نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۰، ص. ۱۹۷-۱۹۱

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 2, Summer 2011, p. 191-197

برآورد دماهای کمّینه، بهینه و بیشینه جوانه‌زنی بذر کوشیا (*Kochia scoparia* L. Schard) با استفاده از مدل پنج- پارامتری بتا

سمیرا صبوری‌راد[۱*]، محمد کافی[۲]، احمد نظامی[۳] و محمد بنایان اول[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۶/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۱/۱۷

چکیده

کوشیا (*Kochia scoparia* L. Schard) گیاهی یکساله، شورزی و مقاوم به تنش خشکی است که می‌تواند با آب شور آبیاری شده و منبع ارزشمندی برای تولید علوفه در اکوسیستم‌های تحت تنش خشکی و شوری باشد. به منظور ارزیابی رفتار جوانه‌زنی بذر کوشیا مطالعه‌ای تحت شرایط کنترل شده در آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. ارزیابی واکنش جوانه‌زنی در دماهای ثابت ۵، ۱۰، ۱۵،۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و۴۰ درجه سانتی‌گراد در ژرمیناتور تاریک با متوسط رطوبت نسبی ۶۰-۵۰ درصد صورت گرفت. نتایج نشان داد بیشترین و کمترین درصد جوانه‌زنی به ترتیب در دمای ۲۰ تا ۳۰ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. طولانی‌ترین و کوتاه‌ترین زمان رسیدن به ۲۰ و ۵۰ درصد جوانه‌زنی به ترتیب در دماهای ۱۰-۵ درجه سانتی‌گراد و دماهای ۳۰-۲۰ درجه سانتی‌گراد بدست آمد. طولانی‌ترین و کوتاه‌ترین زمان رسیدن به ۸۰ درصد جوانه‌زنی نیز به ترتیب در دمای ۱۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. بر اساس تخمین مدل پنج- پارامتری بتا، دماهای کمینه، بهینه و بیشینه برای کوشیا به ترتیب ۳/۴، ۲۵ و ۴۳/۷ درجه سانتی‌گراد بدست آمد. به طور کلی، بذرهای این گیاه در محدوده دمایی وسیعی قادر به جوانه‌زنی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: درصد جوانه‌زنی، دماهای کاردینال، سرعت جوانه‌زنی

مقدمه

درجه حرارت عامل مهم تنظیم کننده جوانه‌زنی بذرهای در اکوسیستم‌های زراعی فاریاب است (Garacia-Huidobro et al., 1982). جوانه‌زنی بذر هر گیاه که در گستره دمایی خاصی صورت می‌گیرد، تحت عنوان درجه حرارت های کاردینال پیشنهاد شده است (Bewley & Black, 1994). در این گستره، دماهای کمینه[۴] (T_b)، بهینه[۵] (T_o) و بیشینه[۶] (T_c) قرار دارد که برای ارائه مدل پیش بینی جوانه‌زنی بذرهای سه جزء مذکور لازم می‌باشند. در حقیقت در دماهای پایینتر از دمای کمینه (T_b) و بالاتر از دمای بیشینه (T_c) جوانه‌زنی رخ نمی‌دهد (Ramin, 1997). دلیل عدم جوانه‌زنی در دمای بالاتر از دمای بیشینه تغییر ماهیت پروتئین‌ها، عدم کارکرد مناسب غشای پلاسمایی سلول و اثرات متقابل ایجاد شده با آب است (Bradford, 2002).

به طور کلی، برای اغلب گیاهان، سرعت نمو در دمای پایه در حد صفر است و با افزایش دما تا دمای بهینه افزایش می‌یابد ولی در دماهای بالاتر از آن افت شدیدی نشان می‌دهد (Mwale et al., 1994). برای بذرهای اکثر گیاهان، دمای بهینه و حداکثر جوانه‌زنی به ترتیب بین ۳۰- ۱۵ و ۴۰-۳۰ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است (Copeland & McDonald, 1995).

متغیرهای درجه حرارت کاردینال به طور معمول به صورت نرمال یا لگاریتم نرمال درون یک جمعیت بذری مشخص، مورد ارزیابی قرار می‌گیرند (Jordan & Haferkamp, 1989). مدل‌های ریاضی متعددی برای توصیف الگوی جوانه‌زنی در واکنش به درجه حرارت ارائه شده‌اند (Ellis & Butcher, 1988; Covell et al., 1986).

