Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 50, No 3, Autumn 2019 (17-30)
DOI: 10.22059/ijfcs.2018.235751.654339

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۵۰، شمارهٔ ۳، پائیز ۱۳۹۸ (ص ۳۰-۱۷)

بوم‌شناسی جوانه‌زنی بذر علف‌هرز خارلته (*Cirsium arvense* L.)

احسان دادخواهی[۱]، حسن علیزاده[۲*]، مصطفی اویسی[۲]، آرش مامدی[۳]
۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد، علوم علف های هرز، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
۲. اساتید گروه زراعت و اصلاح نباتات ، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
۳. دانشجوی دکتری علوم و تکنولوژی بذر، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
(تاریخ دریافت: ۹۶/۰۴/۰۴ - تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۵/۳۰)

چکیده

خارلته (*Cirsium arvensis*) یکی از مهمترین علف‌های هرز مسأله‌ساز دنیا و از معضلات مزرعه، باغات، مراتع و چراگاه‌ها است. شناخت اکولوژی جوانه‌زنی این علف‌هرز، به توسعه برنامه‌های کنترل آن کمک خواهد کرد. به‌منظور بررسی خصوصیات جوانه‌زنی خارلته، آزمایشی تحت شرایط محیطی نور و تاریکی، شوری در چهار سطح (صفر،۴-، ۸-، ۱۲- بار) با محلول **NaCl** و خشکی در چهار سطح (صفر، ۴-، ۸- و ۱۲- بار) با محلول **PEG** در طیف دمایی (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵) درجه سانتی‌گراد اجرا گردید. مطالعه اول جوانه‌زنی تحت شرایط نوری نشان داد که جوانه‌زنی بذر خارلته در شرایط تاریکی در دماهای پایین بهتر صورت می‌گیرد؛ ولی در شرایط نوری، در دماهای بالا جوانه‌زنی بهتری داشت. نتایج مطالعه تنش شوری نشان داد که با افزایش تنش شوری خصوصیات جوانه‌زنی کاهش یافت و محدوده مجاز دمایی برای جوانه‌زنی خارلته با افزایش غلظت شوری به ۱۲- بار کاهش یافت. به‌طوری که دمای پایه از ۱۱ درجه سانتی‌گراد (در شرایط شاهد) به ۲۲ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت و دمای سقف از ۴۲ به ۳۳ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت. نتایج مطالعه سوم که تنش خشکی بود، نشان داد خارلته به تنش خشکی حساسیت بالایی دارد؛ به-طوری‌که در غلظت‌های ۸- و ۱۲- بار، در کلیه سطوح دمایی درصد جوانه‌زنی صفر بود. با شناخت زمان جوانه‌زنی بذر خارلته تحت عوامل مختلف محیطی، زمان به‌کارگیری روش‌های مدیریت علف‌هرز میسر می‌باشد. نتایج این بررسی می‌تواند به‌عنوان اطلاعات پایهٔ مؤثر در برنامه‌های مدیریت تلفیقی علف‌های هرز به‌کار گرفته شود.

واژه‌های کلیدی: خارلته، جوانه‌زنی، شوری، خشکی و دماهای کاردینال.

The ecology of Canada thistle (*Cirsium arvense* L.) seed germination

Ehsan Dadkhahi[1,2], Hasan Alizadeh[2], Mostafa Oveisi[2] and Arash Mamedi[3,2]
1. The graduated student of Weed Science, 2. Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran, 3. Ph.D student of Seed Science and Technology
(Received: June 25, 2017 - Accepted: August 21, 2018)

ABSTRACT

Canada thistle (*Cirsium arvense*) is a noxious weed and one of the most problematic weeds in field crops, orchards, vegetables, pastures and grasslands in Iran. Determining the ecological factors of this grass weed will contribute to development of its control programs. In order to study germination characteristics to water and salinity stress conditions at different temperatures, an experiment was conducted. Temperatures regimes included 5, 10, 15, 20, 25, 30 and 35°C. For each temperature the treatment, for salinity and water stress was 4 potentials (zero, -4, -8, and -12 bar) of NaCl and 4 potentials (zero, -4, -8, and -12 bar) of PEG. Results showed that increasing salinity stress decreased significantly germination rate and percentage. T_b germination was increased from 11°C to 22°C in -12 salinity potential and T_c decreased from 42°C to 33°C. Result showed that seed germination under drought was more sensitive, so that germination percentage at -8 bar was zero. Obtained germination data for high salinity and drought clearly showed that the permissive temperature range for germination was limited.

Key words: Canada thistle, germination, salinity, drought, cardinal temperatures.

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

مقدمه

خارلته با نام علمی ***Cirsium arvense***، متعلق به خانواده **Asteraceae** (آفتابگردان)، که در منابع نیز به نام‌های دیگر **Canada thistle, Creeping thistle** به‌کار برده می‌شود، علف هرزی پایا با گسترش جهانی است (**Holm *et al.*, 1997**). به‌دلیل توانایی رقابتی شدید این علف هرز، حتی آلودگی‌های کم آن نیز موجب کاهش عملکرد گیاه زراعی می‌شود. برای مثال، حضور خارلته با تراکم ۶ تا ۱۰ بوته در متر مربع، کاهش ۱۰ تا ۲۰ درصدی عملکرد گندم بهاره را باعث شده است (**Donald & Khan 1992**). خارلته در دامنه‌ی وسیعی از زیستگاه‌های طبیعی گسترش یافته و کنترل آن بسیار مشکل است. این گیاه قادر است بعد از خشک شدن اندام هوایی، مجددا از طریق سیستم ریشه‌های خزنده که در اعماق زمین گسترش می‌یابد، خود را احیا کند (**Van *et al.*, 2002**). جوانه‌زنی بذر، از مهم‌ترین رویدادها برای موفقیت بسیاری از علف‌های هرز محسوب می‌گردد، زیرا نخستین مرحله رقابت یک علف‌هرز در یک آشیانه‌ی اکولوژیکی است (**Leon & Knapp, 2004**). بسیاری از عوامل محیطی در پیشبرد و یا بازداشتن جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز شناخته شده است (**Taylorson *et al.*, 1987**). طی مطالعاتی روی جوانه‌زنی بذر خارلته دریافتند که دماهای ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درجه، تفاوت معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی بذر خارلته ندارد. آنها همچنین بعد از اعمال ۲۴ روز پیش‌تیمار سرمادهی، بیشترین درصد جوانه‌زنی در دمای ۳۰ درجه و در فتوپریود ۸ و ۱۶ ساعت مشاهده کردند (**Kumar & Lrvine, 1971**). شوری خاک یکی از عوامل محدودکننده رشد گیاهان در مناطق خشک و نیمه‌خشک است. به عبارت دیگر، تأثیرات منفی شوری را می‌توان به علت کاهش پتانسیل اسمزی آب (تنش آب)، عدم تعادل عناصر غذایی، تأثیر ویژه یون‌ها (تنش شوری) و تأثیر تلفیقی این عوامل بر گیاهان دانست (**Bliss *et al.*, 1986**). اثر متقابل بین شوری، دما و نور، شرایط اپتیمم را برای جوانه‌زنی بذر گیاهان تعیین می‌کند (**Huang *et al.*, 2003**). شوری، در صورت بالا بودن دما، اثرات مخرب‌تری بر جوانه‌زنی بذر از خود بر جای می‌گذارد (**Khan & Ungar, 2001**). دماهای بالا، باعث کاهش جوانه‌زنی بذر در غلظت‌های بالای شوری می‌شود. به‌طوری‌که، با افزایش بیشتر غلظت شوری، سرعت و درصد جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (**Khan & Ungar, 1996**). جوانه‌زنی بذرها به شدت تحت تأثیر عوامل محیطی به‌ویژه دما، رطوبت و اکسیژن خاک قرار می‌گیرد (**Anda & Pinter, 1994**). از آنجا که جوانه‌زنی بذرها با جذب آب آغاز می‌شود، کمبود آب در این مرحله بسته به شدت، طول مدت تنش و نوع گونه گیاهی موجب کاهش سرعت و درصد جوانه‌زنی می‌گردد (**Wang *et al.*, 2016**). این مطالعه تحلیل و سنجش اکولوژی جوانه‌زنی بذر خارلته می‌باشد. با کمک این مطالعه، می‌توان برای مدیریت این علف‌هرز در مزرعه با پیش‌گیری از جوانه‌زنی یا تشویق به جوانه‌زنی و تبدیل به گیاهچه راهکارهای مدیریتی علف هرز خارلته را پیشنهاد داد. عوامل محیطی از قبیل نور، دما، رطوبت و شوری که بر صفات جوانه‌زنی موثرند، در این آزمایش مورد مطالعه قرار گرفته شد.

