نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۴، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۱، ص. ۲۹۳-۲۸۲

Journal of Agroecology
Vol. 4, No. 4, Winter 2013, p. 282-293

بررسی رفتار جوانه‌زنی بذر کوشیا (*Kochia scoparia* L. Schard) در واکنش به درجه حرارت‌ها و تنش‌های مختلف شوری

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

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۲/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۵/۲۹

چکیده

کوشیا (*Kochia scoparia* L. Schard) گیاهی یک‌ساله، شور زیست، 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. به منظور ارزیابی رفتار جوانه‌زنی بذر کوشیا مطالعه‌ای تحت دماها و سطوح مختلف تنش شوری به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه فیزیولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۸۸ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل نه سطح شوری شامل (صفر، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر) با استفاده از کلرید سدیم و هشت سطح دمایی شامل (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، ۴۰ درجه سانتی‌گراد) بودند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سطوح مختلف تنش شوری و دما بر درصد، میانگین زمان جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی، وزن خشک و طول گیاهچه تأثیر معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) داشت و اثر متقابل خشکی و دما نیز بر صفات مذکور معنی‌دار شد. بالاترین درصد جوانه‌زنی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در تیمار شاهد رخ داد که اختلاف معنی‌داری را با پنج و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر نشان نداد. کمترین مقادیر میانگین زمان جوانه‌زنی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد (۱/۲۰، ۱/۲۱ و ۱/۱۱ روز، بدون اختلاف معنی‌دار به ترتیب در سه تیمار اول) و بیشترین زمان میانگین جوانه‌زنی در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد و در سطح شوری ۳۵ دسی-زیمنس بر متر مشاهده شد. بالاترین شاخص جوانه‌زنی نیز (۲۰/۳۷) در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در تیمار شاهد نشان نداد، هر چند با دو سطح بعد خود اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. همچنین افزایش سطح تنش شوری منجر به کاهش میانگین وزن خشک و طول گیاهچه شد. به طور کلی، بر اساس یافته‌های فوق به نظر می‌رسد که بذور کوشیا قادر به جوانه‌زنی در سطوح مختلف شوری است و قدرت بازیافت از تنش بالایی دارد.

واژه‌های کلیدی: بازیافت، درصد جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی

مقدمه

شوری خاک یکی از مهمترین عوامل محدودکننده رشد گیاهان در مناطق خشک و نیمه خشک است (Ashraf, 1994)، به عبارت دیگر، تأثیرات منفی تنش شوری بر گیاهان را می‌توان به علت کاهش پتانسیل اسمزی محلول خاک (تنش آب)، عدم تعادل عناصر غذایی، تأثیر ویژه یون ها (تنش شوری) و تأثیر تلفیقی این عوامل بر گیاهان دانست (Ashraf & Hariss, 2004). کاهش درصد و سرعت جوانه-زنی در اثر شوری می‌تواند به دلیل افزایش فشار اسمزی محلول که سبب کاهش جذب آب می‌شود و نیز اثر سمیت کلرور سدیم بر جنین و غشای سلول‌های آندوسپرم باشد (Bliss et al.,1986). همچنین شوری در صورت بالا بودن دما اثرات مخرب‌تری بر جوانه‌زنی بذر از خود بر جای می‌گذارد (Bewley & Black,1994; Khan & El-Keblawy & AL-Rawai, 2005; Ungar, 1996). در حقیقت شوری به تنهایی نمی‌تواند تنها عامل بحرانی در جوانه زنی هالوفیت-های یکساله باشد (Khan & Ungar, 1998). اثر متقابل بین شوری و دما شرایط اپتیمم را برای جوانه‌زنی این گیاهان تعیین می-کند(Badger & Rivers & Weber, 1971; Hogan, 1968; Ungar, 1989).

خان و همکاران (Khan et al., 2001) جوانه‌زنی بذور کوشیا را در تیمارهای مختلف شوری تحت دماهای متغیر بررسی کرده و متوجه شدند که بذور کوشیا تا حد زیادی در مرحله جوانه‌زنی متحمل به شوری بوده و تحمل آن با افزایش دما افزایش می‌یابد. خان و ریزوی (Khan & Rizvi, 1994) با آزمایش گونه آتریپلکس (*Atriplex griffithii* L.) تحت شوری و دما نشان دادند که با

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

افزایش شوری از ۳۴۵ میلی مولار درصد جوانه‌زنی تا۱۰ درصد کاهش می‌یابد. صبوری و همکاران (Sabouri Rad et al., 2011) نیز در مطالعه‌ای دیگر گزارش نمودند که بیشترین و کمترین درصد جوانه-زنی به ترتیب در درجه‌حرارت ۳۰-۲۰ و ۴۰ درجه‌سانتی‌گراد به وقوع پیوست. نتایج مشابه در گونه‌های شورپسندی مانند *سالیکورنیا* (*Salicornia rubra* L.) (Khan et al., 2000)، (*Arthrocnemum* sp.) (Rubio-Casal et al., 2003)، (*Sporobolus loclados* L.) (Khan & Gulzar, 2003)، بارهنگ (*Plantago crassifolia* L.) (Vicente et al., 2004) و (*Romanesco* sp.) (Mauromicale & Licander, 2002) گزارش شده است. همچنین تحقیقات نسبتاً زیادی که روی گیاهان زراعی مختلف انجام شده بیانگر این واقعیت است که با افزایش شوری، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه و همچنین وزن خشک این اندام‌ها در مقایسه با شاهد کاهش می‌یابد (Kaya et al., 2006; Okcu et al., 2005; Ejazrasell & Rahman Rao, 1997; Ghoulam & Fares, 2001). الفاول و الناتلی (El-Fawal & El-Nathlawy, 1989) با مطالعه روی پنج گیاه علوفه‌ای نشان دادند که جوانه‌زنی و رشد گیاهچه تحت تأثیر شوری در دماهای بالا کاهش می‌یابد. بذور اکثر هالوفیت‌ها قدرت بقاء خود را برای مدت طولانی که در معرض شوری بالا قرار گیرند حفظ می‌کنند و جوانه‌زنی با کاهش شوری کاهش آغاز می‌شود (Zia & Ajmal Khan, 2004). از آنجا که با افزایش دما و افزایش سطح تنش شوری سمیت یونی بیشتر می‌شود صدمات غیرقابل برگشتی را به بذر وارد می‌آورد و قدرت بازیافت بذور کمتر شد. خان و اونگار (Khan & Ungar, 2001) نشان دادند که بذور سیاه تاغ (*Halogeton glomeratus* L.) پس از انتقال به آب مقطر از شوری ۰/۲ میلی مولار ، ۴۵ درصد جوانه زدند، در حالیکه در بذوری که ابتدا تحت شوری یک میلی‌مولار بودند، این بهبود از شرایط تنش به ۰/۸ درصد نزول یافت. اورلوسکی و همکاران (Orlovsky et al., 2011) در مطالعه اثرات شوری بر درصد بهبود از تنش در *K. scoparia* و *K. prostrata* در دو دمای شش و ۲۲ درجه سانتی‌گراد نشان داد که در *K. scoparia* درصد بهبود از *K. prostrata* بالاتر بود. موفقیت جوامع گیاهی شورزی به مقدار زیادی به واکنش جوانه‌زنی آنها بستگی دارد. بنابراین، از آنجا که کوشیا یک گونه مقاوم به خشکی و شوری است، این آزمایش به منظور دستیابی به اثرات توأمان شوری و درجه حرارت و یافتن حد آستانه در کاهش و توقف جوانه‌زنی کوشیا انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۸۸ درآزمایشگاه فیزیولوژی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد.آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار و تیمارهای نه سطح شوری شامل صفر، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، و۴۰ دسی-زیمنس بر متر با استفاده از NaCl و نیز تیمار بدون اعمال تنش شوری (شاهد) و هشت سطح دمایی شامل ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد. برای انجام این آزمایش ابتدا کلیه بذرها، ظروف و محیط کار ضدعفونی شدند. به این منظور، بذور با محلول هیپوکلریت سدیم سه درصد به مدت ۳۰ ثانیه ضدعفونی و پس از آن با آب مقطر سه بار آبکشی و سپس با محلول قارچ کش بنومیل دو در هزار به مدت ۳۰ ثانیه ضدعفونی و مجدد سه مرتبه با آب مقطر آبکشی شد (Hadgree, 1994). هشت سطح شوری توسط نمک کلرید سدیم و اندازه گیری با دستگاه EC متر تهیه شد و جهت ایجاد EC صفر (شاهد) نیز از آب مقطر استفاده گردید. جهت جلوگیری از اثرات منفی تبخیر آب، پتری دیش‌های پلاستیکی (قطر هشت سانتی‌متر) حاوی ۲۵ بذر در داخل پلاستیک قرارداده و سر آن کاملاً بسته شد. در این آزمایش از کاغذ صافی واتمن شماره یک استفاده شد. سپس بذور به ژرمیناتور با دمای معین منتقل گردیدند. ضمناً جهت کنترل دقیق‌تر دما یک دماسنج دیجیتالی اضافی در ژرمیناتور تعبیه شده و ماکزیمم نوسان (بیش از ۱± درجه سانتی‌گراد) در طی دوره مشاهده نشد. بذرها بطور روزانه بازبینی و جوانه‌زنی زمانی ثبت شد. در پایان دوره اجرای آزمون جوانه‌زنی، درصد جوانه-زنی‌نهایی و میانگین زمان جوانه‌زنی، میانگین سرعت جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی به شرح زیر محاسبه شدند. همچنین طول گیاهچه بوسیله خط‌کش و توزین گیاهچه‌ها (با ترازوی با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم) بعد از قرار گرفتن به مدت ۴۸ ساعت در آون ۷۰ درجه انجام شد. جهت بازیافت بذور جوانه نزده، بذور را با آب مقطر کاملاً شسته و در شرایط جوانه‌زنی استاندارد در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. درصد جوانه‌زنی نهایی با استفاده از معادله (۱) محاسبه شد.