برخی از این مدل‌ها برای پیش بینی واکنش جوانه‌زنی تجمعی بکار می‌روند و قادر به پیش بینی درجه حرارت‌های کاردینال و ضرایب مدل برای مقایسه توده‌های بذری نیز می‌باشند (Hardegree & Phartyal et al., 2003; Winstral, 2006). برخی محققین، رابطه

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، استاد و دانشیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: E-mail: samira_ssr@yahoo.com)

4- Base Temperature
5- Optimum Temperature
6- Ceiling Temperature

Archive of SID
www.SID.ir

بین دما و سرعت جوانه‌زنی را بصورت خطی گزارش کرده‌اند و لذا برای توصیف رابطه بین دما و سرعت جوانه‌زنی از رگرسیون خطی استفاده می‌شود (Ramin, 1997). شاخص درصد جوانه‌زنی روزانه از بهترین شاخص‌ها برای محاسبه درجه حرارت پایه از طریق رگرسیون می‌باشد (Wiese & Binning, 1987). همچنین مشخص شده ضرایب مدل‌های درجه حرارت کاردینال با فرآیندهای فیزیولوژیکی خاصی همبستگی دارد (Allen, 2003). عکس زمان مورد نیاز برای تکمیل یک مرحله رشد و نمو با سرعت رشد و نمو بستگی دارد. رابطه خطی معکوسی بین زمان مورد نیاز برای رسیدن به یک میزان مشخص جوانه‌زنی و درجه حرارت در طی جوانه‌زنی وجود دارد (Jami Al-Ahmadi & Kafi, 2007). مدل خطوط متقاطع (Jami Al-Ahmadi & Kafi, 2007; Kocabas, 1999; Kamkar et al., 2006) و مدل ۵-پارامتری بتا دو سری از مدل‌های رگرسیونی هستند که در برخی مطالعات مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Yin, 1996). تبریزی و همکاران (Tabrizi et al., 2007) برروی ارزیابی مدل-های مختلف جوانه‌زنی در دو توده زراعی و طبیعی آویشن خراسانی (*Thymus transcaspicus* Klokov) نشان دادند که در مقایسه با سایر مدل‌ها (مانند مدل خطوط متقاطع) مدل پنج- پارامتری بتا بهترین برازش را برای جوانه‌زنی بذرهای توده طبیعی داشته است.

کوشیا (*Kochia scoparia* L. Schard) گیاهی دو لپه، علفی و با متابولیسم C_4 از گیاهان خانواده چغندریان است (Fischer et al., 2000). درجه حرارت‌های ثابت بالا از جوانه‌زنی بذر این گیاه ممانعت می‌کند و در درجه حرارت‌های سرد تا متوسط واکنش جوانه‌زنی بهتری از خود نشان می‌دهد (Everitt et al., 1983).

بررسی رومو و هافرکمپ (Romo & Haferkamp, 1987) نشان داد که دماهای بالاتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد درصد جوانه‌زنی کوشیا را به طور معنی‌داری کاهش می‌دهد. جامی‌الاحمدی و همکاران (Jami al-ahmadi et al ., 2005) در آزمایشی برروی کوشیا (اکوتیپ بیرجند) با استفاده از مدل خطوط متقاطع مقادیر دماهای کمینه، بهینه و بیشینه برای جوانه‌زنی را به ترتیب ۴/۴، ۲۵ و ۵۱/۲ درجه سانتی‌گراد برآورد کردند. در ارتباط با واکنش جوانه‌زنی کوشیا نسبت به دما تحقیقات اندکی انجام شده است و نتایج حاصله نیز بر اساس مدل‌های مورد استفاده در مورد گیاهان زراعی بوده است. لذا از آنجا که کوشیا گیاهی بومی است و مراحل اهلی سازی آن به صورت گسترده‌ای در حال انجام است (Jami al-ahmadi et al., 2005)، با وجود آن بذرهای مورد استفاده در آزمایشات هنوز از توده‌ها و نمونه‌های بومی بدست می‌آید، هدف از این تحقیق علاوه بر تعیین دامنه حرارتی مناسب جوانه‌زنی و شناسایی رابطه بین دما و سرعت جوانه‌زنی بذرهای کوشیا، مقایسه مقادیر دماهای کمینه، بهینه و بیشینه کوشیا به وسیله مدل پنج- پارامتری بتا[1] (FPB) نسبت به مدل خطوط متقاطع نیز بوده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش تحت شرایط آزمایشگاهی در سال ۱۳۸۸ در آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. ارزیابی واکنش جوا نه‌زنی در دماهای ثابت ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد در ژرمیناتور تاریک با متوسط رطوبت نسبی ۶۰-۵۰ درصد صورت گرفت.

