



اثر دما و پتانسیل آب بر جوانه‌زنی بذر کنجد شیطانی (*Cleome viscosa* L.): علف‌هرز مهاجم مزارع سویا استان گلستان

محبوبه شیردل^۱ - آسیه سیاهمرگویی^{۲*} - معصومه یونس آبادی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۲/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۰۷

چکیده

به منظور بررسی اثر دما و پتانسیل آب بر جوانه‌زنی بذر و تعیین دماهای کاردینال جوانه‌زنی بذر کنجد شیطانی (*Cleome viscosa* L.)، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در چهار تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان در سال ۱۳۹۲ اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل دما در ۷ سطح (۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، ۳۸ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد) و پتانسیل آب در ۶ سطح (۰، -۲، -۴، -۶، -۸، -۱۰ بار) بودند. نتایج نشان داد که با افزایش دما تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد، درصد و سرعت جوانه‌زنی روند افزایشی و بعد از آن روند کاهش داشت. با کاهش پتانسیل آب درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر کنجد شیطانی روند کاهش داشت. مقایسه مدل‌های مختلف در تعیین دماهای کاردینال جوانه‌زنی، نشان داد که مدل دوتکه‌ای توصیف بهتری در تغییرات سرعت جوانه‌زنی در برابر دما داشت. بر اساس خروجی این مدل، دمای پایه، مطلوب و سقف جوانه‌زنی این گیاه در شرایط بدون تنش به ترتیب ۱۵/۴۶، ۳۰/۲۱ و ۳۹/۶۴ درجه سانتی‌گراد برآورد شد. نتایج نشان داد که در محدوده دمای مطلوب، امکان جوانه‌زنی بذر کنجد شیطانی در پتانسیل‌های کمتر آب وجود خواهد داشت.

واژه‌های کلیدی: دماهای کاردینال جوانه‌زنی، رگرسیون غیرخطی، کنجد شیطانی

مقدمه

سویا (*Glycine max* L.) یکی از مهمترین محصولات زراعی در سطح جهان به‌شمار می‌رود. دانه آن حاوی ۲۰ تا ۲۲ درصد روغن و کتجاله آن دارای ۳۸ درصد پروتئین است. این گیاه به‌عنوان منبع روغن در تولید فرآورده‌های غذایی با سایر گیاهان مثل آفتابگردان، بادام زمینی، پنبه، کلزا و زیتون در رقابت است. طبق آمارهای موجود در سال ۲۰۱۳، سویا با ۹۸/۷ میلیون هکتار بیشترین سطح زیرکشت دانه‌های روغنی در جهان را به خود اختصاص داده است (۱۸).

علف‌های هرز همواره به‌عنوان یک آفت نامطلوب اقتصادی در سطح جهان مطرح می‌باشند و بدون تردید این گیاهان به‌عنوان بخشی از اکوسیستم طبیعی و یک عامل قابل توجه در اکوسیستم زراعی، به حضور خود در طبیعت ادامه خواهند داد (۲). گرچه میزان خسارت وارده از سوی علف‌های هرز بسته به نوع گیاه زراعی، علف

هرز و همچنین نوع مدیریت به کار رفته در زمین متفاوت است (۱۵)، اما سالانه مقادیر قابل توجهی از محصولات کشاورزی توسط این گیاهان از بین می‌روند. مشکل علف‌های هرز زمانی حادتر می‌شود که در جمعیت آنها تغییراتی به‌وجود آمده و گونه‌های مهاجم با ورود به یک منطقه قلمرو خود را گسترش دهند.

علف‌هرز مهاجم گونه‌ای بومی یا غیربومی است که با ورود به یک منطقه قلمرو خود را گسترش داده، تنوع زیستی را تهدید کرده و ورود آن می‌تواند موجب پیامدهای نامطلوب اقتصادی و محیطی گردد (۱۶). کنجد شیطانی (*Cleome viscosa* L.) گیاهی یکساله، تابستانه بوته‌ای، تک‌پایه و از خانواده Capparidaceae، می‌باشد. ارتفاع این گیاه به ۱ تا ۱/۵ متر می‌رسد و دارای گل‌های نر و ماده به رنگ زرد و برگ‌های مرکب پنج‌تایی و پوشیده از پرز می‌باشد. کنجد شیطانی مصارف خوراکی و دارویی فراوان دارد، از آن جمله می‌توان به ضد نفخ، محرک و معرق بودن آن اشاره کرد (۱۰). این گیاه سازگار به شرایط گرم و مرطوب بوده، اگر چه از توانایی خوبی در تحمل شرایط خشکی نیز برخوردار است. کنجد شیطانی در شرایط محیطی مناسب، ۳ تا ۴ هفته بعد از سبز شدن وارد فاز گلدهی شده و در مدت ۳ ماه سیکل زندگی آن به اتمام می‌رسد (۱۷). جانسن (۱۰) این گیاه را به

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان

۲- استادیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

*- نویسنده مسئول: (Email: siahmarguee@gau.ac.ir)

۳- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی استان گلستان

کلرزونی منفرد و همکاران (۱۲) در مطالعه‌ای به بررسی اثر دما و پتانسیل اسمزی بر جوانه‌زنی بذور گل‌جالیز مصری (*Orobancha aegyptica*) پرداختند و دریافتند که با کاهش پتانسیل اسمزی، درصد جوانه‌زنی و دامنه دمایی مطلوب جوانه‌زنی بذور گل‌جالیز مصری کاهش یافت. همچنین، کاهش پتانسیل اسمزی موجب تأخیر در شروع، متوسط و حداکثر زمان جوانه‌زنی بذور شد. نتایج رحیمی و کافی (۲۱) روی گیاه خرفه (*Portulaca oleracea L.*) نشان داد که درصد جوانه‌زنی تا پتانسیل -0.75 مگاپاسکال تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشته و پس از آن روند کاهشی داشت و در رابطه با سرعت جوانه‌زنی تا پتانسیل -0.5 مگاپاسکال تغییر معنی‌داری نکرد، ولی پس از آن کاهش یافت. چوهان و همکاران (۵) گزارش کردند پتانسیل اسمزی باعث کاهش ۵۰ درصدی حداکثر جوانه‌زنی شیر تیغک معمولی (*Sonchus oleraceus*) می‌شود.

از آنجایی که تاکنون مطالعه‌ای در مورد علف هرز کنجد شیطان‌ی در ایران انجام نشده است، این تحقیق با هدف تعیین دماهای کاردینال جوانه‌زنی و تاثیر پتانسیل‌های رطوبتی مختلف بر جوانه‌زنی آن گیاه انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر دما، پتانسیل آب و کمی‌سازی آن در جهت تعیین دماهای کاردینال جوانه‌زنی بذور کنجد شیطان‌ی (*Cleome viscosa L.*)، آزمایشی در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان در سال ۱۳۹۲ اجرا گردید. بذور کنجد شیطان‌ی در سال ۱۳۹۱ از مزارع تحت کشت سویای شهرستان گالیکش جمع‌آوری گردید. بذور جمع‌آوری شده تا شروع آزمایشات در محیط یخچال نگهداری شدند. بعد از بررسی‌های اولیه مشخص شد که بذره‌های این گیاه دچار کمون هستند. در جهت رفع کمون بذره‌های این گیاه از تیمار اسید سولفوریک غلیظ به مدت ۱۲ دقیقه^۱ استفاده شد.

