مقایسه ویژگی‌های جوانه‌زنی در اکوتیپ‌های مختلف زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) تحت سطوح مختلف تنش شوری

هادی زارع خورمیزی*[1]، آناهیتا رشتیان [2]

[1]دانشجوی کارشناسی‌ارشد مرتعداری، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کویر شناسی، دانشگاه یزد، ایران.

[2]استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۴/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۷/۰۲

چکیده

شوری یکی از عوامل محیطی است که سبب کاهش و یا تأخیر در جوانه‌زنی بذرهای گیاهان شده و بر استقرار و رشد گیاهان موثر می‌باشد. این مطالعه به منظور بررسی و مقایسه خصوصیات جوانه‌زنی اکوتیپ‌های مختلف زیره سبز در سطوح مختلف تنش شوری انجام پذیرفت. بدین منظور آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در ٤ تکرار در آزمایشگاه گیاه‌شناسی دانشگاه یزد انجام گرفت. فاکتور اول تنش شوری با پنج سطح (۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار) و فاکتور دوم پنج اکوتیپ مختلف زیره سبز (اصفهان، کاشان، مشهد اردهال، نیشابور، سبزوار) در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که اثر متقابل تنش شوری و اکوتیپ‌های مختلف بر تمام صفات به جز متوسط زمان جوانه‌زنی معنی‌دار بود. اکوتیپ نیشابور از لحاظ شاخص‌های درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و همچنین شاخص بنیه بذر در سطوح مختلف تنش شوری از ثبات بیشتری نسبت به سایر اکوتیپ‌ها برخوردار بود. در صورتی که اکوتیپ سبزوار نسبت به سایر اکوتیپ‌ها عملکرد ضعیف‌تری داشت بنابراین توصیه می‌گردد در مناطقی که آب آبیاری شور می‌باشد از اکوتیپ نیشابور و در مناطق با شرایط غیر شور از اکوتیپ اصفهان استفاده گردد.

واژه‌های کلیدی: شوری، بنیه بذر، سرعت جوانه‌زنی، کلرید سدیم.

*نویسنده مسئول: hadi.zarekh@gmail.com

مقدمه

وجود منابع عظیم آب و خاک شور تهدید عمده‌ای برای تولید پایدار کشاورزی، بخصوص در نواحی خشک و نیمه خشک از جمله ایران محسوب می‌شوند (Ranjbar and Pirasteh-Anosheh, 2015). خاک‌های شور سطحی معادل ۲۵ میلیون هکتار از اراضی کشور را پوشش می دهد (Mosleh-Arany et al., 2011). اهمیت تنش شوری به قدری بوده است که از بیش از حدود ۱۰۰ سال موضوع بسیاری از تحقیقات بوده است. به طور کلی مقاومت به تنش شوری در تمام مراحل زندگی گیاه اهمیت دارد و بدیهی است که اولین مرحله، مرحله جوانه‌زنی است. از آنجا که عملکرد از نظر کمی و کیفی به میزان و درصد سبز شدن و هم چنین یکنواختی آن وابسته می‌باشد، بنابراین مرحله جوانه‌زنی گیاه، مرحله حساس و مهمی است که می‌تواند با استقرار مطلوب گیاهچه‌ها در فرآیند تولید نقش مهمی ایفا نماید (Agha-Khalesrou and Alikhani, 2008). برای دستیابی به این هدف بذوری با بنیه بالا مورد نیازمی‌باشند. زیرا یکی از مهم‌ترین جنبه‌های کیفی بذر که رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد، قدرت و بنیه بذر می‌باشد (Rashed Mohassel and Kafi, 1992). به‌عنوان مثال در پژوهشی افزایش میانگین مدت جوانه‌زنی ناشی قدرت پایین بذور، محصول دانه گندم و جو پاییزه به طور معنی‌داری کاهش داد (Hasstrup et al., 1993). در پژوهشی دیگر کاشت بذور فرسوده و ضعیف گندم عملکرد دانه گیاهان حاصل را تا حدود ٤٠ درصد کاهش داد (Ghassemi-Golezani et al., 1997) و این کاهش به طور عمده ناشی از درصد کم گیاهچه‌های سبز شده از این بذور بود. همچنین در مطالعه‌ی دیگر اثر بنیه بذر بر عملکرد سورگوم علوفه‌ای در شرایط مزرعه بررسی شد نتایج نشان داد کاهش قدرت بنیه بذر منجر به کاهش معنی‌دار ارتفاع گیاه، به تعویق افتادن خوشه‌دهی، قدرت پنجه‌زنی کمتر و عملکرد دانه شده است (Camargo and Vaughan, 1973). بررسی رابطه شاخص‌های جوانه‌زنی و بنیه بذر ارقام تجاری سویا با ظهور گیاهچه در مزرعه نیز نشان داد بذرهای با قابلیت جوانه‌زنی اولیه بالاتر، در شرایط مزرعه نیز از درصد ظهور اولیه و نهایی و سرعت ظهور گیاهچه‌ی بالاتری برخوردار بودند و گیاهچه‌های با بنیه قوی‌تری ایجاد کردند (Pasandideh et al., 2014).