$$FGP=n/N \times 100 \qquad \text{معادله (۱)}$$

که در این معادله، FGP: درصد جوانه‌زنی نهایی، n: تعداد بذرهای جوانه‌زده وN: تعداد کل بذور آزمایش شده می‌باشد.

سرعت یا شاخص جوانه‌زنی نیز با استفاده از معادله (۲) محاسبه شد.

$$GI= \sum Si/Di \qquad \text{معادله (۲)}$$

که در این معادله، GI: سرعت یا شاخص جوانه‌زنی (تعداد بذر جوانه‌زده در روز)، Si: تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر شمارش و Di: تعداد روز تا شمارش آخر می‌باشد.

میانگین زمان جوانه‌زنی که شاخصی از سرعت و شتاب جوانه‌زنی محسوب می‌گردد از طریق معادله (۳) محاسبه گردید.

$$MGT =\sum nd/\sum n \qquad \text{معادله (۳)}$$

که در این معادله،MGT: میانگین سرعت جوانه‌زنی، d: تعداد روزها، n: تعداد بذرهای جوانه زده طی d روز و $\sum n$: تعداد کل

بذرهای جوانه‌زده می‌باشد (Eliss & Robert, 1981).

درصد بازیافت، نیز با استفاده از معادله (۴) محاسبه شد.

معادله (۴) PR=a-b/ c-b x 100

که در این معادله، PR: درصد بازیافت، a: تعداد کل بذور جوانه زده بعد انتقال به آب مقطر، b: تعداد کل بذور جوانه‌زده در محلول شوری و c: تعداد کل بذور می‌باشد (Khan, 2002). بازیافت برای بذور قرار گرفته از سطح تنش ۴۰ -۱۵ دسی‌زیمنس بر متر در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد. جهت تجزیه و تحلیل آماری از نرم افزار SAS version 9.0 و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد. برای رسم نمودارها نیز از برنامه Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که درجه حرارت، تنش شوری و اثر متقابل آنها بر صفات مورد مطالعه جوانه‌زنی کوشیا معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۵$) است (جدول ۱).

درصد جوانه‌زنی تجمعی

روند جوانه‌زنی تجمعی بذور کوشیا در واکنش به دما و تنش شوری نشان‌دهنده الگوهای متفاوت جوانه‌زنی در دماها و سطوح مختلف شوری بویژه در طی ۹۶ ساعت اولیه (سه روز اول) است، به طوری که حداکثر جوانه‌زنی تجمعی ارتباط معکوسی با تنش شوری را نشان می‌دهد (شکل ۱). در دو دمای پایین (۵ و۱۰ درجه سانتی‌گراد) و دو دمای بالا (۳۵ و۴۰ درجه سانتی‌گراد) در تمامی سطوح تنش تعداد بذور کمتری در طی ۹۶ ساعت اولیه جوانه زدند. بطورکلی، در تمامی دماها با افزایش سطح تنش شوری از تعداد بذور جوانه‌زده کاسته شد، بطوریکه این اختلاف نسبت به شاهد از ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر چشمگیرتر بود. در دمای پنج درجه سانتی‌گراد هیچ بذری در سطوح ۳۵ و۴۰ دسی‌زیمنس بر متر جوانه نزدند، اما سایر سطوح در ۹۶ ساعت اولیه به حداکثر جوانه‌زنی رسیدند. در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد تمامی سطوح تنش دارای جوانه‌زنی، طی ۹۶ الی۱۲۰ ساعت جوانه زدند. در دمای ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد نسبت به دو دمای پایین این زمان در سه سطح اول تنش به ۱۲۰ ساعت و در سایر سطوح به ۹۶ ساعت رسید، زیرا جوانه‌زنی به کمتر از پنج درصد نزول یافت. در دمای ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد در تیمار شاهد به ترتیب زمان رسیدن به حداکثر میزان جوانه‌زنی ۱۴۴ و ۹۶ ساعت بود. با افزایش سطوح شوری در هر دو دما این زمان افزایش یافت. در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد تمامی سطوح تنش در ۱۲۰ ساعت اولیه به حداکثر جوانه‌زنی خود رسیدند. در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد با افزایش دما، تمامی سطوح تنش (بجز در ۳۵ و۲۵ دسی‌زیمنس بر متر) این میزان به ۹۶ ساعت اولیه رسید نسبت به دمای ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد روند نسبتاً کندتری مشاهده شد. به طور کلی، بسته به دما و سطح تنش شوری بیشترین مقدار جوانه‌زنی تجمعی در ساعات اولیه آزمایش متفاوت بود و با افزایش تنش شوری علاوه بر کاهش کل بذور جوانه زده، زمان رسیدن به ثبات جوانه‌زنی نیز افزایش یافت. در تمامی سطوح دما و تنش در روز هفتم ثبات نسبی مشاهده می‌شود، ولی تعداد کمی از بذور حتی پس از گذشت از روز هفتم آزمایش جوانه زدند (شکل ۱). در این رابطه استفان و وال (Steppuhn & Wall, 1993) گزارش کردند که حداکثر جوانه‌زنی تجمعی بذور کوشیا که در معرض محلول‌های مختلف شوری قرار گرفته بودند، نسبت عکس با شوری سوبسترا داشت.