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در ۴ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل دما در ۷ سطح (۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، ۳۸ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد) و ۶ سطح پتانسیل آب ناشی خشکی (۰، ۲-، ۴-، ۶-، ۸- و ۱۰- بار) بودند. تعداد ۲۵ عدد بذر سالم در پتری‌دیش قرار داده شد و بعد از اعمال سطوح مختلف پتانسیل آب در تیمارهای دمایی مورد نظر در ژرمیناتور در شرایط تاریکی قرار گرفتند. پتانسیل‌های آب ناشی از خشکی بر اساس فرمول میچل و کافمن (۱۴) و با استفاده از پلی‌اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ تهیه و برای سطوح تنش خشکی شاهد نیز از آب مقطر استفاده شد.

۱- قبل از اجرای آزمایش، آزمایشی با تیمارهای متفاوت شکستن رکود بذره‌های کنجد انجام شد و در نهایت تیمار اسید سولفوریک غلیظ به مدت ۱۲ دقیقه به عنوان بهترین روش شکستن رکود بذر این گیاه انتخاب شد.

عنوان یکی از علف‌های هرز مهم مزارع برنج، توتون، گوجه‌فرنگی، سویا ذرت، سیب‌زمینی شیرین، پنبه و بادام زمینی در جنوب شرق آسیا معرفی نموده است. تاکیم و فادیومی (۳۱) گزارش کردند که گونه‌های مختلف کنجدوحشی در مزارع ذرت نیجریه با فراوانی نسبی 0.07 تا 0.19 یکی از علف‌های هرز خسارت‌زا است. این گیاه در حال حاضر پراکنش وسیعی در مزارع شرق استان گلستان (کلاله، گالیکش و رامیان) یافته است (۲۳) و هر ساله خسارت قابل‌توجهی به کشاورزان سویاکار منطقه وارد می‌سازد. علاوه بر این، افزایش تراکم و پراکنش این علف هرز تهدیدی برای تنوع گونه‌ای منطقه نیز به‌شمار می‌آید، زیرا این گیاه به‌دلیل داشتن قدرت رقابت بالا طبیعی می‌تواند سایر گونه‌ها را تحت تاثیر خود قرار داده و به مرور جایگزین فلور طبیعی منطقه شود. از طرف دیگر چون این گیاه بومی منطقه نیست از این رو روش قابل توصیه‌ای برای کنترل آن وجود ندارد (۳۲). اولین گام برای ارائه یک مدیریت کاربردی در مهار این نوع گیاهان، شناخت دانش زیستی و بوم‌شناسی آنها است. این بدین معناست که اگر بخواهیم یک روش مناسب مدیریتی برای این نوع گیاهان معرفی کنیم، در مرحله اول باید نیازهای بوم‌شناسی این گیاهان را شناسایی کنیم (۴ و ۸).

با توجه به اینکه شروع آلودگی علف‌های هرز عمدتاً از بذر شروع می‌شود، شناسایی عوامل موثر بر جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز، برای ممانعت از تهاجم آنها به نواحی جدید ضروری است (۲۰ و ۸). در واقع جوانه‌زنی، مرحله کلیدی در تعیین موفقیت علف هرز در بوم‌نظام‌های زراعی است (۴). راشد محصل و همکاران (۲۱) اظهار داشتند که جوانه‌زنی بذر جزء مهمترین فرآیندها برای موفقیت استقرار یک علف هرز می‌باشد، چرا که اولین مرحله برای ایجاد رقابت یک علف هرز در یک نیچ اکولوژیک است.

از آنجا که درجه حرارت، اثرات قابل توجهی بر ویژگی‌های جوانه‌زنی از جمله شروع، مقدار و سرعت جوانه‌زنی دارد، بنابراین بحرانی‌ترین عاملی است که موفقیت یا عدم موفقیت در استقرار گیاه را تعیین می‌کند (۹). کامکار و همکاران (۱۰) درجه حرارت را یکی از فاکتورهای مهم محیطی موثر در فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاهان در کلیه مراحل رشد و نمو از جمله جوانه‌زنی معرفی نمودند. علاوه بر دما، پتانسیل آب نیز یکی از فاکتورهای مهمی است که نقش موثری بر موفقیت فرآیند جوانه‌زنی دارد. در مطالعاتی که سهرابی و همکاران (۲۴) روی علف هرز مهاجم خربزه وحشی (*Cucumis melo*) انجام دادند، دریافتند با کاهش پتانسیل آب سرعت و درصد جوانه‌زنی بذره‌های خربزه وحشی کاهش می‌یابد، در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد سرعت و درصد جوانه‌زنی بذره‌های خربزه وحشی در شرایط ۶- بار بیشتر از دماهای دیگر بود. در دماهای ۲۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد درصد و سرعت جوانه‌زنی برای خشکی ۲- بار به حداقل رسید.

پتری دیش‌ها روزانه و تا ثابت شدن جوانه‌زنی، شمارش شدند. در کلیه تیمارها، علاوه بر درصد و سرعت جوانه‌زنی، برای هر تکرار منحنی پیشرفت جوانه‌زنی نسبت به زمان (ساعت) ترسیم و زمان لازم برای ۱۰ درصد (D_{10})، ۵۰ درصد (D_{50})، ۹۰ درصد (D_{90}) و ۹۵ درصد (D_{95}) جوانه‌زنی از طریق درون‌یابی برآورد گردید. همچنین، عکس زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی نهایی ($1/D_{50}$) به عنوان سرعت جوانه‌زنی (R_{50}) در نظر گرفته شد. از برنامه GERMIN برای تعیین پارامترهای ذکر شده استفاده شد (۲۵). این برنامه این پارامترها را برای هر تکرار و هر تیمار بذری از طریق درون‌یابی خطی منحنی افزایش جوانه‌زنی در مقابل زمان محاسبه می‌کند. سرعت جوانه‌زنی (در ساعت) از طریق فرمول زیر محاسبه شد (۲۶).

$$R_{50} = 1/D_{50} \quad (۱)$$

در این رابطه، R_{50} سرعت جوانه‌زنی (در ساعت) را نشان می‌دهد. به منظور کمی‌سازی واکنش جوانه‌زنی به دما و تعیین دماهای کاردینال از مدل زیر استفاده شد (۲۷):

$$R_{50} = f(T) R_{max} \quad (۲)$$

در این رابطه $f(T)$ تابع دمایی است که از صفر در دمای پایه و سقف تا ۱ در دمای مطلوب تغییر می‌کند و R_{max} حداکثر سرعت ذاتی جوانه‌زنی در دمای مطلوب است. بنابراین، $1/R_{max}$ حداقل ساعت تا جوانه‌زنی را در دمای مطلوب نشان می‌دهد که همان تعداد ساعت بیولوژیک مورد نیاز برای جوانه‌زنی می‌باشد. برای بررسی واکنش جوانه‌زنی بذرها به دما در پتانسیل‌های مختلف تابع دمایی دوتکه‌ای، بتای اصلی و بتای تغییر یافته آزمون شدند (۲۸).

