فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران
جلد ۱۸، شمارهٔ ٤، صفحهٔ ۵۹۲-۵۷۸ (۱۳۹۰)

بررسی ویژگیهای جوانه‌زنی بذر کوشیا (*Kochia scoparia* L.) در واکنش به دما و پتانسیل آب

سمیرا صبوری‌راد[1*]، محمد کافی[2]، احمد نظامی[3] و محمد بنایان اول[4]

۱*- نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه فردوسی مشهد
پست الکترونیک: samira_ssr@yahoo.com
۲- استاد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
٤- استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۸۹/۰٦/۰۹ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۱/۲٦

چکیده

کوشیا (*Kochia scoparia* L. Schard) گیاهی یکساله، شورزیست، مقاوم به شرایط خشکی بوده که قابلیت آبیاری با منبع آب شور را دارد و از جنبه تولید علوفه، منبع ارزشمندی در اکوسیستم‌های تحت تنش خشکی و شوری می‌باشد. به‌منظور ارزیابی رفتار جوانه‌زنی بذر کوشیا (*Kochia scoparia* L. Schard) مطالعه‌ای تحت دماها و سطوح مختلف پتانسیل آب در آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ٤ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل نه سطح خشکی (۰/۲۵-، ۰/۵-، ۰/۷۵-، ۱-، ۱/۲۵-، ۱/۵-، ۱/۷۵- و ۲- مگاپاسکال) و نیز تیمار بدون اعمال تنش (شاهد) و هشت سطح دمایی شامل (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، ٤۰ درجه سانتی‌گراد) بودند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سطوح مختلف خشکی و دما بر درصد، سرعت، میانگین زمان جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی تأثیر معنی‌داری (P<۰/۰۱) دارد و اثر متقابل خشکی و دما نیز بر صفات مذکور معنی‌دار شد. بالاترین درصد جوانه‌زنی در دمای ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در چهار سطح اول پتانسیل آب رخ داد که اختلاف معنی‌داری را با یکدیگر نشان ندادند. همچنین بالاترین سرعت جوانه‌زنی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در تیمار شاهد مشاهده شد. با کاهش پتانسیل آب سرعت جوانه‌زنی در تمامی تیمارهای دمایی کاهش یافت. به‌علاوه کاهش پتانسیل آب افزایش میانگین زمان جوانه‌زنی را به دنبال داشت. به‌طوری‌که کمترین میانگین زمان جوانه‌زنی در تیمار شاهد در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد که معادل ۱/۰۷ روز بود. همچنین بالاترین شاخص جوانه‌زنی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در تیمار شاهد مشاهده شد. به طور کلی بذرهای کوشیا در محدوده دمایی وسیعی از درجه حرارت و پتانسیل آب قادر به جوانه‌زنی هستند.

واژه‌های کلیدی: درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی و *Kochia scoparia*.

مقدمه

کمبود منابع آب قابل دسترس مهمترین عامل محدودکننده تولید در اکوسیستم‌های طبیعی و کشاورزی می‌باشد. در گذشته انجام آبیاری راهکار اصلی رفع این مشکل بود، اما به‌دلیل افزایش مصارف منابع آب برای مقاصد دیگر ازجمله صنعت و شرب، فراهم نمودن منابع

آب کافی برای تولید بهینه در بخش کشاورزی با چالش‌های جدی مواجه شده است (Wu & , 2000 Cosgrove). ایران جزو مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌حساب می‌آید و تقریباً ۹۰ درصد از سطح کشور در این اقلیم واقع شده است، بنابراین عملکرد گیاهان زراعی در نتیجه کمبود نزولات جوی بشدت کاهش می‌یابد(*et al.*, Qureshi 2007). مصرف سالانه آب در بخشهای مختلف کشور ۸۳ میلیارد مترمکعب بوده که بخش کشاورزی با مصرف ۷۷/٤ میلیارد مترمکعب بیش از ۹۳ درصد از مصرف آب را به خود اختصاص داده است (قریشی، ۲۰۰۷). از این رو وارد کردن گیاهانی با جوانه‌زنی مطلوب و با احتمال مرگ و میر کمتر گیاهچه به‌عنوان گام نخست گزینه مناسبی برای استقرار موفقیت‌آمیز گیاه در محیط‌های خشک، نیمه‌خشک و شور بشمار می‌آید. همچنین برخی محققان بیان نموده‌اند که در مرحله جوانه‌زنی و استقرار، گیاهچه‌ها به تنش خشکی حساس‌ترند و تفاوت‌های ژنتیکی این مراحل در برابر تنش، فرصت مفیدی برای به‌گزینی و درک شناخت از صفات مناسب در تحمل به تنش خشکی می‌باشد(Blum & Sinmena, 1980). جوانه‌زنی بذر یکی از بحرانی‌ترین مراحل زندگی گیاه است که با جذب آب توسط بذر شروع و با طویل شدن محور جنین از پوشش بذر به اتمام می‌رسد (Bewley, 1997). جوانه‌زنی سریع، یکنواخت و کامل بذرها باعث سبزشدن مطلوب و رشد اولیه سریع گیاه می‌شود. رشد اولیه مطلوب سبب دریافت بیشتر تشعشع خورشیدی و افزایش عملکرد می‌گردد. علاوه بر آن، جوانه‌زنی مطلوب در تعیین تراکم بوته در واحد سطح نیز حائز اهمیت بوده، بنابراین جوانه‌زدن و استقرار مناسب گیاهچه می‌تواند به‌عنوان یک عامل تعیین‌کننده در میزان عملکرد محسوب شود (Ashraf & Waheed, 1990). این وقایع عمدتاً به‌وسیله عوامل ژنتیکی و شرایط محیطی بر روی پایه مادری و در زمان جوانه‌زدن کنترل می‌شود (Foley & Fennimore, 1998) .

جوانه‌زنی بذرها بشدت تحت تأثیر عوامل محیطی به‌ویژه دما، رطوبت و اکسیژن خاک قرار می‌گیرد (Anda & Pinter, 1994 ;Jacobson & Bach, 1998 ;Seefeldt *et al.*, 2002; Soltani *et al.*, 2006; Basra *et al.*, 2004). از آنجا که جوانه‌زنی با جذب آب آغاز می‌شود، کمبود آب در این مرحله بسته به‌شدت و طول مدت تنش موجب عدم جوانه‌زنی یا کاهش سرعت و درصد جوانه‌زنی می‌شود (فرخی و همکاران، ۱۳۸۳). در این راستا توجه محققان به استفاده از محیط‌های کنترل‌شده مصنوعی پتانسیل آب با موادی با جرم مولکولی بالا که فاقد نقش تغذیه‌ای بوده و نیز توسط بذرها جذب نمی‌شوند، جلب شده است. در میان این گونه مواد، پلی‌اتیلن‌گلایکول[1] (PEG) به‌دلیل عدم سمیت و ایجاد شرایط مشابه طبیعی کاربرد گسترده‌تری را داراست (Copeland & McDonald, 1995). بررسیها نشان داده‌اند که درصد جوانه‌زنی بذرها در محلول پلی‌اتیلن‌گلایکول ٦۰۰۰ با درصد جوانه‌زنی در خاک با همان پتانسیل تقریباً برابر است (Hardgree & Emmerich, 1994).