تنش‌های محیطی از قبیل تنش شوری باعث کاهش جوانه‌زنی، ضعف گیاهچه، غیر یکنواختی پوشش مزرعه و در نتیجه موجب افت عملکرد می‌گردند (Khalesrou and Agha-Alikhani, 2008). بنابراین می‌توان با برنامه‌ریزی دقیق و انتخاب گونه‌ها، ارقام، ژنوتیپ و اکوتیپ‌های مقاوم به شوری عملکرد و تولید گیاهان در مناطق با مشکل شوری آب و خاک را بهبود بخشید. خسارت شوری در گیاهان از طریق اثر اسمزی و کاهش جذب آب، اثر سمیت ویژه یون‌ها و اختلال در جذب عناصر غذایی می‌باشد (Rogers and Nobel, 1991). شوری با کاهش قابلیت دسترسی بذرها به آب و یا تداخل با برخی جنبه‌های مقابولیسم، همانند تغییر موازنه تنظیم کننده‌های رشد از جوانه‌زنی بذرها جلوگیری می‌کند (Khan and Ungar, 2001). پژوهش‌های مختلفی اثرات تنش شوری را بر گیاهان مختلف مورد بررسی قرار داده‌اند. در مطالعه‌ی اثر تنش شوری بر جوانه زنی زیره سبز با استفاده از نمک کلرید سدیم و کلرید کلسیم با نسبت ۱ به ۱ نتایج نشان داد افزایش تنش شوری منجر به کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی، قوه نامیه، انرژی رویشی، طول ساقچه‌چه و طول ریشه‌چه شده است (Ekhtiari et al., 2010). در پژوهشی اثر تنش شوری و خشکی بر عملکرد توده بومی (توده سرایان) و رقم هندی زیره سبز در شرایط مزرعه بررسی شد. نتایج نشان تنش شوری منجر به کاهش معنی‌دار عملکرد دانه و بیولوژیک، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر و وزن هزار دانه شد. به طوری این کاهش در توده سرایان شدیدتر بود (Kafi and Keshmiri, 2011). در مطالعه اثر پرایمینگ بذر با محلول کلرور سدیم بر ویژگی‌های جوانه‌زنی زیره سبز تحت تنش شوری و خشکی نتایج نشان داد تنش شوری و خشکی منجر به کاهش

معنی دار درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن گیاهچه شده است در صورتی که پرایمینگ بذور با محلول کلرور سدیم منجر به بهبود صفات جوانه‌زنی شد (Tabatabaei and Shakeri, 2014). در بررسی اثر تنش خشکی و شوری بر سه رقم مختلف گیاه *Pisum sativum* L. گزارش شد که بین رقم‌های مختلف تفاوت معنی‌داری در مقاومت به تنش خشکی و شوری وجود دارد. تنش خشکی و شوری منجر به کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه و وزن آنها شد (Okcu et al., 2005). در پژوهشی دیگر اثر تنش شوری بر سه اکوتیپ بابونه بررسی شد و نتایج نشان داد تفاوت معنی‌داری از لحاظ شاخص‌های جوانه‌زنی بین اکوتیپ های مختلف وجود دارد (Farhangmehr et al., 2013). در پژوهشی اثر تنش شوری بر سه رقم سورگوم (*Sorghum biolor* L.) نشان داد در سطح پایین شوری (۲ds/m) جوانه‌زنی این گونه افزایش می‌یابد در حالی که سطوح بالای شوری منجر به کاهش جوانه‌زنی شد همچنین تحت تنش شوری رشد گیاهچه کاهش یافت (El Naim et al., 2012). در بررسی اثر تنش شوری و دما بر جوانه‌زنی دو ژنوتیپ گیاه *Corchorus olitorius* L. گزارش شد حداکثر جوانه‌زنی در دمای ۳۰ درجه اتفاق افتاده و با افزایش تنش، درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی کاهش یافت (Mguis et al., 2014). در پژوهشی دیگر تنش شوری کلرید سدیم بر درصد جوانه‌زنی نهایی گیاه *Abelmoschus esculentus* L. تاثیر معنی‌دار نداشت اما باعث افزایش مدت زمان جوانه‌زنی شد (Miryam et al., 2015).

زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) گیاهی است علفی و یکساله از تیره چتریان که در صنایع دارویی، غذایی و آرایشی کاربرد گسترده‌ای دارد (Dhillon, 1995). کاشت این گیاه در ایران در استان‌های خراسان، سمنان ، یزد، آذربایجان شرقی، اصفهان، سیستان و بلوچستان، کرمان، مرکزی و گلستان به صورت دیم و آبی صورت می‌گیرد که سطح زیر کشتی بالغ بر ۵۰۰۰۰ هکتار را شامل می‌شود (Hashemi Nia et al., 2009). ایران یکی از مهم‌ترین تولید کنندگان زیره سبز در دنیاست که سهم زیادی از تولید جهانی این محصول را در اختیار دارد. محصول زیره سبز دارای ارزش اقتصادی بالایی بوده و صادرات آن می‌تواند ارزآوری مناسبی را در پی داشته و در عین حال اشتغال قابل توجهی را در داخل ایجاد نماید (Kafi et al., 2006). زیره سبز پس از زعفران دومین گیاه صادراتی از نظر ارزش مالی بوده و به عنوان مهمترین گیاه دارویی در کشور ما شناخته شده است (Kafi et al., 2006). زیره سبز دارای ویژگی‌هایی از قبیل فصل رشد کوتاه، نیاز آبی کم، عدم تداخل فصل رشد آن با سایر محصولات کشاورزی، توجیه اقتصادی بالا نسبت به محصولات زراعی دیگر و صادراتی بودن می‌باشد که جایگاه آن را در الگوی کشت مناطق خشک و نیمه خشک تثبیت کرده است (Soheyli et al., 2010).