بذرهای اکوتیپ سبزوار کوشیا پیش از قرار گرفتن در پتری دیش با استفاده از محلول هیپوکلریت سدیم دو درصد به مدت یک دقیقه ضدعفونی و پس از آن با آب مقطر سه بار شستشو شدند. در هر تکرار از ۲۵ بذر سالم در پتری دیش با قطر هشت سانتی‌متر استفاده شد. کف پتری دیش‌ها با کاغذ صافی (واتمن شماره ۱) پوشانده شد و روی بذرهای نیز یک عدد کاغذ صافی دیگر قرار گرفت. پس از قرار دادن بذرهای در پتری‌دیش‌ها جهت ایجاد رطوبت از آب مقطر به مقدار کافی استفاده گردید. جهت جلوگیری از اثرات منفی تبخیر آب، پتری دیش‌ها در داخل پلاستیک قرار داده شده و سر آن کاملاً بسته شد. سپس بذرهای به ژرمیناتور با دمای مربوطه و شرایط بدون نور منتقل گردید. ضمن اینکه جهت کنترل دقیق‌تر دما یک دماسنج دیجیتالی اضافی در ژرمیناتور تعبیه شد و حداکثر نوسان بیش از ۱± درجه سانتی‌گراد، در طی دوره ثبت شد. شمارش بذرهای جوانه‌زده، پس از ۲۴ ساعت از شروع آزمایش، به صورت روزانه به مدت ۱۴ روز متوالی انجام و بذرهای جوانه زده پس از شمارش و ثبت، از پتری‌دیش‌ها خارج شدند. معیار جوانه‌زنی بذرهای، خروج ریشه‌چه و قابل رؤیت بودن آن در نظر گرفته شد (Jordan & Haferkamp, 1989). درصد جوانه‌زنی نهایی در هر درجه حرارت محاسبه شد. جهت محاسبه سرعت جوانه‌زنی، زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی با استفاده از درون‌یابی خطی بین درصد جوانه‌زنی روزانه از منحنی جوانه‌زنی تجمعی محاسبه شد (Covell et al., 1986). سپس سرعت جوانه‌زنی بر اساس عکس زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی مشاهده شده، محاسبه گردید (Adam et al, 2007). با استفاده از مدل رگرسیونی ۵-پارامتری بتا بین سرعت جوانه‌زنی به عنوان متغیر وابسته (محور Y) و درجه‌حرارت به عنوان متغیر مستقل (محور X)، درجه حرارت‌های کاردینال با استفاده از معادلات (۱) و (۲) بدست آمد (Yin, 1996).

$$f= \exp(\mu)\,(T-T_b)^{\alpha}\,(T_m-T)^{\beta} \qquad \text{معادله (۱)}$$

$$To=(\alpha\,T_m+\beta\,T_b)/(\alpha+\beta) \qquad \text{معادله (۲)}$$

1- Five Parameters Beta Model

Archive of SID

www.SID.ir

که در این معادلات، f: سرعت جوانه‌زنی (۱/ روز)، T: درجه حرارت (^{0}C)، T_b، T_oو T_m: به ترتیب دماهای کمینه، بهینه و بیشینه و β، α و μ: به عنوان ضرایب رگرسیون در نظر گرفته شدند. جهت تجزیه آماری از نرم افزار SAS ver. 9.1 و جهت برازش مدل رگرسیونی از نرم افزار Sigma Plot version 7.0 استفاده شد.