کوشیا (*Kochia scoparia* L.) یک گیاه دولپه علفی با متابولیسم C_4 از خانواده Chenopodiaceae است (Fischer *et al.*, 2000) که اغلب در محیط‌های بسیار خشک یافت می‌شود (Dyer *et al.*, 1993). از این‌رو جوانه‌زنی سریع آن به جهت استفاده از رطوبت محدود بهاره از ارزش ویژه‌ای برخوردار است. (Romo & Haferkamp, 1987) نشان دادند که میوه و دانه بذرهای

1- Poly Ethylen Glycol

کوشیا در دمای ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد در محلول پلی‌اتیلن‌گلایکول با پتانسیل‌های اسمزی از ۰/۵۲- تا ۲/۳۲- مگاپاسکال قادر به جوانه‌زنی است. (Duan *et al.*, 2004) در مطالعه بذرهای سلمه نشان دادند که کاهش پتانسیل اسمزی ناشی از محلول پلی‌اتیلن‌گلایکول سبب کاهش جوانه‌زنی این بذرها شد. همچنین (Kateme *et al.*, 1998) اثرهای کلرید سدیم و پلی‌اتیلن‌گلایکول را در بذرهای آتریپلکس مورد مقایسه قرار داده و نشان دادند که در هر دو تیمار با کاهش پتانسیل آب، جذب آب توسط بذر کاهش یافت. کاهش فرایند جوانه‌زنی در اثر تنش خشکی می‌تواند به کاهش جذب آب توسط بذر ارتباط داشته باشد. اگر جذب آب توسط بذر دچار اختلال شود و یا جذب آب به‌کندی صورت گیرد، فعالیتهای متابولیکی داخل بذر به‌آرامی صورت خواهد گرفت. در نتیجه، مدت زمان خروج ریشه‌چه از بذر افزایش و از این رو سرعت جوانه‌زنی نیز کاهش می‌یابد (حسینی و رضوانی مقدم، ۱۳۸۵). هر چند تحقیقات زیادی در ارتباط با واکنش جوانه‌زنی بذرهای گیاهان زراعی مختلف در مرحله جوانه‌زنی به تنش ناشی از پلی‌اتیلن‌گلایکول انجام شده است، اما تاکنون تحقیقات بسیار کمی در رابطه با واکنش بذرهای کوشیا انجام شده است. مهمترین آزمون‌های بنیه بذر، مبتنی بر رفتار جوانه‌زنی بذر در شرایط نامطلوب دما و رطوبت محل نگهداری هستند (Hampton & TeKrony, 1995). بنابراین با توجه به قابلیت کشت این گیاه در مناطق دچار محدودیت منابع آب، این آزمایش با هدف بررسی ویژگیهای جوانه‌زنی بذر این گیاه به سطوح مختلف خشکی و درجه حرارت انجام شد.

مواد و روشها

این تحقیق در سال ۱۳۸۸ در آزمایشگاه فیزیولوژی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با ٤ تکرار و شامل نه سطح پتانسیل آب (۰/۲۵-، ۰/۵-، ۰/۷۵-، ۱-، ۱/۲۵-، ۱/۵-، ۱/۷۵- و ۲- مگاپاسکال) و یک تیمار بدون تنش (شاهد) و هشت سطح دمایی (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ٤۰ درجه سانتی‌گراد) انجام شد. برای انجام این آزمایش، بذرها از سلطان‌آباد سبزوار در سال انجام آزمایش جمع‌آوری شد. ابتدا کلیه بذرها، ظروف و محیط کار ضدعفونی شدند. به این منظور بذرها با محلول هیپوکلریت سدیم ۳ درصد به‌مدت ۳۰ ثانیه ضدعفونی و پس از آن با آب مقطر سه بار آب‌کشی و بعد با محلول قارچ‌کش بنومیل ۲ در هزار به مدت ۳۰ ثانیه ضدعفونی و دوباره ۳ مرتبه با آب مقطر آب‌کشی شدند (Hardgree & Emmerich, 1994) نه سطح پتانسیل آب توسط محلول PEG-6000 با استفاده از روش (Michael & Kaufman, 1973) تهیه شد و برای ایجاد پتانسیل صفر (شاهد) نیز از آب‌مقطر استفاده گردید. مقداری از محلول PEG-6000 با پتانسیل مربوطه (به‌طوری‌که بذرها در تماس با محلول باشند، اما کاملاً در محلول غوطه‌ور نباشند) به پتری‌دیشهای پلاستیکی (۸ سانتی‌متر قطر) حاوی ۲۵ عدد بذر اضافه شد. جهت جلوگیری از اثرهای منفی تبخیر آب، پتری‌دیشها در داخل پلاستیک قرار داده شده و سر آنها کاملاً بسته شد. سپس بذرها به ژرمیناتور با دمای معین منتقل گردید. بذرها به‌طور روزانه بازبینی و جوانه‌زنی زمانی ثبت شد. در پایان دوره اجرای آزمون جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی نهایی و میانگین زمان جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی به‌شرح زیر محاسبه شدند.

S/T×۱۰۰ = درصد جوانه‌زنی

که در آن S: تعداد بذرهای جوانه‌زده، T: تعداد کل بذرها می‌باشد.

متوسط زمان جوانه‌زنی: متوسط زمان لازم برای جوانه‌زنی که شاخصی از سرعت و شتاب جوانه‌زنی محسوب می‌گردد از روی رابطه زیر محاسبه گردید (الیس و رابرت، ۱۹۸۱):

$$MTG = \frac{\Sigma(nd)}{\Sigma n}$$

که در این رابطه: n = تعداد بذرهای جوانه‌زده در طی d روز، d = تعداد روزها از ابتدای جوانه‌زنی، Σn = کل تعداد بذرهای جوانه‌زده می‌باشد.

سرعت جوانه‌زنی(GR): براساس عکس میانگین زمان جوانه‌زنی محاسبه گردید.

شاخص جوانه‌زنی(GI): شاخص جوانه‌زنی شاخصی از سرعت جوانه‌زنی است.

$GI=\sum n/d$

n= تعداد بذرهای جوانه‌زده، d=روز

جهت تجزیه و تحلیل آماری از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام شد. برای رسم نمودارها نیز از برنامه Excel استفاده شد.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که درجه حرارت، پتانسیل آب و اثر متقابل آنها بر صفات مورد مطالعه جوانه‌زنی کوشیا معنی‌دار (P<۰/۰۱) است (جدول ۱).

جدول ۱- مقادیر میانگین مربعات منابع تغییر در جدول تجزیه واریانس صفات جوانه‌زنی حاصل از تأثیر درجه حرارت، پتانسیل آب و اثرهای متقابل آن در بذرهای *K. scoparia*

منبع تغییر	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	میانگین زمان جوانه‌زنی	شاخص جوانه‌زنی
درجه حرارت	۷	۱۱۱۱۹/۲۹**	۰/۷٤**	۹/٤٤ *	۱۱۷۹/ ۱۳**
پتانسیل آب	۸	۲۰۳٤۰/۵٦ **	۱/٦۸**	۲٦/۵۹**	۱۵۰٤/۸۵**
درجه حرارت*پتانسیل آب	۵٦	۷۵٤/۰٦**	۰/۰۵**	٦/۹۳**	۸۲/۸۷**
خطا	۲۱٦	٤۳/۹۸**	۰/۰۱۵ **	۱/٤۰**	۲/۲٤ **