جدول ۱- جدول تجزیه واریانس صفات جوانه‌زنی حاصل از تأثیر درجه حرارت، تنش شوری و اثرات متقابل آن در بذرهای کوشیا

Table 1- Analysis variance of characteristic germination affected by temperature, salinity stress and their interaction in kochia

منابع تغییرات Source of variable	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	میانگین زمان جوانه زنی Mean germination time	شاخص جوانه‌زنی Germination index	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight	طول گیاهچه Seedling length
درجه حرارت Temperature	7	7829.42**	9.33**	366.88**	0.00004249 **	30.36**
تنش شوری Salinity stress	7	22263.56 **	5.00**	735.89**	0.0001199**	70.69**
درجه حرارت*تنش شوری Temperature* Salinity	49	560. 46**	2.65**	25.74**	0.00000383**	1.78 **
خطا Error	192	74.89	1.17	3.94	0.00000087	0.13

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

**: significant at 1% probability level

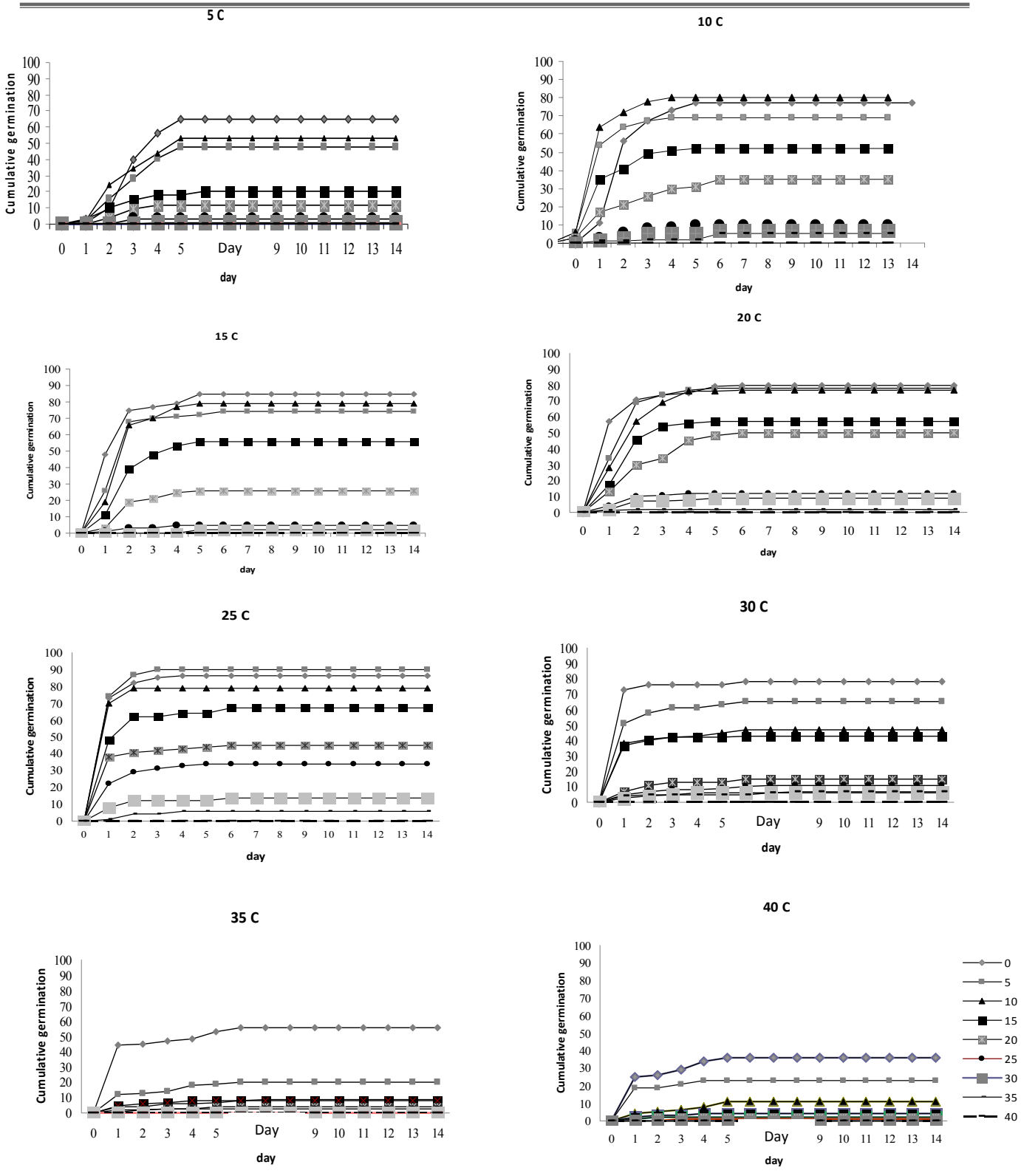
در حقیقت سرعت زیاد تجمع نمک در سلول‌های در حال نمو از دلایل حساسیت گیاه به شوری مرحله جوانه‌زنی ذکر شده است (Farokhi & Galeshi, 2005). برخی محققان معتقدند شوری سبب محدود شدن ذخایر قندهای محلول و در نتیجه اختلال در متابولیسم تنفسی رشد جنین می‌شود (Ashraf & Vahid, 2000).