مواد و روش‌ها

بذور خارلته در تیر ماه ۱۳۹۳ از مزارع گندم کرج جمع‌آوری گردید، سپس در دمای معمول آزمایشگاه نگهداری و طی سه آزمایش جداگانه، به‌منظور بررسی تاثیر نور (روشنایی و تاریکی)، سطوح مختلف شوری و همچنین سطوح مختلف خشکی در دماهای ثابت (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد) بر درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر خارلته به‌صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار انجام گرفت. در ابتدا به‌منظور تعیین قوه‌نامیه بذرها از آزمون تترازولیوم‌کلراید با سه تکرار (در هر تکرار با ۵۰ بذر)، در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و شرایط تاریکی مطلق استفاده شد (**Esno *et al.*, 1996**). در انتها پس از گذشت ۱۴ روز از شروع آزمایش و ثبت هر روزه

جوانه‌زنی بذرها، درصد و سرعت جوانه‌زنی محاسبه و تاثیر روشنایی و تاریکی، شوری و خشکی در دماهای مختلف بر جوانه‌زنی خارلته بررسی شد.

آزمایش اول. تاثیر روشنایی و تاریکی بر جوانه-زنی خارلته

این آزمایش به‌منظور بررسی تاثیر نور و تاریکی در دماهای مختلف بر درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر علف-هرز خارلته انجام شد که طی آن، ۷ سطح دمایی (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد) به-وسیله ژرمیناتورهای آزمایشگاهی فراهم گردید. روش انجام آزمایش به این ترتیب بود که در هر دما ۳ تکرار (هر پتری‌دیش، حاوی ۲۵ بذر) در ژرمیناتور و روشنایی کامل و برای ایجاد محیط تاریکی پتری‌ها با فویل آلومینیومی پوشانده شده و پس از آن، وارد ژرمیناتور شدند. شمارش روزانه هر دو تیمار روشنایی و تاریکی در کلیه دماها، هر روز به مدت ۱۴ روز انجام گردید. جهت حذف اثر کامل نور بر تیمار تاریکی، شمارش روزانه این تیمار در اطاقک حاوی نور سبز انجام گردید.

تاثیر سطوح مختلف شوری بر جوانه‌زنی خارلته

این آزمایش به‌منظور بررسی تاثیر سطوح مختلف شوری در دماهای (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد)، بر درصد و سرعت جوانه‌زنی بذور خارلته، از ۴ سطح شوری **NaCl** در پتانسیل‌های (صفر، ۴-، ۸- و ۱۲- بار) استفاده شد. به این صورت که در هر دما سه تکرار ۲۵ عدد بذری از هر سطح شوری قرار داده شد. لازم به ذکر است بعد از تهیه محلول‌های سطوح مختلف شوری، به هر کدام از تیمارهای مربوطه به میزان ۶ میلی لیتر محلول به بستر جوانه‌زنی اضافه گردید. خروج دو میلی‌متر ریشه-چه نشان‌دهنده جوانه‌زنی بذر بود و مدت شمارش ۱۴ روز بود.

تاثیر سطوح مختلف خشکی بر جوانه‌زنی خارلته

ابتدا تعداد ۲۵ بذر در پتری‌دیش به قطر ۹ سانتی‌متر و دارای یک برگ کاغذ صافی قرار داده شد. سپس به هر پتری‌دیش ۶ میلی‌متر از محلول پلی‌اتیلی‌گلایکول (**PEG 6000**) با پتانسیل‌های صفر، ۴-، ۸-، ۱۲- بار افزوده شد. تنش خشکی بر اساس روش میچل وکافمن (**Michel and Kaufman, 1973**) با استفاده از **PEG** ۶۰۰۰ اعمال شد. برای جلوگیری از هدر رفت محلول درون پتری‌دیش، هر پتری‌دیش در یک کیسه نایلونی پیچیده شد و سپس درون انکوباتور قرار گرفت. دماهای به‌کار گرفته شده در این آزمایش عبارت بودند از: ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد. شمارش بذرهای جوانه‌زده به‌صورت روزانه و با در نظر گرفتن خروج ۲ تا ۳ میلی‌متر ریشه‌چه به-عنوان معیار جوانه‌زنی انجام گرفت. شمارش جوانه‌زنی به‌مدت ۱۴ روز ادامه یافت. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد.

آنالیز و روش‌های آماری

نحوه محاسبه درصد و سرعت جوانه‌زنی به شرح زیر انجام گرفت:

معادله ۱ :

$$GP = (Ni/S) \times 100$$

در فرمول فوق، **GP** درصد جوانه‌زنی، **Ni** تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز **i** ام و **S** تعداد کل بذرهای کشت شده را نشان می‌دهد.

معادله ۲ :

$$GR = \sum Ni/T$$

در این فرمول نیز، **GR** سرعت جوانه‌زنی و **Ti** تعداد روز تا شمارش **i** ام می‌باشد (**Bajji *et al.*, 2002**). بنابراین بعد از محاسبه سرعت جوانه‌زنی در سطوح مختلف شوری و خشکی دماهای مختلف، از مدل دو تکه‌ای و دندان‌مانند برای تعیین دماهای کاردینال بر اساس معادله زیر استفاده گردید (**Soltani *et al.*, 2006**):

۱. مدل دندان-مانند:

f (T) = ((T-Tb)/(To1-Tb)) if Tb < T≤To1
f(T) = ((Tc-T)/(Tc-To2)) if To2 < T≤ Tc
f(T) = 1 if To1< T ≤ To2
f(T) = 0 if T ≤ Tb or T ≥ Tc

۲. مدل دوتکه‌ای:

3. f(T) = (T - Tb) / (To - Tb) if Tb < T ≤ To
4. f(T) = (Tc - T) / (Tc - To) if To < T < Tc
5. f(T) = 0 if T ≤ Tb or T ≥ Tc

در این روابط **T** دمای متوسط روزانه (دمای آزمایش)، T_bدمای پایه، T_{O1}دمای مطلوب تحتانی، T_{O2}دمای مطلوب فوقانی و T_c دمای سقف بر حسب درجه سانتی‌گراد است.

همچنین برای دقت مدل از پارامترهای زیر استفاده شد:

۱. **RMSE**: جذر میانگین مربعات خطا

۲. R^2: ضریب تبیین رگرسیون بین مقادیر پیش‌بینی و مقادیر مشاهده‌شده.

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار **SAS** (نسخه ۹،۱) و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (**LSD**) در سطح احتمال ۱ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

آزمون قوه‌نامیه بذور: بر اساس آزمون تترازولیوم، بذرها با رنگ قرمز زنده محسوب شدند و طبق نتایج حاصل از این آزمون، میانگین قوه‌نامیه بذر خارلته ۶۰ درصد بود.