** معنی‌دار در سطح ۰/۰۱

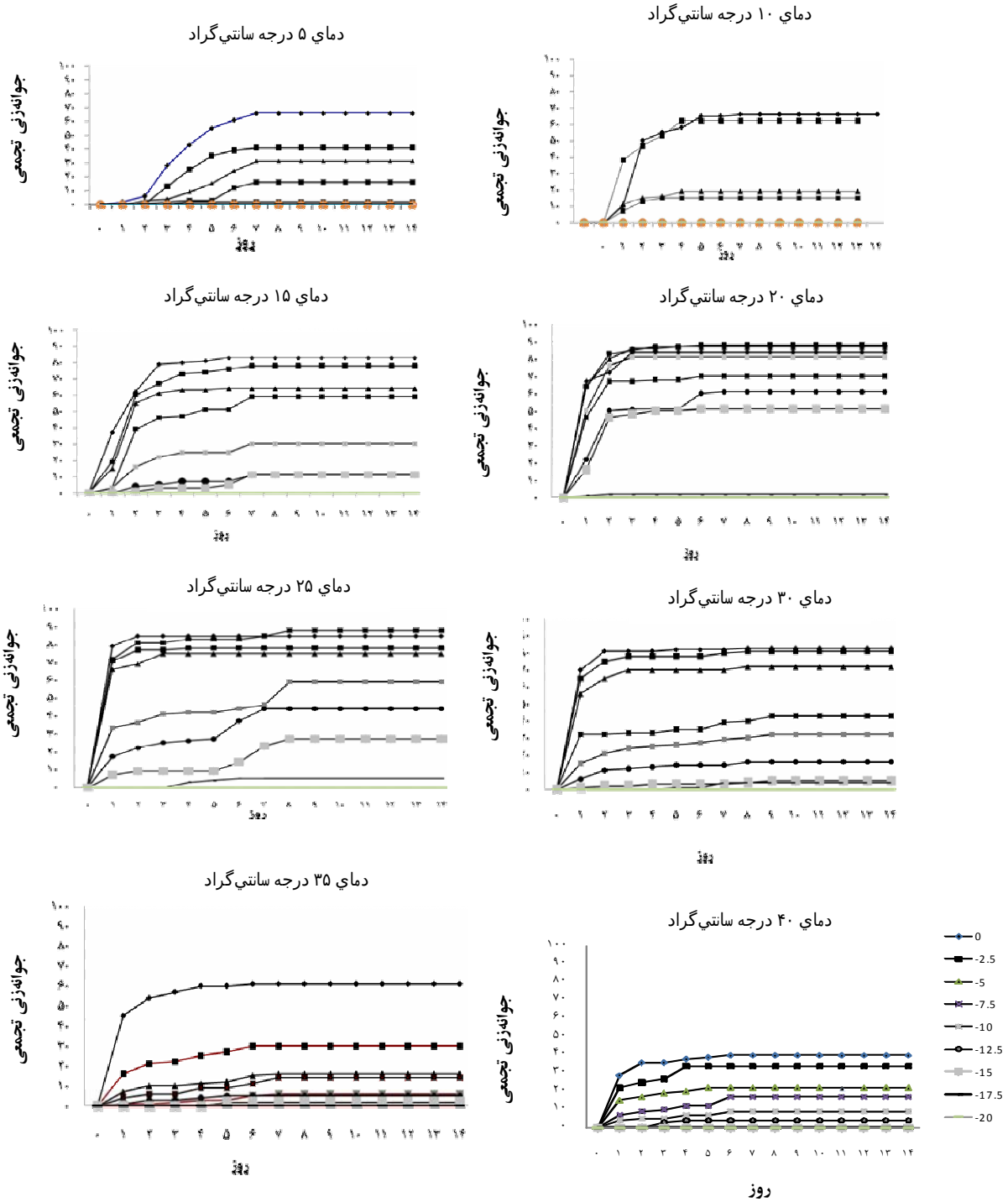
جوانه‌زنی تجمعی

روند جوانه‌زنی تجمعی بذرهای کوشیا در واکنش به دما و پتانسیل آب نشان‌دهنده الگوهای متفاوت جوانه‌زنی در دماها و پتانسیل‌های مختلف است، به‌طوری‌که حداکثر جوانه‌زنی تجمعی ارتباط معکوسی با پتانسل آب را نشان می‌دهد (شکل ۱). در دو دمای پایین (۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد) و دو دمای بالا (۳۵ و ٤۰ درجه سانتی‌گراد) در تمامی پتانسیل‌ها تعداد بذرهای کمتری در طی ۹٦ تا ۱۲۰ ساعت اولیه جوانه زدند. این کاهش تعداد بذرهای جوانه‌زده در دمای بالا نسبت به

دمای ۱۵ تا ۳۰ درجه چشمگیرتر از دمای پایین بود و در ٤٠ درجه سانتی‌گراد جوانه‌زنی در تمامی سطوح پتانسیل آب افت شدیدتری نشان داد. در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد تمامی سطوح پتانسیل آب بجز ۱- مگاپاسکال در طی ١٦٨ ساعت (روز هفتم) با روندی مشابه به حداکثر جوانه‌زنی رسیدند. در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد تمامی سطوح پتانسیل دارای جوانه‌زنی در طی ٩٦ تا ۱۲۰ ساعت جوانه زدند. در دمای ۳۵ و ٤٠ درجه سانتی‌گراد نسبت به دو دمای پایین این زمان در سه سطح اول پتانسیل به ٩٦ ساعت و در سایر سطوح دارای جوانه‌زنی به ۱۲۰ تا ١٤٤ ساعت رسید. در دمای ۱۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد در تیمار شاهد درصد جوانه‌زنی مشابه بود، هرچند در دمای ۱۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد نسبت به دمای ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد روند نسبتاً کندتری مشاهده شد. اما در تیمار ۱۵ درجه سانتی‌گراد سه سطح اول پتانسیل در ١٤٤ ساعت اول و بقیه سطوح پتانسیل دارای جوانه‌زنی در ٢٤ ساعت بعدی به حداکثر میزان جوانه‌زنی خود رسیدند. در دمای ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد در تیمار شاهد به‌ترتیب زمان رسیدن به حداکثر میزان جوانه‌زنی ۷۲ و ٤٨ ساعت بود. با کاهش پتانسیل در هر دو دما این زمان افزایش یافت. به‌طور کلی با توجه به دما و سطح پتانسیل بیشترین مقدار جوانه‌زنی در ساعات اولیه آزمایش متفاوت بود و با کاهش پتانسیل علاوه بر کاهش کل بذرهای جوانه‌زده، زمان رسیدن به ثبات جوانه‌زنی نیز افزایش یافت. در تمامی سطوح دما و پتانسیل در روز هفتم ثبات نسبی مشاهده می‌شود ولی تعداد کمی از بذرها حتی پس از گذشت از روز هفتم آزمایش جوانه زدند (شکل ۱). که این امر نشانگر تنوع ژنتیکی بالای توده بذر گیاه کوشیا می‌باشد و شاید یکی از دلایل موفقیت‌آمیز بودن آن برای استقرار در شرایط نامساعد محیطی و تبدیل شدن به یک علف هرز موفق در نظام‌های زراعی می‌باشد.

درصد جوانه‌زنی

رگرسیون غیرخطی به‌میزان قابل‌توجهی توجیه‌کننده پاسخ جوانه‌زنی به دما و پتانسیل آب با ضریب تبیین بالای ۰/۹ در تمامی سطوح دمایی بود (شکل۲). در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد بالاترین درصد جوانه‌زنی در تیمار شاهد مشاهده شد. با کاهش پتانسیل آب درصد جوانه‌زنی به طور معنی‌داری کاهش یافت، به‌طوری‌که در پتانسیل ۱- مگاپاسکال هیچ بذری جوانه نزد. در دمای ۱۰ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد نیز بالاترین درصد جوانه‌زنی از نظر عددی در تیمار شاهد مشاهده شد، اما اختلاف معنی‌داری با تیمار پتانسیل ۰/۲۵- مگاپاسکال نداشت. در تیمار دمایی ۱۰ درجه سانتی‌گراد جوانه‌زنی در ۱/۲۵- مگاپاسکال به صفر رسید، درحالی‌که در ۱۵ درجه سانتی‌گراد جوانه‌زنی تا پتانسیل ۱/۷۵- مگاپاسکال به طور ناچیزی وجود داشت. همچنین افزایش دما از ۱۰ به ۱۵ درجه سانتی‌گراد افزایش درصد جوانه‌زنی را در همه سطوح پتانسیل به همراه داشت. به‌نحوی‌که در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد بین تیمارهای شاهد و سه سطح ۰/۲۵-، ۰/۵- و ۱- مگاپاسکال اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد که نشان‌دهنده افزایش مقاومت به تنش خشکی در این دما می‌باشد. در این دما از لحاظ عددی بیشترین درصد جوانه‌زنی در پتانسیل ۰/۲۵- مگاپاسکال دیده شد (۸۸٪) که اندکی بیش از شاهد بود (۸٤٪). در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد جوانه‌زنی در پتانسیل ۱/۵- مگاپاسکال به ۵۰٪ رسید. در حالی‌که در دمای ۱۰ و ۵ درجه سانتی‌گراد در این پتانسیل جوانه‌زنی دیده نشد