هدف از پژوهش حاضر، بررسی و مقایسه خصوصیات جوانه‌زنی اکوتیپ‌های مختلف زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) تحت تنش شوری می‌باشد. نتایج این تحقیق می‌تواند با شناسایی اکوتیپ‌های برتر و با حذف اکوتیپ‌های نامطلوب، برنامه‌های اصلاحی برای بهبود کمی و کیفی تولید زیره سبز در شرایط مزرعه را با عملیات زراعی و اصلاحی کمتری اجرا کند.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی و مقایسه شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد اولیه پنج اکوتیپ مختلف زیره سبز در شرایط تنش شوری آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه گیاه‌شناسی دانشگاه یزد در سال ۱۳۹۵ به اجرا درآمد. فاکتور اول (تنش شوری) در ۵ سطح (۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار نمک کلرید

سدیم) و فاکتور دوم ۵ اکوتیپ مختلف زیره سبز (اصفهان، کاشان، مشهد اردهال، نیشابور، سبزوار) انتخاب گردید. سطوح تنش شوری با توجه به پژوهش های مشابه (Tabatabaei and Shakeri, 2014; Ekhtiari et al., 2010) و همچنین انجام پیش آزمایش تعیین شد و بذور مورد استفاده از توده‌های بومی هر منطقه انتخاب گردید.

جهت انجام آزمایش، ابتدا بذر گونه‌ی مورد مطالعه به مدت ۵ دقیقه در هیپوکلریت سدیم ۵ درصد ضد عفونی و با آب مقطر شستشو داده شد. سپس تعداد ۲۰ عدد بذر در هر پتری دیش حاوی کاغذ صافی قرار داده شد و به هر کدام ۵ سی‌سی از محلول‌های تهیه شده بر اساس نقشه طرح اضافه گردید. پتری دیش‌ها به مدت ۱۶روز در دستگاه ژرمیناتور با تناوب نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی در دمای ۲ ± ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. شمارش بذرهای جوانه‌زده به صورت روزانه صورت پذیرفت. در انتهای دوره آزمایش، صفات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی (Maguire, 1962)، متوسط زمان جوانه‌زنی (Ellis and Roberts, 1981) و شاخص بنیه بذر (Stout, 1998) به ترتیب از روابط ۱ تا ٤ استفاده شد.

$$GP = \left(\frac{n}{N}\right) \times 100 \quad (۱)$$

$$GR = \sum \frac{Ni}{Ti} \quad (۲)$$

$$MGT = \sum \frac{Ti \times Ni}{n} \quad (۳)$$

$$VI = \frac{SL \times GP}{100} \quad (٤)$$

که در این روابط n تعداد بذر جوانه زده در روز آخر شمارش، N تعداد کل بذرها، Ni تعداد بذر جوانه زده در هر روز و Ti تعداد روز تا شمار i ام، GP درصد جوانه‌زنی نهایی، SL طول گیاهچه (cm) می‌باشد. پس از گذشت ۱٦ روز، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه بذور جوانه زده بصورت میانگین‌گیری از هر ۱۰ نمونه در هر تکرار با استفاده از خط کش با دقت یک میلی‌متر اندازه‌گیری شد. جهت تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، بعد از اطمینان از نرمال بودن آنها از روش تجزیه واریانس دو طرفه و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد استفاده شد. تجزیه آماری داده‌ها در نرم افزار SPSS 20 و رسم نمودارها در نرم افزار Excel صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار تنش شوری در سطح یک درصد بر تمام فاکتورهای مورد بررسی می‌باشد. اثر اکوتیپ بر شاخص‌های درصد و سرعت جوانه‌زنی، بنیه بذر و طول ریشه‌چه در سطح یک درصد معنی‌دار بود و بر متوسط زمان جوانه‌زنی و طول ساقه‌چه تاثیر معنی‌دار نداشت. نتایج همچنین بیانگر آن است که برهمکنش تنش شوری و اکوتیپ‌های مختلف بر متوسط زمان جوانه‌زنی روزانه معنی دار نبود و بر سایر صفات مورد بررسی در سطح یک درصد معنی‌دار بود.

جدول ۱: خلاصه تجزیه واریانس صفات جوانه‌زنی اکوتیپ‌های مختلف زیره سبز در سطوح مختلف تنش شوری

منابع تغییر	میانگین مربعات						
	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	متوسط زمان جوانه‌زنی	بنیه بذر	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه
شوری	٤	٩١٦١/٠١**	٣٣/٠٣**	١٥٦/٠٧**	١٦٥/٢٣**	٢١/٧٣**	٧٦/٠٥**
اکوتیپ	٤	٣١١/٢٦**	٠/٣١**	٠/٠٨^{ns}	١/٠٦**	٠/٠٤^{ns}	٠/٦٥**
شوری در اکوتیپ	١٦	١٠٨/٠١**	٠/١٢**	٠/٣٢^{ns}	١/١٦**	٠/١٧**	٠/٩٣**
خطا	٧٥	٢١/٠٢	٠/٠٤	٠/٢٧	٠/٢٤	٠/٠٢	٠/١٦
ضریب تغییرات		٥/٥٤	٧/٤٩	٧/٠٧	١١/٤٨	١١/٧١	١١/٩٠

**: معنی‌دار در سطح ۱ درصد *: معنی‌دار در سطح ۵ درصد ^{ns}: غیر معنی‌دار

مقایسه میانگین سطوح مختلف شوری نشان می‌دهد که بیشترین میزان درصد جوانه‌زنی در تیمار ۵۰ میلی‌مولار نمک و کمترین میزان درصد جوانه‌زنی در تیمار ۲۰۰ میلی‌مولار نمک است. بیشترین میزان صفات سرعت جوانه‌زنی، بنیه بذر، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه در تیمار شاهد و کمترین میزان آن در تیمار ۲۰۰ میلی‌مولار تنش شوری مشاهده شد. به طوری که افزایش سطوح تنش شوری منجر به کاهش معنی‌دار اکثر صفات شد. همچنین افزایش تنش شوری منجر به افزایش معنی‌دار متوسط زمان جوانه‌زنی شد (جدول۲).

