مجله اکوفیزیولوژی بذر

جلد اول، شماره اول، نیمه اول ۹۴

۷۱ – ۸۷

اکوفیزیولوژی بذر
Seed Ecophysiology

ارزیابی درجه‌حرارت‌های کاردینال جوانه‌زنی و تأثیر دما بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذور اسفناج وحشی (*Atriplex dimorphostegia*)، علف‌شور (*Salsola crassa*) و سیاه‌شور (*Suaeda aegyptiaca*)

فرزانه گلستانی فر[1] و سهراب محمودی [2*]

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته شناسایی و مبارزه با علف های هرز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

۲. دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

چکیده

دماهای کاردینال مختلف برای جوانه‌زنی باعث ظهور غیر همزمان علف‌های هرز در مزرعه شده و برای مبارزه با آن‌ها باید با اطلاع از زمان اوج هجومشان، به عملیات مدیریتی مناسب اقدام کرد. از این‌رو به منظور بررسی دماهای کاردینال جوانه‌زنی بذور اسفناج وحشی، علف شور و سیاه شور و اثر درجه حرارت‌های مختلف بر شاخص‌های جوانه‌زنی این گیاهان، مطالعه‌ای در آزمایشگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در سال ۱۳۹۲ در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۸ سطح دمایی (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، ۴۰ درجه سانتی‌گراد) و ۴ تکرار انجام شد. نتایج آزمایش حاصل از برازش مدل‌های درجه دو و دندانه‌ای نشان داد که دماهای کاردینال جوانه‌زنی شامل دمای پایه، بهینه و بیشینه برای اسفناج وحشی به ترتیب ۵/۵۷، ۲۶/۳۷، ۴۷/۰۷، برای علف شور به ترتیب ۳/۴۸، ۲۱/۵۷ و ۳۹/۶۶ و برای سیاه شور به ترتیب ۶/۹۶، ۲۸/۸۱ و ۴۴/۵۲ درجه سانتی‌گراد بودند. تأثیر دما بر کلیه مؤلفه‌های جوانه‌زنی بذور اسفناج وحشی، علف‌شور و سیاه‌شور معنی‌دار بود ($P<0/01$). کاهش درصد و سرعت جوانه زنی بذور اسفناج وحشی در کمترین دما نسبت به بیشترین دمایی که در آن جوانه‌زنی رخ داد، به ترتیب ۳۹/۴۰، ۳۳/۹۹ درصد بود و این مقادیر برای علف‌شور ۸۶، ۶۶/۲۹ درصد و برای سیاه‌شور۸۷/۰۴، ۹۴/۳۱ درصد محاسبه شد. بیشترین یکنواختی در جوانه‌زنی بذور اسفناج وحشی در دمای ۲۰ درجه، در علف‌شور در بازه دمایی ۱۵ تا ۲۰ درجه و در سیاه‌شور در دمای ۲۰ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد بود. همچنین بین حداکثر و حداقل میزان طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، وزن تر و خشک گیاهچه‌ها به ترتیب ۹۴/۵۲، ۹۱، ۸۵ و ۹۸/۵۷ درصد در اسفناج وحشی، ۶۳/۰۹، ۷۰/۱۲، ۷۱/۵۲ و ۵۳/۸۵ درصد در علف‌شور و ۸۶/۳۳، ۹۳/۹۹، ۹۶/۶۷ و ۹۹/۳۳ درصد در سیاه‌شور اختلاف مشاهده شد. بیشترین شاخص بنیه بذر در اسفناج‌وحشی و علف‌شور در دمای ۲۰ درجه و در سیاه‌شور در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد رخ داد.

واژگان کلیدی: علف‌هرز، دمای بهینه، دمای کمینه، دمای بیشینه.

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیک: smahmoodi@birjand.ac.ir

مقدمه

علف‌های هرز گیاهان خودرویی هستند که در محل‌های نامناسب محیطی روییده و رقیبی برای گیاهان زراعی می‌باشند (Moradi et al., 2010). علف‌های هرز برای دستیابی به عوامل محیطی با گیاهان زراعی رقابت کرده و دسترسی گیاهان زراعی را به عوامل محیطی محدود می‌نماید، به همین دلیل، کنترل علف‌های‌هرز یکی از ارکان اساسی تولید محصول زراعی در سراسر جهان محسوب می‌شود (Harivandi et al., 2005). اسفناج وحشی، علف‌شور و سیاه‌شور گیاهانی از تیره اسفناج (Chenopodiaceae) هستند و به عنوان علف‌هرز در محصولات زراعی تابستانه دیده می شوند. اسفناج وحشی گیاهی یکساله و دارای برگ‌های تخم مرغی شکل، سبز و گرد پوش (آردی) است، ساقه آن بسیار منشعب و دارای گل‌های ریز و کوچک و بدون دمگل می‌باشد (Ghahreman, 1996). زمان گلدهی آن اواخر بهار است و رسیدن میوه در تابستان صورت می‌گیرد و در خاک‌های رسی، شور و یا تپه‌های شنی دیده می‌شود (Asadi, 2001). علف‌شور، گیاهی یکساله به ارتفاع تا ۴۰ سانتی‌متر، تقریبا کروی بدون کرک یا پوشیده از کرک‌های پراکنده، پوشیده از لایه خاکستری گرد مانند است. برگها متناوب و به طول ۱۶ میلی‌متر و نیم استوانه‌ای هستند. گلدهی آن در اوایل پاییز و تشکیل میوه‌ها در اواخر پاییز می‌باشد. سیاه‌شور نیز گیاهی یکساله یا به ندرت دو ساله به ارتفاع تا ۶۰ سانتی‌متر، گوشتی، خیزان تا افراشته، بدون کرک، سبز روشن، ارغوانی یا قرمز و یا با رنگ‌هایی بینابین است. برگ‌ها به طول ۲۵ سانتی‌متر و استوانه‌ای، گلها در دسته-جات گویچه‌مانند تا ۲۰ تایی قرار دارند. زمان گلدهی آن در تابستان و پاییز و رسیدن دانه در پاییز می‌باشد (Asadi, 2001).

درجه حرارت یکی از عوامل محیطی است که برای بقای گیاه از اهمیت فراوانی برخوردار است. تعدادی از گونه‌ها و واریته‌های گیاهی در محدوده وسیعی از درجه حرارت رشد می‌کنند و تعدادی از آن‌ها به تغییرات درجه حرارت واکنش نشان می‌دهند (Heidari Sharifabad, 2001). جوانه زدن و سبزشدن یکنواخت بذور از مهمترین مراحل زندگی یک گیاه است و مطالعه روی ویژگی‌های بذر به جهت فراهم کردن یک ارزیابی از قدرت بذر، در حفظ و مدیریت یک گونه و همچنین تولید و تکثیر جمعیت گیاهی مهم می-باشد (Yang et al., 2008). نوسان‌های جوانه‌زنی که تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد از نظر اکولوژیکی و از دیدگاه مدیریت زراعی از اهمیت خاصی برخوردار است. اثرات متقابل بین عوامل محیطی و مکانیزم‌های درونی یک بذر، جوانه‌زنی بذر را تحت شرایط خاص تعیین می-کند(Bradford et al., 1992). جوانه‌زنی بذر در هر گیاه که در گستره دمایی خاصی صورت می‌گیرد، تحت عنوان درجه‌حرارت‌های کاردینال پیشنهاد شده است (Bewley and Black, 1994). با تعیین درجه حرارت‌های کاردینال، امکان ارزیابی محدودیت‌های جغرافیایی و زمان کشت آنها ممکن می‌گردد (Phartyal et al., 2003). از نظر کاربردی، سه دمای اصلی مشخص کننده پاسخ جوانه‌زنی به درجه حرارت می‌باشند. دمای کمینه (دمای پایه T_b) و بیشینه (دمای سقف T_c)