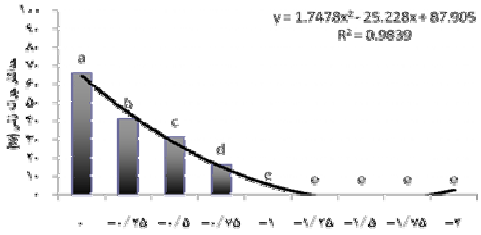
شکل۱- جوانه‌زنی تجمعی بذر کوشیا (*K. scoparia*) در گستره دمایی ۵ تا ٤۰ درجه سانتی‌گراد در فواصل زمانی ۲٤ ساعت

البته در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد بیشترین درصد جوانه‌زنی در پتانسیل ۰/۷۵- مگاپاسکال مشاهده شد که نشان‌دهنده افزایش مقاومت به کاهش پتانسیل آب در این دما می‌باشد. در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد بین شاهد با دو سطح بعدی پتانسیل و پتانسیل ۱/۲۵- مگاپاسکال با سه سطح بعد آن اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد بیشترین درصد جوانه‌زنی در شاهد مشاهده شد که از ۸۳ درصد در دمای ۳۰ به ۵۳ درجه سانتی‌گراد درصد در این دما رسید. در دمای ٤۰ درجه سانتی‌گراد نیز بین تیمار شاهد با سه سطح پتانسیل بعدی آن اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بطور کلی افزایش تنش خشکی در تمامی درجه حرارت‌ها کاهش درصد جوانه‌زنی را به همراه داشت. نتایج نشان می‌دهد که در دمای بالا (۳۰ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد) و پایین (۵ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد) بیشترین درصد جوانه‌زنی در تیمار شاهد مشاهده شد، اما در دمای ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد به‌ترتیب در سطوح خشکی ۰/۵- و ۰/۷۵- مگاپاسکال بود.

سرعت جوانه‌زنی

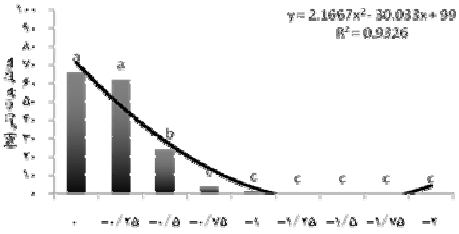
در تمام تیمارهای دمایی (بجز در ۲۰ درجه سانتی‌گراد) همراه با کاهش پتانسیل آب از تیمار شاهد به پتانسیل ۲- مگاپاسکال سرعت جوانه‌زنی بذرهای کوشیا روندی نزولی نشان داد. به‌طوری‌که در تمامی دماهای این آزمایش در پتانسیل۲- مگاپاسکال هیچ جوانه‌زنی رخ نداد (شکل ۳). در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد تا پتانسیل ۱- مگاپاسکال اختلاف معنی‌داری در سرعت جوانه‌زنی با شاهد وجود نداشت، ولی پس از آن روند کاهشی به‌صورت معنی‌داری ادامه یافت. با برازش رگرسیون خطی بین داده‌های سرعت جوانه‌زنی و پتانسیل آب و برون‌یابی آن تا محل قطع محور افقی مشخص شد که در تمامی تیمارهای دمایی حداکثر سرعت جوانه‌زنی مربوط به تیمار شاهد می‌باشد. در حالی که سرعت جوانه‌زنی با افزایش دما از ۵ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت و بالاترین سرعت جوانه‌زنی در تیمار دمایی ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در تیمار شاهد (۰/۹۳) و پس از آن در پتانسیل ۰/۲۵- مگاپاسکال این دما (۰/۹۰) مشاهده شد.

دماي ۵ درجه سانتي‌گراد



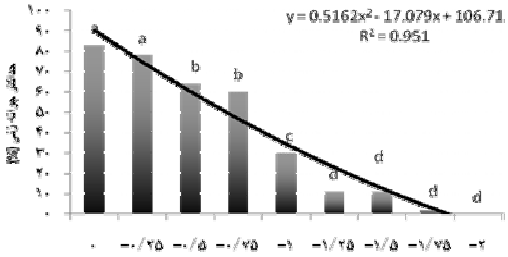
پتانسیل آب (مکاپاسگال)

دماي ۱۰ درجه سانتي‌گراد



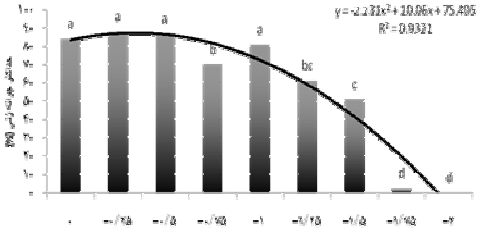
پتانسیل آب (مکاپاسگال)

دماي ۱۵ درجه سانتي‌گراد



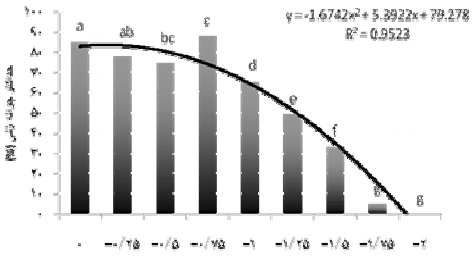
پتانسیل آب (مکاپاسگال)

دماي ۲۰ درجه سانتي‌گراد



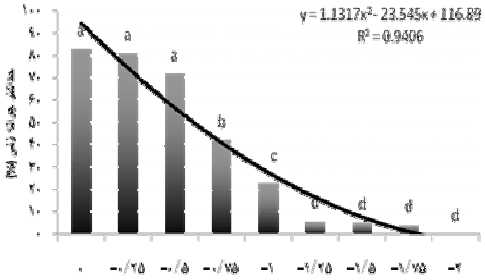
پتانسیل آب (مکاپاسگال)

دماي ۲۵ درجه سانتي‌گراد



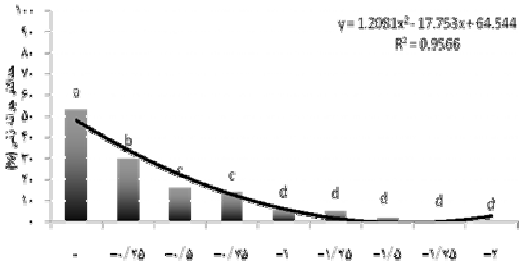
پتانسیل آب (مکاپاسگال)

دماي ۳۰ درجه سانتي‌گراد



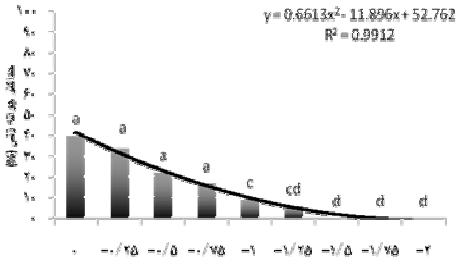
پتانسیل آب (مکاپاسگال)