جدول ۲: مقایسه میانگین سطوح مختلف شوری

صفات / شوری	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی (تعداد در روز)	متوسط زمان جوانه‌زنی (روز)	بنیه بذر	طول ساقه‌چه (cm)	طول ریشه‌چه (cm)
صفر (mM)	٨٩/٠٠c	٣/٨٩a	٤/٧٠e	٦/٩١a	٢/٤٩a	٥/٢٨a
٥٠ (mM)	٩٦/٠٥a	٣/٧٨a	٥/١٩d	٦/٦٩a	٢/١٩b	٤/٧٧b
١٠٠ (mM)	٩٢/٧٥b	٢/٨٧b	٦/٨١c	٥/٣٠b	١/٥٨c	٤/١٤c
١٥٠ (mM)	٩١/٠٠bc	٢/١٧c	٨/٥٧b	٢/٢٤c	٠/٥١d	١/٩٣d
٢٠٠ (mM)	٤٤/٧٥d	٠/٧٨d	١١/٥٧a	٠/٣٩d	٠/١e	٠/٧٤e

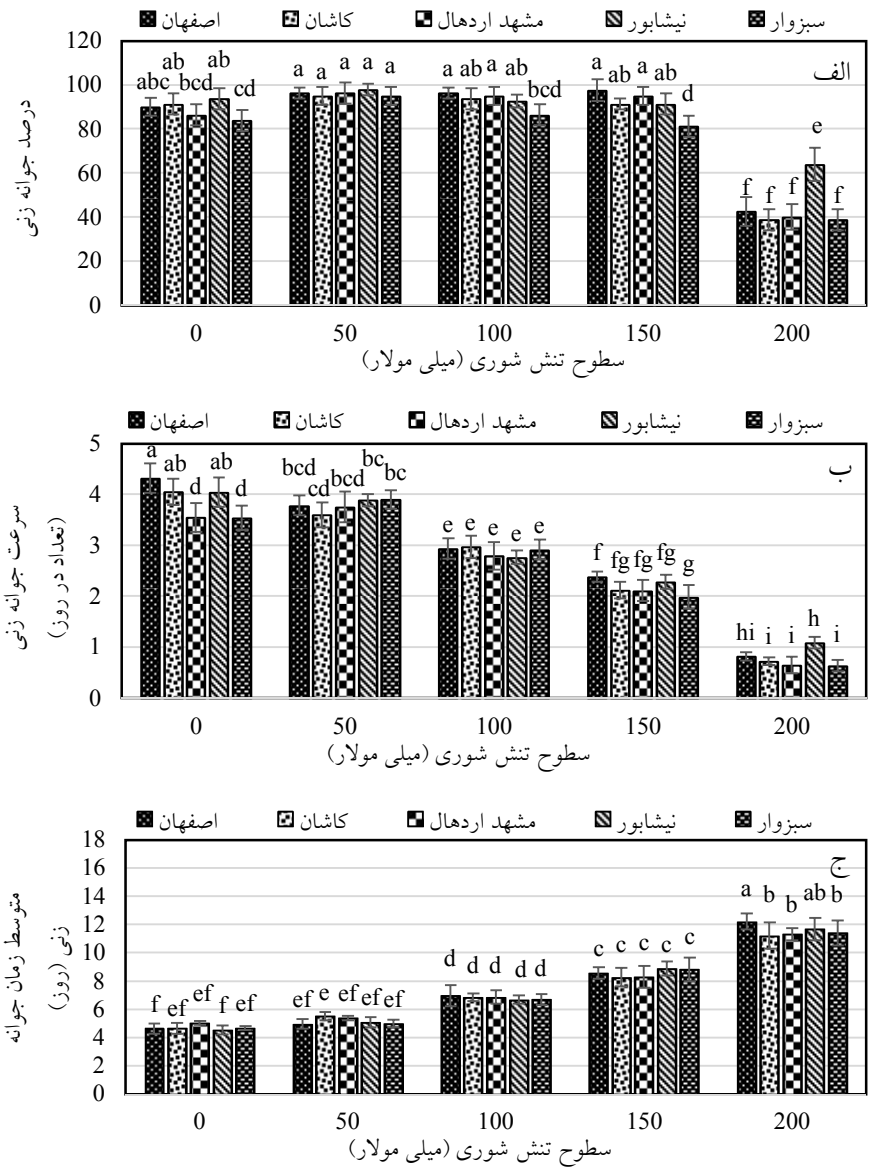
با توجه به مقایسه میانگین در اکوتیپ‌های تحت بررسی مشخص گردید که اکوتیپ نیشابور نسبت به سایر اکوتیپ‌ها دارای بیشترین درصد جوانه‌زنی است. همچنین سرعت جوانه‌زنی اکوتیپ‌های اصفهان و نیشابور نسبت به سایر اکوتیپ‌ها بالاتر است. در صورتی که تفاوت معنی‌داری بین اکوتیپ‌ها از لحاظ صفت متوسط زمان جوانه‌زنی وجود نداشت. شاخص بنیه بذر در اکوتیپ‌های مشهد اردهال و سبزوار نسبت به سایر اکوتیپ‌ها به طور معنی‌دار پایین‌تر بود. همچنین از لحاظ شاخص‌های طول ساقه‌چه و ریشه‌چه اکثر اکوتیپ‌ها با هم تفاوت معنی‌دار نداشتند (جدول۳).