درصد جوانه‌زنی نهایی

رگرسیون غیرخطی با ضریب تبیین بالای ۰/۹ در تمامی سطوح دمایی به میزان قابل توجهی توجیه‌کننده پاسخ جوانه‌زنی به دما و تنش شوری است (شکل۲). در دمای پنج درجه سانتی‌گراد بالاترین درصد جوانه‌زنی در تیمار شاهد مشاهده شد. بین پنج و ۱۰ دسی-زیمنس بر متر در این دما اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. چهار سطح آخر تنش نیز اختلاف معنی‌داری را با هم نشان ندادند و در ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر جوانه‌زنی به صفر رسید. در دمای ۱۰ ، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد بین دو سطح اول تنش با شاهد خود اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد هر چند از لحاظ عددی این میزان در تمامی دماها در شاهد بیشتر بود. این موضوع نشان‌دهنده مقاومت بذر کوشیا به تنش شوری بوده که حتی تا ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر اختلاف معنی‌داری را با شاهد نشان نمی‌دهد. در سطح سوم تنش (۱۵ دسی زیمنس بر متر) با افزایش دما از پنج به ۱۰ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد درصد جوانه‌زنی از ۲۰ درصد به ترتیب برابر با ۵۲ و ۵۶ درصد افزایش نشان داد. بطور کلی، با افزایش سطح تنش درصد جوانه‌زنی بطور معنی‌داری کاهش یافت. در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد بین سطوح تنش سوم و چهارم با یکدیگر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ولی با سایر سطوح در این دما اختلاف معنی‌دار بود، بطوریکه جوانه‌زنی از ۸۰ درصد در شاهد به صفر درصد در ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر رسید. در دمای ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد جوانه‌زنی در ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر حدودا ۵۰ درصد مشاهده شد، ولی با افزایش دما به حد مطلوب ۲۵ درجه این میزان به ۶۷ درصد رسید. در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد بین هر دو سطح مجاور اختلاف معنی‌دار نبود، بدین مفهوم که بین سطوح دوم و سوم، چهارم و پنجم و ششم و هفتم اختلاف معنی‌دار نبود، این امر نشان‌دهنده این است که با رسیدن به دمای مطلوب تحمل به تنش شوری افزایش یافته است. بطور مثال، در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد افزایش سطح تنش از ۲۰ به ۲۵ دسی‌زیمنس بر متر سبب کاهش درصد جوانه‌زنی از۵۰ درصد به ۱۲ درصد شده است، در حالیکه این میزان کاهش در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد از ۴۵ درصد به ۳۴ درصد بوده است. در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد بین شاهد تنها با سطح اول تنش اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. پنج سطح آخر تنش نیز با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نشان ندادند، هر چند از لحاظ عددی با افزایش سطح تنش درصد جوانه‌زنی از ۱۵ درصد به صفر درصد رسید. در دمای ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد بیشترین درصد جوانه‌زنی در شاهد مشاهده شد و افزایش سطح تنش کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی را به همراه داشت. در این دو دما از ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر به بعد جوانه‌زنی به کمتر از پنج درصد نزول یافت که نشان می‌دهد با افزایش دما تحمل به سطوح بالای تنش شوری در کوشیا کاهش می‌یابد. درصد جوانه‌زنی نیز با افزایش سطح شوری و دما کاهش یافت و بالاترین درصد جوانه‌زنی در تیمار شاهد و سطوح پایین شوری مشاهده شد. در هیچ تیمار دمایی در سطح شوری۴۰ دسی زیمنس بر متر بذری جوانه نزد، ولی آستانه تحمل به تنش و کاهش معنی‌دار بسته به دما متفاوت بود. بطور معمول این کاهش از ۲۰ دسی زیمنس بر متر مشهود بود. بیولی و بلک (Bewley & Black, 1994) و خان و اونگار (Khan & Ungar, 1996) اعلام نمودند که اثرات مخرب NaCl در درجه حرارت‌های بالاتر بواسطه بالا رفتن سمیت یون سدیم و حساس شدن غشای سیتوپلاسمی می-باشد که می‌تواند خسارات غیرقابل برگشت‌پذیری به سلول وارد نماید. زیا و اجمل خان (Zia & Ajmal Khan, 2004) با مطالعه اثر تنش شوری بر جوانه‌زنی گونه *Limonium stocksii* L. بیان کردند که بیشترین جوانه‌زنی در تیمار شاهد مشاهده شد و با افزایش شوری مقدار جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. از اینرو، احتمال می‌رود که علت کاهش درصد جوانه‌زنی در شوری بیشتر و درجه حرارت‌های بالاتر، صدمه به سلول‌ها در اثر سمیت یونی باشد. فناندو و همکاران (Fenando et al., 2000) روی جوانه‌زنی و رشد گیاه سلمه (*Chenopodium album* L.) تحت شرایط شوری حاصل از نمک طعام نیز نشان داد که در حضور ۰/۴ میلی‌مولار نمک طعام، درصد جوانه‌زنی بذر این گیاه ۱۴ درصد و در شرایط غیرتنش، میزان جوانه-زنی بذر ۸۷ درصد بود.

میانگین زمان جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) در بین تیمارهای دمایی و تنش شوری برای میانگین زمان جوانه‌زنی بود (جدول ۲). بطور کلی، افزایش تنش شوری باعث افزایش میانگین زمان جوانه‌زنی شد، هر چند در اکثر تیمارهای دمایی (از ۱۰ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد) اختلاف معنی‌داری تا سطح ۳۰ دسی‌زیمنس بر متر با شاهد مشاهده نشد (جدول ۲). در دمای ۲۵ و ۳۰ این رویداد تا سطح شوری ۳۵ دسی‌زیمنس بر متر دیده شد و تنها با سطح ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر اختلاف نشان دادند که در این سطح هیچ بذری جوانه نزد. بیشترین زمان میانگین جوانه‌زنی در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد و در سطح شوری ۳۵ دسی‌زیمنس بر متر مگاپاسکال مشاهده شد.



شکل ۱- جوانه‌زنی تجمعی بذور کوشیا در گستره دمایی ۵ تا ٤٠ درجه سانتی‌گراد در طی ١٤ روز

Fig. 1- Cumulative germination of kochia seed in 5 to 40 ^{0}C during 14 days

کمترین مقادیر میانگین زمان جوانه‌زنی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد (۱/۲۰، ۱/۲۱ و ۱/۱۱ روز، بدون اختلاف معنی‌دار به ترتیب در سه تیمار اول) که نشانگر بالاترین سرعت جوانه‌زنی در این دما می باشد، همچنین با توجه به (شکل ۲) بالاترین سرعت‌های جوانه‌زنی نیز در این تیمارها دیده شد. همچنین بالاترین میانگین زمان جوانه‌زنی در این دما بدون اختلاف معنی‌دار در سطح شوری ۳۰ دسی‌زیمنس بر متر (دو روز) بود، درحالیکه در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد تقریباً معادل همین درجه سانتی‌گراد اختلاف معنی-داری به ترتیب بین شاهد با سطح چهارم و دوم تنش مشاهده نشد. بدین مفهوم که با رسیدن به دمای مطلوب‌تر میزان زمان برابر برای رسیدن به میانگین زمان جوانه‌زنی در سطح شوری بالاتر دیده شده و نشان از افزایش مقاومت به تنش شوری در دمای مطلوب دارد. علاوه بر این، اثرات منفی شوری بر نفوذپذیری غشاء، تقسیم سلولی و همچنین بر ساخت پروتئین و فعالیت‌های آنزیمی، سبب افزایش متوسط زمان جوانه‌زنی و کاهش سرعت جوانه‌زنی و کاهش رشد طولی ریشه‌چه می‌گردد (Bal & Chattopadhyay, 1985; Hardegree & Emmerich, 1990). همچنین مشاهده شد که با افزایش تنش شوری میانگین زمان جوانه‌زنی افزایش یافت، علت این امر آن است که در سطوح بالای تنش تعداد بذور جوانه‌زده کاهش می‌یابد، لذا در یک دمای ثابت ممکن است میانگین زمان جوانه‌زنی برای جوانه‌زنی این بذور محدود، نسبت به سطوح تنش با درصد جوانه‌زنی بالاتر کاهش نشان دهد. خانی‌نژاد و خواجه‌حسینی (Khaninejad & Khajeh- Hosseini) نیز گزارش نمودند که افزایش سطوح شوری سبب بالا رفتن متوسط زمان جوانه‌زنی کوشیا شد.