دماي ۳۵ درجه سانتي‌گراد



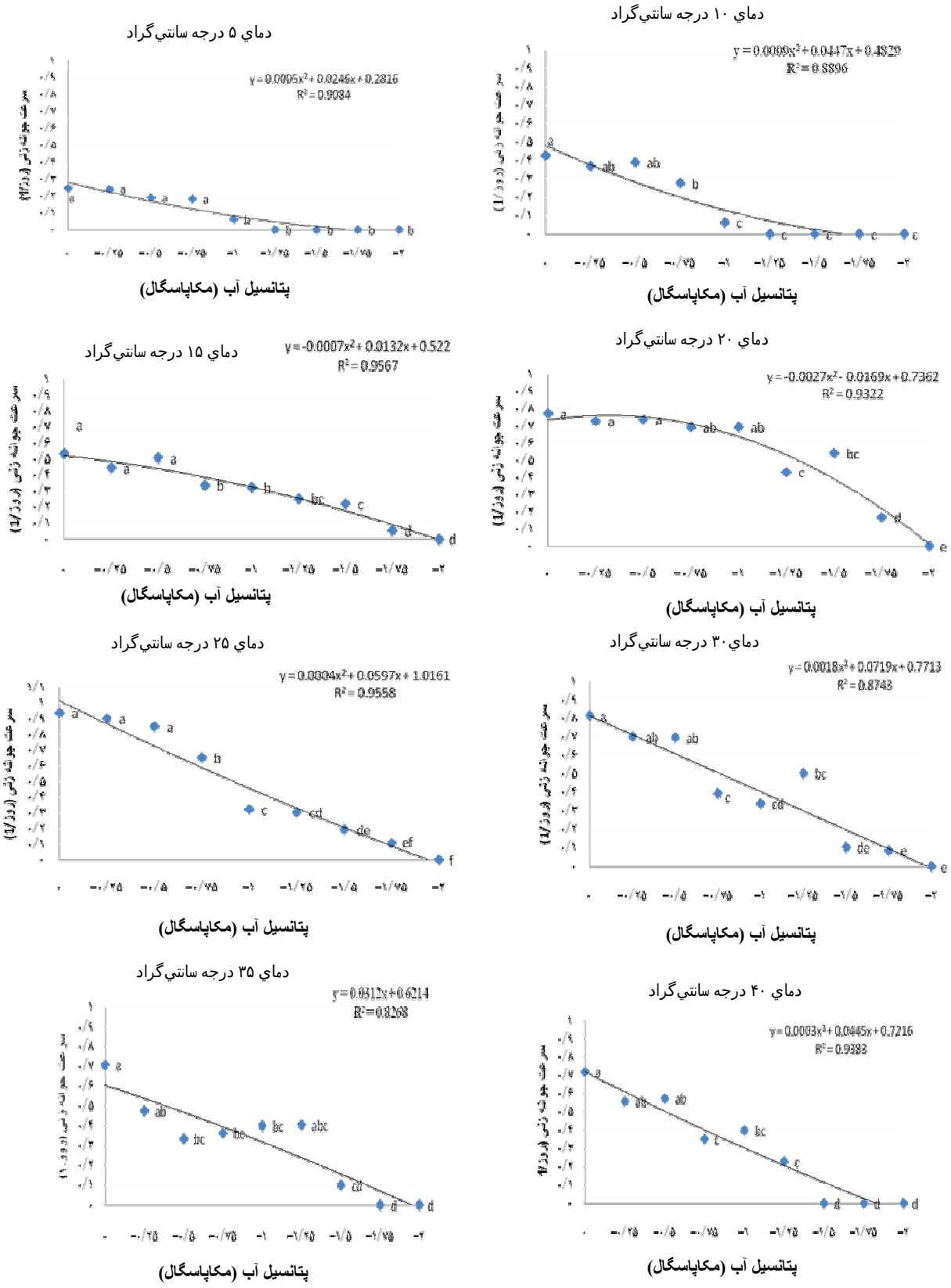
پتانسیل آب (مکاپاسگال)

دماي ۴۰ درجه سانتي‌گراد



پتانسیل آب (مکاپاسگال)

شکل ۲- اثرهای متقابل درجه حرارت و پتانسیل آب بر حداکثر جوانه‌زنی بذرهای کوشیا



شکل ۳- اثرهای متقابل سرعت جوانه‌زنی و پتانسیل آب بر سرعت جوانه‌زنی بذر کوشیا

میانگین زمان جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار (P<۰/۰۱) در بین تیمارهای پتانسیل و دمایی برای میانگین زمان جوانه‌زنی بود (جدول ۲). بطورکلی کاهش پتانسیل آب افزایش میانگین زمان جوانه‌زنی را به دنبال داشته است (جدول ۲). در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد بیشترین زمان در سطح پتانسیل ۰/۷۵- مگاپاسکال مشاهده شد. در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد اختلاف معنی‌داری بین سه سطح اول پتانسیل با شاهد مشاهده نشد. در دمای ۱۵ و ۲۵ و نیز ۲۰ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد بیشترین میانگین زمان جوانه‌زنی به‌ترتیب در پتانسیل ۱/۵- و ۱/۲۵- مگاپاسکال و کمترین میانگین زمان جوانه‌زنی در تیمار شاهد در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد (۱/۰۷ روز) که نشانگر بالاترین سرعت جوانه‌زنی در این دما می‌باشد. همچنین با توجه به (شکل ۲) بالاترین سرعت جوانه‌زنی در این تیمار دیده شد. در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد اختلاف معنی‌داری بین سطوح تیماری دارای جوانه‌زنی (جز بین تیمار شاهد و تیمار ۱- مگاپاسکال) در ارتباط با این صفت مشاهده نشد. به‌طوری‌که کمترین میانگین زمان جوانه‌زنی در شاهد و بیشترین در پتانسیل ۱- مگاپاسکال مشاهده شد. با کاهش پتانسیل آب میانگین زمان جوانه‌زنی افزایش می‌یابد، اما از آنجا که در پتانسیل‌های منفی‌تر تعداد بذرهای جوانه‌زده کاهش می‌یابد، بنابراین در یک دمای ثابت ممکن است میانگین زمان جوانه‌زنی برای جوانه‌زنی این بذرهای محدود نسبت به پتانسیل‌های با درصد جوانه‌زنی بالاتر کاهش نشان دهد. به عنوان مثال، این مورد در دمای ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد در پتانسیل ۱/۵- مگاپاسکال نسبت به سطح قبل از آن یعنی ۱/۲۵- مگاپاسکال قابل مشاهده است.