جدول ۳: مقایسه میانگین اثر اکوتیپ‌های مورد مطالعه

صفات / اکوتیپ	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی (تعداد در روز)	متوسط زمان جوانه‌زنی (روز)	بنیه بذر	طول ساقه‌چه (cm)	طول ریشه‌چه (cm)
اصفهان	۸٤/۵۰b	۲/۸٤a	۷/٤۷a	٤/٤۵a	۱/۳۲b	۳/۵۱a
کاشان	۸۲/۰۰b	۲/٦۹bc	۷/۳۰a	٤/٤۱a	۱/٤۳a	۳/٤۱a
مشهد اردهال	۸۲/۵۰b	۲/۵٦c	۷/۳۸a	٤/۰۲b	۱/۳٦ab	۳/۰٦b
نیشابور	۸۷/۸۰a	۲/۸۱ab	۷/۳۷a	٤/۵٤a	۱/٤۰ab	۳/٤۸a
سبزوار	۷۷/۰۰c	۲/۵۹c	۷/۳۲a	٤/۰۹b	۱/۳۵ab	۳/٤۰a

شکل (۱ الف)، اثر سطوح تنش شوری بر درصد جوانه‌زنی اکوتیپ‌های مختلف زیره سبز را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج، اعمال تنش شوری تا سطح ۱۵۰ میلی‌مولار اثر معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی اکوتیپ‌های مورد بررسی نسبت به تیمار شاهد نداشت. در صورتی که با افزایش تنش شوری به سطح ۲۰۰ میلی‌مولار درصد جوانه‌زنی اکوتیپ‌های مختلف به‌طور معنی‌دار کاهش یافت. با این حال کمترین میزان کاهش درصد جوانه‌زنی در اکوتیپ نیشابور مشاهده شد. همچنین در سطح ۱۵۰ میلی‌مولار اکوتیپ سبزوار نسبت به سایر اکوتیپ‌های مورد بررسی به طور معنی‌دار درصد جوانه‌زنی پایین‌تری داشت. بر اساس نتایج افزایش تنش شوری منجر به کاهش معنی‌دار سرعت جوانه‌زنی اکوتیپ‌های مختلف نسبت به تیمار شاهد شد (شکل ۱–ب). با این حال روند تغییر سرعت جوانه‌زنی در تیمارهای مختلف و اکوتیپ‌های مختلف متفاوت بود. در تیمار شاهد اکوتیپ‌های اصفهان، کاشان و نیشابور نسبت به اکوتیپ‌های مشهد و سبزوار به طور معنی‌دار سرعت جوانه‌زنی بالاتری داشتند. در صورتی که در سطوح تنش شوری ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار تفاوت معنی‌دار بین اکوتیپ‌های مختلف مشاهده نشد. در سطح ۱۵۰ میلی‌مولار اکوتیپ سبزوار به طور معنی‌دار سرعت جوانه‌زنی پایین‌تری نسبت به اکوتیپ اصفهان داشت و همچنین در سطح ۲۰۰ میلی‌مولار اکوتیپ نیشابور نسبت به سایر اکوتیپ‌ها سرعت جوانه‌زنی بالاتری داشت. با افزایش سطوح تنش شوری متوسط زمان جوانه‌زنی افزایش یافت (شکل ۱–ج). به‌طورکلی تفاوت معنی‌داری بین اکوتیپ‌های مختلف از لحاظ این صفت در سطوح شاهد، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ میلی‌مولار مشاهده نشد. همچنین افزایش تنش شوری تا سطح ۵۰ میلی‌مولار تغییر معنی‌داری در این صفت به تیمار شاهد ایجاد نکرد. سپس با افزایش تنش شوری به ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار متوسط زمان جوانه‌زنی به‌طور میانگین در اکوتیپ‌های مورد مطالعه ٤٤، ۸۲ و ۱٤٦ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت.

در رابطه با اثرات منفی تنش شوری بر روی شاخص‌های جوانه‌زنی پژوهش‌های دیگر نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند. در بررسی اثر نمک کلرید سدیم بر سه رقم مختلف گیاه *Pisum sativum* L. نتایج نشان داد افزایش تنش شوری منجر به کاهش درصد و سرعت جوانه زنی ارقام مورد بررسی شد به‌طوری که حداکثر صفات در تیمار شاهد مشاهده شد (Okcu et al., 2005). در پژوهشی دیگر تنش شوری کلرید سدیم بر درصد جوانه‌زنی نهایی گیاه *Abelmoschus esculentus* L. تاثیر نداشت اما باعث افزایش مدت زمان جوانه‌زنی شد (Miryam et al., 2015). در مطالعه‌ی اثر تنش شوری بر جوانه‌زنی زیره سبز توده منطقه کرمان با استفاده از نمک کلرید سدیم و کلرید کلسیم با نسبت ۱به ۱ نتایج نشان داد افزایش تنش شوری منجر به کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی شده است.



شکل ۱: برهمکنش تنش شوری و اکوتیپ‌های مختلف زیره سبز بر درصد جوانه‌زنی (الف)، سرعت جوانه‌زنی (ب) و متوسط زمان جوانه‌زنی (ج). میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در سطح ۵ درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