نتایج و بحث

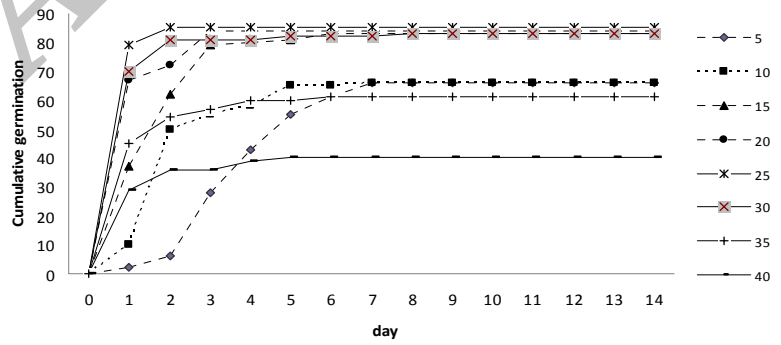
روند جوانه‌زنی تجمعی بذرهای کوشیا در واکنش به دما نشان-دهنده الگوهای متفاوت جوانه‌زنی در درجه حرارت‌های مختلف است. در طی ۲۴ ساعت اولیه بیشترین و کمترین بذرهای جوانه‌زده به ترتیب در دماهای ۲۵، ۳۰، ۲۰ و ۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شدند (شکل ۱). در ۱۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد بیشترین میزان بذرهای جوانه‌زده شده در ۹۶ ساعت اولیه مشاهده شد و پس از آن روند ثابتی را نشان داد. در دمای ۲۰ و۲۵ درجه سانتی‌گراد به ترتیب زمان رسیدن به حداکثر میزان جوانه‌زنی ۷۲ و ۴۸ ساعت اولیه بود. در تمامی سطوح دمایی در روز ششم ثبات نسبی مشاهده شد و تعداد کمی از بذرهای حتی پس از گذشت از روز ششم آزمایش جوانه زدند (شکل ۱).

بیشترین درصد جوانه‌زنی در دمای ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد و کمترین آن در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد (شکل ۱). در دامنه دمایی ۱۵تا۳۰ درجه سانتی‌گراد درصد جوانه‌زنی اختلاف معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) را نشان ندادند، اما درصد جوانه‌زنی در این گستره دمایی با درصد جوانه‌زنی در دماهای ۵–۱۰ درجه سانتی‌گراد و نیز ۳۵–۴۰ درجه سانتی‌گراد اختلاف معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) داشت (شکل ۲). به طور کلی، دما به دلیل اثر آن بر خواب، سرعت جوانه‌زنی و سرعت رشد ریشه چه و ساقه چه بذرهای گیاهان مختلف، درصد جوانه‌زنی نهایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Bradford, 2002).

نتایج این مطالعه نشان داد هرچند که درصد جوانه‌زنی کوشیا در دماهای ۱۰– ۵ درجه سانتی‌گراد به طور معنی‌داری کمتر از دماهای ۳۰–۱۵ درجه سانتی‌گراد است، ولی با این وجود بیش از ۵۰ درصد بذرهای در در دماهای ۵ و۱۰ درجه سانتی‌گراد جوانه زدند و به نظر می‌رسد که بذرهای این گیاه در محدوده دمایی وسیعی قادر به جوانه‌زنی هستند. کمترین درصد جوانه‌زنی نهایی در ۴۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. رومو و هافرکمپ (Romo & Haferkamp, 1987) گزارش کردند که در دماهای بالاتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد درصد جوانه‌زنی کوشیا کاهش معنی‌داری نشان داد. یانگ و همکاران (Yong et al., 1981) جوانه‌زنی نژادهای مختلف (.L) *Kochia prostrata* Schard را بین درجه حرارت‌های ۵۰–۵ درجه سانتی‌گراد (با فاصله پنج درجه سانتی‌گراد) مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کردند که جوانه‌زنی برای تمام نژادها در ۲۰ درجه سانتی‌گراد حداکثر بود، ولی با افزایش دما از ۲۰ درجه سانتی گراد جوانه‌زنی کاهش یافت. جامی الاحمدی و همکاران (Jami al-hmadi et al., 2005) نیز نشان دادند که بذرهای کوشیا درگستره دمایی ۳۵– ۸ درجه سانتی‌گراد به طور متوسط ۸۵ درصد جوانه زدند.