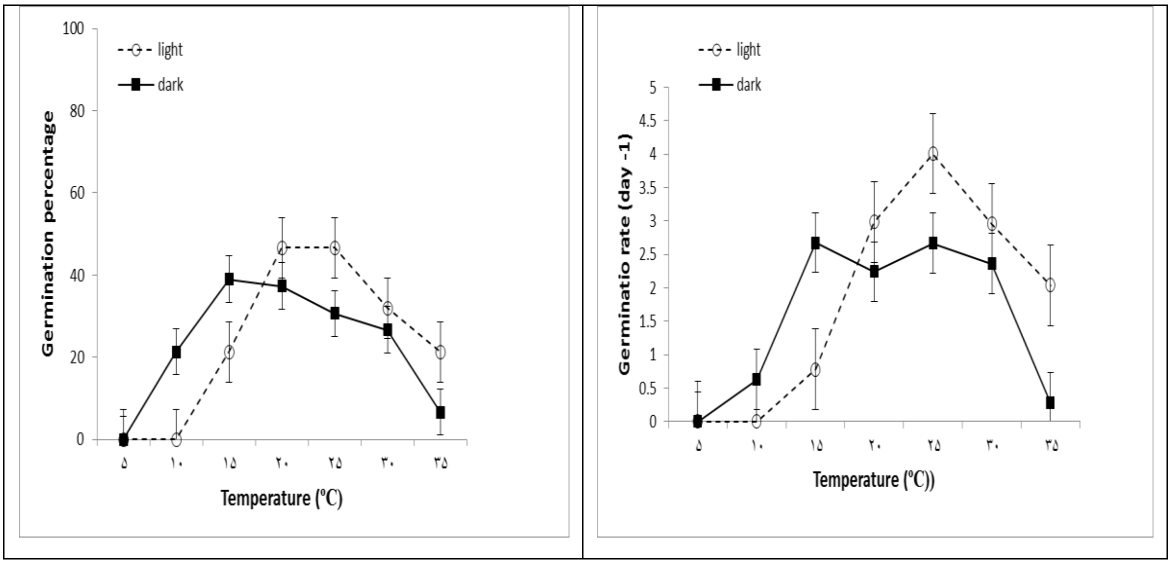
۱- تاثیر روشنایی و تاریکی بر جوانه‌زنی خارلته

نتایج تجزیه واریانس نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار درصد و سرعت جوانه‌زنی در دماهای مختلف نور، تاریکی و همچنین اثر متقابل این دو عامل در سطح ۱٪ بود (جدول ۱).

جدول۱- تجزیه واریانس تاثیر دما و نور بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر خارلته

Table1. Analysis of variance for germination indices of (*Ciersium arvensis*)

منابع تغییرات **(S.O.V)**	درجه آزادی **df**	میانگین مربعات **MS**	
		درصد جوانه‌زنی **Germination percentage (%)**	سرعت جوانه‌زنی **Germination rate**
Temperature (T) دما	**6**	**1830.09****	**9.52****
Light (L) نور	**1**	**110.09****	**0.78****
T*L نور*دما	**6**	**786.53****	**2.31****
Error خطا	**28**	**8**	**0.07**
ضریب تغییرات **C.V%**		**8.04**	**12.33**

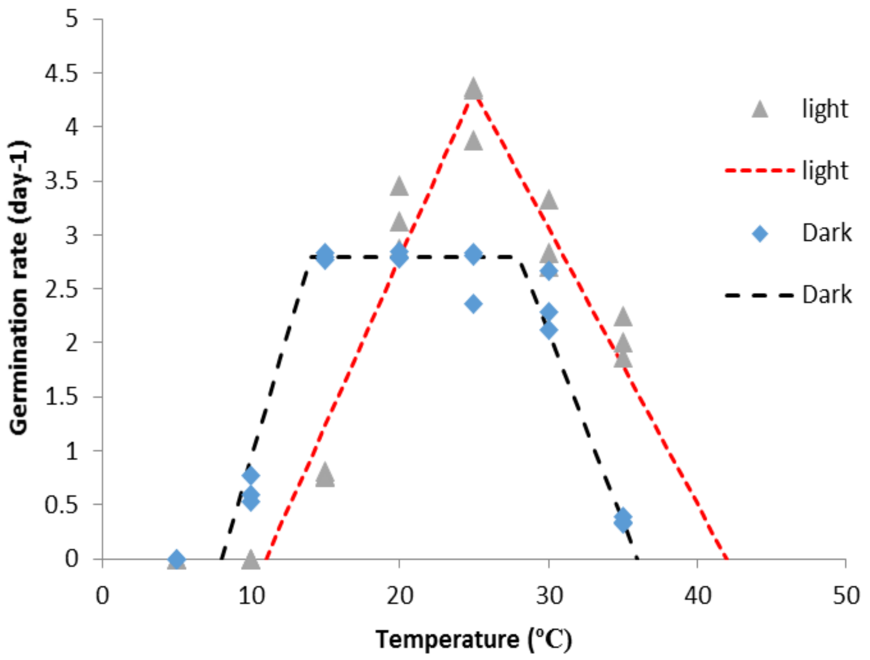


شکل ۱. مقایسه میانگین خصوصیات جوانه‌زنی خارلته در دماهای مختلف تحت شرایط نور و تاریکی

Figure 1. Mean comparison of effect of different temperature on seed germination rate and percentage under light and darkness condition

به‌طور کلی، در هر دو شرایط روشنایی و تاریکی، بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی بذرهای خارلته در محدوده دمایی ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درجه به‌دست آمد. در شرایط تاریکی بذرها در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد سرعت و جوانه‌زنی بیشتری نسبت به شرایط نوری داشتند؛ به طوری‌که در شرایط نوری و دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد درصد جوانه‌زنی صفر بود. اما در شرایط نوری نسبت به تاریکی بذر توانایی جوانه‌زنی بالاتری در دمای بالا ۳۵ درجه سانتی‌گراد داشت. شاید بتوان گفت که در شرایط تاریکی بذر برای جوانه-زنی به دماهای سرد نیاز دارد ولی برای جوانه‌زنی در دماهای بالاتر به شرایط نوری نیاز پیدا می‌کند؛ بنابراین بذر خارلته در پاسخ به شرایط محیطی مختلف پاسخ اکوفیزیولوژیکی متفاوتی دارد که از این پاسخ‌ها به‌عنوان سنسور برای رقابت و ماندگاری در بانک بذر خاک استفاده می‌کند (**Dyer, 1995**)؛ به طوری‌که این نوع پاسخ‌های متفاوت بذر خارلته به دما و شرایط نوری موجب توزیع زمانی و مکانی جوانه‌زنی بذر خارلته می‌شود. با توجه به نتایج آزمایشات انجام-شده، می‌توان به روند صعودی درصد و سرعت جوانه-زنی تا دمای ۲۵ درجه و از آن پس کاهش تدریجی آن اشاره کرد. در هر دو شرایط نور و تاریکی، کمترین سرعت جوانه‌زنی را می‌توان در دماهای پایین (۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد) و مخصوصا دمای بالا (۳۵ درجه سانتی‌گراد) مشاهده نمود.