دماهایی هستند که به ترتیب پایین‌تر و بالاتر از آن‌ها جوانه‌زنی اتفاق نمی افتد در حالیکه دمای بهینه (T_o) دمایی است که در آن سرعت جوانه‌زنی به حداکثر می‌رسد (Hilhorst, 1998). دمای مناسب بر حسب تعریف، دمایی است که در آن بیشترین درصد جوانه‌زنی در کوتاه‌ترین دوره زمانی انجام می‌شود (Riemens et al., 2004)، این دمای مناسب جوانه‌زنی برای اکثر بذرها بین ۱۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد و حداکثر دما برای اکثر گونه‌ها بین ۳۰ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد است البته در درجه حرارت‌های بالاتر از ۵۰ درجه سانتی‌گراد عمل جوانه‌زنی در دانه‌ها متوقف می‌شود (Hejazi, 1994). دما نه تنها بر درصد جوانه‌زنی بلکه برسرعت جوانه‌زنی نیز تاثیر گذار است (Riemens et al., 2004). محققین رابطه خطی بین دما و سرعت جوانه‌زنی را در برخی گونه‌های گیاهی گزارش کرده‌اند و عمدتاً از رگرسیون خطی برای توصیف رابطه بین دما و سرعت جوانه‌زنی استفاده می‌کنند(Ramin, 1997 ; Kocabas et al., 1999). زمان تا شروع جوانه‌زنی (D10)، حداکثر مقدار جوانه‌زنی (Gmax)، یکنواختی جوانه‌زنی (GU) و سرعت جوانه‌زنی (R50) به عنوان اجزای جوانه‌زنی شناخته شده اند (Soltani et al., 2002). رحیمی و کافی(Rahimi and Kafi, 2010) گزارش کردند که براساس نتایج حاصل از رگرسیون خطی بین سرعت جوانه‌زنی و دما، دماهای صفر و ۵۰ درجه سانتی گراد به ترتیب دماهای حداقل و حداکثر جوانه زنی بذور خرفه و دمای ۴۱ درجه سانتی گراد، دمای بهینه آن بود. بررسی رومو و هافرکمپ (Romo and Haferkamp, 1987)نشان داد که دماهای بالاتر از ۳۰ درجه سانتیگراد درصد جوانه-زنی کوشیا را به طور معنی‌داری کاهش داد. زنگویی و همکاران (Zangoie et al., 2012) بیان کردند که بالاترین درصد جوانه زنی گیاه آنغوزه در بازه دمایی ۳ تا ۱۸ درجه سانتی‌گراد بود. لطیفی و همکاران (Latifi et al., 2004) نیز کمترین درصد جوانه زنی کلزا را در دمای ۴/۵ درجه و بیشترین آن را در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد گزارش کردند. غلامی تیله‌بنی و همکاران (Gholami Tilehbani et al., 2012) در بررسی دمای کاردینال جوانه‌زنی ۱۵ ارقام برنج گزارش کردند که دمای پایه ۱۰/۰۶- ۱۱/۵۸، دمای مطلوب ۳۰/۴۲ - ۳۱/۸۴ و دمای سقف ۴۰/۱۵-۴۳/۸۴ درجه سانتی‌گراد بود. آنها همچنین بیان کردند که بیشترین درصد جوانه‌زنی در دمای ۳۳ درجه و کمترین آن در درجه حرارت‌های ۱۲و ۴۳ درجه سانتی‌گراد صورت گرفت؛ بیشترین سرعت جوانه-زنی در درجه حرارت ۳۰ درجه سانتی‌گراد بدست آمد و در درجه حرارت‌های بالا و پایین‌تر از این درجه حرارت، سرعت جوانه‌زنی کمتر بود.

دانستن و پیشگویی الگوهای جوانه‌زنی علف-های هرز در برنامه‌های مدیریتی بسیار سودمند است (Bradford, 2002). در نتیجه هدف از این آزمایش بررسی دماهای کاردینال بذور اسفناج وحشی، علف شور و سیاه شور و اثر سطوح درجه حرارت‌های مختلف بر شاخص‌های جوانه‌زنی این گیاهان می‌باشد.

مواد و روش ها

به منظور بررسی دماهای کاردینال جوانه زنی بذور گیاه اسفناج وحشی، علف شور و سیاه شور (توده بومی بیرجند) و اثر سطوح درجه حرارت-

های مختلف بر شاخص‌های جوانه‌زنی این گیاه، مطالعه‌ای در آزمایشگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در سال ۱۳۹۲ در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۸ سطح دمایی(۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، ۴۰ درجه سانتی‌گراد) و ۴ تکرار انجام شد. قبل از شروع آزمایش، آزمون خواب برای بذور علف‌های هرز جمع‌آوری شده صورت پذیرفت و به منظور از بین بردن خواب احتمالی، بذور به مدت ۵ روز در دمای ۵- درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند (Tang et al., 2008). قبل از کاشت، بذور با محلول هیپوکلریت سدیم (۱۰٪) به مدت یک دقیقه ضدعفونی و سپس با آب مقطر شسته شدند. محیط کشت، پتری دیش‌هایی با قطر ۹ و ضخامت ۱/۵ سانتی‌متر بود و در هر کدام ۲۵ عدد بذر بر روی کاغذ صافی که توسط آب مقطر مرطوب شده بود، قرار گرفتند و به ژرمیناتورهای تنظیم شده با دمای ثابت و فتوپریود ۱۲ ساعت روز و ۱۲ ساعت شب منتقل شدند. شمارش روزانه بذور جوانه زده تا ۱۴ روز پس از کشت، هر روز انجام شده و آب تبخیر شده از سطح پتری دیش‌ها با آب مقطر جایگزین شد. ملاک جوانه‌زنی خروج ریشه‌چه حداقل دو میلیمتر بود. در پایان روز چهاردهم طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه ، وزن تر و خشک گیاهچه اندازه‌گیری و نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه و شاخص بنیه بذر (معادله۱) محاسبه شد(Stout, 1998).

معادله (۱)

$$vigor = ((\text{سانتی‌متر})\ SL \times GP) /۱۰۰$$

در این معادله SL طول گیاهچه و GP درصد جوانه‌زنی را نشان می‌دهند.

شمارش روزانه بذور به منظور اندازه‌گیری سرعت جوانه‌زنی صورت پذیرفت و با استفاده از برنامه Germinو از طریق معادله۲ محاسبه شد (Soltani and Maddah, 2010). این برنامه D10، D50 و D90 (به ترتیب مدت زمانی که طول می‌کشد تا جوانه‌زنی به۱۰، ۵۰ و ۹۰ درصد حداکثر خود برسد)، یکنواختی جوانه‌زنی و درصد جوانه‌زنی را محاسبه می‌کند (Akram-Ghaderi et al., 2008). یکنواختی جوانه زنی با استفاده از معادله ۳ محاسبه می گردد (Shiri and Bakhshi, 2011).