سرعت جوانه‌زنی نیز روندی مشابه درصد جوانه‌زنی در درجه حرارت‌های مورد مطالعه داشت و بالاترین سرعت جوانه‌زنی مطابق بالاترین درصد جوانه‌زنی در درجه حرارت ۲۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد (شکل ۲ و ۳). میانگین سرعت جوانه‌زنی در دامنه‌ای از درجه حرارت‌های ۵ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۰/۰۶ و ۰/۴ در روز بود.

گزارشات متعدد حاکی از اثر افزایشی دما تا نقطه‌ای خاص بر درصد و سرعت جوانه‌زنی بذرهای می‌باشند (Bannayan et al., 2006; Hardegree & Winstral, 2006). افزایش درجه حرارت علاوه بر کاهش سرعت جوانه‌زنی، می‌تواند زوال بذر را نیز به همراه داشته باشد (Hardegree, 2006). برخی مطالعات حاکی از آن است که به طور معمول با افزایش دما سرعت جوانه‌زنی حداقل در یک دامنه دمایی مناسب به طور خطی افزایش می‌یابد، ولی در دماهای بالاتر از آن افت شدیدی نشان می‌دهد (Mwale et al., 1994).

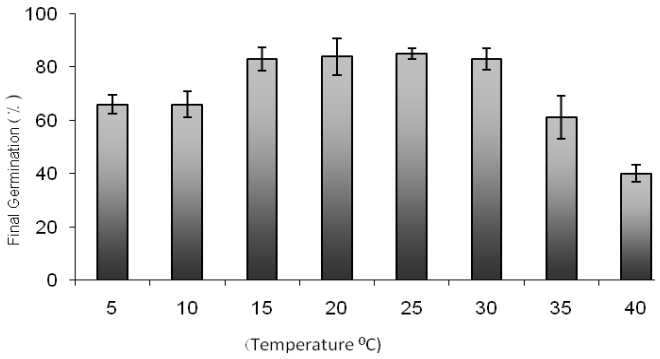


شکل ۱- جوانه‌زنی تجمعی کوشیا در تیمارهای حرارتی مختلف به مدت ۱۴ روز

Fig. 1- Kochia cumulative germination at different temperature treatments during 14 days

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲- جوانه زنی نهایی کوشیا در تیمارهای حرارتی مختلف به مدت ۱٤ روز

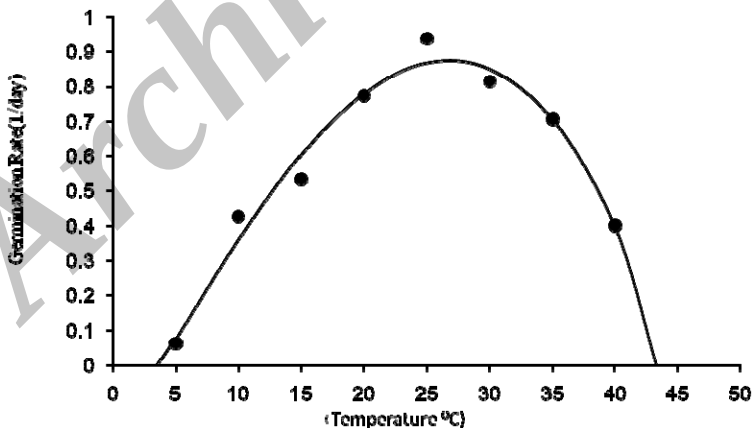
Fig. 2- Kochia final germination at different temperature treatments for 14 days

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان، براساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌داری (p≤۰/۰۵) ندارند.

There are no significant differences (p≤0.05) between averages with similar overlap ranges according to standard error.

بر اساس تخمین مدل پنج- پارامتری بتا، مقادیر دماهای کمینه، بهینه و بیشینه به ترتیب ۳/۴، ۲۵ و ۴۳/۷ درجه سانتی‌گراد بدست آمد (شکل ۳). جهت نشان دادن دقت مدل مورد استفاده مقادیر خطای باقیمانده برای سرعت جوانه‌زنی در شکل ۴ ارائه شده است.