از دیدگاه بوم‌شناختی، دما مهمترین نقش را در تنظیم خواب و پدیده جوانه‌زنی بذر دارد. از دیدگاه جوانه‌زنی، سه دمای بنیادین برای پاسخ بذر به دما شناخته شده است: دمای پایه (**T_b**)، دمای بهینه (**T_o**) و دمای سقف (**T_c**). در دماهای پایین‌تر از دمای پایه و بالاتر از دمای سقف بذر از جوانه زنی بازداشته می‌شود و در دمای بهینه، جوانه‌زنی با بیشترین سرعت رخ می‌دهد. افزون بر این، دما تنها بر سرعت جوانه‌زنی تاثیر نمی‌گذارد بلکه جوانه‌زنی پایانی نیز به دما وابسته است و همچنین پاسخ این دو به دما می‌تواند بسیار متفاوت باشد. از آنجایی¬ که جوانه¬زنی پایانی در بازه گسترده¬ای از دماها یکسان است، مدل¬های رگرسیونی که می¬توانند این الگوی پاسخ را توصیف کند مدل دندان¬مانند و دو تکه¬ای است.



شکل ۲. رابطه بین دما (درجه سانتی‌گراد) و سرعت جوانه‌زنی بذر خارلته بر اساس مدل دندان‌مانند

Figure2. Predicted (lines) vs. observed (symbols) germination rate of (*Cersium arvensis*) seeds at different constant temperatures to reach 50% germination (R50) using dent-like models.

در حقیقت با افزایش دما فراتر از دمای پایه، درصد جوانه‌زنی به‌صورت خطی افزایش می‌یابد، در T_{o1} به بیشترین اندازه خود می‌رسد و تا T_{o2} تغییری نمی‌کند. ولی در دماهای بالاتر از T_{o2} درصد جوانه‌زنی به‌صورت خطی کاهش پیدا می‌کند تا اینکه در دمای سقف به صفر می‌رسد. در خارلته جوانه‌زنی در شرایط نور پس از دمای ۱۱ درجه سانتی‌گراد آغاز می‌شود، در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، سرعت جوانه‌زنی به بیشترین مقدار خود می‌رسد؛ ولی پس از دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، روند کاهشی پیدا کرده و سرانجام در دمای ۴۲ درجه سانتی‌گراد جوانه‌زنی متوقف می‌شود. اما در شرایط تاریکی جوانه‌زنی پس از دمای ۸ درجه سانتی‌گراد آغاز شده، در دمای ۱۴ درجه سانتی‌گراد به بیشترین مقدار و تا دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد در شرایط تاریکی همچنان توانایی جوانه‌زنی بهینه را حفظ می‌کند و در نهایت در دمای ۳۶ درجه سانتی‌گراد، جوانه‌زنی متوقف می‌شود. در همه این دماها سرعت پیشرفت جوانه‌زنی از طریق مدل سرعت جوانه‌زنی بیان می‌شود. آماره‌های این مدل همچنین به‌طور کارامد امکان مقایسه جوانه‌زنی این گونه را در شرایط محیطی مختلف با یکدیگر را فراهم می‌سازند. مثلا با توجه به آماره‌های T_{o1}و T_{o2} می‌توان بیان کرد که دامنه دمای بهینه برای خارلته در شرایط نور باریک‌تر از شرایط تاریکی است. همچنین بر حسب مقدار آماره T_b می‌توان نتیجه گرفت که جوانه‌زنی خارلته در شرایط تاریکی در دماهای پایین، سریع‌تر صورت می گیرد. به احتمال زیاد می‌توان گفت در شرایط عدم وجود نور، خارلته از سرما به‌عنوان سنسور برای جوانه‌زنی استفاده می‌کند. شاید بتوان گفت که این علف هرز در دمای پایین ۱۵ درجه سانتی‌گراد و شرایط تاریکی، به‌علت جوانه‌زنی بالا، توان رقابتی خود را از طریق افزایش تعداد بوته، به‌دست می‌آورد. از سوی دیگر، در شرایط تاریکی هنگامی که دمای محیط زیاد باشد و در نتیجه جوانه‌زنی اندک، کاهش توان رقابتی به‌دلیل جمعیت پایین را با جوانه‌زنی تند و استقرار زود هنگام جبران می‌کند؛ چرا که در شکل بیان‌شده که در شرایط تاریکی با افزایش دما از ۱۵ به ۲۵ درجه سانتی‌گراد درصد، جوانه‌زنی کاهش

یافت ولی شکل ۲ به‌طور اشکار نشان می‌دهد که علی-رغم کاهش درصد جوانه‌زنی با افزایش دما، سرعت جوانه‌زنی از دمای ۱۴ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد ثابت است. این پدیده از نظر بوم‌شناختی دارای اهمیت چشمگیری است؛ بدین معنا که در شرایط تاریکی، دماهای پایین برای رسیدن به درصدهای بالای جوانه-زنی سودمند هستند ولی برای رسیدن به این درصدهای بالای جوانه‌زنی به زمان زیادی نیاز است چون سرعت جوانه‌زنی در این دماها پایین است. از سویی، در دماهای بالا احتمال جوانه‌زنی کمتر است ولی همان تعداد بذور کمی که توان جوانه‌زنی دارند، جوانه‌زنی در آنها سریع‌تر انجام می‌شود. در شرایط نوری، دماهای بالا برای رسیدن به درصد جوانه‌زنی بالا، نیاز است به طوری‌که بیشترین درصد جوانه‌زنی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد حاصل شد ولی در شرایط تاریکی در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد به‌دست آمد. در کل سرعت جوانه‌زنی خارلته در شرایط نوری بهتر از شرایط تاریکی بود و در ضمن دامنه گستره توانایی جوانه‌زنی در شرایط نوری وسیع‌تر از شرایط تاریکی بود؛ بنابراین آزمایشات تنش شوری و خشکی در شرایط نوری انجام گرفت. این پدیده‌ها سازش - پذیرش بسیار بالایی به این علف هرز می‌دهد که منجر به افزایش توان رقابتی در دامنه گسترده‌ای از دماهای محیطی می‌گردد؛ بنابراین توانایی مدل پیشنهادی در گنجاندن پدیده‌های زیست‌شناختی و بوم‌شناختی در درون خود، از اهمیت بالایی برخوردار است. این مدل تنها به مدل‌های خطی محدود نشده و چنانچه الگوی غیرخطی در پاسخ به دما دیده شود می‌توان از مدل های غیرخطی نیز بهره برد. در این آزمایش مدل‌های غیرخطی (بتا) نیز ازمون شدند ولی با توجه به مقادیر **R2** و **RMSE** چون بهبود چشمگیری در توان توصیف و پیش‌بینی مدل دیده نشد به مدل ساده دندان‌مانند و دوتکه‌ای بسنده گردید (داده‌ها نشان داده نشده‌اند). بنابراین، به‌نظر می‌رسد که بهره‌گیری از مدل بالا بتواند کارایی مدل‌های سبز شدن علف‌های هرز را افزایش دهد و به پیرو با کاربرد بهنگام ابزارهای کنترلی به مدیریت بهتر علف هرز کمک کند.

جدول۲. پارامترهای پیش‌بینی شده با استفاده از مدل دو تکه‌ای (شرایط نور) و دندان-مانند (شرایط تاریکی).

Table 2. Estimated parameters for the Segmented and Dent-like model.

