and salinity stress on germination of psyllium (*Plantago ovate*). Iranian journal of Agricultural Research. 4: 22-15. (In Farsi)

Hucl, P. 1993. Effect of temperature and moisture stress on the germination of diverse common bean genotypes. Can. J. Plant. Sci. 73: 697-702.

Kaboli, M., and M. Sadeghi. 2001. Effect of drought stress on germination of three Onobrochis species. *Pajohesh and sazandegi*. 64: 51-57. (In Farsi).

Katergi, N., J. W. Van Hoorn., A. Hamdy., F. Karam., and M. Mastrortilli. 1994. Effect of salinity on emergence and on water stress early seedling growth of sunflower and maize. *Agricultural Water Management.* 26: 81-91.

Kebreab, E., and A. J. Murdoch. 2000. The effect of water stress on the temperature range for germination of *Orobanches aegyptiaca* seeds. Seed Sci. Res. 10: 127-133.

Meyer, S. E., and R. L. Pendleton. 2000. Genetic regulation of seed dormancy in *Purshia tridentata* (Rosaceae). Ann. Bot. 85: 521-529.

Michel, B. E. 1983. Evaluation of the water potentials of solutions of polyethylene glycol 8000 both in the absence and presence of other solutes. Plant Physiol. 72: 66-70.

Mozumder, S. N., and M. M. Hossain. 2013. Effect of seed treatment and soaking duration on germination of Eryngium foetidum L. seeds. *International Journal of Horticulture*, *3*: 1046-1051.

Rosalind, A. B., D. M. Oosterhuis., and A. Mauromoustakos. 1994. Growth dynamics of the cotton plant during water-deficit stress. Agron. J. 86: 788-795.

Soltani, A., E. Zeinali., S. Galeshi., and N. Latif. 2001. Genetic variation for and interrelationships among seed vigor traits in wheat from the Caspian Sea Coas of Iran. *Seed Science and Technology*. 29: 653-662.

Takel, A. 2000. Seedling emergence and growth of sorghum genotypes under variable soil moisture deficit. *Acta Agronomical Hungarica.* 48: 95-102.

Thygerson, T., J. M. Harris., B. N. Smith., L. D. Hansen., R. L. Pendleton., and D. T. Booth. 2002. Metabolic response to temperature for six populations of winterfat (*Eurotia lanata*). Thermochimica Acta. 394: 211-217.

Windauer, L., A. Altuna., and R. Benech-Arnold. 2007. Hydrotime analysis of *Lesquerella fendleri* seed germination responses to priming treatments. Indust. Crop Prod. 25: 70-74.

Germination modeling of *Eryngium caeruleum* seeds with hydro thermal time model

M. Lotfi asle giglo[1], M. Oveisi[2*], H. Rahimian mashhadi[3], B. Pourmorad kaleibar[4], M. Hossein Naeimi[5]

Abstract

This study was conducted to evaluate the effect of temperature and moisture on germination of *Eryngium caeruleum* seeds as factorial experiment in a completely randomized design with three replications at weed science laboratory, college of agriculture and natural resources, university of Tehran. Factors were seven temperatures (5, 10, 15, 20, 25, 30 and 35°c) and seven levels of moisture (0, -2, -4, -6, -8, -10 and -12 bar) and hydro thermal time model used for description of *Eryngium caeruleum* germination. Germination parameters including base temperature (T_b), optimum temperature (T_o), the minimum moisture needed for start of germination (Wpb), decreasing coefficient (b) and standard deviation (Sigma) were obtained 2.39, 23.52, -0.93, 0.13 and 0.34 respectively, affected by different levels of temperature and moisture by using hydro thermal time model. The results also showed that germination percentage and rate increased up to -4 bar in base temperature and these germination characteristics reached to their highest level in optimum temperature. According to the results of this study, it can be said that the seeds of *Eryngium caeruleum* do not have resistance to the water stress at very low and very high temperatures, and have the maximum resistance at 20°c.

Keywords: base temperature, germination parameters, polyethylene glycol, water stress

Received date: 5 April 2017 Accepted date: 7 September 2017

1- M.Sc. graduated, identify and control of weed, Department of agronomy & plant breeding, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj.

2- Associate Professor, Department of agronomy & plant breeding, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj3- Professor, Department of agronomy & plant breeding, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj.

4- Ph.D student of Weed Science, Department of agronomy & plant breeding, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj.

5- M.Sc. Agronomy, Department of agronomy & plant breeding, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj.

*- Corresponding author E-mail: moveisi@ut.ac.ir