۱- معادله تابع دوتکه‌ای به صورت زیر است:

$$\begin{aligned} \text{if } T_b < T \leq T_o & \quad f(T) = (T - T_b) / (T_o - T_b) \\ \text{if } T_o < T < T_c & \quad f(T) = (T_c - T) / (T_c - T_o) \\ \text{if } T \leq T_b \text{ or } T \geq T_c & \quad f(T) = 0 \end{aligned} \quad ۳$$

۲- معادله تابع بتای اصلی به صورت زیر است:

$$\text{if } T > T_b \text{ and } T < T_c \quad f(T) = [(T - T_b) / (T_o - T_b)]^{(T_c - T_o) / (T_o - T_b)} / f_o \quad ۴$$

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

۳- معادله تابع بتای تغییر یافته به صورت زیر است:

$$\begin{aligned} f(T) = & (((T_c - T) / (T_c - T_p)) * ((T - T_b) / (T_p - T_b))) * ((T_p - T_b) / (T_c - T_p)) \\ \text{if } T_b = 0 & \quad T_c = 40 \end{aligned} \quad ۵$$

در این روابط T دمای متوسط روزانه (دمای آزمایش)، T_b دمای پایه، T_o دمای مطلوب، T_c دمای سقف بر حسب درجه سانتی‌گراد و α پارامتر شکل برای تابع بتا است که انحنای تابع را تعیین می‌کند. همچنین به منظور ارزیابی پتانسیل آب در کاهش درصد جوانه‌زنی بذر کنجد شیطانی، از مدل لجستیک سه پارامتری استفاده

شد.

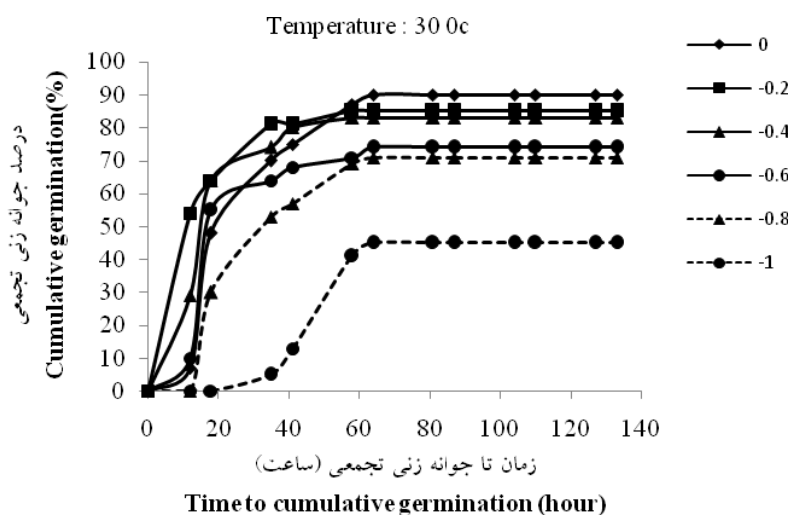
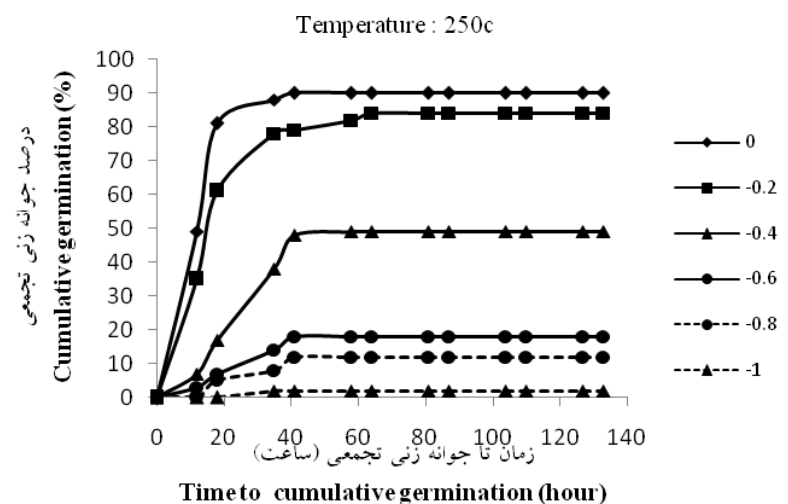
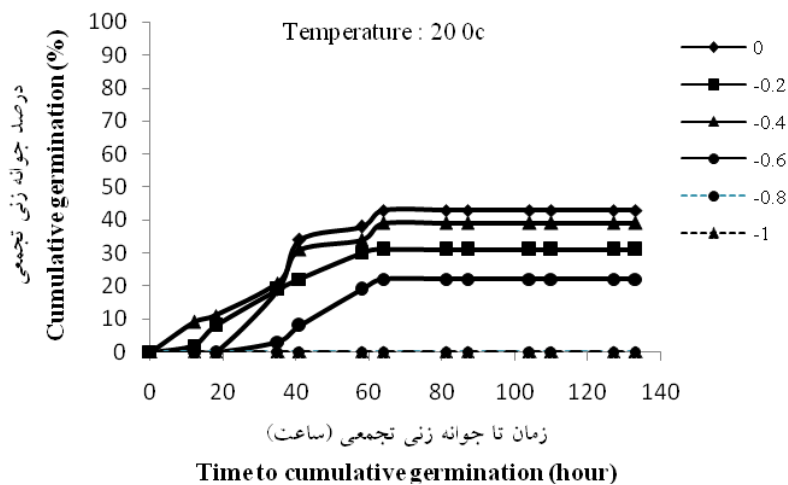
$$Y = G_{max} / [1 + (X/X_{50})^b] \quad \text{معادله ۶}$$

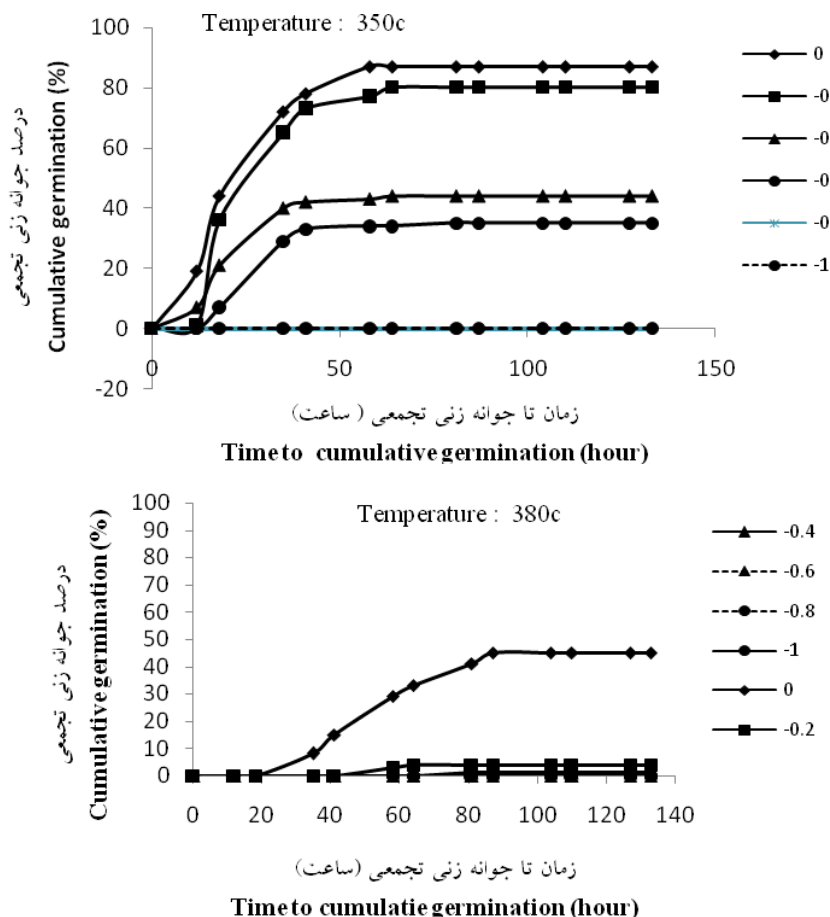
که در آن Y درصد جوانه‌زنی در غلظت پلی‌اتیلن گلیکول G_{max} ، X حداکثر درصد جوانه‌زنی، X_{50} غلظت پلی‌اتیلن گلیکول لازم جهت ۵۰ درصد بازدارندگی حداکثر جوانه‌زنی و b نشانگر شیب کاهش جوانه‌زنی در اثر افزایش غلظت پلی‌اتیلن گلیکول می‌باشد (۴). تجزیه و تحلیل آماری پارامترهای مورد بررسی به صورت تجزیه مرکب و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD به کمک نرم افزار آماری SAS انجام شد. برای مدیریت داده‌ها و ترسیم نمودارها از نرم افزار Excel و Sigma plot(14) استفاده شد.