معادله (۲): $R50=1/D50$

معادله (۳): $GU= D10-D90$

برای تعیین دماهای کاردینال اسفناج وحشی و علف شور، رگرسیون درجه دو بین سرعت جوانه-زنی و درجه حرارت‌های مختلف صورت گرفت که در آن دماهای مختلف به عنوان متغییر مستقل (محورX) و سرعت جوانه‌زنی به عنوان متغییر وابسته (محورY) در نظر گرفته شد. معادله منحنی رگرسیون بین سرعت جوانه‌زنی و درجه حرارت به شرح ذیل می‌باشد (Saeidnejad et al., 2012):

معادله (۴)

$$y = y_o + ax + bx^2 \quad , \quad T_o = a + bx$$

در این معادله، y سرعت جوانه‌زنی (جوانه زنی در روز)، x به عنوان درجه حرارت‌های حداقل و حداکثر و همچنین a ، b و y_0 به عنوان پارامترهای مدل هستند. با مشتق گرفتن از معادله فوق و مساوی صفر قرار دادن آن، درجه حرارت بهینه برای جوانه‌زنی این دو گیاه بدست آمد.

دماهای کاردینال برای گیاه سیاه شور با استفاده از مدل دندانه‌ای با استفاده از معادلات زیر به دست آمد (Jami Al-Ahmadi and Kafi, 2007):

معادله (۵)

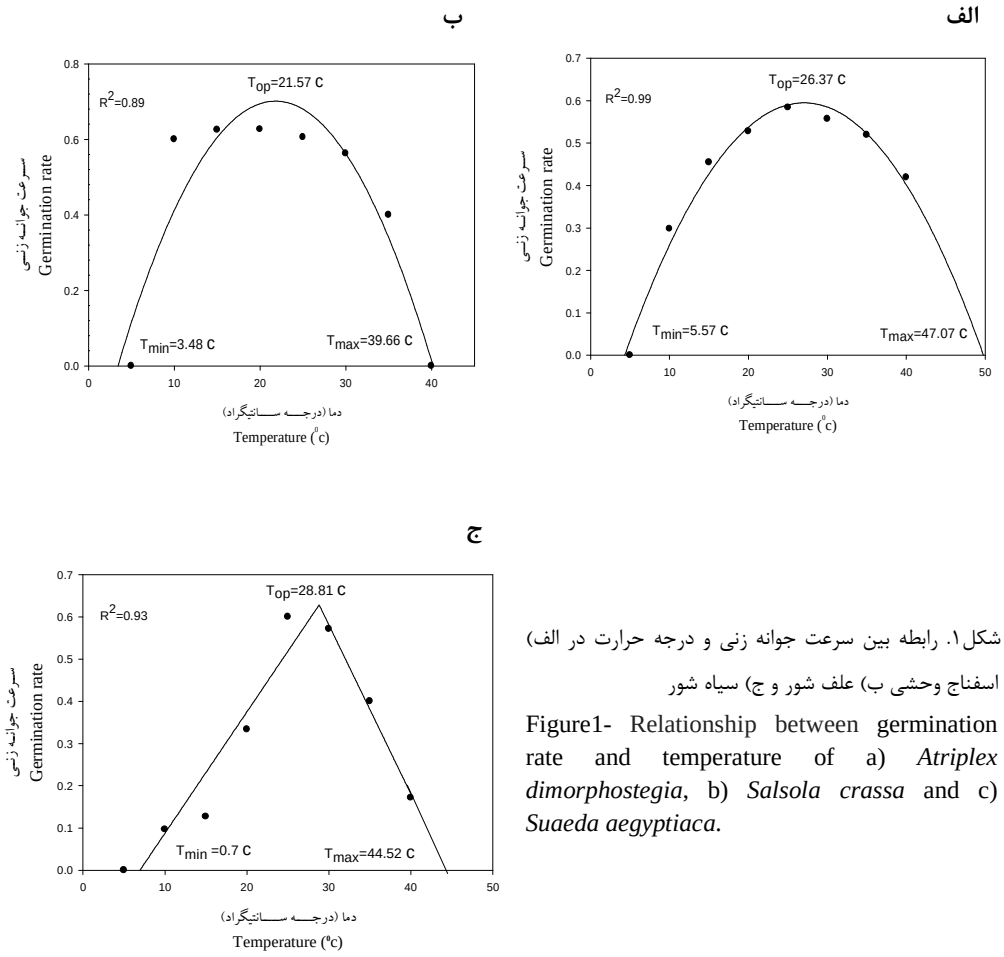
$$y= \text{if } (t\leq T_1, \text{region1 } (t), \text{region 2 } (t))$$
$$\text{region 1} = y_1(T_1-t)+y_2(t-t_1)/ (T_1-t_1),$$
$$\text{region 2} = y_2(t_2-t)+y_3(t-T_1)/ (t_2-T_1)$$

در این معادله، y سرعت جوانه‌زنی (جوانه زنی در روز)، T_1 به عنوان درجه حرارت بهینه، t_1 و t_2 به ترتیب دمای حداقل و حداکثر بکار رفته در آزمایش و y_1، y_2 و y_3 به عنوان پارامترهای مدل هستند.

برای تجزیه واریانس و محاسبات آماری از برنامه ماکرو DSAASTAT Ver. 1.022 در نرم‌افزار Excel و برای پردازش داده‌ها و رسم نمودارها از نرم‌افزار Sigma plot Ver. 11.0 و برای مقایسه میانگین از آزمون LSD محافظت شده با سطح معنی‌داری ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

برازش مدل رگرسیونی درجه دو به داده‌های حاصل از سرعت جوانه‌زنی علف‌های هرز اسفناج وحشی (R^2= ۰/۹۹**) و علف شور (R^2= ۰/۸۹**) و دما نشان داد که درجه حرارت‌های کاردینال شامل دمای حداقل، بهینه و حداکثر جوانه‌زنی بذور اسفناج وحشی به ترتیب ۵/۵۷، ۲۶/۳۷ و ۴۷/۰۷ و برای بذور علف شور به ترتیب ۳/۴۸، ۲۱/۵۷ و ۳۹/۶۶ درجه سانتی‌گراد بودند. همچنین برازش مدل رگرسیونی خطوط متقاطع به داده‌های حاصل از سرعت جوانه‌زنی علف‌هرز سیاه شور (R^2=۰/۹۳**) و دما نشان داد که درجه حرارت‌های کاردینال برای بذور سیاه شور به ترتیب ۶/۹۶، ۲۸/۸۱ و ۴۴/۵۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (شکل-۱). جامی الاحمدی و همکاران (Jami Al-Ahmadi et al., 2005) در آزمایشی بر روی کوشیا (*Kochia scoparia*) با استفاده از خطوط متقاطع مقادیر دماهای کمینه و بهینه و بیشینه را به ترتیب ۴/۴، ۲۵ و ۵۲/۲ درجه سانتی‌گراد مشاهده کردند. صبوری راد و همکاران (Saboori Rad et al., 2012) نیز براساس تخمین مدل ۵- پارامتری بتا، مقادیر دماهای کمینه، بهینه و بیشینه برای کوشیا (*Kochia scoparia* L. Schard) را به ترتیب ۳/۴، ۲۵ و ۴۳/۷ درجه سانتی‌گراد بیان کردند. آزمایش‌های انجام شده بر روی بیوتیپ‌های مختلف سلمه نیز نشان داد که دمای حداقل برای جوانه زنی بین ۲ تا ۷ درجه سانتی‌گراد، دمای مطلوب ۲۰ تا ۲۵ و حداکثر دما ر ۳۵ تا ۴۵ درجه سانتی‌گراد بود (Leblanc, 2003). پورطوسی و همکاران (Poortoosi, 2008) نیز بیان کردند که دمای پایه، بهینه و بیشینه برای علف خرچنگ به ترتیب ۱۶/۱۴، ۶/۲۵، ۳/۴۱، گیاه سلمه به ترتیب ۴، ۲۹/۵، ۴۳/۳ و گیاه خرفه به ترتیب ۱۱/۸، ۳۵، ۴۹/۳ درجه سانتی‌گراد بود. رومن نیز دماهای کاردینال جوانه زنی برای بذرهای سلمه تره را محاسبه کرد که دمای پایه ۴/۲ دمای بهینه ۲۶ و دمای بیشینه ۳۹/۵ درجه سانتی‌گراد بود (Roman et al., 1999).