Treatment دما	T_b دمای پایه	T_{o1} دمای اپتیمم اول	T_{o2} دمای اپتیمم دوم	T_c دمای سقف	R^2	RMSE
Light نور	**11**	**25**	-	**42**	**0.96**	**0.0693**
Dark تاریکی	**8**	**14**	**28**	**36**	**0.97**	**0.0488**

تاثیر سطوح مختلف شوری بر جوانه‌زنی خارلته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل شوری و دما بر هر دو صفت درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی در سطح یک درصد معنی‌دار است (**P<0.01**). شوری یکی از استرس‌های اصلی محیطی است که جوانه‌زنی بذر را تحت تأثیر قرار می‌دهد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در دماهای پایین ۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد، در کلیه سطوح شوری، درصد جوانه‌زنی صفر بود. با افزایش دما به ۱۵ درجه سانتی‌گراد درصد جوانه‌زنی بهبود یافت به طوری‌که ۲۵٪ جوانه‌زنی فقط در سطح شوری صفر (شاهد) داشت. با افزایش دما به ۲۵ درجه سانتی‌گراد خصوصیات جوانه‌زنی در کلیه سطوح شوری بهبود یافت به طوری‌که حتی در شوری ۱۲- بار توانایی جوانه‌زنی داشت. به‌طور کلی در دمای اپتیمم، خارلته به شوری مقاوم‌تر بود. با افزایش دما به ۳۵ درجه سانتی‌گراد خصوصیات جوانه‌زنی خارلته در کلیه سطوح شوری کاهش یافت به طوری‌که در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد درصد جوانه‌زنی در سطوح شوری ۸- و ۱۲- بار به صفر کاهش یافت.

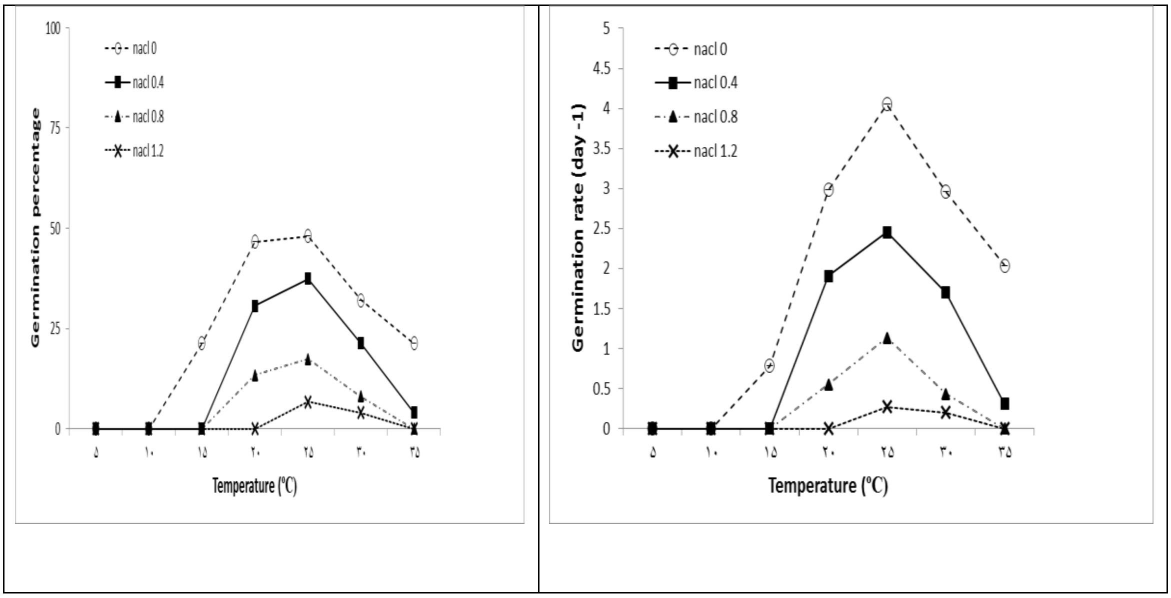
جدول۳. تجزیه واریانس تاثیر دما و شوری بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر خارلته

Table 3. Analysis of variance for germination indices of (*Cersium arvensis*)

منابع تغییرات **S.O.V**	درجه آزادی **df**	**MS** میانگین مربعات	
		درصد جوانه زنی **Germination (%)**	سرعت جوانه زنی **Germination rate (d)**
دما **Temperature (T)**	**6**	**1454.15****	**7.31****
شوری **Salinity (S)**	**3**	**2093.96****	**12.99****
دما*شوری **T*S**	**18**	**224.19****	**1.46****
خطا **Error**	**56**	**3.42**	**0.03**
ضریب تغییرات **C.V%**		**9.01**	**13.71**

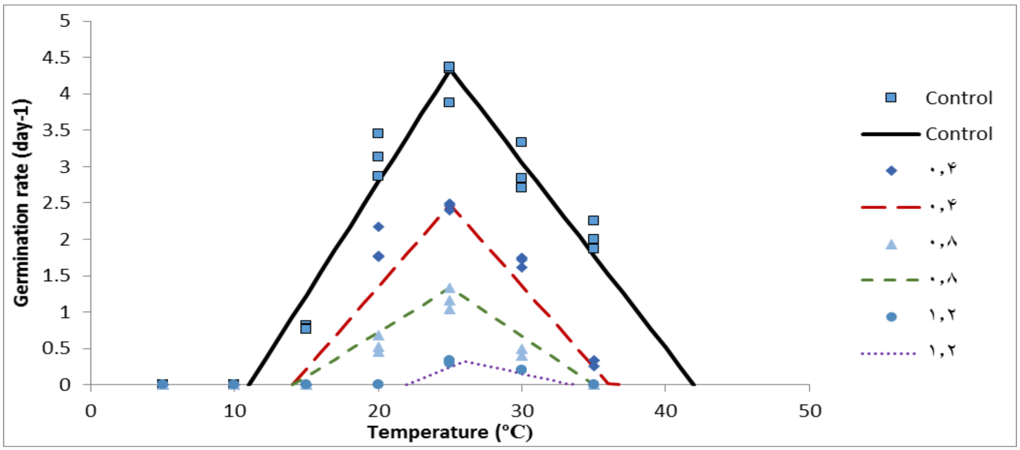
تاثیر سطوح مختلف شوری بر جوانه‌زنی خارلته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل شوری و دما بر هر دو صفت درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی در سطح یک درصد معنی‌دار است (**P<0.01**). شوری یکی از استرس‌های اصلی محیطی است که جوانه‌زنی بذر را تحت تأثیر قرار می‌دهد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در دماهای پایین ۵ و ۱۰ درجه سانتی گراد، در کلیه سطوح شوری، درصد جوانه‌زنی صفر بود. با افزایش دما به ۱۵ درجه سانتی‌گراد درصد جوانه‌زنی بهبود یافت به طوری‌که ۲۵٪ جوانه‌زنی فقط در سطح شوری صفر (شاهد) داشت. با افزایش دما به ۲۵ درجه سانتی‌گراد خصوصیات جوانه‌زنی در کلیه سطوح شوری بهبود یافت به طوری‌که حتی در شوری ۱۲- بار توانایی جوانه‌زنی داشت. به‌طور کلی در دمای اپتیمم، خارلته به شوری مقاوم‌تر بود. با افزایش دما به ۳۵ درجه سانتی‌گراد خصوصیات جوانه‌زنی خارلته در کلیه سطوح شوری کاهش یافت به طوری‌که در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد درصد جوانه‌زنی در سطوح شوری ۸- و ۱۲- بار به صفر کاهش یافت.



شکل ۳. مقایسه میانگین خصوصیات جوانه‌زنی بذر خارلته در دماهای مختلف و سطوح مختلف شوری

Figure 3. Mean comparison of effect of different temperature and salinity on seed germination rate and percentage.



شکل ۴. رابطه بین دما (درجه سانتی‌گراد) و سرعت جوانه‌زنی بذر خارلته بر اساس مدل دوتکه‌ای در سطوح مختلف شوری

Figure 4. Predicted (lines) vs. observed (symbols) germination rate of (*Cersium arvensis*) seeds at different constant temperatures to reach 50% germination (R50) using Segmented models in different salinity levels.