نتایج و بحث

روند تغییرات درصد جوانه‌زنی تجمعی بذور کنجد شیطانی در واحد زمان تحت پتانسیل‌های مختلف آب ناشی از خشکی در دماهای متفاوت در شکل (۱) نشان داده شده است. در همه تیمارهای دمایی با افزایش غلظت پلی‌اتیلن گلیکول علاوه بر کاهش قابل توجه درصد جوانه‌زنی، زمان مورد نیاز برای رسیدن به مقدار ثابتی از درصد جوانه‌زنی افزایش یافت. نتایج نشان داد که در دماهای ۲۵، ۲۰ و ۳۸ درجه سانتی‌گراد بین پتانسیل‌های مختلف، تفاوت‌های زیادی از این نظر وجود دارد، اما در دماهای ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد تفاوت بین تیمارهای مختلف پتانسیل آب کمتر شده است (در دماهای ۱۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد بذری جوانه نزد). بیشترین درصد جوانه‌زنی تجمعی در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد و در همه تیمارهای دمایی با کاهش پتانسیل آب، از درصد جوانه‌زنی کاسته شد. تعصب شیرازی و همکاران (۲۹) نشان دادند که در گیاه مهاجم فراموشم مکن زرد (*Amsinckia menziesii*) با افزایش دما درصد جوانه‌زنی کاهش یافت. آنها نشان دادند که دماهای بالاتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد، جوانه‌زنی این علف هرز متوقف می‌کند. آنها افزودند این احتمال وجود دارد که در دماهای بالاتر فعالیت متابولیکی بذر از جمله فعالیت آنزیم‌های مربوط به جوانه‌زنی متوقف گردد. نتایج تحقیقات مختلف نشان داده است که در گیاهان مختلف با نزدیک شدن به دمای مطلوب، حداکثر جوانه‌زنی افزایش و با فاصله گرفتن از آن، حداکثر جوانه‌زنی کاهش خواهد یافت (۳۳).

تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد که دما، پتانسیل آب و اثر متقابل آنها بر روی درصد جوانه‌زنی (G_{max})، سرعت جوانه‌زنی (R_{50})، زمان تا ۵ (D_{05})، ۱۰ (D_{10})، ۵۰ (D_{50})، ۹۰ (D_{90}) و ۹۵ (D_{95}) درصد جوانه‌زنی در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار داشتند (اما پتانسیل آب اثر معنی‌داری بر زمان تا ۵ و ۱۰ درصد جوانه‌زنی نداشت).





شکل ۱- درصد جوانه زنی تجمعی کنجد شیطنانی (*Cleome viscosa* L.) در پتانسیل‌های آب (+، -۲، -۴، -۶، -۸، -۱۰ بار) در دماهای مختلف
 Figure 1- Cumulative germination percentage at water potentials (0, -2, -4, -6, -8 and -10bar) at different temperatures

جدول ۱- جدول تجزیه واریانس و مقایسه میانگین اثر دما، پتانسیل آب و برهم کنش دما و پتانسیل آب بر درصد جوانه زنی (G_{max})، سرعت جوانه زنی (R_{50})، زمان تا ۵ (D_{05})، ۱۰ (D_{10})، ۵۰ (D_{50})، ۹۰ (D_{90}) و ۹۵ (D_{95}) درصد جوانه زنی بذر کنجد شیطنانی (*Cleome viscosa*)

Table 1- Table of variance analysis and mean comparison of the effect of temperature, water potential and interaction between temperature and water potential on germination percentage (G_{max}), germination rate (R_{50}), time to 5 (D_{05}), 10 (D_{10}), 50 (D_{50}), 90 (D_{90}) and 95 (D_{95}) seed germination percentage of Asian spiderflower (*Cleome viscosa*)

تیمار Treatment	df	G_{max}	R_{50}	D_{05}	D_{10}	D_{50}	D_{90}	D_{95}
دما Temperature	6	**	**	ns	ns	*	**	**
تکرار داخل دما (خطا ۱) Repeat the temperature (Error 1)	21	**	ns	ns	ns	ns	ns	Ns
پتانسیل آب Water potential	5	**	**	ns	ns	**	**	**
دما×پتانسیل آب Temperature × water potential	30	**	**	**	**	**	**	**
خطا ۲ Error 2	105	126.59	0.00009	182.45	201.82	248.87	321.34	333.62

**و* : به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و ns: نشان دهنده عدم معنی‌داری است
 ** and *: significance at 1 and 5% probability level, respectively, ns: showing not significance

آب درصد جوانه‌زنی نهایی در همه دماها کاهش یافت. نتایج بدست آمده توسط ایشان نشان داد با کاهش پتانسیل آب دامنه دمایی که این گونه قادر به جوانه‌زنی بود کاهش یافت. نتایج تحقیق کازرانی منفرد و همکاران (۱۲) نشان داد با کاهش پتانسیل از صفر به -۱۰ مگاپاسکال دامنه دمایی جوانه‌زنی بذر گل‌جالیز مصری از ۴۴ درجه به ۲۰ درجه کاهش یافت. نامبردگان دریافتند که دمای حداکثر درصد جوانه‌زنی برای پتانسیل‌های مختلف متفاوت بود و با کاهش پتانسیل کاهش یافت و از حدود ۳۵ درجه سانتی‌گراد پتانسیل صفر به حدود ۳۰ درجه سانتی‌گراد پتانسیل -۱ مگاپاسکال رسید.

روند تغییرات درصد جوانه‌زنی تحت تاثیر دماهای مختلف در پتانسیل‌های مختلف آب (جدول ۲) نشان داد که حداکثر جوانه‌زنی بذور کنجد شیطانی در پتانسیل‌های صفر و -۲ بار در دامنه دمایی وسیع‌تری رخ داده است (۲۵ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد). با منفی‌تر شدن پتانسیل آب محدوده دمایی که در آنها این علف‌هرز قادر به جوانه‌زنی بودند، کاهش یافت. به‌طوری‌که بیشترین درصد جوانه‌زنی در پتانسیل‌های -۴، -۶، -۸ و -۱۰ بار در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. تکاسی و همکاران (۳۰) در مطالعات خود روی کاهوی وحشی (*Lactuca serriola* L) بیان کردند که با کاهش پتانسیل

جدول ۲- تغییرات درصد جوانه زنی کنجد شیطانی (*Cleome viscosa* L.) تحت تاثیر دماهای مختلف در پتانسیل‌های مختلف آب (بار)
Table 2- Germination percentage of Asian spiderflower (*Cleome viscosa* L.) at different temperatures and water potentials (bar)