جامی الاحمدی و همکاران (Jami al- ahmadi et al., 2005) نیز در آزمایشی روی کوشیا (اکوتیپ بیرجند) با استفاده از مدل خطوط متقاطع مقادیر دماهای کمینه، بهینه و بیشینه را به ترتیب ۴/۴، ۲۵ و ۵۱/۲ درجه سانتی‌گراد گزارش کردند. بنابراین اختلافات مشاهده شده بین این دو آزمایش علاوه بر استفاده از مدل متفاوت به دلیل دقت و ماهیت خاص خود می‌تواند ناشی تفاوت در نوع اکوتیپ (در این آزمایش، سبزوار) باشد. آدام و همکاران (Adam et al., 2007) بیان داشتند که واکنش جوانه‌زنی به دما می‌تواند در میان گونه‌ها و حتی توده های درون یک گونه متفاوت باشد. تبریزی و همکاران (Tabrizi et al.,2007) با ارزیابی مدل‌های مختلف جوانه زنی برروی دو توده زراعی و طبیعی آویشن خراسانی نشان دادند که مدل پنج- پارامتری بتا بهترین برازش را در خصوص بذرهای توده طبیعی این گیاه دارد.



شکل ۳ - نمودار رابطه دما و سرعت جوانه‌زنی کوشیا (برای تعیین دمای کاردینال)

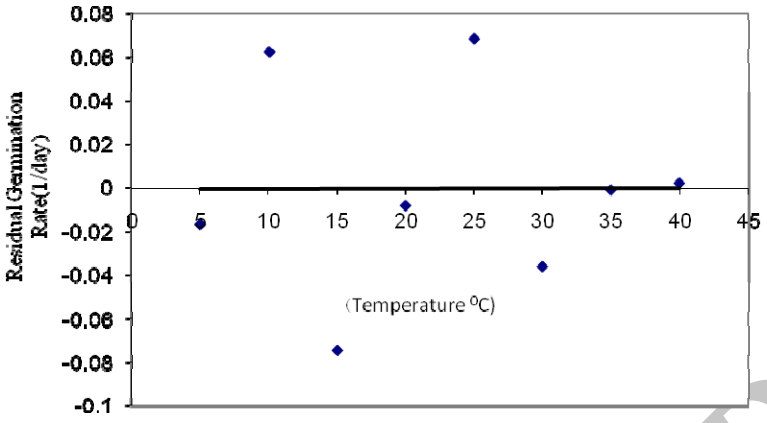
R^2=۹۰٪

Fig. 3- Temperature and germination rate relationship in kochia (to evaluate cardinal temperature)

R^2=90%

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ٤- مقادیر خطای باقیمانده برای سرعت جوانه‌زنی در مدل پنج - پارامتری بتا
Fig. 4- Residual error for germination rate in Five Parameters Beta Model

خان و همکاران (Khan et al., 2001) با بررسی اثر رژیم‌های حرارتی مختلف بر جوانه‌زنی کوشیا دریافتند که درجه حرارت تأثیر معنی‌داری بر جوانه زنی داشت و در درجه حرارت‌های بالاتر سرعت جوانه‌زنی بیشتر بود.

تغییر در زمان رسیدن به درصد خاصی از جوانه‌زنی عامل مهمی در واکنش جوانه‌زنی بذرهای نسبت به عوامل محیطی و حتی تنش-های محیطی است. لذا به منظور شناخت کمی اثر دما بر روند جوانه-زنی، زمان رسیدن به ۲۰، ۵۰ و ۸۰ درصد جوانه‌زنی، با استفاده از درون یابی خطی بین درصد جوانه‌زنی روزانه از منحنی جوانه‌زنی تجمعی محاسبه شد (جدول ۱).