شکل۱. رابطه بین سرعت جوانه زنی و درجه حرارت در الف) اسفناج وحشی ب) علف شور و ج) سیاه شور

Figure1- Relationship between germination rate and temperature of a) *Atriplex dimorphostegia*, b) *Salsola crassa* and c) *Suaeda aegyptiaca*.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که دما بر کلیه مؤلفه‌های جوانه زنی بذور اسفناج وحشی و علف-شور و سیاه‌شور تأثیر معنی داری ($P<0/01$) داشت (جدول۱).

درصد جوانه‌زنی

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بالاترین درصد جوانه زنی در گیاه اسفناج وحشی در بازه دمایی ۱۰ تا ۲۰ درجه (۹۳ تا ۹۹ درصد)، در علف‌شور در بازه ۱۰ تا ۲۵ درجه (۹۵ تا۱۰۰ درصد) و در سیاه‌شور در دمای ۱۰ درجه سانتی-گراد (۵۴ درصد) بود (شکل۲). به طور کلی هر سه گیاه مورد مطالعه، برای شروع جوانه‌زنی به حداقل ۱۰ درجه سانتی‌گراد دما نیاز داشتند و به تدریج با بالا رفتن دما میزان جوانه‌زنی آن‌ها کاهش یافت؛ درنتیجه این گیاهان در محدوده حرارتی وسیعی قادر به جوانه‌زنی هستند و در تمام فصل زراعی دیده خواهند شد. تأثیر طولانی مدت دماهای بالا در بذور در حال جوانه‌زنی ممکن است شامل تأخیر در جوانه‌زنی و یا از بین رفتن قدرت

بذر باشد که منجر به کاهش جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه می‌شود (Kafi et al., 2009). کاپلند و مک دونالد (Copeland and McDonald, 1995) تغییر پروتئین‌های ضروری جوانه‌زنی را عامل توقف جوانه‌زنی در دمای حداکثر می‌دانند. پورطوسی و همکاران (Poortoosi, 2008) بیشترین درصد جوانه‌زنی در بذر خرفه را در دمای ۳۵ تا ۴۵ درجه و در بذرهای سلمه و علف خرچنگ در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده کردند. خالقی و معلمی (Khaleghi and Moallemi, 2009) نیز بیان کردند که بیشترین درصد جوانه‌زنی تاج‌خروس در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد بود. توپ و همکاران (Tobe et al., 2000) با بررسی بر روی گیاه هالوفیت کالیدیوم (*Kalidium capsicum*) از خانواده چغندریان نشان دادند که اگرچه در پنج درجه سانتی‌گراد هیچ بذری جوانه نزد، اما افزایش درجه حرارت سبب جوانه‌زنی بسیار سریع شد. با افزایش درجه حرارت تا حدود ۳۰ درجه سانتی‌گراد زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی کاهش یافت و با افزایش بیشتر دما تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد اندکی افزایش یافت و در ۴۰ درجه سانتی‌گراد جوانه‌زنی تقریبا متوقف شد. محققین بذرهای گونه‌ای ترشک را در درجه حرارت‌های متفاوت در تاریکی و روشنایی مورد آزمایش قرار دادند و مشاهده کردند که بیشترین درصد جوانه‌زنی در دمای ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی-گراد بود (Riemens et al., 2004).

سرعت جوانه زنی

براساس نتایج مقایسه میانگین، بیشترین سرعت جوانه‌زنی گیاه اسفناج وحشی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد (۱/۳۹۸ بر روز) مشاهده شد که با بازه دمایی۲۰ تا ۳۵ درجه اختلاف معنی‌داری نداشت. بالاترین سرعت جوانه زنی بذور علف شور در بازه دمایی ۱۰ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد (از ۰/۵۹۷ تا ۰/۵۴۷ بر روز) و بذور سیاه شور در بازه دمایی ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی گراد (۰/۵۹۷ تا ۰/۳۱۳ بر روز) بود. در هر سه گیاه با افزایش دما از ۳۵ درجه به بالا، سرعت جوانه‌زنی کاهش یافت (جدول۲). با توجه به این که سرعت جوانه‌زنی عکس زمان رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر جوانه-زنی می‌باشد، لذا شرایطی که زمان جوانه‌زنی را طولانی‌تر کند، سرعت جوانه‌زنی را کاهش خواهد داد در نتیجه در دماهای بالاتر یا پایین‌تر از درجه حرارت مطلوب، سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. به طور کلی، دما به دلیل اثر آن بر خواب، سرعت جوانه‌زنی و سرعت رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه بذرهای گیاهان مختلف، درصد جوانه‌زنی نهایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Bradford, 2002). لطیفی و همکارن (Latifi *et al*, 2004) بیان کردند که سرعت جوانه زنی کلزا با افزایش دما، افزایش یافت بطوری‌که بالاترین سرعت جوانه‌زنی در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد بود. ناقدی نیا و رضوانی مقدم (Naghedinia and Rezvani Moghadam, 2009) نیز بیشترین سرعت جوانه‌زنی کرامب (*Crambe kotschyana*) را در دامنه دمایی ۵ تا ۳۰ درجه بیان کردند. رحیمی و کافی (Rahimi and Kafi, 2010) در بررسی گیاه خرفه نیز گزارش کردند که با افزایش دما تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد، سرعت جوانه زنی افزایش یافت و در دامنه دمایی ۲۰ تا ۴۰ درجه به بالاترین حد خود رسید و با افزایش دما از ۴۰ درجه،کاهش پیدا کرد.