		دما (درجه سانتی‌گراد) Temperature (0C)					
		20	25	30	35	38	40
آب (بار) Water potential (Bar)	0	43.00a	90.00a	90.00a	87.00a	45.00a	0.00a
	-2	31.00ab	84.00a	85.00ab	80.00a	4.00b	0.00a
	-4	39.00ab	49.00b	83.00ab	44.00b	1.00b	0.00a
	-6	22.00ab	18.00c	74.00b	35.00b	0.00b	0.00a
	-8	0.00c	12.00cd	71.00b	0.00c	0.00b	0.00a
	-10	0.00c	2.00d	45.00c	0.00c	0.00b	0.00a

در هر ستون میانگین‌هایی دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ($P < 0.01$) با یکدیگر ندارند

Means within a column followed by the same letter are not significantly different based on LSD test at $p=0.01$

خروجی این مدل، دمای پایه، مطلوب و سقف جوانه‌زنی این گیاه در شرایط بدون تنش به ترتیب ۱۵/۴۶، ۳۰/۳۳ و ۳۹/۶۴ درجه سانتی‌گراد و تعداد ساعات بیولوژیک مورد نیاز برای جوانه‌زنی ۶/۴۸ ساعت برآورد شد. نژادحسن (۱۹) برای تعیین دماهای کاردینال جوانه‌زنی منداب (*Eruca sativa* Mill.) از بتای اصلی استفاده نموده و با استفاده از آن دمای پایه، مطلوب و سقف جوانه‌زنی این گیاه را صفر، ۳۰ و ۳۸/۵ درجه سانتی‌گراد برآورد نمودند. قادری‌فر و همکاران (۷) از مدل دندان مانند برای برآورد دماهای کاردینال جوانه‌زنی بذر چاودار (*Secale cereale*) استفاده کردند و دمای پایه، مطلوب پایینی، مطلوب بالایی و سقف این گیاه را به ترتیب ۳/۲۸، ۴۵، ۳۴/۵۱ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد محاسبه نمودند. عدالت و کاظمینی (۶) برای برآورد دماهای کاردینال جوانه‌زنی علف هرز خاکشیر وحشی (*Sisymbrium altissimum* L.) مدل بتا را انتخاب و دمای پایه، مطلوب و سقف آن را ۴/۸، ۸/۶ و ۱۱/۷ درجه سانتی‌گراد گزارش نمودند.

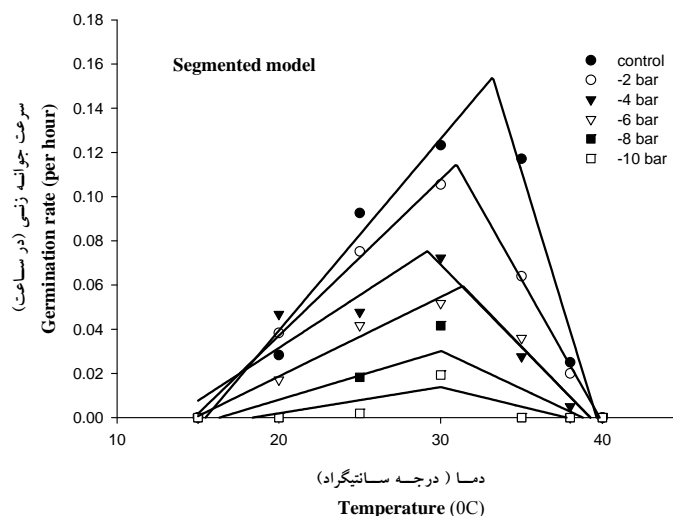
در شکل (۵) روابط رگرسیونی بین پتانسیل آب و دمای پایه، دمای مطلوب و دمای سقف و تعداد ساعات بیولوژیک برآورد شده با مدل دوتکه‌ای (مدل برتر پیش‌بینی جوانه‌زنی) ارائه شده است.

در این مطالعه برای کمی‌سازی واکنش سرعت جوانه‌زنی نسبت به دما در پتانسیل‌های مختلف آب و تعیین دماهای کاردینال جوانه‌زنی از سه تابع دمایی دوتکه‌ای، بتای اصلی و بتای تغییر یافته استفاده شد. روند تغییرات سرعت جوانه‌زنی در برابر دما در پتانسیل‌های مختلف با استفاده از مدل‌های فوق به ترتیب در اشکال ۲، ۳ و ۴ نشان داده شده است. برآوردهای دماهای پایه (T_b)، بهینه (T_o)، حداکثر (T_c)، تعداد ساعت بیولوژیک (f_o)، جذر میانگین مربعات خطا (RMSE) و ضریب تبیین (R^2) در پتانسیل‌های مختلف آب ناشی از پلی‌اتیلن گلایکول با استفاده از مدل‌های دوتکه‌ای، بتای اصلی و بتای تغییر یافته به ترتیب در جداول ۳، ۴ و ۵ آورده شده است.

با توجه به جداول ۳ تا ۵ میانگین ضریب تبیین در مدل‌های دو-تکه‌ای، بتای تغییر یافته و بتای اصلی به ترتیب ۹۲، ۶۷ و ۸۹ درصد بود. در تیمار شاهد نیز مقدار این ضریب در مدل‌های دوتکه‌ای، بتای تغییر یافته و بتای اصلی به ترتیب ۹۸، ۷۰ و ۸۹ درصد بود. از طرف دیگر مقدار میانگین جذر مربعات خطا در مدل‌های دوتکه‌ای و بتای اصلی از مدل بتای تغییر یافته کمتر بود. بنابراین با در نظر گرفتن این معیارها مدل دوتکه‌ای به‌عنوان مدل برتر انتخاب شد. بر اساس

کاهش و تعداد ساعات بیولوژیک لازم برای جوانه‌زنی افزایش یافت. تاثیر پتانسیل اسمزی بر روی تغییر دماهای کاردینال جوانه‌زنی در گیاهان مختلف توسط محققان دیگر نیز گزارش شده است (۱ و ۲).

دماهای پایه و مطلوب جوانه‌زنی کجند شیطانی تحت تاثیر پتانسیل آب قرار نگرفتند، ولی دمای سقف و تعداد ساعت بیولوژیک جوانه‌زنی تحت تاثیر پتانسیل آب قرار گرفت و به ازای کاهش یک بار پتانسیل آب، دمای سقف جوانه‌زنی این گیاه به میزان ۰/۱۵ درجه سانتی‌گراد



شکل ۲- رابطه سرعت جوانه‌زنی با دما در پتانسیل‌های مختلف آب با استفاده از مدل دو تکه‌ای

Figure 2-The Relationship between germination rate and temperature at different water potentials using the segmented model

جدول ۳- برآورد دماهای پایه (T_b)، بهینه (T_o)، حداکثر (T_c) و تعداد ساعت بیولوژیک (f_o) در پتانسیل‌های مختلف آب ناشی از پلی اتیلن گلیکول با استفاده از مدل دو تکه‌ای و ضریب تبیین (R^2) و جذر میانگین مربعات خطا (RMSE)