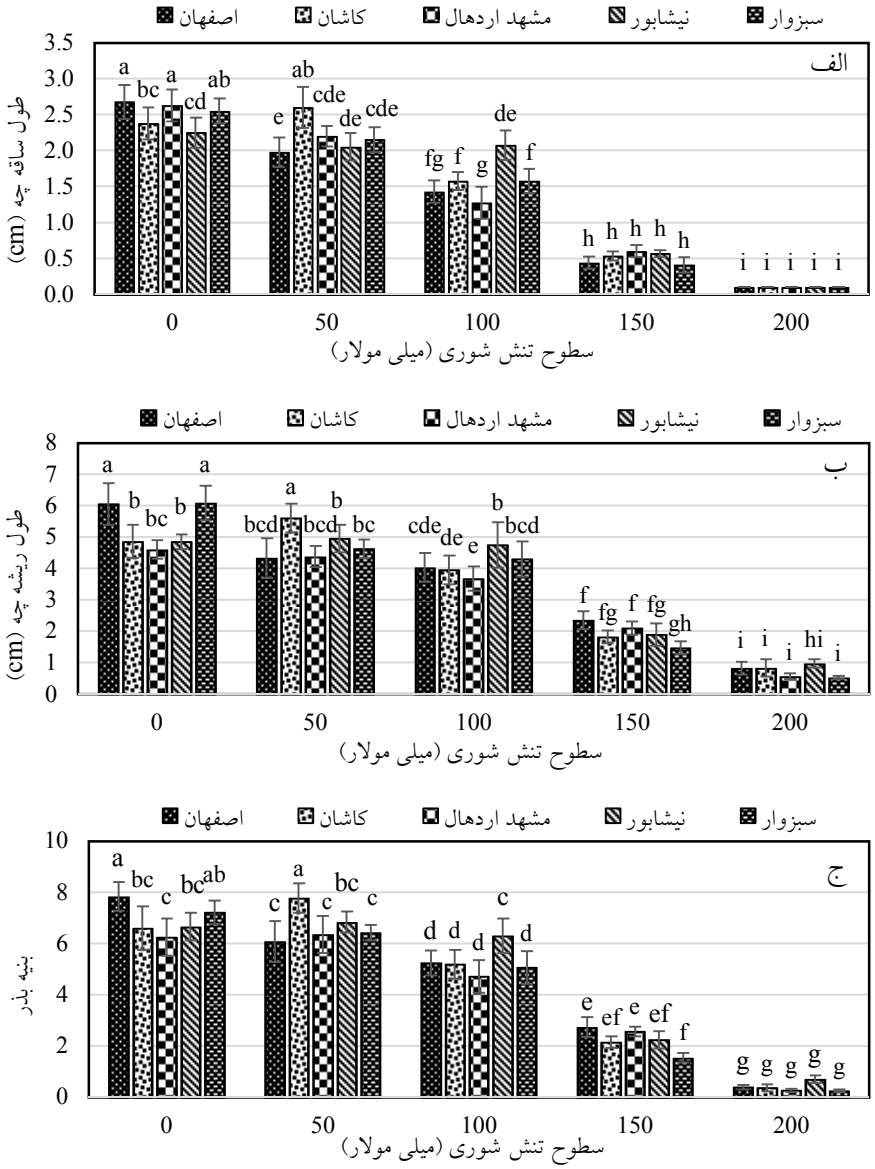
به‌طوری که تا سطح ۶۰ میلی‌مولار جوانه‌زنی این گیاه ثابت ماند و سپس با افزایش تنش شوری به طور معنی‌دار کاهش یافت (Ekhtiari et al., 2010). در مطالعه‌ای دیگر اثر نمک کلرید سدیم بر روی جوانه‌زنی *Hibiscus sabdariffa* L. نشان داد جوانه‌زنی این گیاه با افزایش تنش به شدت کاهش می‌یابد بطوری که در غلظت ۱۵۰ میلی‌مولار جوانه‌زنی متوقف می‌شود (Bijeh keshavarzi and Moussavinik., 2011). بررسی اثر تنش شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی سه اکوتیپ بابونه نشان داد تنش شوری منجر کاهش خصوصیات جوانه‌زنی اکوتیپ‌های مختلف بابونه شده است. همچنین اثر اکوتیپ بر کلیه صفات به غیر از طول ساقه‌چه و شاخص مقاومت به شوری معنی‌دار بود (Farhangmehr et al., 2013). در پژوهشی دیگر نیز ارزیابی تحمل به شوری ده اکوتیپ مختلف رازیانه نیز نشان داد

تنش شوری منجر به کاهش صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی شده است و تجزیه واریانس اکوتیپ‌ها در بیشتر صفات در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار داشتند (Khaksarnejad et al., 2015).

بر اساس نتایج حساسیت سرعت جوانه‌زنی نسبت درصد جوانه‌زنی در اکوتیپ‌های مختلف زیره سبز بیشتر بود. به طوری که تا سطح تنش ۱۵۰ میلی‌مولار درصد جوانه‌زنی نهایی کاهش معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد نداشت درصورتی در سطح ۱۵۰ میلی‌مولار سرعت جوانه‌زنی اکوتیپ‌های مختلف به طور میانگین ٤٥ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش نشان داد. کاهش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در شرایط شوری ممکن است به دلیل پتانسیل اسمزی پایین و ممانعت از جذب آب، سمیت یون‌های سدیم یا کلر و یا عدم تعادل غذایی باشد (Rogers and Nobel,1991; Yupsanis et al., 1994). آب مهم‌ترین عامل در شروع فرایندهای مربوط جوانه‌زنی بذر است (Turk et al., 2004). کاهش خصوصیات جوانه‌زنی در این آزمایش بدلیل کاهش میزان و سرعت جذب آب (Allen et al.,1986) و همچنین تأثیر نامطلوب پتانسیل‌های اسمزی بسیار پایین حاصل از نمک و سمیت یون‌ها بر فرآیندهای هیدرولیز آنزیمی مواد ذخیره‌ای بذور و در نتیجه مختل شدن ساخت بافت‌های جدید با استفاده از مواد هیدرولیز شده نسبت داد (Rehman et al.,1997). همچنین کاهش سرعت جوانه‌زنی می‌تواند به کاهش جذب آب توسط بذرها ارتباط داشته باشد اگر جذب آب توسط بذرها دچار اختلال شود و یا جذب آب به کندی صورت گیرد، فعالیت‌های متابولیکی جوانه‌زنی در داخل بذر به آرامی صورت خواهد گرفت و در نتیجه مدت زمان خروج ریشه از بذر افزایش و از این رو سرعت جوانه‌زنی نیز کاهش و متوسط زمان جوانه‌زنی افزایش می‌یابد (De and Kare, 2004).