کمی‌سازی واکنش جوانه‌زنی بذور کینوا در دماها و سطوح مختلف شوری با کمک مدل دوتکه‌ای به‌خوبی برازش شد. مقادیر **RMSE** (جذر میانگین مربعات خطا)، **R^2** (ضریب تبیین)، **T_b**(دمای پایه)، **T_o** (دمای بهینه) و **T_C** (دمای سقف) مربوط به مقادیر ساعت تا ۵۰٪ جوانه‌زنی پیش‌بینی شده مدل دوتکه‌ای در پتانسیل‌های مختلف شوری در جدول (۳) نشان داده شده است. در تیمار شاهد، دمای بهینه (**T_o**) ۲۵ درجه سانتی‌گراد با اطمینان ۹۶٪ برای جوانه‌زنی بهینه بذر گیاه و ۴۲ درجه برای حداکثر (**T_C**) و ۱۱ درجه برای پایه (**T_b**) می‌باشد (جدول ۳). با افزایش تنش شوری به ۴- بار، پنجره مجاز دمایی برای جوانه‌زنی بذر خارلته کاهش یافت به طوری‌که دمای پایه به ۱۴ درجه سانتی‌گراد، افزایش یافت و دمای سقف به ۳۶ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت. اما در بالاترین سطح شوری (۱۲- بار) محدودیت دمایی برای جوانه‌زنی چشمگیرتر بود به طوری‌که دمای پایه ۲۲ درجه سانتی‌گراد و دمای سقف ۳۳/۴۶ درجه سانتی‌گراد بود. اما تغییرات دمای بهینه در سطوح مختلف شوری کمتر بود.

جدول۴. پارامترهای پیش‌بینی شده با استفاده از مدل دو تکه‌ای.

Table 4. Estimated parameters for the Segmented model.

شوری Salinity	دمای پایه T_b	دمای اپتیمم T_o	دمای سقف T_c	ضریب تبیین R^2	خطا RMSE
0	11	25	42	0.96	0.0693
-4	14.07	25	36.09	0.95	0.0596
-8	14.07	25	35	0.96	0.0311
-12	22	26.03	33.46	0.99	0.0077

تاثیر سطوح مختلف خشکی بر جوانه‌زنی خارلته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل دما و خشکی بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر خارلته در سطح یک درصد معنی‌دار است (**$P<0.01$**). در بررسی هم‌کنش دما و پتانسیل اسمزی بر خصوصیات جوانه‌زنی مشخص شد که با کاهش پتانسیل اسمزی در همه دماها سرعت و درصد جوانه‌زنی کاهش یافت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که درصد جوانه‌زنی خارلته در دماهای پایین ۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد در همه سطوح شوری صفر بود. با افزایش دما به ۱۵ درجه سانتی‌گراد، جوانه‌زنی درسطوح خشکی صفر و ۴- بار بهبود یافت به طوری‌که بیشترین درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد فقط در سطوح خشکی صفر و ۴- بار بود و با افزایش دما به ۳۵ درجه سانتی‌گراد خصوصیات جوانه‌زنی خارلته کاهش یافت. اما خارلته در سطوح خشکی ۸- و ۱۲-

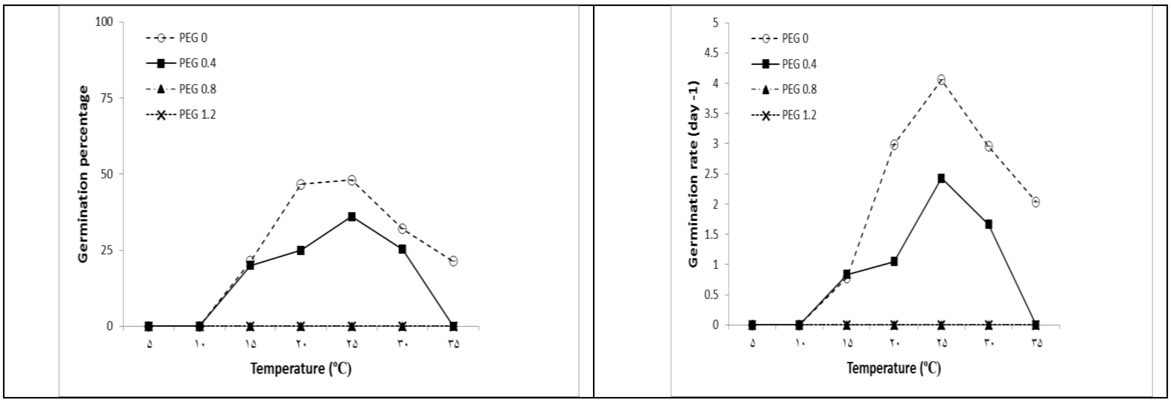
بار در کلیه سطوح دمایی توانایی جوانه‌زنی نداشت که نشان‌دهنده حساسیت بالای خارلته به خشکی است. بنابراین در دماهای بالاتر و پایین‌تر از دمای بهینه، حساسیت این گونه به تنش آبی افزایش می‌یابد.

جدول۵- تجزیه واریانس تاثیر دما و خشکی بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر خارلته

Table 5. Analysis of variance for germination characteristics of (*Cersium arvensis*) under drought

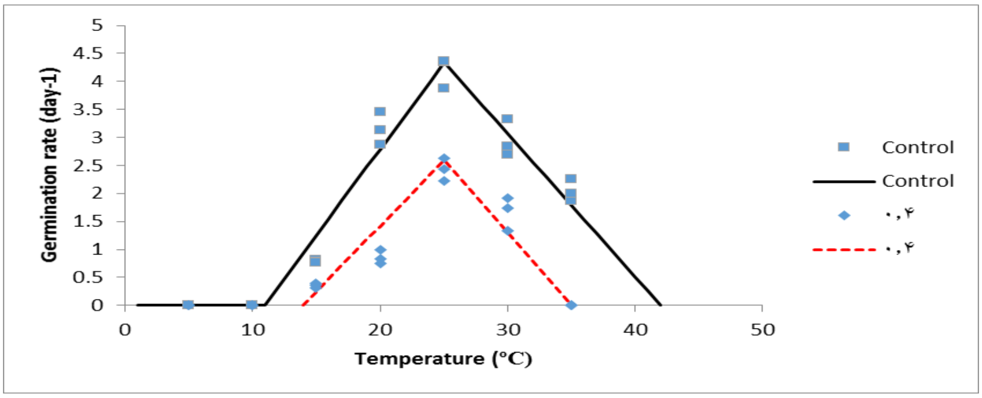
منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	MS میانگین مربعات	
		درصد جوانه زنی Germination (%)	سرعت جوانه زنی Germination rate (d)
دما Temperature (T)	6	742.09**	۴.۳۱**
خشکی Drought (D)	3	2846.73**	15.74**
خشکی*دما T*D	18	349.54**	2.04**
خطا Error	56	3.04	0.03
ضریب تغییرات C.V %		10.12	13.07

روند تغییرات سرعت جوانه‌زنی در دماهای مختلف از یک مدل دوتکه‌ای پیروی کرد که با برازش این مدل بر سرعت جوانه‌زنی در پتانسیل‌های اسمزی مختلف دماهای کاردینال برای سرعت جوانه‌زنی برای پتانسیل‌های اسمزی مختلف به‌دست آمد. کاهش پتانسیل اسمزی موجب کاهش سرعت جوانه‌زنی و همچنین کاهش دامنه دمایی مطلوب جوانه‌زنی گردید. دمای مطلوب برای حداکثر سرعت جوانه‌زنی برای پتانسیل‌های اسمزی صفر تا ۴- بار، ۲۵ درجه سانتی‌گراد بود. دمای مطلوب برای حداکثر سرعت جوانه‌زنی با کاهش پتانسیل اسمزی کاهش یافت. با کاهش پتانسیل اسمزی از صفر به ۴- بار، دمای پایه به ۱۴ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت و دمای سقف به ۳۵ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت.