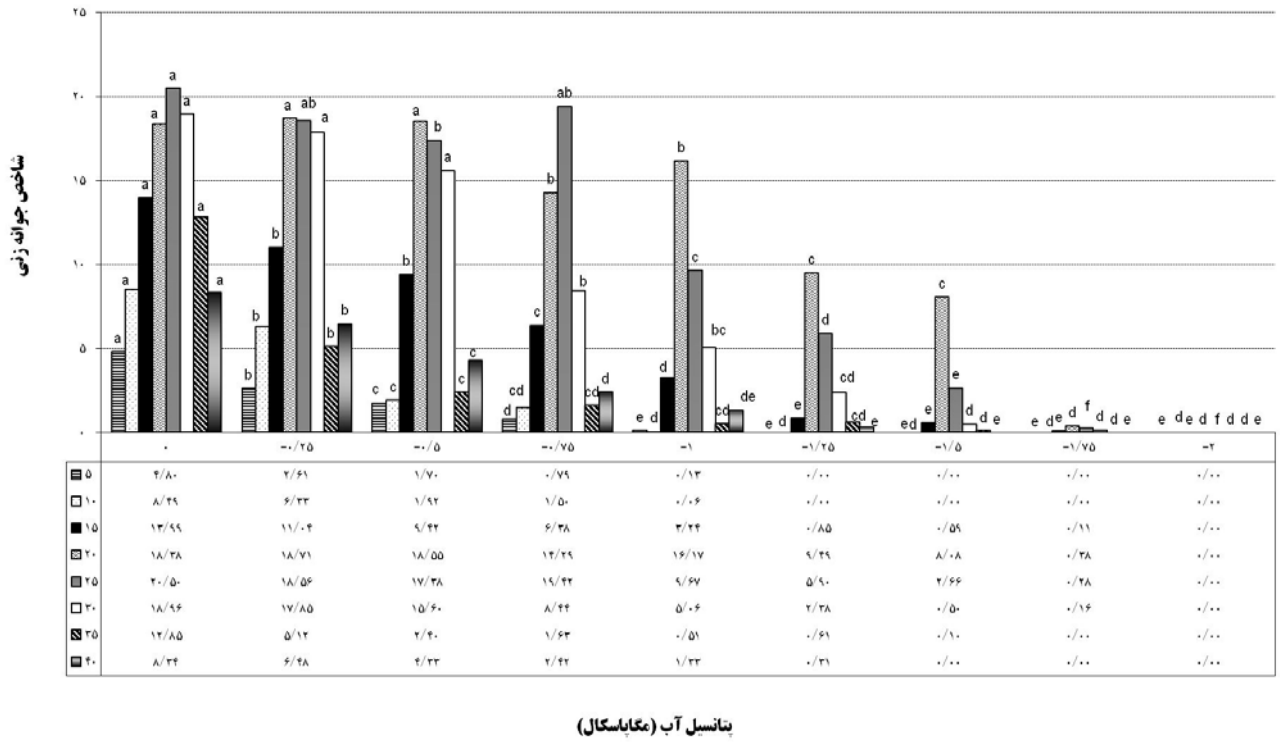
جدول ۲- اثرهای متقابل درجه حرارت و پتانسیل آب بر میانگین زمان جوانه‌زنی بذرهای کوشیا (روز)

پتانسیل آب (مگاپسکال) / درجه حرارت (°C)	۰	-۰/۲۵	-۰/۵	-۰/۷۵	-۱	-۱/۲۵	-۱/۵	-۱/۷۵	-۲
۵	٤/۰۷b*	٤/۲۱b	۵/۲٦a	۵/۵۲a	۱c	۰d	۰d	۰d	۰d
۱۰	۲/٤۰a	۲/۸۰a	۲/٦۱a	۲/۰٤a b	۱b c	۰ c	۰ c	۰ c	۰ c
۱۵	۱/۹ c d	۲/۲۷ c d	۲/۰۱ cd	۲/۹۸bc	۳/۱۳bc	٤/۲۵ab	۵/۳۹a	۱/۱۲de	۰e
۲۰	۱/۳۲c	۱/۳۸c	۱/۳٦c	۱/٤٤bc	۱/٤٤bc	۲/۳۵a	۱/۸۹ab	۰/۳۷d	۰d
۲۵	۱/۰۷de	۱/۱۱de	۱/۱۹de	۱/۵٤c de	۳/۲۱bc	۳/٤۹b	۵/٦۷a	۲/۳۷bcd	۰e
۳۰	۱/۲۷ab	۱/٤۳ab	۱/٤۹ ab	۲/٦ab	۳/۳۸a	۳/۳۹a	۲/٦۸ab	۳a	۰b
۳۵	۱/٤٤bc	۲/۳۹ ab	۳/۲ ab	۳/۷ ab	٤/۰۸a	۳/۱۲ ab	۲/۵ ab	۰ c	۰ c
٤۰	۱/٦۲b	۱/۸ ab	۱/۸ ab	۲/۹۵a	۲/۸۷ a	۲/۵ ab	۰ c	۰ c	۰ c

*اعداد دارای حداقل یک حرف مشابه از لحاظ آماری معنی‌دار نیستند.

شاخص جوانه‌زنی

نتایج نشان می‌دهد که بالاترین شاخص جوانه‌زنی در تمامی سطوح پتانسیل در گستره دمایی ۲۰-۳۰ درجه سانتی‌گراد وجود دارد. با خارج شدن از این گستره کاهش شاخص جوانه‌زنی در دماهای پایین (۵- ۱۰ درجه سانتی-گراد) نسبت به دماهای بالا (۳۵- ۴۰ درجه سانتی‌گراد) بارزتر است (شکل ٤). به عنوان مثال، در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد شاخص جوانه‌زنی در تیمار شاهد ٤/۸ بوده است، درحالی‌که شاخص جوانه‌زنی در دمای ٤۰ درجه سانتی‌گراد دو برابر این میزان (۸/۳) بوده است. همچنین بطورکلی با کاهش پتانسیل آب در تمامی سطوح دمایی شاخص جوانه‌زنی بطور معنی‌داری کاهش نشان می‌دهد. در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد بین شاهد با دو سطح بعدی پتانسیل اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. در این دما بالاترین شاخص جوانه‌زنی از لحاظ عددی در ۰/۲۵- مگاپاسکال و کمترین شاخص جوانه‌زنی در پتانسیل ۱/۷۵- مگاپاسکال دیده شد. بالاترین شاخص جوانه‌زنی (۲۰/۵۰) در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در تیمار شاهد مشاهده شد. در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد نسبت به دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد در تیمار شاهد شاخص جوانه‌زنی بالاتری دیده می‌شود که مبین آن است که بالاترین شاخص جوانه‌زنی در تیمار شاهد در گستره ۲۵-۳۰ درجه سانتی‌گراد وجود دارد، ولی با کاهش پتانسیل آب در تمامی سطوح پتانسیل شاخص جوانه‌زنی در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد بیش از ۳۰ درجه سانتی‌گراد بوده است که نشان می‌دهد با افزایش دما از ۲۵ درجه سانتی‌گراد تحمل به تنش خشکی کاهش یافته است.



	۰	-۰/۲۵	-۰/۵	-۰/۷۵	-۱	-۱/۲۵	-۱/۵	-۱/۷۵	-۲
۵	۴/۸۰	۲/۶۱	۱/۷۰	۰/۷۹	۰/۱۳	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
۱۰	۸/۴۹	۶/۳۳	۱/۹۲	۱/۵۰	۰/۰۶	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
۱۵	۱۳/۹۹	۱۱/۰۴	۹/۴۲	۶/۳۸	۳/۲۴	۰/۸۵	۰/۵۹	۰/۱۱	۰/۰۰
۲۰	۱۸/۳۸	۱۸/۷۱	۱۸/۵۵	۱۴/۲۹	۱۶/۱۷	۹/۴۹	۸/۰۸	۰/۳۸	۰/۰۰
۲۵	۲۰/۵۰	۱۸/۵۶	۱۷/۳۸	۱۹/۴۲	۹/۶۷	۵/۹۰	۲/۶۶	۰/۲۸	۰/۰۰
۳۰	۱۸/۹۶	۱۷/۸۵	۱۵/۶۰	۸/۴۴	۵/۰۶	۲/۳۸	۰/۵۰	۰/۱۶	۰/۰۰
۳۵	۱۲/۸۵	۵/۱۲	۲/۴۰	۱/۶۳	۰/۵۱	۰/۶۱	۰/۱۰	۰/۰۰	۰/۰۰
۴۰	۸/۳۴	۶/۴۸	۴/۳۳	۲/۴۲	۱/۳۳	۰/۳۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰