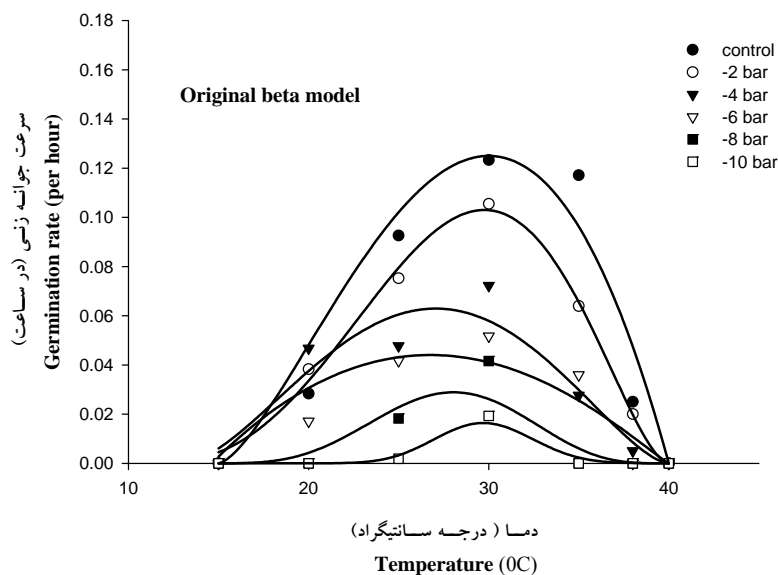
Table 3- Estimation of base (T_b), optimum (T_o), maximum (T_c) temperatures and the number of biological hours (f_o) at different water potentials of polyethylene glycol by using the segmented model and the determination coefficient (R^2) and root of mean square error (RMSE)

	T_b	T_o	T_c	f_o	R^2	RMSE
0	15.46	33.21	39.64	6.48	0.98	0.0096
-2	14.75	30.96	39.82	8.72	0.99	0.0025
-4	13.40	29.18	39.25	13.26	0.95	0.0084
-6	14.81	31.37	39.25	16.79	0.97	0.0053
-8	17.02	29.99	38.39	31.31	0.87	0.0079
-10	17.96	30.00	38.44	74.11	0.78	0.0045

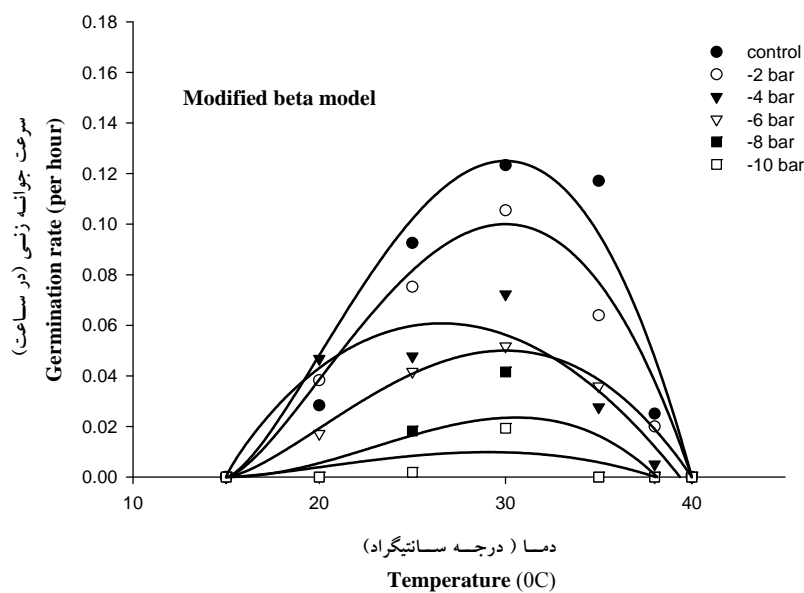
جدول ۴- برآورد پارامترهای دماهای پایه (T_b)، بهینه (T_o) و حداکثر (T_c)، ضریب ثابت (a) و تعداد ساعت بیولوژیک (f_o) در پتانسیل‌های مختلف آب ناشی از پلی اتیلن گلیکول با استفاده از مدل بتا اصلی و ضریب تبیین (R^2) و جذر میانگین مربعات خطا (RMSE)

Table 4- Estimation of base (T_b), optimum (T_o), maximum (T_c) temperatures and the number of biological hours (f_o) at different water potentials of polyethylene glycol by using the original beta model and the determination coefficient (R^2) and root of mean square error (RMSE)

	T_b	T_o	T_c	f_o	a	R^2	RMSE
0	15.00	30.00	40.00	8.00	1.50	0.91	0.0092
-2	10.45	29.75	40.00	9.70	3.22	0.99	0.0034
-4	12.99	27.05	40.00	15.89	1.74	0.89	0.0093
-6	14.62	26.75	40.00	22.71	1.00	0.82	0.0114
-8	14.07	28.04	40.00	34.63	4.58	0.80	0.0001
-10	14.99	29.69	46.79	61.04	15.68	0.94	0.0078



شکل ۳- رابطه سرعت جوانه‌زنی با دما در پتانسیل‌های مختلف آب با استفاده از مدل بتای اصلی
 Figure 3- The Relationship between germination rate and temperature at different water potentials using the original beta model

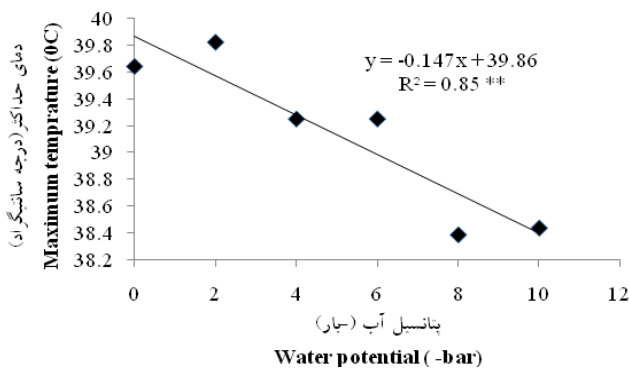
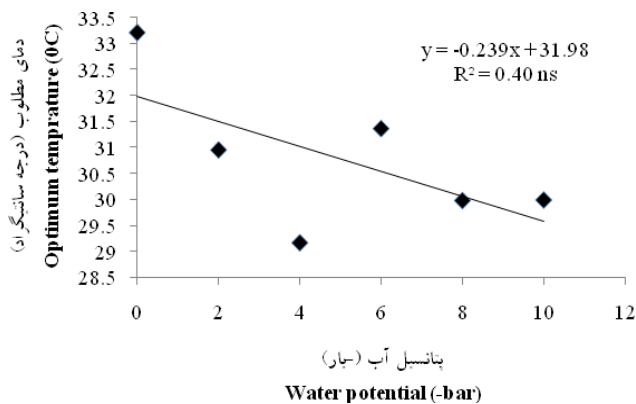
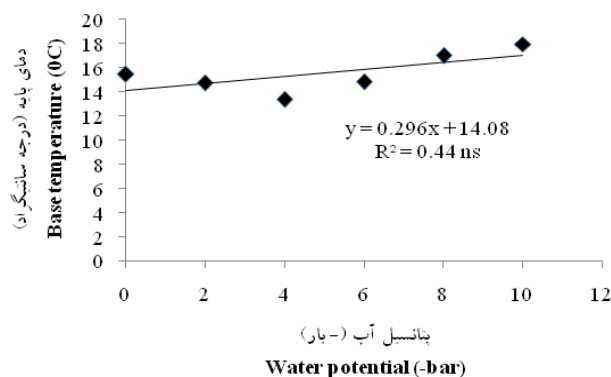