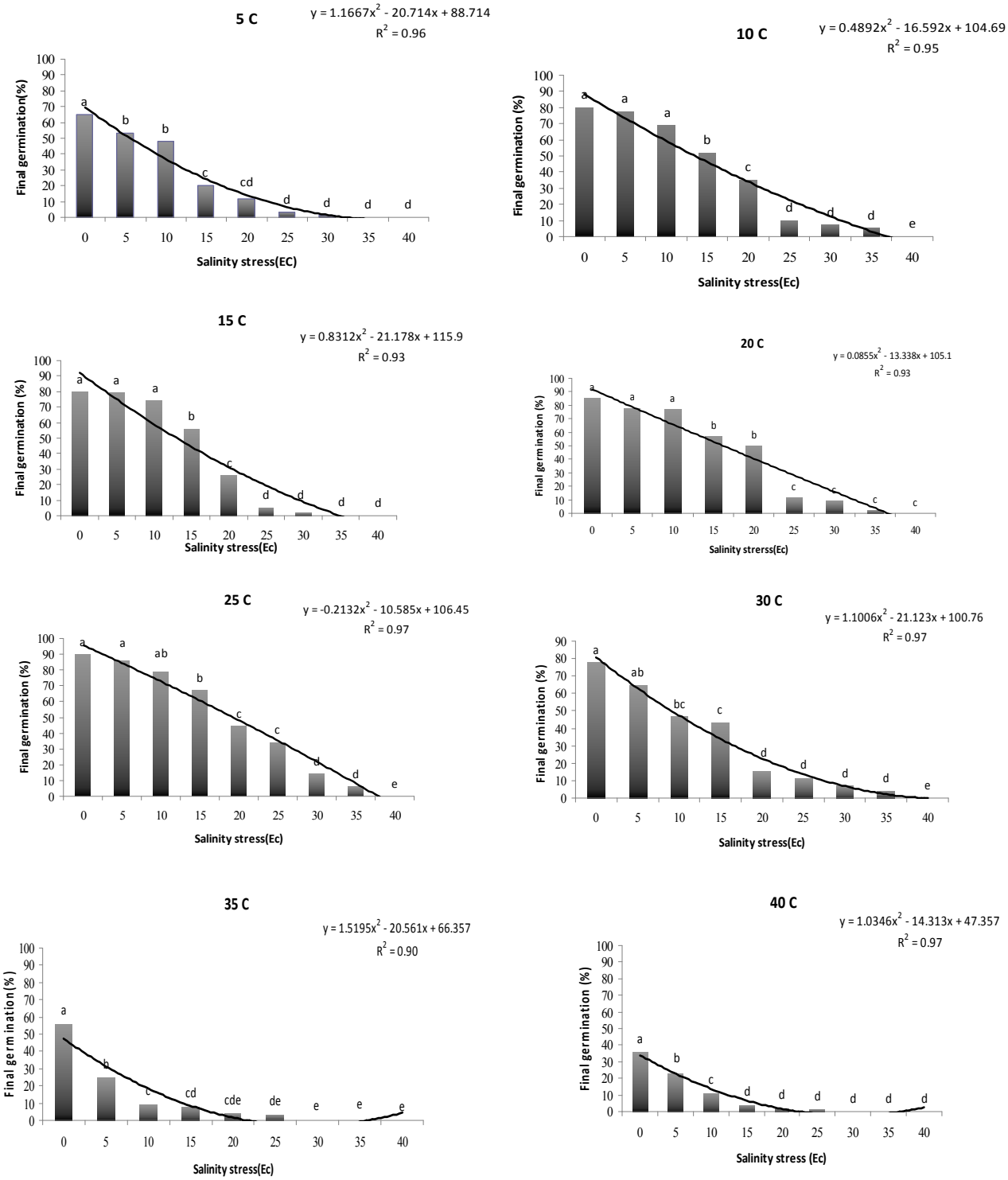
شاخص جوانه‌زنی

بالاترین شاخص جوانه‌زنی در تمامی سطوح پتانسیل در گستره دمایی ۲۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد وجود دارد. با خارج شدن از این گستره کاهش شاخص جوانه‌زنی در دماهای پایین (۱۰-۵ درجه سانتی‌گراد) و دماهای بالا (۴۰-۳۵ درجه سانتی‌گراد) دیده شد، بطوریکه این کاهش در دماهای پایین بارزتر است (شکل ۴). بطور مثال، در دمای پنج درجه سانتی‌گراد شاخص جوانه‌زنی در تیمار شاهد ۵/۵۳ بوده است، درحالیکه شاخص جوانه‌زنی در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد (۷/۰۳) بوده است. همچنین بطور کلی، با افزایش تنش شوری در تمامی سطوح دمایی شاخص جوانه‌زنی بطور معنی‌داری کاهش نشان می‌دهد. در دمای پنج و ۱۰ درجه سانتی‌گراد بین شاهد با دو سطح بعدی پتانسیل اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. در دمای ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد بین دو سطح اول تنش بالاترین شاخص جوانه‌زنی (۲۰/۳۷) در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در تیمار شاهد مشاهده شد، هر چند با دو سطح بعد خود اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد بین سطوح پایین تنش با سطوح بالاتر اختلاف معنی‌دار بود، ولی بین تنش با پنج دسی‌زیمنس بر متر شاخص جوانه‌زنی معنی‌دار نشد. با افزایش دما مقاومت به شوری کاهش یافته بطوری که برای مثال میزان شاخص جوانه‌زنی معادل ۱۴ در دمای ماقبل مربوط به شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر و در این دما به شوری ۵ دسی‌زیمنس تعلق گرفته است. در دمای ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد بالاترین شاخص جوانه‌زنی در تیمار شاهد مشاهده شد. در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد بجز دو تیمار اول و دو تیمار آخر، اختلاف بین سایر سطوح معنی‌دار نبود. در دمای ۴۰ درجه نیز از سطح دوم تنش به بعد هیچ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و با افزایش سطح شوری شاخص جوانه‌زنی در ۳۵ و ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر به صفر رسید. شاخص جوانه‌زنی نشان دهنده از سرعت جوانه‌زنی است که تحت تأثیر شوری و درجه حرارت قرار گرفت، بطوری که بالاترین شاخص‌های جوانه‌زنی در گستره دمایی ۲۰-۲۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. با خارج شدن از این گستره کاهش شاخص جوانه‌زنی در دماهای پایین (۱۰-۵ درجه سانتی‌گراد) و دماهای بالا (۴۰- ۳۵ درجه سانتی‌گراد) دیده شد، بطوری که این کاهش در دماهای پایین بارزتر است.

وزن خشک گیاهچه

در جدول ۳ میانگین وزن خشک گیاهچه در دماها و سطوح مختلف تنش شوری نشان داده شده است. نتایج نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۵$) در بین تیمارهای دمایی و تنش شوری برای میانگین وزن خشک گیاهچه بود. بطورکلی، در هر دما با منفی‌تر شدن پتانسیل آبی محیط میانگین وزن خشک گیاهچه کاهش یافت. همچنین افزایش یا کاهش دما سبب کاهش میانگین وزن خشک گیاهچه شد. تیمار ۵ دسی‌زیمنس بر متر در هیچ یک از تیمارهای درجه‌حرارت اختلاف معنی‌داری را با شاهد نشان نداد، همچنین تیمار ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر نیز جز در کمترین (۵ درجه سانتی‌گراد) و بالاترین دما (۴۰ درجه سانتی‌گراد) اختلاف معنی‌دار با شاهد نداشت.

بالاترین وزن خشک از لحاظ عددی در تیمار شاهد و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. در همین دما با افزایش سطح شوری وزن خشک گیاهچه از شاهد تا سطح ۳۰ دسی زیمنس بر متر که آخرین وزن خشک گیاهچه در آن بدست آمد، ۸۳ درصد کاهش نشان داد. همچنین دماهای بالا بیش از دماهای پایین سبب کاهش در وزن خشک شد، بطوریکه برای مثال، در سطح ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر در دمای پنج درجه سانتی‌گراد وزن خشک گیاهچه معادل ۳/۵ میلی‌گرم بوده است، در حالیکه در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد این میزان به ۰/۵ میلی‌گرم رسیده است. افزایش یا کاهش دما سبب کاهش میانگین وزن خشک گیاهچه شد.