شکل ٤- اثرهای متقابل درجه حرارت و پتانسیل آب بر شاخص جوانه‌زنی بذرهای کوشیا

بحث

در این تحقیق مشخص شد که بطور کلی کاهش پتانسیل آب و خارج شدن از محدوده دمای بهینه باعث کاهش درصد جوانه‌زنی می‌شود. در حقیقت پلی‌اتیلن‌گلایکول با ایجاد تنش خشکی باعث کاهش هیدرولیز ماده اندوخته‌ای دانه و در نتیجه کاهش درصد جوانه‌زنی می‌شود (فرخی و همکاران، ۱۳۸۳). (Dodd & Danovan ,1999) در بررسی تأثیر تنش خشکی بر جوانه‌زنی دو گیاه مرتعی بیان داشتند که تنش خشکی با محدودکردن جذب آب توسط بذر، کاهش حرکت و انتقال ذخایر بذر و یا با تأثیر مستقیم بر ساختمان آلی و سنتز پروتئین در جنین، جوانه‌زنی را تحت تأثیر می‌دهد. (Everitt *et al*., 1983) گزارش کردند که جوانه‌زنی بذر کوشیا تا زمانی که پتانسیل اسمزی محیط به ۸- بار رسید، کاهش نیافت. اما با کاهش بیشتر پتانسیل اسمزی محیط، درصد جوانه‌زنی کاهش بیشتری یافت. (Ajmal Khan *et al.*, 2001) در کوشیا و (Duan *et al*., 2004) در سلمه نشان دادند که حداکثر جوانه‌زنی در آب‌مقطر دیده شد. ایشان همچنین نشان دادند با کاهش پتانسیل اسمزی ایجاد شده توسط PEG در سلمه جوانه‌زنی کاهش یافت. بالاترین درصد جوانه‌زنی در دمای۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد نشان می‌دهد که بذرهای کوشیا در این گستره دمایی می‌توانند بهترین پتانسیل خود را از لحظات سایر صفات بذری نیز نشان دهد. (Romo & Haferkamp , 1987) با آزمایشی بر روی کوشیا نشان دادند که کمترین درصد جوانه‌زنی در دمای ۱۰ درجه و بیشترین درصد جوانه‌زنی در دمای ۲۰ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. گاهی نیز مشاهده شد که در پتانسیل ۰/۲۵- مگاپاسکال جوانه‌زنی حتی بیش از شاهد بود که علت آن می‌تواند آبنوشی سریع در شاهد باشد که باعث کاهش درصد جوانه‌زنی نسبت به پتانسیل ۰/۲۵- مگاپاسکال شده است. (Yushi *et al*., 2005) نیز در بررسی جوانه‌زنی سویا به چنین نتیجه‌ای اشاره کردند. همچنین در این تحقیق بالاترین سرعت جوانه‌زنی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد، همچنین با کاهش پتانسیل آب، سرعت جوانه‌زنی کاهش یافت. (Ajmal Khan *et al.*, 2001) نشان دادند که بالاترین سرعت جوانه‌زنی در دمای ۲۵ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد و کمترین سرعت جوانه‌زنی در ۵ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد در کوشیا وجود دارد. همچنین (Ajmal Khan & Ungar, 1996)نشان دادند که سرعت جوانه‌زنی در گیاه تاغ با افزایش در رژیم دمایی (۲۵-۳۵ درجه سانتی‌گراد) به‌طور معنی‌داری نسبت به رژیم‌های دمایی پایین (۱۰-۲۰ درجه سانتی‌گراد) و متوسط (۱۰-۳۰ درجه سانتی‌گراد) کمتر بود. (Sadeghian & Yavari, 2004) نشان دادند در سطوح بالای تنش خشکی (۰/۳ مگاپاسکال) ایجاد شده توسط مانیتول در ۹ لاین چغندرقند، سرعت جوانه‌زنی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. نتایج نشان می‌دهد که با کاهش پتانسیل آب از سرعت جوانه‌زنی کاسته شده است. زیرا اگر جذب آب توسط بذر دچار اختلال شود و یا به‌کندی صورت گیرد فعالیت‌های داخل بذر به‌کندی صورت گرفته و مدت زمان خروج ریشه‌چه از بذر افزایش می‌یابد و یا به عبارتی سرعت جوانه‌زنی بذر کاهش می‌یابد.

افزایش میانگین زمان جوانه‌زنی با کاهش پتانسیل آب نشان‌دهنده کاهش در سرعت جوانه‌زنی است. (Falleri ,1994) نیز بیان نمود که مدت زمان جوانه‌زدن و همچنین سرعت جوانه‌زنی و میزان آن همبستگی زیادی با کیفیت بذر دارد. بنابراین هرچه مدت زمان جوانه‌زدن

کمتر باشد، کیفیت بذر بالاتر خواهد بود. همچنین (Romo & Haferkamp, 1987)و (Gill *et al.*, 2002) بیان نمودند که با افزایش تنش خشکی قدرت جذب آب توسط بذرها کاهش یافته و مدت زمان مورد نیاز برای جذب آب افزایش می‌یابد و در نتیجه آغاز فرایندهای جوانه‌زنی با تأخیر رخ می‌دهد. همچنین کمترین میانگین زمان جوانه‌زنی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد مبین آن است که در دمای مطلوب سرعت جذب آب در گیاه سریعتر صورت گرفته و زمان خروج ریشه‌چه کاهش می‌یابد. (Ajmal Khan & Ungar, 1996) نشان دادند که میانگین زمان جوانه‌زنی در گیاه تاغ در تیمار آب‌مقطر با افزایش در رژیم حرارتی از ۱۰–۲۰ درجه سانتی‌گراد به ۲۵–۳۵ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت. در این راستا (Wang *et al.*, 2004) نشان دادند که در ٤ گونه علوفه شاخص جوانه‌زنی می‌تواند بخوبی کیفیت یک توده بذر را نشان دهد و در برخی از گونه‌ها بهتر از تست جوانه‌زنی استاندارد قادر به پیش‌بینی میزان سبز کردن در مزرعه است. (Schellenberg, 2003) نشان داد که دما اثر معنی‌دار بر شاخص جوانه‌زنی در گیاه *raschenninikovia lanata* دارد. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که بذرهای کوشیا تا حد زیادی مقاوم به خشکی بوده که این مقاومت در گستره دمایی ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد بیشتر بوده و با خارج شدن از این محدوده کاهش می‌یابد. از سوی دیگر، باید توجه داشت که چندین عامل (آب، درجه حرارت، نور و شوری) که در سطح خاک برهم‌کنش دارند، جوانه‌زنی بذر را تنظیم می‌کنند و در نتیجه علاوه بر تغییرات فصلی درجه حرارت، این عوامل نیز بر الگوی زمانی جوانه‌زنی تأثیرگذارند. پتانسیل اسمزی و ماتریک، دامنه حرارتی مؤثر برای جوانه‌زنی هالوفیت‌های مناطق معتدله را محدود می‌سازد (Ajmal Khan *et al*., 2001). بنابراین با انتخاب زمان کشت مناسب برای این هالوفیت، حتی در شرایط محدودیت رطوبتی انتظار جوانه‌زدن و در نتیجه استقرار مطلوب گیاهچه وجود دارد.

منابع مورد استفاده

– حسینی، ح. و رضوانی مقدم، پ.، ۱۳۸۵. اثر تنش خشکی و شوری بر جوانه‌زنی اسفرزه. پژوهشهای زراعی ایران ۱۵:٤–۲۲.

– فرخی، آ.، گالشی، س.، زینلی، ا. و عبدل زاده، ا.، ۱۳۸۳. بررسی تحمل به خشکی ژنوتیپهای سویا در مرحله جوانه‌زنی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۱(۲): ۱۳۷–۱٤۸.