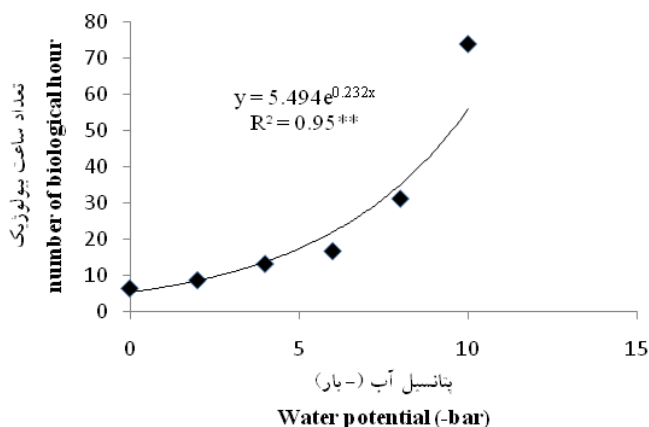
شکل ۴- رابطه سرعت جوانه‌زنی با دما در پتانسیل‌های مختلف آب با استفاده از مدل بتای تغییر یافته
 Figure 4- The Relationship between germination rate and temperature at different water potentials using the modified beta model

جدول ۵- برآورد دماهای پایه (T_b)، بهینه (T_o)، حداکثر (T_c) و تعداد ساعت بیولوژیک (f_o) در پتانسیل‌های مختلف آب ناشی از پلی اتیلن گلیکول با استفاده از مدل بتای تغییر یافته و ضریب تبیین (R^2) و جذر میانگین مربعات خطا (RMSE)

Table 5- Estimation of base (T_b), optimum (T_o), maximum (T_c) temperatures and the number of biological hours (f_o) at different water potentials of polyethylene glycol by using the modified beta model and the determination coefficient (R^2) and root of mean square error (RMSE)

	T_b	T_o	T_c	f_o	R^2	RMSE
آب (بار)	0	14.99	31.10	39.69	7.95	0.70
-2	14.99	29.66	39.67	10.74	0.66	0.0074
-4	14.99	26.56	39.36	16.45	0.98	0.0095
-6	14.99	29.45	39.35	21.32	0.80	0.0064
-8	14.99	28.61	38.89	44.11	0.30	0.0111
-10	14.96	29.94	38.10	102.90	0.58	0.0058





شکل ۵- تاثیر پتانسیل آب (بار) بر دمای پایه، مطلوب و دمای سقف (درجه سانتی‌گراد) و تعداد ساعت بیولوژیک برای ۵۰ درصد جوانه‌زنی برآورده شده با استفاده از مدل دو تکه‌ای

Figure 5- Effect of water potential (bar) on the base, optimum and maximum temperatures (°C) and the number of the biological hour are estimated using the segmented model

شیطانی در پتانسیل‌های کمتر آب امکان‌پذیر است. کبری آب و موردوخ (۱۳) در مطالعه خود روی بذرهای گل جالیز مصری نشان دادند با افزایش فاصله از محدوده‌ی دمای مطلوب روند کاهشی درصد جوانه‌زنی در اثر کاهش (منفی‌تر شدن) پتانسیل آب بیشتر می‌شود. به عبارت دیگر نامبردگان نشان دادند که بذرهای گل جالیز مصری قادرند در دماهای مطلوب در سطوح بالاتری از تنش آب نیز درصد جوانه‌زنی بالاتری داشته باشند. آنها جوانه‌زنی ضعیف و آهسته‌تر در غلظت‌های بالای پلی‌اتیلن گلایکول را جذب آهسته‌تر آب و کاهش رطوبت لازم برای جوانه‌زنی را نسبت داد.

مدل سه پارامتره لجستیک برآزش خوبی به داده‌های درصد جوانه‌زنی در مقابل پتانسیل آب در دماهای مختلف داشت. بررسی پارامترهای این مدل نشان داد که حداکثر جوانه‌زنی در محدوده دمای ۲۵ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد (به میزان ۸۶ تا ۹۰ درصد) رخ داده است. بیشترین مقدار پارامتر X_{50} (غلظتی از پلی‌اتیلن گلایکول که باعث کاهش ۵۰ درصد جوانه‌زنی می‌شود)، در دمای ۳۰ درجه (دمای مطلوب جوانه‌زنی) و کمترین آن نیز در دمای ۳۸ درجه سانتی‌گراد به ترتیب با $-۱۰/۲$ و $-۰/۷۹$ بار به دست آمد (جدول ۶). این امر نشان می‌دهد که در محدوده دمای مطلوب، توانایی جوانه‌زنی بذور کنجد

جدول ۶- ضرایب برآوردشده معادله لجستیک سه پارامتره برای توصیف روند تغییرات درصد جوانه‌زنی کنجد شیطانی (*Cleome viscosa* L.) تحت پتانسیل‌های مختلف آب

Table 6- The estimated coefficients of three parameter logistic equation to describe the change procedure of Asian spiderflower seed germination percentage under different water potentials

دما (درجه سانتی‌گراد) (Temperature (°C))	G_{MAX}	X_{50}	G_{rate}	P_{valve}	R^2
20	38.99±1.88	6.05±0.46	25.79±1.54	0.0023	0.99
25	90.14±2.27	4.18±0.14	3.50±0.33	0.0002	0.99
30	85.70±3.16	10.46±0.63	4.45±1.51	0.0140	0.96
35	92.44±12.11	5.47±0.84	4.31±2.26	0.0256	0.95
38	44.99±0.23	0.79±0.11	2.50±0.36	0.0001	0.99

G_{MAX} : حداکثر جوانه‌زنی است

X_{50} : پتانسیل آبی است که حداکثر درصد جوانه‌زنی در آن، ۵۰ درصد کاهش یافته است

G_{rate} : شیب کاهش جوانه‌زنی در اثر افزایش پتانسیل آب است

G_{MAX} : G_{max} is the maximum germination (%)

X_{50} : X_{50} is the osmotic potential required for 50% inhibition of the maximum germination

G_{rate} : $Grate$: the slope of the curve in x_{50}

نتیجه گیری

پارامترهای مدل سه پارامتره لجستیک نشان داد که حداکثر جوانه زنی در محدوده دمایی ۲۵ تا ۳۵ درجه سانتی گراد رخ داده است. بیشترین مقدار پارامتر X_{50} (غلظتی از پلی اتیلن گلايکول که باعث کاهش ۵۰ درصد جوانه زنی می شود)، در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد یعنی در دمای مطلوب جوانه زنی تا ۱۰/۵- بار به دست آمد. این امر نشان می دهد که در شرایط مطلوب دمایی توانایی تحمل گیاه در برابر عوامل نامساعد محیطی نیز بیشتر می شود.