در بین سطوح مختلف دما طولانی‌ترین زمان جهت رسیدن به ۲۰ و ۵۰ درصد جوانه‌زنی در دماهای ۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد و تیمارهای دمایی ۲۰و ۳۰ درجه سانتی گراد بذرهای زمان کمتری را برای ۵۰ و۲۰ درصد جوانه‌زنی نیاز داشتند. زمان رسیدن به ۸۰ درصد جوانه‌زنی روند متفاوتی را با دو زمان دیگر داشت، به طوریکه در گستره دمایی ۱۰-۵ و ۴۰-۳۵ درجه سانتی‌گراد جوانه‌زنی بذرهای تحت هیچ شرایطی به ۸۰ درصد نرسید و به عبارت دیگر طولانی‌ترین و کمترین زمان رسیدن به ۸۰ درصد جوانه‌زنی به ترتیب در دمای ۱۵ و ۲۵درجه سانتی‌گراد مشاهده شد (جدول ۱). در حقیقت خارج از محدوده دمایی مطلوب برای جوانه‌زنی، زمان رسیدن به درصدهای مختلف جوانه‌زنی افزایش یافته است. به عنوان مثال، در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد زمان رسیدن به ۸۰ درصد جوانه‌زنی تنها در حدود ۶ ساعت بیشتر از زمان رسیدن به ۲۰ درصد جوانه‌زنی بوده است، درصورتی که در دمای ۱۵ درجه سانتی گراد این زمان به حدود ۶۰ ساعت افزایش یافت. در همین راستا قنبری و همکاران (Ghanbari et al., 2005) نشان دادند که در شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra* L.) زمان رسیدن به ۱۰، ۵۰ و ۹۰ درصد جوانه‌زنی در محدوده دمای بهینه نسبت به سایر تیمارهای دمایی کمتر بوده است. لذا به نظر می‌رسد که از زمان‌های رسیدن به درصد خاصی از جوانه‌زنی بتوان جهت پیشگویی واکنش نسبت به عوامل محیطی سود برد. توپ و همکاران (Tobe et al., 2000) با بررسی روی گیاه هالوفیت *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 درجه‌حرارت 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 سانتی گراد جوانه‌زنی تقریبا متوقف شد.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که این گیاه در محدوده دمایی وسیعی قادر به جوانه‌زنی است. افزایش دما از حد بهینه بیش از کاهش دما از این حد سبب کاهش درصد جوانه‌زنی شد. همچنین خارج از محدوده دمایی مطلوب برای جوانه‌زنی، سبب افزایش زمان رسیدن به درصدهای مختلف جوانه‌زنی بذرهای کوشیا شد. از آنجا که کوشیا تحمل بالایی نسبت به تنش خشکی و شوری دارد (Romo & Haferkamp, 1987) و نیز با توجه به قابلیت کشت آن به عنوان گیاه علوفه‌ای، تلاش‌هایی جهت اهلی‌سازی این گیاه در حال انجام است (Jami al-ahmadi et al., 2005) و لذا چنین به نظر می‌رسد که از این گیاه می‌توان به عنوان گیاهی جدید در اکوسیستم‌های تحت تنش استفاده کرد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- زمان رسیدن به ۲۰، ۵۰ و ۸۰ درصد جوانه‌زنی کوشیا (ساعت) در سطوح مختلف دما

Table 1- Time to reach 20, 50 and 80 germination percentage in kochia (hour) at different temperature levels

40	35	30	25	20	15	10	5	دما (درجه سانتی‌گراد) Temperature (^{0}C) / درصد جوانه‌زنی Germination (%)
19.7	16.2	16.6	18.4	14.1	15.1	30.9	66.3	20
-	26.2	20.6	20.7	20.1	35.8	49.6	109	50
-	-	28.6	24.2	31	76	-	-	80

منابع

1- Adam, N.R., Dierig, D.A., Coffelt, T.A., and Wintermeyer, M.J. 2007. Cardinal temperatures for germination and early growth of two *Lesquerella* species. Indian Journal of Crops and Production 25: 24-33.

2- Allen, P.A. 2003. When and how many? Hydrothermal models and the prediction of seed germination. New Phytologist 158: 1-3.

3- Bannayan, M., Nadjafi, F., Rastgoo, M., and Tabrizi, L. 2006. Germination properties of some wild medicinal plants from Iran. Journal Seed Technology 28: 80-86.

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

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

6- Copeland, L.O., and McDonald, M.B. 1995. Principles of Seed Science and Technology. Publication Chapman and Hall, USA.

7- Covell, S., Ellis, R.H., Roberts, E.H., and Summerfield, R.J. 1986. The influence of temperature on seed germination rate in grain legumes. I. A comparison of chickpea, lentil, soybean and cowpea at constant temperatures. Journal of Experimental Botany 37: 705-715.

8- Ellis, R.H., and Butcher, P.D. 1988. The effects of priming and natural differences in quality amongst onion seed lots on the response of the rate of germination to temperature and the identification of the characteristics under genotypic control. Journal of Experimental Botany 39: 935-950.