- Ajmal Khan, M. and Ungar, I.A., 1996. Influnce of salanity and temperature on the germination of *Haloxylon recurvum* Bung ex. Boiss. Annual Botony.78:547-551.
- Ajmal Khan, M., Gul, B. and Weber, D.J., 2001. Influence of salinity and temperature on germination of *Kochia scoparia*. Wetlands Ecological Management. 9: 483-489.
- Anda, A. and Pinter, L., 1994. Sorghum germination and development as influenced by soil temperatureand water content. Agronomy Journal.86: 621-624.
- Ashraf, M. and Waheed, A., 1990. Screening of local exotic of lentil(*Lens Culinaris* Medik) for salt tolerance at two growth stages. Plant and Soil. 128: 167- 176.
- Blum, A., Sinmena, B. and Ziv, O., 1980. An evaluation of seed and seedling drought tolerance screening tests in wheat. Euphytica. 29:727-736.
- Basra, S.M.A., Ashraf, M., Iqbal, N., Khaliq, A. and Ahmad, R., 2004. Physiological and biochemical aspects of pre- sowing heat stress on cottonseed. Seed Science and Technology. 32: 765-774.
- Bewley, J.D., 1997. Seed germination and dormancy. Plant Cell. 9:1055-1066.
- Emmerich, W.E. and Hardgree, S.P., 1990. Polyethylene glycol solution contact effect on Seed germination. Agronomy Journal, 82: 1103 – 1107.
- Copeland, L.O. and McDonald, M.B., 1995. Principles of Seed Science and Technology. Pub. Chapman & Hall. USA.
- Dodd, G.L. and Danovan, L.A., 1999. Water potential and ion effects on germination and seedling growth

of toe cold deserts shrubs. American J0urnal of Botony. 86:146-153.
- Duan, D., Liu, x., Ajmal khan, N. and Gul, B., 2004. Effect of salt and water stress on the germination of Chenopodium Glaucum L. seeds. Pakistan Journal of botany. 36:793-800.
- Dyer,W.E., Chee, P.W. and Fay, P.K., 1993. Rapid germination of sulfonylurea resistance *Kochia Scoparia L*. accession is associated with elevated seed levels of branched chain amino acid. Weed Science. 41:18-22.
- Ellis, R.H. and Roberts, E.H., 1981. The quantification of aging and survivial in orthodox seeds. Seed Science and Technology 9:377-409.
- Everitt, J.H., Alaniz, A. and Lee, J.B., 1983. Seed germination characteristic of *Kochia scoparia*. Journal of Range Management. 36. 646-648.
- Falleri, E., 1994. Effect of water stress on germination in six provenance of *pinus pinaster*. Seed Science and Thecnology . 22:591-599.
- 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.
- Foley, M.E. and Fennimore, S.A., 1998. Genetic basis for seed dormancy. Seed Science research. 8: 173-179.
- Gill, P.K., Shama., A.D., Singh, P. and Singh Behullar, S., 2002. Osmotic stress induced changes in germination, growth and soluble sugar content of sorgum bicolor L. seeds. Bulgarian Journal of Plant. 28:12-25.
- Hardgree, S.P. and Emmerich, W.E., 1994. Seed germination response to polyethylene glycole solution depth. Seed Science and Thecnology. 22:1-7.
- Hampton, J.G. and TeKrony, D.M., 1995. Handbook of Vigour Test Methods(3rd. ed.). International Seed Testing Association (ISTA). Zurich, Swirztland.
- Jacobson, S.E. and Bach, A.P., 1998. The influence of temperature on seed germination rate in quinoa. Seed Science and Thecnology. 26: 515-523.
- Kateme, W.J., Ungar, I.A. and Mitchel, J.P., 1998. Effect of salanity on germination and seedling growth of two Atriplex species. Annual Botany. 82:167-175.
- Michael, B.E. and Kaufman, M.R., 1973. "The osmotic potential of polyethyleneglycol-6000", Plant Physiology. 51: 914-916.
- Schellenberg, M.P., 2003. Germination temperature response of two ecotypes of winterfat [*Kraschenninikovia lanata* (Pursh) Guldenstaedt].Canadain Journal of plant Science. 65-58.
- Qureshi, A.S., Qadir, M.N., Heydari, H. and Javadi, A., 2007. A review of management strategies for salt-prone land and water resources in Iran. Colombo, Sri Lanka: *International Water Management Institute*. 30p. (IWMI Working Paper 125).
- Romo, J.T. and haferkamp, M.R., 1987. Forage kochia germination to temperature, water stress and specific ions. Agronomy Journal. 79:27-30.
- Sadeghian, S.Y. and Yavari, N., 2004. Effect of Water-Deficit Stress on Germination and Early Seedling Growth in Sugar Beet. Agronomy and Crop Science. 190: 138-144.
- Seefeldt, S.S., Kidwell, K.K. and Waller, J.E., 2002. Base growth temperature, germination rate and growth response of contemporary spring wheat cultivars from the USA Pacific North West. Field Crop Research. 75: 47-52.
- Soltani, A., Gholipoor, M. and Zeinali, E., 2006. Seed reserve utilization and seedling of wheat as affected by drought and salinity. Journal of Experiment of Botany. 55: 195-200.
- Wu, Y. and Cosgrove, D.J., 2000. Adaptations of rrots to low water potentials by changes in cell wall extensibility and cell wall proteins. Journal of Experiment of Botany.51:1543-1553.
- Wang, Y.R., Yu, L., Nan, Z.B. and Liu, Y.L., 2004. Vigor Tests Used to Rank Seed Lot Quality and Predict Field Emergence in Four Forage Species. Crop Science. 44:535-541.
- Yushi, I., Hiroaki, N., Yuki, H., Hui, Z.S., Munetaka, N. and Mari, I., 2005. Analysis of inhibition damage in soybean seed. Cryotech. 51:99-104.

Study on seed germination behavior of *Kochia scoparia* L. Schard in response to temperature and water potential

Sabouri Rad, S.[1*], Kafi, M.[2], Nezami, A.[3] and Bannayan Aval, M.[4]

1*- Corresponding Author, Ph.D Student, Crop Physiology Department, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, Email: samira_ssr@yahoo.com
2- Professor, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
3- Associated Professor of College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
4- Assistant Professor, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Received: 31.08.2010 Accepted: 15.02.2011

Abstract

Kochia (*Kochia scoparia*) is an annual halophyte and drought resistant plant that can be irrigated with saline water and has the capability of being used as a valuable source of forage in ecosystems under drought and salinity stress. In order to evaluate germination characteristic of *Kochia scoparia* under different temperatures and water potentials**,** an experiment was conducted in 2009 at Physiology Lab of Ferdowsi University of Mashhad. Experiment was conducted in a completely randomized design with 4 replications. Treatments included 9 levels of water potential (-0.25,-0.5, -0.75.-1, -1.25,-1.5,-1.75 and -2 MP) and also the treatment not exposed to drought (control) and 8 temperature levels (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 and 40 ^{0}C). The results of variance analysis showed that different levels of temperature and water potential had a significant effect ($P<0.01$) on germination percentage, germination rate, mean germination time and germination index. Interaction effect between temperature and water potential on the mentioned parameters was also significant. The highest percentage of germination occurred at 20-25^{0}C and 4 primary levels of water potential with no significant differences between each other. Also, the highest germination rate occurred at 25^{0}C and in control treatment. With decrease of water potential, germination rate also decreased in all temperature treatments. In addition, decrease in water potential caused an increase in mean germination time. The lowest mean germination time was observed at 25^{0}C equivalent to 1.07 day. The highest germination index occurred at 25^{0}C and in control treatment. However, seeds of Kochia are able to germinate in a wide range of temperature and water potential.

Key words: Germination Percentage, Germination Rate, Mean Germination Time, Germination Index, *Kochia scoparia*