نتایج این تحقیق نشان داد که بذر کنجد شیطانی برای جوانه زنی نیاز به دماهای بالا دارد. گرچه تنش خشکی باعث کاهش جوانه زنی این علف هرز گردید، ولی می توان گفت این گیاه تا حدودی به خشکی متحمل است. مدل دوتکه ای توانست توصیف مناسب تری از واکنش سرعت جوانه زنی به دما در پتانسیل های مختلف آب داشته باشد. بر اساس این مدل دمای پایه، بهینه و سقف جوانه زنی این علف هرز به ترتیب ۱۵/۴۶، ۲۱/۳۰ و ۶۴/۳۹ درجه سانتی گراد بود. بررسی

منابع

- 1- Alimaghani S.M., and Ghaderifar F. 2011. Effects of temperature and salinity on the germination components of king officer (*Melilotus officinalis*). The second Conference on Science and Seed Technology. Islamic Azad University, Branch of Mashhad. (in Persian)
- 2- Azarvan H. 2011. Time and dose effects of the herbicide Bentazon application on weed management of beans. M.S.C thesis, Islamic Azad University, Takestan branch. (in Persian)
- 3- Baigi Z., Jafarnejhad A., and Alimoradi L. 2013. Effect of water potential and temperature levels on germination characteristics of rye (*Secale cereal L.*). The 5th Iranian Weed Science Congress. Tehran University. Pp: 101-104. (in Persian)
- 4- Chauhan B.S., Gill G., and Preston C. 2006. Factors affecting seed germination of threehorn bedstraw (*Galium tricorutum*). Weed Science, 54: 471_477.
- 5- Chauhan B.S., GILL G., and Preston C. 2006. Factors affecting seed germination of annual sowthistle (*Sonchus oleraceus*) in southern Australia. Weed Science, 54: 854-860.
- 6- Edalat M., and Kazemeini S.A. 2013. Estimating cardinal temperatures of tumble mustard (*Sisymbrium altissimum*) and slender foxtail (*Alopecurus myosuroides*) seed germinations. The 5th Iranian Weed Science Congress. Tehran University. Pp: 280-283. (in Persian)
- 7- Ghaderifar A., Alimaghani S.M., Rezaee Moghadam H.V., and Haghghi M. 2012. Effects of environmental factors on germination and emergence of rye crops in wheat fields as wild plant. Electronic Journal of Crop Production, 5(4): 133-121. (in Persian with English abstract)
- 8- Golmohammadzadeh S., Zaefarian F., and Rezvani M. 2013. Effects of burial depths, temperature and light on two papaver species germination. The 5th Iranian Weed Science Congress. Tehran University. Pp: 186-189. (in Persian)
- 9- Jami-Al_Ahmadi M., and Kafi M. 2007. Cardinal temperature for germination of *Kochia scoparia* (L). Journal of Arid Environments, 68: 308-314. (in Persian with English abstract)
- 10- Jansen P.C.M. 2004. *Cleome Viscosa* L. Internet Record From Protabase. Grubben, G.J.H. & Denton, O.A. (Editors). PROTA (Plant Resources Of Tropical Africa / Ressources Végétales De l'Afrique Tropicale), Wageningen, Netherlands. (28 April 2008).
- 11- Kamkar B., Koochaki A., Nassiri Mahallati M., and Rezvani-Moghaddam P. 2006. Cardinal temperatures for germination in three millet species (*Panicum miliaceum*, *Pennisetum glaucum* and *Setaria italic*). Asian Journal Plant Science, 5 (2): 316-319.
- 12- Kazerooni-Monfared A., Takasi S., Banaeeian M., Ghanbari A., Rahimian Mashadi M., and Pernilson K. 2013. Effects of temperature and osmotic potential on the seed germination of *Orobanche aegyptiaca*. Journal of Applied Research of Plant Ecophysiology, 1(1): 33-50. (in Persian with English abstract)
- 13- Kebreab E., and Murdoch A.J. 2000. The effect of water stress on the temperature range for germination of *Orobanche saegyptiaca* seeds. Seed Science Research, 10: 127-133.
- 14- Michel B.E., and Kaufmann M.R. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. Plant Physiology, 51: 914-916.
- 15- Mighani F. 2003. Allelopathy, from Concept to Application. Parto Publication. 256 p.
- 16- Minbashi Moini M., Rahimiyan H., Zand A., and Baghestani M. 2010. Invasion weeds, a forgotten challenge. The 3rd Iranian Weed Science Congress, Babolsar. February 2010. (in Persian)
- 17- Menon A., and Kulkarni A.R 1987. Ecological studies in *Cleome viscosa* L. seed and seed germination. Indian Botanical Reporter. 6 (1): 1-7

- 18- Nameni H. 2013. Effect of nitrogen and phosphorus supply on yield phonology and yield components of soybean ketool cultivar in East region of Golestan province. Msc thesis, Islamic Azad University, Branch of Gorgan. 120p. (in Persian)
- 19- Nejadhasan B. 2014. Effect of some environmental factors on seed germination of Arugula (*Eruca sativa* Mill). Msc Thesis on Agronomy, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources. 102 p. (in Persian)
- 20- Peters N.C.B., Atkims H.A., and Brain P. 2000. Evidence of differences in seed dormancy among populations of (*Bromus sterilis*). Weed Research, 40: 467-478.
- 21- Rahimi Z., and Kafi M. 2009. Effect of different levels of drought on germination characteristics of Purslane (*Portulaca oleracea* L.). Journal of environmental stresses in Agricultural Science, 2(1): 87-91. (in Persian with English abstract)
- 22- Rashed-Mohasel M.H., Kazeroni-Monfared A., and Al-Ebrahim M.T. 2009. Effects of some environmental factors on the germination of wild lettuce weed (*Lactuca serriola*). Journal of Plant Protection (Science and Agricultural Resources), 25(4): 350-341. (in Persian with English abstract)
- 23- Savari-nejad A.R., Younesabadi M., and Habibian L. 2010. Determination of the importance weeds in soybean field emphasising on invasive plants in Golestan province. 19th Plant Protection Congress of Iran. p 10. (in Persian)
- 24- Sohrabi S., Ghanbari A., Rashed Mohasel M.H., Nasiri Mahalati M., and Gharekhloo J. 2011. Effect of temperature, drought and salinity on the seed germination of invasive weed wildmelons (*Cucumis melo*). The 4th weed science congress of Iran. Khozestan, Pp: 259-261. (in Persian)
- 25- Soltani A., and Madah V. 2009. Simple Applied Programs for Education and Research in Agriculture. Niac Press Publication. 80 p. (in Persian)
- 26- 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. 30: 51-60.
- 27- Soltani A., Ghaderifar F., and Soltani A. 2007. Modeling application of germination in response to temperature and water potential on seed science researches. The first Conference on Science and Seed Technology. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. (in Persian)
- 28- Soltani A., Robertson M.J., Trabi B., Yousefi M., and Sarparast R. 2006. Modeling seedling emergence in chickpea as affected by temperature and sowing depth. Agricultural Forest Meteorology. 138: 156-167.
- 29- Taassob-Shirazi M., Forouzesh S., Zare A., and Rahimian-Mashhadi H. 2013. Germination phonology of invasive plant (*Amsinckia menziesii*). The 5th Iranian Weed Science Congress. Tehran University. Pp: 448-451. (in Persian)
- 30- Takasi S., Al-Ebrahim M.T., Kazeroni-Monfared A., and Rashed Mohasel M.H. 2009. Effect of temperature, light, flooding and plant in depth on germination percentage of wildlettuce weed (*Lactuca serriola*). The 3th Weed Science Congress, Babolsar. Pp: 33-36. (in Persian)
- 31- Takim F.O., and Fadayomi O. 2010. Influence of tillage and cropping systems on field emergence, growth of weeds and yield of maize (*Zea mays* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata* L.). Australian Journal Of Agriculture engineerng . 1 (4): 141-148.
- 32- Torkamani A. 2015. Investigation the effects of salinity, flooding, planting depth, pH and interaction between temperature and salinity on seed germination of Asian spiderflower (*Cleome viscosa* L.). M.sc thesis of weed science, Islamic Azad University, Gorgan Branch. 91p. (in Persian)
- 33- Zahed S., Gharekhloo J., and Bagherany N. 2013. Prostrate spurge seed germination response to salinity and drought caused by various concentrations of poly ethylene glycol 6000. The 5th Iranian Weed Science Congress. Tehran University. Pp: 476-479. (in Persian)