شکل (۲ الف)، مقایسه میانگین اثر تنش شوری بر طول ساقه‌چه‌ی اکوتیپ‌های مختلف زیره سبز را نشان می‌دهد. با افزایش تنش شوری به ۵۰ میلی‌مولار طول ساقه‌چه‌ی اکوتیپ‌های اصفهان، مشهد و سبزوار نسبت به تیمارهای شاهد به طور معنی‌دار کاهش یافت. در صورتی که کاهش طول ساقه‌چه در این سطح در اکوتیپ‌های کاشان و نیشابور معنی‌دار نبود (شکل ۲ الف). همچنین با افزایش تنش شوری به ۱۰۰ میلی‌مولار طول ساقه‌چه در اکوتیپ نیشابور نسبت به سایر اکوتیپ‌ها از ثبات بیشتری برخوردار بود. تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد بین اکوتیپ‌های مختلف در سطوح ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار از لحاظ این صفت مشاهده نشد. اثر سطوح مختلف تنش شوری بر طول ریشه‌چه‌ی اکوتیپ‌های مختلف زیره سبز در شکل ۲ (ب) نشان داده شده است. با توجه به شکل ۲ (ب) با افزایش شوری تا سطح ۵۰ میلی‌مولار طول ریشه‌چه اکوتیپ‌های اصفهان و سبزوار به ترتیب نسبت به تیمار شاهد ۲۸ و ۲۳ درصد کاهش یافت. درصورتی که تنش شوری ۵۰ میلی‌مولار بر منجر به افزایش معنی‌دار طول ریشه‌چه اکوتیپ کاشان شد. بالاترین ثبات طول ریشه‌چه در این سطح در اکوتیپ مشهد و نیشابور مشاهده شد. همچنین تنش شوری ۱۰۰ میلی‌مولار نسبت به تیمار شاهد اثر معنی بر طول ریشه‌چه اکوتیپ نیشابور ایجاد نکرد در صورتی که این سطح تنش شوری در سایر اکوتیپ‌ها منجر معنی‌دار طول ریشه‌چه نسبت به تیمارهای شاهد شد. در سطح ۱۵۰ میلی‌مولار کمترین طول ریشه‌چه مربوط اکوتیپ سبزوار بود. همچنین در سطح ۲۰۰ میلی‌مولار تفاوت معنی‌داری بین طول ریشه‌چه اکوتیپ‌های مختلف مشاهده شد. شکل ۲ (ج) اثر سطوح مختلف تنش شوری بر شاخص بنیه بذر اکوتیپ‌های مختلف زیره سبز نشان می‌دهد. با تنش شوری تا سطح ۵۰ میلی‌مولار شاخص بنیه بذر اکوتیپ‌های اصفهان و سبزوار به‌ترتیب نسبت به تیمار شاهد ۲۳ و ۱۱ درصد کاهش یافت. در صورتی که شاخص بینه بذر در سطح ۵۰ میلی‌مولار نسبت به تیمار شاهد در اکوتیپ‌های مشهد و نیشابور تغییر معنی‌دار نکرد. با افزایش تنش شوری تا سطح ۱۰۰ میلی‌مولار شاخص بنیه بذر در تمام اکوتیپ‌ها بجز اکوتیپ نیشابور نسبت تیمارهای به‌طور کاهش

معنی‌دار یافت. در این سطح بالاترین شاخص بنیه بذر به اکوتیپ نیشابور تعلق داشت. در تنش ۱۵۰ میلی‌مولار کمترین شاخص بنیه بذر به اکوتیپ سبزوار تعلق داشت (شکل ۲-ج).



شکل ۲: برهمکنش تنش شوری و اکوتیپ‌های مختلف زیره سبز بر طول ساقه‌چه (الف)، طول ریشه‌چه (ب) و بنیه بذر (ج). میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در سطح ۵ درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

در مطالعات اثر تنش شوری بر جوانه‌زنی و رشد اولیه زیره سبز توده کرمان (Ekhtiari et al., 2010)، سه رقم مختلف گیاه *Pisum sativum* L. (Okcu et al., 2005) و سه رقم سورگوم *Sorghum biolor* L. (El Naim et al., 2012) با افزایش سطوح تنش شوری طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، رشد گیاهچه و همچنین شاخص بنیه بذر کاهش یافت. بررسی اثر تنش شوری بر اکوتیپ‌های مختلف توت روباه در شرایط آزمایشگاهی و گلخانه‌ای نشان داد تنش شوری منجر به کاهش طول ساقه‌چه و ریشه‌چه شده است. همچنین روند کاهش صفات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در

اکوتیپ‌های مختلف متفاوت بود (Nadeali et al., 2013). در بررسی اثر تنش شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی ده اکوتیپ مختلف رازیانه و سه اکوتیپ مختلف بابونه نیز نتایج نشان داد افزایش تنش شوری منجر به کاهش صفات طول ساقه‌چه و ریشه‌چه و شاخص بنیه بذر شده است. همچنین مقاومت اکوتیپ‌های مختلف در سطوح تنش شوری تفاوت معنی‌دار داشت (Khaksarnejad et al., 2015; Farhangmehr et al., 2013). با کاهش پتانسیل اسمزی و اثرات سمیت یونی با افزایش تنش شوری فعالیت‌های متابولیکی و سوخت و سازی کاهش می‌یابد و به دنبال آن فرآیند رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه را دچار اختلال می‌کند (Redmann et al., 1994). آب در بسیاری از فرایندها مانند فتوسنتز و واکنش‌های شیمیایی مانند هیدرولیز نشاسته به قند در هنگام جوانه‌زدن بذرها شرکت کرده و همچنین کمبود آب به نحوی که نتواند آماس سلولی را تامین کند از طریق پتانسیل اسمزی باعث کاهش رشد گیاه و گیاهچه می‌شود (Alizadeh, 2010). تنظیم اسمزی سلول و حفظ آماس سلولی با ساخت مواد آلی نظیر بتائین، گلایسین، پرولین، سوربیتول و مانیتول انجام می‌شود. از آنجایی که گیاه برای ساخت این مواد انرژی زیادی صرف می‌کند، بنابراین رشد اندام‌های گیاهی به ویژه رشد اندام‌های هوایی گیاه کاهش می‌یابد (Penuelas et al., 1997).