شکل۵. مقایسه میانگین خصوصیات جوانه‌زنی بذر خارلته در دماها و سطوح خشکی متفاوت

Figure 5. Mean comparison of effect of different temperature and drought on seed germination rate and percentage



شکل۶. رابطه بین دما (درجه سانتی گراد) و سرعت جوانه‌زنی بذر خارلته بر اساس مدل دو تکه‌ای

Figure 6. Predicted (lines) vs. observed (symbols) germination rate of (*Cersium arvensis*) seeds at different constant temperatures to reach 50% germination (R50) using Segmented model.

جدول۶. پارامترهای پیش‌بینی شده با استفاده از مدل دو تکه ای.

Table 6. Estimated parameters for the Segmented model.

Drought	T_b	T_o	T_c	R^2	RMSE
0	11	25	42	0.96	0.0693
-4	14	25	35	0.90	0.0661
-8	0	0	0	0	0
-12	0	0	0	0	0

بحث

در این مطالعه، نتیجه گرفته شد که بذر خارلته قادر خواهد بود در طیف وسیعی از شرایط محیطی توانایی جوانه‌زنی را داشته باشد. در واقع این پارامترهای اندازه‌گیری شده (دماهای کاردینال، سرعت جوانه‌زنی و درصد جوانه‌زنی) می‌توانند در شناخت ما برای جوانه‌زنی بذر خارلته و بقای گیاهچه در مزرعه تحت تنش‌های غیر زنده مفید واقع شوند. در رابطه با دما، بذر خارلته توانایی جوانه‌زنی در طیف وسیعی از دما را داشت که رنج دمایی آن از ۱۱ تا ۴۲ درجه سانتی‌گراد بود و دمای اپتیم برای جوانه‌زنی ۲۵ درجه سانتی‌گراد، با استفاده از مدل دوتکه‌ای در شرایط نوری پیش‌بینی شد. در شرایط نوری سرعت جوانه‌زنی بیشتر از شرایط تاریکی بود به طوری‌که با بررسی جوانه‌زنی بذر (*Limonium stocksii*) تحت شرایط تاریکی و نوری در طیف وسیع دمایی، نتیجه گرفتند که سرعت جوانه‌زنی در شرایط تاریکی در مقایسه با نور کمتر بود (**Zia & Khan, 2004**). در یک مطالعه تأثیر تاریکی و نور بر جوانه‌زنی بذر گراس چند ساله تحت رژیم مختلف دمایی و تنش شوری نتیجه گرفتند که نور باعث افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی در مقایسه با تاریکی می‌شود (**Ajmal Khan *et al.*, 2002**). (**Gul & Weber, 1997**) با بررسی جوانه‌زنی بذر ***Allenrolfia occidentalis*** تحت رژیم‌های مختلف دمایی، شوری تحت شراط نور و تاریکی بیان کردند که با افزایش تنش شوری سرعت و درصد جوانه‌زنی کاهش می‌یابد به طوری‌که این مقدار کاهش در شرایط تاریکی بیشتر از شرایط نوری بوده و بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی در دمای ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد رخ داد. درصد جوانه‌زنی خارلته در شرایط تاریکی در دماهای بالا ۳۰ درجه سانتی‌گراد صفر بود ولی در دماهای پایین نسبت به شرایط نوری توانایی جوانه‌زنی بیشتری داشت. (**Kreslavski *et al.*, 2013**) با بررسی جوانه‌زنی بذر کاهو تحت رژیم مختلف دمایی، شرایط نوری و تاریکی نتیجه گرفتند که در شرایط تاریکی بذرها در دمای بالا توانایی جوانه-زنی نداشتند؛ ولی در شرایط نوری توانایی جوانه‌زنی داشتند که با نتایج ما همخوانی داشت و بیان کردند که احتمالا دلیل این پدیده، به‌وجود آمدن یکسری بازدارنده‌ها در شرایط تاریکی و دمای بالا تحت

سیستم کنترلی فیتوکروم در مرحله اول جوانه‌زنی هستند؛ بنابراین پاسخ به نور برای جوانه‌زنی خارلته با توجه به مقدار دمایی می‌تواند متفاوت باشد، به طوری‌که نتایج نشان داد دمای پایین می‌تواند جایگزین نور برای جوانه‌زنی بذر خارلته باشد. علاوه بر این، نور می‌تواتند باعث کاهش جوانه‌زنی شود زیرا در دماهای پایین نور مانع جوانه‌زنی بذر شده است اما در دماهای بالا نور باعث بهبود جوانه‌زنی بذر خارلته گردیده است. آزمایشاتی ۲۸ ساله روی ۵ علف هرز پهن برگ از جمله خارلته در دو نوع خاک نشان داد که دو عامل نور و تناوب دمایی باعث هم‌افزایی و به‌عبارتی افزایش جوانه‌زنی در بذر خارلته شده است (**Bostock, 1978**). طیف مجاز دمایی جوانه‌زنی خارلته از دمای ۱۳ تا ۴۶ درجه سانتی‌گراد با برازش مدل رگرسیونی دندان-مانند پیش‌بینی شد. از مدل دندان- مانند برای تعیین دماهای کاردینال دو اکوتیپ ***Thymus daenensis*** در پاسخ جوانه‌زنی بذر به سطوح مختلف دمایی برازش داده شده است (**Tolyat & Khan, 2014**). با افزایش تنش شوری سرعت جوانه‌زنی و درصد جوانه‌زنی کاهش یافت البته مقدار کاهش این خصوصیات جوانه‌زنی در تمام سطوح شوری، در دماهای بالا و پایین بهینه بیشتر بود. زیرا نمک پتانسیل اسمزی محیط اطراف بذر را منفی‌تر می‌کند؛ در نتیجه جذب آب توسط بذر محدود می‌شود و جوانه‌زنی بذر دیرهنگام اتفاق می‌افتد یا اینکه در غلظت‌های خیلی بالا، جوانه‌زنی صورت نمی‌گیرد. پژوهش‌های دیگر محققان از جمله نتایج به‌دست آمده با تحقیقات (**Tolyat *et al.*, 2014**) که اظهار داشته‌اند که شوری سرعت و درصد جوانه‌زنی را کاهش می‌دهد و با افزایش تنش شوری بر میزان این کاهش افزوده می‌شود، همخوانی دارد. در این آزمایش تنش شوری، با افزایش غلظت شوری، دمای پایه افزایش یافته و دمای سقف کاهش یافت. بنابراین با افزایش غلظت شوری، محدوده مجاز دمایی برای جوانه‌زنی خارلته کاهش یافت. همچنین در این مطالعه بررسی خصوصیات جوانه‌زنی خارلته تحت تنش خشکی در شرایط متفاوت دمایی مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که خارلته به تنش خشکی خیلی حساس است؛ به طوری‌که در همه سطوح دمایی فقط تا پتانسیل ۴- بار، توانایی جوانه‌زنی را داشت و با کاهش بیشتر پتانسیل اسمزی به ۸- بار درصد جوانه‌زنی در همه سطوح دمایی به صفر کاهش یافت. حداکثر جوانه‌زنی در پتانسیل اسمزی ۴- بار، با افزایش درجه حرارت تا دمای بهینه جوانه‌زنی افزایش یافت و یک‌باره بعد از دمای بهینه کاهش یافت. گزارش شده است که پتانسیل اسمزی بر دامنه حرارتی که حداکثر جوانه‌زنی در آن رخ می دهد تأثیرگذار است و پتانسیل اسمزی و دما هر دو بر درصد و سرعت جوانه‌زنی تآثیر گذار است (**Kebreab & Murdoch, 2000**). با افزایش پتانسیل اسمزی دمای پایه کاهش یافت و دمای سقف افزایش یافت. طی مطالعاتی نتیجه گرفته شد که دمای پایه و دمای سقف تحت تأثیر پتانسیل اسمزی قرار می‌گیرد و با کاهش پتانسسیل آب، دمای سقف کاهش می‌یابد و دمای پایه افزایش می‌یابد (**Kebreab & Murdoch, 2000**).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که با افزایش پتانسیل اسمزی (ناشی از تنش خشکی) و تنش شوری در دماهای مختلف، درصد و سرعت جوانه‌زنی کاهش پیدا کرد. حساس‌ترین دماها به پتانسیل‌های مختلف شوری و خشکی، دماهای بالاتر و پایین‌تر از دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد بود. بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در کلیه سطوح شوری و خشکی مشاهده شد. خارلته در کلیه سطوح شوری توانایی بهبود جوانه‌زنی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد را داشت ولی در تنش خشکی، توانایی جوانه‌زنی تا پتانسیل ۴- بار را داشت. همچنین شرایط تاریکی موجب بهبود جوانه‌زنی خارلته در دماهای پایین و شرایط نوری موجب القای مقاومت به جوانه‌زنی در دماهای بالا گردید. نتایج این پژوهش می‌تواند برای مطالعات آتی در مورد اکولوژی بذر خارلته مفید باشد.