9- Everitt, J.H., Alaniz, A., and Lee, J.B. 1983. Seed germination characteristic of *Kochia scoparia*. Journal of Range Management 36: 646-648

10- Fischer, A.J., Messersmith, C.G., Nalewaja, J.D., and Duysen, M.E. 2000. Interference between spring cereals and *Kochia scoparia* related to environment and photosynthetic pathway. Agronomy Journal 92: 137-181.

11- Ghanbari, A., Rahimian Mashhadi, H., Nassiri Mahallati, M., Kafi, M., and Rastgoo, M. 2005. Ecological aspects of *Glycyrrhiza glabra* germination response to temperature. Iranian Agronomy Research Journal 3: 263-275. (In Persian with English Summary)

12- Garacia-Huidobro, J., Monteth, J.L., and Squire, J.R. 1982. Time temperature and germination of pearl millet. Journal of Experimental Botany 33: 288-296.

13- Hardegree, S. 2006. Predicting germination response to temperature. I. Cardinal temperature models and subpopulation-specific regression. Annals Botany 97: 1115-1125.

14- Hardegree, S.P., and Winstral, A.H. 2006. Predicting germination response to temperature. II. Three dimensional regression, statistical gridding and iterative-probit optimization using measured and interpolated subpopulation data. Annals Botany 98: 403-410.

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

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

17- Jordan, G.L., and Haferkamp, M.R. 1989. Temperature responses and calculated heat units for germination of several range grasses and shrubs. Journal Range Management 42: 41-45.

18- Kamkar, B., Koocheki, A., Nassiri Mahallati M., and Rezvani Moghaddam P. 2006. Cardinal temperatures for

Archive of SID

www.SID.ir

germination in three millet species (*Panicum miliaceum, Pennisetum glaucum* and *Setaria italica*). Asian Journal of Plant Sciences 5: 316-319.
19- Khan, M., Gul, A., and Weber, D.J. 2001. Influence of salinity and temperature on germination of *Kochia scoparia.* Wetlands Ecology Management 9: 483-489.
20- Kocabas, Z., Craigon, J., and Azam-Ali, S.N. 1999. The germination response of *Bambara* groundnut (*Vigna sublerrannean* (L) Verdo) to temperature. Seed Science and Technology 27: 303 -313.
21- Mwale, S.S., Azam-Ali, S.N., Clark, J., Bradley, R.G., and Chatha, M.R. 1994. Effect of temperature on the germination of sunflower (*Helianthus annus* L.). Seed Science and Technology 22: 565-571.
22- Phartyal, S.S., Thapliyal, R.C., Nayal, J.S., Rawat, M.S., and Joshi, G. 2003. The influences of temperatures on seed germination rate in Himalayan elm (*Ulmus wallichiana*). Seed Science and Technology 31: 83-93.
23- Ramin, A.A. 1997. The influence of temperature on germination of taree Irani (*Allium ampeloprasum* L. spp. iranicum W.). Seed Science and Technology 25: 419-426.
24- Romo, J.T., and Haferkamp, M.R. 1987. Forage *Kochia* germination response to temperature, water stress and specific ions. Agronomy Journal 79: 27-30
25- Tabrizi, L., Koocheki, A., Nasiri Mahalati, M., and Rezvani, P. 2007. Germination behavior of cultivated and natural stand seeds of Khorasan thyme (*Thymus transcaspicus* Klokov) with application of regression models. Iranian Journal of Field Crops Research 5: 249-257. (In Persian with English Summary)
26- Tobe, K., Li, X., and Omasa, K. 2000. Seed germination and radicle growth of a halophyte, *Kalidium capsicum.* Annals Botany 85: 391-396.
27- Wiese, A.M., and Binning, L.K. 1987. Calculating the threshold temperature of development for weeds. Weed Science 35: 177-179
28- Yin, X. 1996. Quantifying the effects of temperature and photoperiod on phenological development to flowering in rice. Ph.D. Thesis, Wageningen. Agricultural University. The Netherland. 173 pp.
29- Young, J.A., Evan, R.A., Steven, R., and Everet, R.L. 1981. Germination of *Kochia prostrata* seed. Agronomy Journal 73: 957-961.

Archive of SID

www.SID.ir