شکل ۲- اثرات متقابل سطوح مختلف دما و تنش شوری بر جوانه‌زنی نهایی بذور کوشیا

Fig. 2- Interaction effects of temperature and salinity stress levels on final germination of kochia seed

جدول ۲- میانگین اثرات متقابل سطوح مختلف درجه حرارت و تنش شوری بر میانگین زمان جوانه‌زنی بذور کوشیا

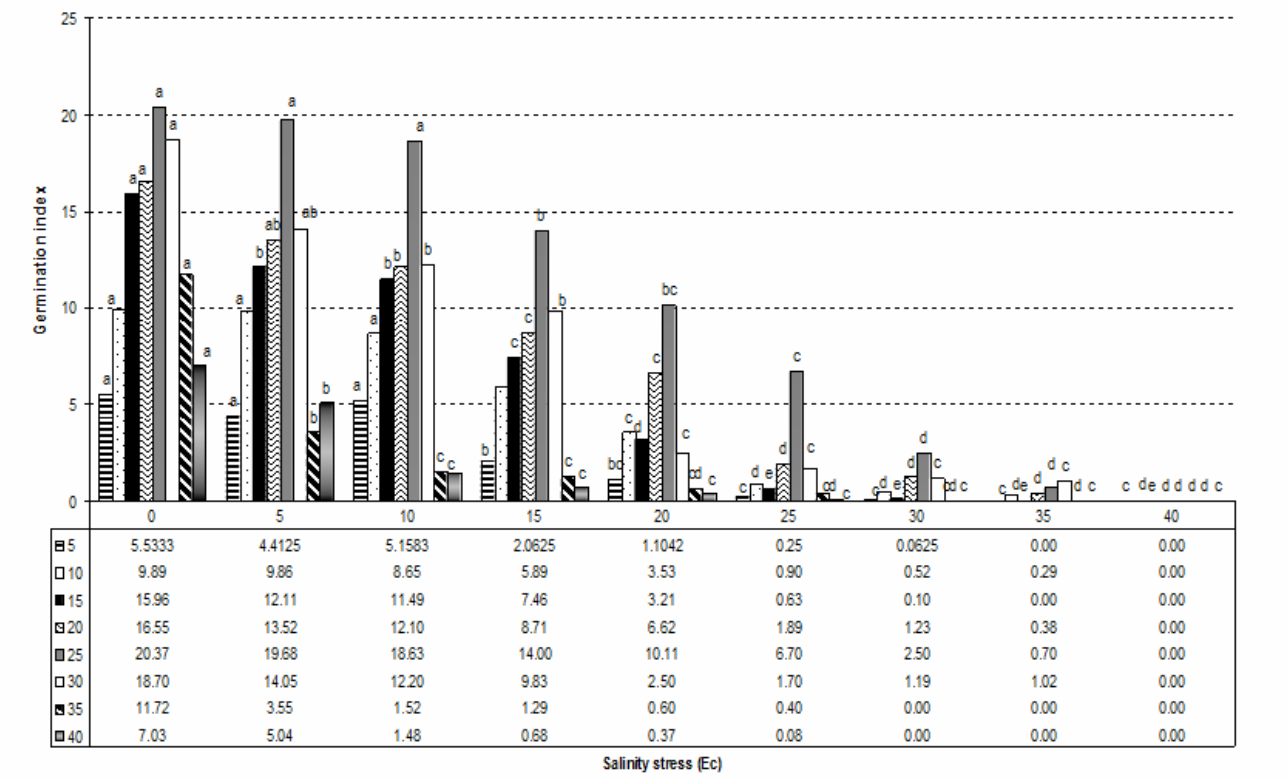
Table 2- Mean interaction effects of temperature and salinity stress levels on mean germination time of kochia seed

40	35	30	25	20	15	10	5	0	تنش شوری (دسی-زیمنس بر متر) Salinity stress ($dS.m^{-1}$) / درجه حرارت (° C) Temperature (° C)
0d	0 d	1.00 cd	1.50 bc	3.05 a	2.84 ab	3.05 a	3.19 a	3.33 a*	5
0b	3. 87 a	3.58 a	3.26 a	3.00 a	2.54 a	2.24 a	2.23 a	2.31 a	10
0 b	0 b	2.50 a	2.12 a	2.57 a	2.37 a	2.06 a	1.84 ab	1.71 ab	15
0b	0.37 b	2.25 a	1.85 a	2.53 a	1.95 a	2.04 a	1.74 a	1.59 a	20
0b	1.70 a	2.00 a	1.56 a	1.42 a	1.49 a	1.11 a	1.21 a	1.20 a	25
0b	2.93 a	1.29 a	2.85 a	1.86 a	1.27 a	1.80 a	1.53 a	1.16 a	30
0 c	0 c	0 c	0.50 bc	1.75 ab	1.66 ab	3.00 a	2.10 a	1.77 ab	35
0 c	0 c	0 c	0 c	0.75 bc	0.75 bc	3.10 a	1.42 bc	1.80 ab	40

*در هر ردیف میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند. صفر نشان‌دهنده عدم جوانه-زنی است.

*** In each row, means with at least one common letter are not significantly different based on Duncan's multiple range test at 5% probability level. Zero indicates no germination**

همچنین بر اساس نتایج وزن خشک گیاهچه در سطوح شوری پایین در برخی از دماها از لحاظ عددی افزایش یافت که با یافته‌های فلور و همکاران (Flowers et al., 1977) در علف شور (*Suaeda maritima* L.) و باجی و همکاران (Bajji et al., 1998) در آتریپلکس (*Atriplex halimus* L.) مطابقت دارد.



شکل ٤- اثرات متقابل درجه حرارت و تنش شوری بر شاخص جوانه‌زنی بذر کوشیا

Fig. 4- Interaction effects of temperature and salinity stress levels on germination index of kochia

جدول ۳- میانگین اثرات متقابل درجه حرارت و تنش شوری بر میانگین وزن خشک گیاهچه کوشیا

Table 3- Mean Interaction effects of temperature and salinity stress levels on seedling mean dry weight of kochia

40	35	30	25	20	15	10	5	0	تنش شوری (دسی زیمنس بر متر) Salinity stress ($dS.m^{-1}$) / درجه حرارت (° C) Temperature(° C)
0c	0 c	0 c	0 c	0 c	2.00 b	3.50 ab	4.50 a	4.72 a*	5
0e	0 e	0 e	0 e	2.17 d	3.27 c	4.27 b	5.27 a	5.05 a	10
0 d	0 d	0 d	1.07 cd	2.00 c	3.62 b	4.85 a	5.62 a	5.45 a	15
0b	0 b	0 b	1.24 b	4.25 a	4.57 a	5.12 a	6.12 a	5.65 a	20
0d	0 d	1.25 d	2.87 c	3.23 c	5.27 b	6.07 ab	7.72 a	7.10 ab	25
0c	0 c	0 c	0.50 c	1.70 bc	3.07 ab	3.77 a	3.33 ab	4.80 a	30
0 c	0 c	0 c	0 c	0 c	0.25 c	0.50 c	1.40 b	3.05 a	35
0 b	0 b	0 b	0 b	0 b	0 b	0.50 b	2.00 a	2.10 a	40

*در هر ردیف میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند. عدد صفر نشان‌دهنده عدم جوانه‌زنی است.

* In each row, means with at least one common letter are not significantly different based on Duncan's multiple range test at five percentage probability level. Zero indicates no germination

طول گیاهچه

میانگین طول گیاهچه در پتانسیل‌ها و درجه حرارت‌های مختلف در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج نشان دهنده اختلاف معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۵$) در بین تیمارهای دمایی و تنش شوری برای میانگین طول گیاهچه بود. بطور کلی، در هر دما با افزایش سطح تنش شوری محیط طول گیاهچه کاهش یافت. در دمای ۵، ۱۰ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد اختلافی در طول گیاهچه بین شاهد با پنج دسی‌زیمنس بر متر مشاهده نشد. در دمای ۲۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد این اختلاف تا سطح شوری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر با شاهد معنی‌دار نبود. بیشترین طول گیاهچه در تیمار ۲۵ درجه سانتی‌گراد (۵/۹۷ سانتی‌متر) و در شوری پنج دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد هر چند با سطح قبل (شاهد) و بعد (۱۰ دسی‌زیمنس بر متر) اختلاف معنی‌دار نشان نداد. در دمای ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد بین تمام سطوح شوری با شاهد اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. کاهش در طول گیاهچه می‌تواند به علت محدودیت فشار تورگر و علت تجمع ماده خشک در بافت‌های ذخیره‌ای ریشه چه باشند که با نتایج شارما و همکاران (Sharma et al., 2004) در مورد کاهش طول گیاهچه بواسطه کاهش میزان آب بافت گیاهچه تحت تأثیر افزایش شوری، مطابقت دارد.