REFERENCES

1. **Allen, S. G., Dobrenz, A. K. & Bartels, P. G. (1986). Physiology response of salt tolerant and non tolerant alfalfa to salinity during germination. *Crop Science,* 29, 1004-1008.**
2. **Anda, A. & Pinter, L. (1994). Sorghum germination and development as influenced by soil temperature and water content. *Agronomy Journal,* 86, 621-624.**
3. **Bajji, M. J. Kinet, M. & Lutts, S. (2002). Osmotic and ionic effects of NaCl on germination, early seedling growth, and ion content of *Atriplex halimus. Journal of Botany,* 80, 297-304.**
4. **Berrie, A. (1966). The effect of temperature and light on the germination of lettuce seeds. *Physiologia plantarum, 19*(2), 429-436.**
5. **Bliss, R. D., Platt-Aloia, K. A. & Thomson, W. W. (1986). The inhibitory effect of NaCl on barley germination. *Plant, Cell and Environment,* 9, 727-733.**
6. **Bostock, S. J. (1978). Seed germination strategies of five perennial weeds. *Oecologia,* 36(1), 113-126.**
7. **Damanakis, M. (1984). Weed species of the Greek flora. *Zizaniology,* 3, 201-204.**
8. **Donald, W. W. & Khan, M. (1992). Yield loss assessment for spring wheat (*Triticum aestivum*) infested with Canada thistle (*Cirsium anrvense*). *Weed Science,* 40, 590-598.**
9. **Dyer, W. E. (1995). Exploiting weed seed dormancy and germination requirements through agronomic practices. *Weed Science, 43*(3), 498-503.**
10. **Esno H., Solna H. & Sweden, M. (1996). Proceeding of the International Seed Testing Association. *Wageningen, The Netherlands,* P, 92.**
11. **Ghassam, A., Babaei, S., Alizadeh, H. & Karimmojeni, H. (2011). Effect of burial depth and soil water regime on the fate of *Cirsium arvense* seeds in relation to burial time. *9th EWRS Workshop on Physicaland Cultural Weed Control,* Samsun, Turkey.**
12. **Gul, B., & Weber, D. J. (1999). Effect of salinity, light, and temperature on germination in *Allenrolfea occidentalis*. *Canadian Journal of Botany, 77*(2), 240-246.**
13. **Holm, L. G., Plucknett, D. L., Pancho, J. V. & Herberger, J. P. (1977). Weeds of the world distribution and Biolgy. Honolulu. *The University Press of Hawaii,* 217-224.**
14. **Huang, Z., Zhang, X., Zheng, G. & Gutterman, Y. (2003). Influence of light, temperature, salinity and storage on seed germination of *Haloxylon ammodendron*. *Journal of Arid Environments, 55*(3), 453-464.**
15. **Karavani, B., Tavakkol Afshari, R., Majnoon Hosseini, N. & Moosavi, S. A. (2014). Evaluation of germination parameters of *Scrophularia striata* under water and salinity stresses at different temperatures. *Iranian Journal of Field Crop Science,* 45(2), 265-275. (In Persian with English summary).**
16. **Kebreab E., Murdoch A. J. (1999). Modelling the effects of water stress and temperature on germination rate of *Orobanche aegyptiaca* seeds. *Journal of Experimental Botany,* 50, 655–664.**
17. **Khan, M. A. & Gulzar, S. (2003). Light, salinity, and temperature effects on the seed germination of perennial grasses. *American Journal of Botany, 90*(1), 131-134.**
18. **Khan, M. A. & Ungar, I. A. (1996). Influence of Salinity and Temperature on the Germination of *Haloxylon recurvum Bunge* ex. Boiss. *Annals of Botany, 78*(5), 547-551.**
19. **Khan, M. A. & Ungar, I. A. (2001). Seed germination of Triglochin maritima as influenced by salinity and dormancy relieving compounds. *Biologia Plantarum, 44*(2), 301-303.**
20. **Kreslavski, V. D., Lyubimov, V. Y., Shirshikova, G. N., Shmarev, A. N., Kosobryukhov, A. A., Schmitt, F. J. & Allakhverdiev, S. I. (2013). Preillumination of lettuce seedlings with red light enhances the resistance of photosynthetic apparatus to UV-A. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, 122,* 1-6.**
21. **Kumar, V. & Irvine, D. E. (1971). Germination of Seeds of *Cirsium arvense (L.) Scop.Weed Research,* 11(2-3), 200-203.**
22. **Leon, R. G. & Knapp, A. D. (2004). Effect of temperature on the germination of common waterhemp (*Amaranthus tuberculatus*), giant foxtail (*Setaria faberi*), and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). *Weed Science,* 52, 67-73.**
23. **McClay, A. S. (2001). *Cirsium arvense (L.)* Scopoli, Canada thistle (*Asteraceae*) Biological Control Programs in Canada, 1981- 2000 Wallingford. *CABI Publishing,* 318-330.**
24. **Michel, B. E. & Kaufman, M. R. (1973). The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiology,* 51, 914-916.**
25. **Piper, E. L., Boote, K. J., Jones, J. W. & Grimm, S. S. (1996). Comparison of two phenology models for predicting flowering and maturity date of soybean. *Crop Science,* 36(3), 1606–1614.**

26. **Taylorson R. B. (1987). Environmental and chemical manipulation of weed seed dormancy. *Weed Science*, 3, 135-154.**
27. **Thomas, A. G., Frick, B. L. & Hall, L. M. (1998). Alberta weed survey of cereal and oilseed crops in 1997. *Agriculture and Agri-Food Canada, Saskatoon*, 242.**
28. **Tolyat M. A., Afshari R. T., Jahansoz M. R., Nadjafi F., Naghdibadi H. A. (2014) Determination of cardinal germination temperatures of two ecotypes of *Thymus daenensis subsp*. daenensis. *Seed Science and Technology* 42, 28-35.**
29. **Van Driesche, R., Blossey, B., Hoddle, M. Lyon, S. & Reardon, R. (2002). Biological control of invasive plants in the Eastern United States. *USDA Forest Service Publication*, 4, 413.**
30. **Wang, H., Zhang, B., Dong, L. & Lou, Y. (2016). Seed Germination Ecology of Catchweed Bedstraw (*Galium aparine*). *Weed Science*, *64*(4), 634-641.**
31. **Zia, S. & Khan, M. A. (2004). Effect of light, salinity, and temperature on seed germination of *Limonium stocksii*. *Canadian Journal of Botany*, *82*(2), 151-15.**