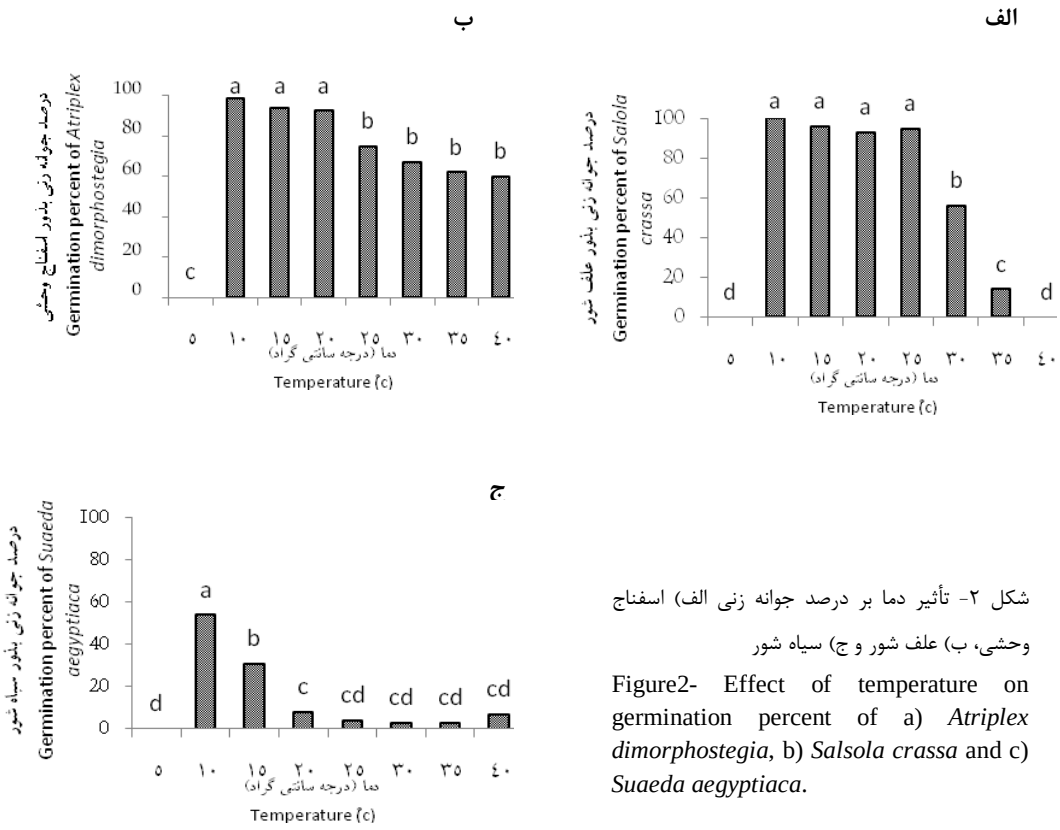
جدول۱- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در تحقیق

Table 1: Analysis of variance for studied traits in research

	منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی (Df)	درصد جوانه‌زنی Germination percent	سرعت جوانه زنی (در روز) Germination rate	یکنواختی جوانه زنی Germination Uniformity	طول ساقه‌چه(سانتی‌متر) Seedling shoot length	طول ریشه‌چه(سانتی‌متر) Seedling root length	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه (SRL) / (SSL)	وزن تر گیاهچه (گرم) Seedling fresh weight	وزن خشک گیاهچه(گرم) Seedling dry weight	شاخص بنیه بذر Seedling vigor index
Atriplex dimorphostegia	دما Temperature	7	4018**	0.85 **	6.35 **	8.78**	10.17**	2.16**	0.02**	0.0002**	8.136**
	خطا Error	24	123.33	0.086	1.54	0.25	0.403	0.197	0.0006	6.07 E-6	0.28
Salola crassa	دما Temperature	7	8261.4**	0.32**	24.93**	4.35**	11.98**	2.58**	0.013**	0.0001**	7.422**
	خطا Error	24	24.33	0.003	0.863	0.056	0.827	0.159	6.05 E-5	1.03 E-5	0.152
Suaeda aegyptiaca	دما Temperature	7	1435.1**	0.16**	28.23**	1.83**	5.57**	2.06**	2.42 E-4 **	3.67 E-6 **	0.382**
	خطا Error	24	28	0.038	3.005	0.055	0.698	0.347	1.8 E-5	2.03 E-7	0.021

**: significant at 1% probability level.

**: معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد



شکل ۲- تأثیر دما بر درصد جوانه زنی الف) اسفناج وحشی، ب) علف شور و ج) سیاه شور

Figure2- Effect of temperature on germination percent of a) *Atriplex dimorphostegia*, b) *Salsola crassa* and c) *Suaeda aegyptiaca*.

یکنواختی جوانه‌زنی

یکنواختی جوانه زنی در حقیقت طول فاز خطی در منحنی درصد تجمعی جوانه‌زنی در مقابل زمان را نشان می‌دهد، هر قدر طول این مرحله کوتاه‌تر باشد، حاکی از جوانه‌زنی همزمان بذور است و برعکس؛ طولانی بودن این مرحله نشان می‌دهد که بذور به صورت همزمان جوانه نزده‌اند، بلکه جوانه زنی آنها در دوره زمانی طولانی‌تری صورت گرفته است (Latifi et al., 2004). بالاترین یکنواختی در جوانه‌زنی بذور اسفناج وحشی در دمای ۲۰ درجه (۲/۳۹۷) مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با بازه دمایی ۱۰ تا ۳۵ درجه نداشت و بیشترین غیر یکنواختی جوانه‌زنی در دمای ۴۰ درجه (۴/۳۹۶) بود امّا در گیاه علف شور بیشترین یکنواختی جوانه‌زنی در بازه دمایی ۱۵ تا ۲۰ درجه (۲/۰۹ و ۲/۵۶) و کمترین آن در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد (۷/۴۲۵) رخ داد. در گیاه سیاه شور بیشترین یکنواختی را در دمای ۲۰ تا ۴۰ درجه (از ۰/۸۷۵ تا ۱/۲۱۷) و کمترین آن در بازه ۱۰ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد (از ۵/۲۰۵ تا ۷/۶۱۲) مشاهده شد (جدول۲). غلامی تیله‌بنی و همکاران (Gholami Tilehbani et al., 2012) گزارش کردند که در ارقام مختلف برنج بیشترین یکنواختی جوانه‌زنی در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و کمترین در دمای ۱۶ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد و در نتیجه جوانه‌زنی در دماهای کمتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد

و بیشتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد کاهش پیدا کرد و همچنین عنوان کردند به نظر می‌رسد پایین بودن یکنواختی جوانه‌زنی در درجه حرارت پایین به دلیل کاهش سرعت جذب آب باشد که طبیعتاً فرآیندهای فیزیولوژیکی را تحت تأثیر قرار می-دهد، زیرا در درجه‌حرارت‌های تقریباً فعالیت کلیه آنزیم‌ها متوقف می‌شود و بنابراین سنتز پروتئین و دیگر مراحل فیزیولوژیکی لازم را برای جوانه‌زنی و نمود گیاهچه کند می‌شود؛ همچنین دماهای بالاتر از حد مطلوب بخشی از فرآیندهای بیوشیمیایی جوانه‌زنی (تجزیه ذخایر غذایی و رشد گیاهچه) را کاهش می‌دهد. لطیفی و همکاران (Latifi et al., 2004) گزارش کردند که کمترین یکنواختی جوانه زنی کلزا در دمای ۴/۵ درجه و بیشترین آن در دمای ۱۵ تا ۲۰ درجه سانتی گراد بود و بیان کردند که جوانه زنی غیر همزمان در مدت طولانی‌تری، احتمال حمله بیماری‌های خاکزی به بذر و گیاهچه را افزایش می‌دهد و سبب کاهش استقرار کامل گیاهچه‌ها خواهد شد.