درصد بازیافت

نتایج نشان داد که کوشیا قدرت بازیافت بسیار بالایی دارد و در تمامی دماها و سطوح شوری بازیافت قابل قبول و بالایی دارد (جدول ۵). بالاترین بازیافت در دمای ۲۵ و۳۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد.

جدول ٤- میانگین اثرات متقابل درجه حرارت و تنش شوری بر میانگین طول گیاهچه کوشیا

Table 4- Mean interaction effects of temperature and salinity stress levels on seedling mean length of kochia

40	35	30	25	20	15	10	5	0	تنش شوری (دسی‌زیمنس بر متر) Salinity stress ($dS.m^{-1}$) / درجه حرارت (° C) Temperature(° C)
0 d	0 d	0 d	0 d	0 d	1.00 c	1.57 b	2.00 a	2.02a*	5
0 d	0 d	0 d	0 d	0.5 d	2.25 c	3.00 b	3.55 a	3.9 a	10
0 e	0 e	0.5 e	1 d	2.07 c	2.45 c	3.32 b	4.01 a	4.12 a	15
0 g	0 g	1.00 f	2.25 e	3.02 d	3.57 cd	3.62 c	4.20 b	5.02 a	20
0 f	0 f	1.54 e	2.30 d	3.32 c	4.20 b	5.44 a	5.97 a	5.85 a	25
0 e	0 e	1.1 d	1.12 d	2.12 c	3.15 b	4.45 a	4.15 a	4.82 a	30
0 e	0 e	0 e	0.77 d	0.8 d	1.00 d	1.32 c	2.50 b	3.02 a	35
0 e	0 e	0 e	0e	0e	1.10 d	1.27 c	1.65 b	1.95 a	40

*در هر ردیف میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند. عدد صفر نشان‌دهنده عدم جوانه‌زنی است.

* In each row, means with at least one same letter are not significantly different based on Duncan's multiple range test at five percentage probability level. Zero indicates no germination

افزایش سطح شوری در ۳۵ و ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر باعث کاهش درصد بازیافت شد، اما بطور مثال، شوری ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر در دمای ۲۵ درجه هنوز ۴۰ درصد بازیافت نشان داد. افزایش توأمان تنش شوری و دمای بالا از قدرت بازیافت کوشیا کاست، بطوری که در یک شوری معین قدرت بازیافت در دمای پنج درجه سانتی‌گراد بیش از ۴۰ درجه بود. بررسی جوانه‌زنی بذور جوانه نزده در شرایط شوری در محیط بدون تنش (آزمایش بهبود) نیز حاکی از بهبود معنی‌دار جوانه‌زنی پس از انتقال به محیط بدون تنش بود که این امر مؤید آنست که در کوشیا اثر اسمزی نقش مهمتری را در بازدارندگی جوانه‌زنی نسبت به سمیت یونی در شرایط شور دارد . درصد جوانه‌زنی بالای بازیافت نشان می‌دهد که تنش اسمزی در شرایط شوری بالا مانع جوانه‌زنی می‌شود و درصد جوانه‌زنی پایین در بازیافت نشان می‌دهد که بذور تحت سمیت یونی قرار گرفته بودند (Khan, 2002). در دماهای پایین‌تر حتی در شوری بالا کاهش جوانه‌زنی احتمالاً مربوط به اثرات اسمزی قابل برگشت است که می‌تواند سبب القا خواب شود و بیشتر بذور پس از رفع تنش و قرار گرفتن در دمای مناسب درصد بهبود بیشتری نسبت به دمای بالا نشان می‌دهند (El-Keblawy et al., 2007).

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که اثر متقابل رژیم‌های مختلف دمایی و تنش شوری اثرات معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی نهایی، میانگین زمان جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی، وزن خشک و طول گیاهچه داشت. نتایج آزمایش نشان داد که خصوصیات جوانه‌زنی با افزایش سطوح تنش شوری خارج از گستره دمایی۳۰-۱۵ کاهش معنی‌دار داشت. تنش شوری به عنوان عامل محیطی مؤثر بر جوانه‌زنی علاوه مسمومیتی که می‌تواند به واسطه یون‌های زیاد ایجاد کند، جذب آب توسط بذر را نیز با اشکال روبرو می‌کند. عوامل کاهش‌دهندهٔ پتانسیل آب نظیر نمک‌های محلول در آب نیز می‌توانند تأثیر قابل ملاحظه‌ای در این امر داشته باشند. کاهش درصد جوانه‌زنی در اثر شوری می‌تواند مربوط به افزایش فشار اسمزی محلول و در نتیجه عدم جذب آب کافی به منظور جوانه‌زنی باشد. نتایج نشان دادکه کوشیا تا حد زیادی مقاوم به شوری بود، بطوری که بسته به دما در بیشتر صفات اندازه-گیری شده معمولاً تا شوری۱۵ دسی‌زیمنس بر متر اختلاف معنی-داری را با شاهد نشان نداد.

جدول ۵- میانگین اثرات متقابل درجه حرارت و تنش شوری بر درصد بازیافت کوشیا

Table 5- Mean interaction effects of temperature and salinity stress levels on recovery percentage of kochia

40	35	30	25	20	15	تنش شوری (دسی زیمنس بر متر) Salinity stress ($dS.m^{-1}$) / درجه حرارت (° C) Temperature(° C)
19.50 c	37 b	62.62 a	74.27 a	71.71 a	60.63a*	5
20.13 c	28.87 bc	51.83 a	59.91 ab	51.83 abc	34.24 bc	10
23.50 a	33 a	58.21 a	46.67 a	56.72 a	42.71 a	15
30 bc	13.04 c	51.64 ab	66.71 a	45.98 ab	16.77 c	20
41 b	59.79 ab	70.55 ab	65.30 ab	54.79 ab	74.00 a	25
38 c	52.74 abc	76.72 a	71.75 ab	74.52 a	42.05 bc	30
32.75 b	55 a	62.62 a	69.10 a	52.28 a	64.11 a	35
18 c	30.1 b	37 ab	40.37 ab	34.70 ab	43.83 a	40

*در هر ردیف میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند. عدد صفر نشان‌دهنده عدم جوانه‌زنی است.

* In each row, means with at least one common letter are not significantly different based on Duncan's multiple range test at five percentage probability level. Zero indicates no germination

منابع

1- Ashraf, M. 1994. Breeding for salinity tolerance in plants. Plant Science 13: 17–42.
2- Ashraf, M., and Harris, P.J.C. 2004. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. Plant Science 166: 3–16.
3- Ashraf, M., and Vahid, S. 2000. Time–course changing in organic metabolites and mineral nutrients in germination maize seeds under salt (NaCl). Seed Science and Technology 28: 641-656.
4- Badger, K.S., and Ungar, I.A. 1989. The effects of salinity and temperature on the germination of the inland

halophyte *Hordeum jubatum*. Canadian Journal of Botany 67: 1420–1425.
5- Bajji, M., Kinet, J.M., and Lutts, S. 1998. Salt stress effects on roots and leaves of *Atriplex halimus* and their corresponding callus cultures. Plant Science 137: 131-142.
6- Bal, A.R., and Chattopadhyay, N.C. 1985. Effect of NaCl and PEG 6000 on germination and seedling growth of rice (*Oryza sativa* L). Biologia Plantarum 27: 65-69.
7- Bewley, J.D., and Black, M. 1994. Stress: Physiology of Development and Germination. Plenum Press, New York, 445 pp.
8- Bliss, R.D., Platt-Aloia, K.A., and Thomson, W.W. 1986. The inhibitory effect of NaCl on barley germination. Plant, Cell and Environment 9: 27-733.
9- Ejazrasell, A.W., and Rahman Rao, A. 1997. Germination responses of sensitive and tolerant sugarcane lines to sodium chloride. Seed Science and Technology 25: 465-471.
10- El-Fawal, M.A., and El-Nathlawy, F.S. 1989 Response of five forage crops to temperature and salt stress at germination. Acta Agronomic Hungarica 38: 305-312.
11- El-Keblawy, A., Al-Ansari, F., Hassan, N., and Al-Shamsi, N. 2007. Salinity, temperature and light affect germination of *Salsola imbricata*. Seed Science and Technology 35: 272–281.
12- El-Keblawy, A., and AL-Rawai, A. 2005. Effect of salinity, temperature and light on germination of invasive *Prosopis juliflora*. Arid Environments 61: 555-565.
13- Epstein, E., Norlyn, J.and Rush, D.W. 1980**.** Saline culture of crops: a genetic approach. Science 210: 218.
14- Farokhi, A., and Galeshi, S. 2005. Evaluation of effect of salinity and seed size on germination, conversation of seed reserves and seedling growth soybean (*Glycin max*. L). Iranian Journal of Agricultural Science 36(5): 1233-1241. (In English with Persian Summary)
15- Fenando, E.P., Boero, C., Gallardo, M., and Gonzalez, J. 2000. Effect of NaCl on germination, growth, and soluble suger content in *Chenopodium quinona* seeds. Botanical Bulletin of Academia Sinica 41: 27- 34.
16- Flowers, T.S., Torke, P.F., and Yeo, A.R. 1977. The mechanism of salt tolerance in halophytes. Plant Physiology 28: 89-121.
17- Ghoulam, C., and Fares, K. 2001. Effect of salinity on seed germination and early seedling growth of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Seed Science and Technology 29: 357-367.
18- Hardegree, S.P., and Emmerich, W.E. 1990. Partitioning water potential and specific salt effect on seed germination of four grasses. Annals of Botany 65: 587-585
19- Hogan, W.C. 1968. The effect of salinity on the germination and the growth of two halophytes. M.S. Thesis. Ohio University.
20- Huang, Z., Zhang, X., Zheng, G., and Gutterman, Y. 2003. Influence of light, temperature, salinity and storage on seed germination of *Haloxylon ammodendron*. Journal of Arid Environment 55: 453-464.
21- Kaya, M.D., Okcu, G., Atak, M., Cikili, Y., and Kolsarici, O. 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). European Journal of Agronomy 24: 291-295.
22- Khan, M.A. 2002 Halophyte seed germination: success and pitfalls. In: International Symposium on optimum resource utilization in salt affected ecosystems in arid and semi arid regions (Eds.): A.M. Hegazi, H.M. El-Shaer, S. El-Demerdashe, R.A. Guirgis, A. Abdel Salam Metwally F.A. Hasan and H.E. Khashaba. Desert Research Centre, Cairo, Egypt. pp. 346-358.
23- Khan, M.A., Gul, B., and Weber, D.G. 2009. Seed germination of *Kochia scoparia* under saline conditions: response with germination regulating chemicals. Pakistan Journal of Botany41: 2933-2941.
24- Khan, M.A., and Ungar I.A. 1996. Alleviation of seed dormancy in the desert for *Zygophyllum simplex* L. Pakistan Annuals of Botany 80: 395-400.
25- Khan, M.A., and Rizvi, Y. 1994. Effect of salinity, temperature, and growth regulators on the germination and early seedling growth of *Atriplex griffithii* var. stocksii. Canadian Journal of Botany 72: 457-479.
26- Khan, M.A., Gul, B., and Weber, D.J. 2000. Germination responses of *Salicornia rubra* to temperature and salinity. Journal of Arid Environments 45: 270-214.
27- Khan, M.A., and Ungar, I.A. 2001. Seed germination of *Triglochin maritima* as influenced by salinity and dormancy relieving compounds. Plant Biology 44: 301-303.
28- Khan, M.A., and Gulzar, S. 2003. Germination responses of *Salicornia ioclados*: a saline desert grass. Journal of Arid Environments 53: 387-394.
29- Khaninejad, S., and Khajeh- Hosseini, M. 2009. Effects of salinity on germination of four ecotypes of *Kochia scoparia* L. Agroecology 2(1): 19-28. (In Persian with English Summary)
30- Lambardo, V., and Saladino, L. 1997. Effect of salinity of water on seed germination capacity, Irrigation-e-Drenaggio 44(1): 3-7.
31- Mauromicale, G., and Licander, P. 2002. Salinity and temperature effects on germination, emergence and seedling growth of globe artichoke, Agronomie 22: 443-450.
32- Okcu, G., Kaya, M.D., and Atak, M. 2005. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). Turkish Journal of Agriculture 29: 237-242.

33- Orlovsky, N.S., Japakova, U.N., Shulgina, I., and Volis, S. 2011. Comparative study of seed germination and growth of *Kochia prostrata* and *K. scoparia* (Chenopodiaceae) under salinity. Journal of Arid Environments 75: 532-537.
34- Philipupallai, J., and Ungar, I.A. 1984. The effect of seed dimorphism on the germination and survival of *Salicornia europaea* L. populations. American Journal of Botany 71: 542–549.
35- Poljakoff, M.A., and Lerner, H.R. 1994. Plants in Saline Environments. Bikaner. pp: 65-96.
36- Rivers, W.G., and Weber, D.J. 1971. The influence of salinity and temperature on seed germination in *Salicornia bigelovii*. Physiologia Plantarum 24: 73–75.
37- Sabouri Rad, S., Kafi, M., Nezami, A., and Bannayan Aval, M. 2011. Evaluation of base, optimum and ceiling temperature for (*Kochia scoparia* L. Schard) with application of Five-Parameters-Beta Model. Agroecology 3(2): 191-197. (In Persian with English Summary)
38- Sharma, A.D., Thakur, M., Rana, M., and Singh, K. 2004. Effect of plant growth hormones and abiotic stresses on germination, growth and phosphates activities in *Sorghum bicolor* L. Moench. seeds. African Journal of Biotechnology 3: 308-312.
39- Steppuhn, H., and Wall, K. 1993. *Kochia scoparia* emergence from saline soil under various water regimes. Journal of Range Management 46: 533-538.
40- Vicente, O., Boscaiu, M., Naranjo, M.A., Estrelles, E., Beles, M., and Soriano, P. 2004. Responses to salt stress in the halophyte *Plantago crassifolia* (Plantaginaceae). Journal of Arid Environments 58: 463-481.
41- Rubio-Casal, A.E., Castllo, J.M., Luque, C.J., and Figueroa, M.E. 2003. Influence of salinity on germination and seeds viability of two primary colonizers of Mediterranean salt pans. Journal of Arid Environments 53: 145-154
42- Zia, S., and Ajmal Khan, M. 2004. Effect of light, salinity and temperature on seed germination of *Limonium stocksii*. Canadian Journal of Botany 82: 151-157.