طول ریشه‌چه و ساقه‌چه

در هر سه گیاه مورد مطالعه، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه با افزایش دما کاهش یافت. در گیاه اسفناج وحشی، بیشترین طول ساقه‌چه در دامنه دمایی ۱۰ تا ۲۵ درجه و بیشترین طول ریشه چه در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد بود ولی برای گیاه علف شور این حداکثر طول ساقه‌چه و ریشه‌چه به ترتیب در دمای ۲۰ و ۲۰- ۲۵ به دست آمد. گیاه سیاه شور نیز در بازه دمایی ۱۰ تا ۲۰ درجه، بیشترین طول ریشه‌چه و در بازه دمایی ۱۵ تا ۲۰ درجه بیشترین طول ساقه چه را دارا بود (جدول۳). لشکری و همکاران (Lashkari et al., 2014) گزارش کردند که اثر دما بر روی رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه گل گاو زبان ایرانی معنی‌دار بود و در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد بیشترین مقدار (به ترتیب ۴۹ و ۴۶/۷ میلی‌متر) طول ریشه‌چه و ساقه‌چه مشاهده شد. رحیمی و همکاران (Rahimi and Kafi, 2010) نیز بیان کردند که طول ریشه-چه خرفه با افزایش دما افزایش نشان داد ولی طول ساقه‌چه زیاد تحت تأثیر قرار نگرفت. دماهای بالا باعث کاهش رشد و نمو می‌شوند و این امر منجر به کوچک شدن اندام‌ها، کاهش جذب نور و آسیمیلاسیون کربن در گیاه می‌شود (Kafi et al., 2009)، همچنین در دماهای پایین جذب آب توسط بذر به کندی صورت می‌گیرد و در نتیجه فرآیندهای لازم برای شروع جوانه‌زنی نظیر فعال شدن آنزیم ها، شکستن مواد و در انتقال آنها به محور جنینی کندتر صورت می‌گیرد و بدنبال آن خروج ریشه‌چه به تأخیر می افتد و در نتیجه طول ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش می‌یابد (Addae and Pearson, 1992). همانطور که در جدول۳ مشاهده می‌شود، در اسفناج وحشی با افزایش دما، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه افزایش یافت بطوری که در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد بیشترین میزان را دارا بود. این موضوع نشان دهنده این امر است که با افزایش دما طول ساقه‌چه بیشتر از طول ریشه-چه تحت تأثیر قرار گرفته است. اما در علف‌شور و سیاه‌شور به ترتیب در بازه دمایی ۲۵-۲۰ و ۲۰-۱۵ درجه سانتی‌گراد بیشترین نسبت طول ریشه-چه به ساقه‌چه وجود داشت و با افزایش دما کاهش یافت (جدول۲). قاسمی و همکاران (Ghasemi et al., 2013) بیان کردند که با افزایش دما از ۲۰ درجه‌سانتی‌گراد، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه زوفا کاهش معنی‌داری یافت.

جدول ۲. مقایسه میانگین سرعت و یکنواختی جوانه زنی بذور اسفناج وحشی، علف شور و سیاه شور در درجه حرارت‌های مختلف

Table 2. Mean comparison of seed germination rate and its uniformity of *Atriplex dimorphostegia, Salsola crassa* and *Suaeda eagyptiaca* at different temperatures

دما (درجه سانتی-گراد) Temperature (°C)	***Atriplex dimorphostegia***		***Salola crassa***		***Suaeda aegyptiaca***	
	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	یکنواختی جوانه‌زنی Germination uniformity	سرعت جوانه-زنی Germination rate	یکنواختی جوانه-زنی Germination uniformity	سرعت جوانه-زنی Germination rate	یکنواختی جوانه-زنی Germination uniformity
0	0 ^{e}	0 ^{c}	0 ^{c}	0 ^{e}	0 ^{d}	0 ^{c}
10	0.436 ^{d}	- 2.869 ^{ab}	0.597 ^{a}	- 4.107 ^{bc}	0.041 ^{cd}	-5.205 ^{a}
15	0.883 ^{bc}	- 2.639 ^{ab}	0.624 ^{a}	- 2.090 ^{d}	0.163 ^{bcd}	- 7.612 ^{a}
20	1.121 ^{abc}	- 2.397 ^{b}	0.626 ^{a}	- 2.560 ^{d}	0.597 ^{a}	- 2.662 ^{b}
25	1.398 ^{a}	- 3.501 ^{ab}	0.604 ^{a}	- 3.257 ^{cd}	0.330 ^{ab}	- 0.875 ^{bc}
30	1.300 ^{ab}	- 2.811 ^{ab}	0.547 ^{a}	- 4.935 ^{b}	0.313 ^{abc}	- 0.85 ^{bc}
35	1.016 ^{abc}	- 3.102 ^{ab}	0.211 ^{b}	-7.425 ^{a}	0.116 ^{bcd}	- 0.85 ^{bc}
40	0.839 ^{cd}	- 4.396 ^{a}	0 ^{c}	0 ^{e}	0.034 ^{cd}	- 1.217 ^{bc}

ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند به روش آزمون FLSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means within a columns followed by the same letter are not significantly different at the 5% level according to Fishers LSD test.

وزن تر و خشک گیاهچه

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش دما به بالاتر از دمای بهینه، وزن تر و وزن خشک گیاهچه‌ها (به ترتیب در اسفناج وحشی ۸۵ و ۹۸/۷۵٪ در علف شور ۷۱/۵۲ و ۵۳/۸۴٪ و در سیاه شور ۹۷/۶۲ و ۹۳/۳۳٪) کاهش یافت که این امر می‌تواند به دلیل کاهش رشد و نمو گیاه در درجه حرارت‌های بالا باشد. حداکثر وزن تر در گیاهچه اسفناج وحشی، علف شور و سیاه شور به ترتیب در بازه دمایی ۲۰-۱۰، ۲۵ و ۱۵-۱۰ درجه سانتی‌گراد و حداکثر وزن خشک این گیاهچه‌ها به ترتیب در بازه دمایی ۲۰-۱۰، ۲۰-۱۰ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد بود (جدول۳). علیزاده بناب و همکاران (Alizadeh Benab, 2007) با بررسی اثر دما بر ارزن بیان کردند که بیشترین وزن خشک بوته در بازه دمایی ۲۰-۲۵ درجه سانتی‌گراد بدست آمد. سید احمدی (Seyed Ahmadi, 2013) گزارش کرد که تنش گرما، ماده خشک ریشه‌چه و ساقه-چه را به ترتیب از ۳/۴۷ به ۰/۹۴ میلی‌گرم و ۱۱/۳۳ به ۶/۱۷ میلی‌گرم کاهش داد. وانگ و لی (Wang and Li, 2006) نیز عنوان داشتند که تنش حرارتی ماده خشک ریشه‌چه دانه انگور را از ۱/۰۵ گرم به ۰/۵۲ گرم کاهش داده که معادل ۵۰ درصدبود.

جدول ۳. مقایسه میانگین مولفه‌های جوانه زنی بذور اسفناج وحشی، علف شور و سیاه شور در درجه حرارت‌های مختلف

Table 3. Mean comparison of seed germination components of *Atriplex dimorphostegia*, *Salsola crassa* and *Suaeda aegyptiaca* at different temperatures.

گیاه plant	دما (درجه سانتی‌گراد) Temperature (○C)	5	10	15	20	25	30	35	40
Atriplex dimorphostegia	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر) **Seedling shoot length**	0 d	3.23 a	3.47 a	3.38 a	3.15 a	2.42 b	1.06 c	0.19 d
	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) **Seedling root length**	0 d	2.75 bc	2.77 bc	4/89 a	3.57 b	2.69 bc	1.90 c	0.44 d
	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه **(SRL) / (SSL)**	0 e	0.83 cd	0.80 d	1.46 bc	1.29 bcd	1.14 cd	1.85 ab	2.44 a
	وزن تر گیاهچه (گرم) **Seedling fresh weight**	0 d	0.18 a	0.20 a	0.18 a	0.13 b	0.11 b	0.05 c	0.03 cd
	وزن خشک گیاهچه (گرم) **Seedling dry weight**	0 e	0.016 a	0.014 a	0.014 a	0.009 b	0.005 c	37E-4 cd	2 E-4 de
	شاخص بنیه بذر **Seedling vigor index**	0 e	3.035 b	2.944 b	3.892 a	2.626 b	1.778 c	0.944 d	0.217 de
Salola crassa	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر) **Seedling shoot length**	0 f	2.25 b	1.96 bc	2.98 a	1.69 cd	1.48 d	1.10 e	0 f
	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) **Seedling root length**	0 c	1.73 b	2.20 b	5.02 a	3.88 a	2.06 b	1.50 b	0 c
	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه **(SRL) / (SSL)**	0 d	0.77 c	1.13 bc	1.71 ab	2.29 a	1.38 b	1.43 b	0 d
	وزن تر گیاهچه (گرم) **Seedling fresh weight**	0 e	0.103 c	0.107 bc	0.114 b	0.158 a	0.054 d	0.045 d	0 e
	وزن خشک گیاهچه (گرم) **Seedling dry weight**	0 c	0.012 a	0.013 a	0.011 a	0.012 b	0.011 c	0.006 b	0 c
	شاخص بنیه بذر **Seedling vigor index**	0 e	1.99 c	2.002 c	3.694 a	2.637 b	1.002 d	0.208 e	0 e
Suaeda aegyptiaca	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر) **Seedling shoot length**	0 c	1.37 a	1.36 a	1.61 a	0.37 b	0.26 bc	0.22 bc	0 c
	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) **Seedling root length**	0 d	1.55 bc	2.24 ab	3.16 a	0.38 cd	0.25 d	0.2 d	0.19 d
	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه **(SRL) / (SSL)**	0 c	1.13 ab	1.65 a	1.93 a	0.47 bc	0.49 bc	0.69 bc	0 c
	وزن خشک گیاهچه (گرم) **Seedling dry weight**	0 b	0.003 a	1 E-4 b	1 E-4 b	5 E-5 b	2 E-5 b	0 b	0 b
	شاخص بنیه بذر **Seedling vigor index**	0 d	0.794 a	0.571 b	0.237 c	0.024 d	0.015 d	0.009 d	0.009 d

ردیف‌هایی که دارای حروف مشترک هستند به روش آزمون FLSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means within a rows followed by the same letter are not significantly different at the 5% level according to Fishers LSD test.

شاخص بنیه بذر

طبق تعریف انجمن بین المللی آزمون بذر[1]، بنیه بذر عبارتست از مجموع خصوصیاتی از بذر که سطح بالقوه فعالیت و کارایی بذر یا توده آن را به هنگام جوانه‌زنی و سبزشدن تعیین می‌نماید (Hampton and Tekrony, 1995). در اسفناج وحشی و علف‌شور، بیشترین شاخص بنیه بذر در دمای ۲۰ درجه و در سیاه شور در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد و با افزایش دما به بالاتر از این دماها، شاخص بنیه بذر کاهش یافت (جدول۳). بالا بودن این شاخص ناشی از بالا بودن درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه (ریشه‌چه و ساقه-چه) می‌باشد. قاسمی و همکاران (Ghasemi et al., 2013) نیز کاهش معنی‌دار شاخص بنیه بذر زوفا را در اثر افزایش دما گزارش کردند بطوری که بیشترین بنیه بذر در دمای ۲۰ درجه و کمترین آن در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد بدست آمد. رحیمی و همکاران (Rahimi and Kafi, 2010) بیان کردند که بیشترین شاخص بنیه بذر خرفه را در دامنه دمای ۲۵ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد بود.

منابع

Addae, P. C., Pearson C. J., 1992. Thermal requirement for germination and seedling growth of wheat. Australian Journal of Agricultural Research. 43, 585-594.

Akram-Ghaderi, F., Soltani, E., Soltani, A., Miri, A. A., 2008. Effect of priming on response of germination to temperature in cotton. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources. 15(3), 1-9. [In Persian with English Summary]

Alizadeh Benab, G.H., Ghassemi-Golezani, K., Taghizadeh, S., 2007. Investigation of salinity and temperature effects on germination, seedling growth and ion relation of *Panicum miliaceaum*. Pajouhesh and Sazandegi. 74, 115-122. [In Persian with English Summary]

Asadi, M., 2001. Flora of Iran, Chenopodiaceae family. Research Institute of Forests and Rangelands.38, 200 p. [In Persian]

Bewley, J.D., Black, M., 1994. Seeds: Physiology of Development and Germination, 2nd ed. Plenum Press, New York, USA.

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

Bradford, K.J., Dahal, P.S., Ni, B.R., 1992. Quantitive models scribing germination responses to temperature. Water Potential and Growth Regulators Fourth International. Workshop on Seed. Basic and Applied Aspects.

Copeland, L.O., McDonald, M.B., 1995. Principles of Seed Science and Technology. Published Chapman and Hall. USA, 112 p.

Ghahreman, A., 1996. Colored flora of Iran. Research Institute of Forests and Rangelands. Release number, 1019. [In Persian]

Ghasemi, A.A., Hamidi, H., Arus, J., Maesomi, A., 2013. Effects of salinity and temperature on seed germination in medicinal plant of hyssop (Hyssopus officinalis). Journal of crop improvement. 15(3), 155-169. [In Persian]

1 -International Seed Testing Association (ISTA)

Gholami Tilehbani, H., Kord Firozjaii, GH., Zeinali, E., 2012. Evaluation of cardinal temperature of germination in species of rice. Seed Science and Technology. 1, 41-53. [In Persian]

Hampton, J.G., TeKrony, D.M., 1995. Handbook of Vigour Test Methods (3rd.ed.). International Seed Testing Association (ISTA). Zurich, Swirztland.

Harivandy, M.R., Latifi, N., Zeinali, E., Feizabadi, A., Shojaii, K., 2005. A Study of the Effect of Population on Reproductive Characteristics and Grain Yield in Wheat. Iranian Journal of Agricultural Sciences. 36 (1), 87-97. [In Persian with English Summary]

Heidari sharif abad, H., 2001. Plants, aridity and drought. Research Institute of Forests and Rangelands. 200 p. [In Persian]

Hejazi, a., 1994. Seed technology. Publications of Tehran University. 442 pp. (In Persian)

Hilhorst, H.W.M. 1998. The regulation of secondary dormancy. The membrane hypothesis revisited. Seed Science. 8, 77-90.

Jami Al-Aahmadi., M., Kafi, M., Koocheki, A., Nasiri, M., Rezvani, P., 2005. Study some ecophysiological aspects kochia (*Kochia scoparia)* as a new forage in desert and saline regions. Ph.D. Thesis Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. [In Persian with English Summary]

Jami Al-Ahmadi, M., Kafi, M., 2007. Cardinal temperatures for germination of *Kochia scoparia*. Journal of Arid Environments. 68, 308-314.

Kafi, M., Borzoee, A., Salehi, M., Kamandi, A., Masoumi, A., Nabati, J., 2009. Physiology of Environmental Stresses in Plants. Press University Jihad of Mashhad. 502 p. [In Persian]

Khaleghi, E., Moallemi, N., 2009. Effect of different levels of salinity and temperature on seed germination of Cocks Comb (*Celosia argentea*). Plant Production. 16(1), 149-163. [In Persian with English Summary]

Kocabas, Z., Craigon, j., Azam-Ali, S.N., 1999. The germination response of Bambara groundnut (*Vigna sublerrannean* (L) Verdo) to temperature. Seed Science and Technology. 27, 303-313.

Lashkari, A., Rezvani Moghadam, P., Amin Ghafori, A., 2014. Determining the germination temperatures minimum, optimum and maximum of Iranian Borage (*Echium amoenum)* by using of regression models. Iranian Journal of Field Crops Research.12, 164-169. [In Persian]

Latifi, N., Soltani, A., Spanner, D., 2004. Effect of Temperature on Germination Components in Canola Cultivars. Iranian Journal Agricultural Science. 35(2), 313-321. [In Persian with English Summary]

Leblanc, M. L., 2003. The use of thermal time to model common lambsquarters (*Chenopodium album*) seedling emergence in corn. Weed Science. 51, 718-724.

Moradi, R., Rezvani Maghadam, P., Alizade, Y., Ghorbani, R., 2010. Evaluation of germination and morphological characteristics of wild oat (*Avena ludoviciana*) and wild mustard (Sinapis *arvensis*) seedlings, affected aqueous extract from the aerial parts of caraway (*Bunium persicum* L) and pea (*Cicer arietinum* L) and mixture of their extracts. Iranian Journal of Field Crops Research. 8 (6), 897-908. [In Persian]

Naghedinia, N., Rezvani moghadam, P., 2009. Investigations on the cardinal temperatures for germination of

Czrambe kotschyana. Iranian Journal of Field Crops Research. 7(2), 451- 456. [In Persian with English Summary]

Phartyal, S.S., Thapial, R.C., Nayal, J.S., Rawat, M.M.S., Joshi, G., 2003. The influence of temperatures on seed germination rate in Himalaya elm *(Ulmus wallichiana).* Seed Science Technology. 31, 83-93.

Poortoosi, N., Rashed Mohasel, M. H., Ezadi Darbandi, E., 2008. Germination characteristics and cardinal temperatures of lambusquarter, purselane and crabgrass. Iranian Journal of Field Crops Research. 6(2), 255- 261. [In Persian with English Summary]

Rahimi, Z., Kafi, M., 2010. Cardinal temperatures and effects of different levels of temperature on germination of purslane (*Portulaca oleracea* L.). Journal of Plant Protection. 24 (1), 80-86. [In Persian]

Ramin, A.A., 1997. The influence of temperature on germination of taree Irani *(Allium amploprasum* L.spp.iranicum W.). Seed Science and Technology. 25, 419-426.

Riemens, M.M., Scheepens, P.C., Weide, R.Y., 2004. Dormancy, germination and emergence of weed seeds, with emphasis on influence of light. Plant Research International B.V. 302, 1-2.

Roman, E.S., Thomas, A.G., Murphy, S.D., Swanton, C.G., 1999. Modeling germination and seedling elongation of common lambsquaters (*Chenopodium album*). Weed Science. 47, 149-155.

Romo, J.T., Haferkamp, M.R., 1987. Forage *Kochia* germination response to temperature, water stress and specific ions. Agronomy Journal. 79, 27-30

Saeidnejad, A.H., Kafi, M., Pessarakli, M. 2012. Evaluation of cardinal temperatures and germination responses of four ecotypes of Bunium persicum under different thermal conditions. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 4(17), 1266-1271.

Seyed Ahmadi, S.A., 2013. Evaluation of germination components and vigor of parent seeds Canola produced from of heat and drought stress in end of the growing season. Crop Physiology Journal. 17 (5), 61-75. [In Persian]

Shiri, M.A., and Bakhshi, D., 2011. Effect of salinity stress on some seed germination indices in Sour Orange (Citrus aurantium). Crop Production and Processing. 1, 1-9. [In Persian with English Summary]

Soltani, A., Maddah, V., 2010. Simple, applied programs for education and research in agronomy. Iran Scientific Society of Agroecology. Tehran. [In Persian]

Soltani, A., Galeshi, S., Zeinali, E., 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.

Stout, D., 1998. Rapid and synchoronus germination of *Cicer milkvetch* seed following diurnal temperature priming. Crop Science. 181, 263-266.

Tang, D., Hamayun, M., Ko, Y.M., Zhang, Y.P., Kang, S.M., Lee, I.J., 2008. Role of red light, temperature, stratification and nitrogen in breaking seed dormancy of *Chenopodium album* L. Journal of Crop Science and Biotechnology. 11(3), 199-204.

Tobe, K., Li, X., Omasa, K., 2000. Seed germination and radicle growth of a halophyte, *Kalidium capsicum.* Annals Botany. 85, 391-396.

Wang, L.J. Li, S.H., 2006. Thermo tolerance and related antioxidant enzyme activities induced by heat acclimation and salicylic acid in grape

(*Vitis vinifera* L.) leaves. Plant Growth Regular. 48, 137–144.

Yang, Q.H., Wei, X., Zeng, X.L., Ye, W.H., Yin, X.J., Zhang-Ming, W., Jiang, Y.S., 2008. Seed biology and germination ecophysiology of *Camellia Nitidissima*. Forest Ecology and Management. 255, 113-118.

Zangoie, M., Parsa, S., Mahmoodi, S., Jami Al-Ahmadi, M., 2012. Evaluation of cardinal temperature for germination of asafoetida (*Ferula assafoetida* .L) seeds. Plant Production. 19(3), 193-202. [In Persian]

Journal of Seed Ecophysiology

Vol 1, No 1, 2015

Seed Ecophysiology

71 - 87

Birjand University

Cardinal temperatures for germination in Wild orach (*Atriplex dimorphostegia*), Saltwort (S*alola crassa*) and Seepweed (*Suaeda aegyptiaca*) and effect of temperature on their germination characteristics

Farzaneh Golestani Far[1] and Sohrab Mahmoodi[2]

1- M.Sc. of weed science, faculty of agriculture, University of Birjand.

2- Associate professor, faculty of agriculture, University of Birjand.

Abstract

Different cardinal temperatures for germination has caused asynchronous appearance of weeds in field and so different appropriate management practices to control them, to avoid their invasion. So, in order to study the cardinal temperatures of germination in *Atriplex dimorphostegia, Salsola crassa* and *Suaeda aegyptiaca* seeds and effect of different temperatures on their germination characteristics, an experiment was carried out at research laboratory of Faculty of Agriculture in University of Birjand in 2013. The study was conducted based on completely randomized design with 8 levels of temperature (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, and 40°C) and 4 replications. The results of quadratic and dental models showed that cardinal temperatures of germination including base, optimum and maximum temperatures for *Atriplex dimorphostegia* were 5.57, 26.37, 47.07°C , for *Salsola crassa* were 3.48, 21.57 and 39.66°C and for *Suaeda aegyptiaca* were 6.96, 28.81 and 44.52 °C respectively. Effect of temperature on all indices of germination in all three weeds were significant (P<0.01) Reduction of percentage and rate of germination at the least temperature compare to the most temperatures in which germination was occurred, were 39.40% and 33.99 %, in *Atriplex dimorphostegia* and 86& and 66.29% in *Salsola crassa* and 87.04%, and 94.31% in *Suaeda aegyptiaca* respectively. The most germination uniformity was occurred at 20°C , 15-20 °C and 20-40°C in *Atriplex dimorphostegia, Salsula crassa* and *Suaeda aegyptiaca* respectively. Difference between minimum and maximum of Seedling shoot and root length, and Seedling fresh and dry weight were 94.52, 91, 85 and 98.57 percent in *Atriplex dimorphostegia,* 63.09, 70.12, 71.52, 53.85percent in *Salsola crassa* and 86.33, 93.99, 96.67 and 99.33 percent in *Suaeda eagyptiaca* r. The highest seedling vigor index was occurred at 20 °C in *Atriplex dimorphostegia* and *Salsola crassa* and at 10 °C in *Suaeda aegyptiaca.*

Key Words: Weed, Optimal temperature, Minimum temperature, Maximum temperature.

*Corresponding Author, Email: smahmoodi@birjand.ac.ir