نتیجه‌گیری نهایی

به‌طورکلی افزایش سطوح تنش شوری منجر به کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد اولیه در اکوتیپ‌های مختلف زیره سبز شد به طوری که روند کاهش بین اکوتیپ‌های مختلف و سطوح مختلف تنش شوری تفاوت معنی‌دار داشت. بر اساس نتایج حد تحمل شوری زیره سبز ۱۰۰ میلی‌مولار نمک می‌باشد. زیرا در شوری بیش ۱۰۰ میلی‌مولار سرعت جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه به شدت کاهش می‌یابد و افت عملکرد محصول را در پی خواهد داشت. اکوتیپ نیشابور از لحاظ شاخص‌های درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و همچنین شاخص بنیه بذر در سطوح مختلف تنش شوری از ثبات بیشتری نسبت به سایر اکوتیپ‌ها برخوردار بود. اکوتیپ اصفهان در شرایط عدم تنش شوری (شاهد) نسبت به سایر اکوتیپ‌ها از عملکرد بالاتری برخوردار بود در صورتی که با افزایش تنش شوری با کاهش بیشتری روبرو شد. همچنین اکوتیپ سبزوار نسبت به سایر اکوتیپ‌ها به ویژه از لحاظ شاخص‌های درصد و سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر و طول ریشه‌چه عملکرد ضعیف‌تری داشت. بنابراین پیشنهاد می‌گردد در شرایط آبیاری با آب شور از اکوتیپ نیشابور جهت کشت استفاده گردد ولی در شرایط بدون شوری اکوتیپ اصفهان عملکرد بهتری خواهد داشت.

References

Alizadeh, A. 2010. Soil water-plant Relationship (10th Edition). Imam Reza University Publication. 470p.

Allen, S., Dobrenz, G.A.K. and Bartels, P.G. 1986. Physiological response of salt tolerant & non tolerant alfalfa to salinity during germination. Crop Science, 26: 1004-1008.

Bijeh keshavarzi, M.H. and Moussavinik, S.M. 2011. The effect of different NaCl concentration on germination and early growth of *Hibiscus sabdariffa* seedling. Annals of Biological Research, 2 (4): 143-149.

Camargo, C.P. and Vaughan, C.E. 1973. Effect of seed vigor on field performance and yield of grain sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). Proceedings of the Association of Official Seed Analysts, 63:135-147.

De, R. and Kar, R.K. 1994. Seed germination & seedling growth of mung bean (*Vigna radiata*) under water stress induced by PEG-6000. Seed Science & Technology, 23: 301-308.

Dhillon, N.P.S. 1995. Seed priming of male sterile muskmelon (*Cucumis melo* L.) for low temperature germination. Seed Science & Technology, 23:881-884.

Ekhtiari, R., Farbodi, M., Moraghebi, F. and Khoda bande, N. 2010. The study of the effect of salinity on germination of *Cuminum Cyminum* L. in laboratory condition. Plant and Ecosystem, 6 (22): 65-74.

El Naim, A.M., Mohammed, K.E., Ibrahim, E.A. and Suleiman, N.N. 2012. Impact of salinity on seed germination and early seedling growth of three sorghum (*Sorghum biolor* L. Moench) Cultivars. Science and Technology, 2 (2): 16-20.

Ellis, R.H. and Roberts, E.H. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Science and Technology, 9: 377-409.

Farhangmehr, S., Akbari, S.H. and Rezvan Beidokhti, SH. 2013. Study on the effects of salinity stress on germination characteristics of chammomile (*Matricaria chamomilla*) ecotypes. Seed Research (Journal of Seed Science and Technology), 3 (1): 56-65.

Ghassemi-Golezani, K., Soltani, A. and Atashi, A. 1997. The effect of water limitation in the field on seed quality of maize and sorghum. Seed Sience and Technology, 25: 321- 323.

Hashemi Nia, S.M., Nassiri Mahallati, M. and Keshavarzi, A. 2009. Determining the threshold salinity and appropriate temperature, and their combined effects on germination of *Cuminum cyminum*. Iranian journal of field crops research, 7 (1):305-312.

Hasstrup, P.L., Jourgenson, P.E. and Poulsen, I. 1993. Effect of seed vigour and dormancy on field emergence, development and grain yield of winter wheat and winter barely. Seed Sience and Technology, 27: 1- 33.

Kafi, M. and Keshmiri, E. 2011. Study of yield and yield components of iranian land Race and Indian RZ19 Cumin (*Cuminum cyminum*) under drought and salinity stress. Journal of horticulture science, 25 (3): 327-334.

Kafi, M., Rashed Mohassel, M.H. and Koocheki, A. 2006. Cumin (*Cuminum cyminum*): Production and Processing. University of mashhad press. 200p.

Khaksarnejad, E., Zabet, M., Izanlo, A. and Sayari, M.H. 2015. Evaluation of salt tolerance of different ecotypes of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Journal of applied crop breeding, 3 (1): 79-94.

Khalesrou, Sh. and Agha-Alikhani, M. 2008. Effect of salinity and water deficit stress on seed germination, Pajouhesh & Sazandegi, 20 (4): 153-163.

Khan, M.A. and Ungar, I.A. 2001. Seed germination of Triglochin maritime as influenced by salinity and dormancy relieving compounds. Biologia Plantarum, 44: 301-303.

Maguire, J. D. 1962. Speed of germination in selection and evolution for seeding vigor. Crop Science, 2:176-177.

Mguis, Kh., Albouchi, A. and Ben Brahim, N. 2014. Germination responses of *Corchorus olitorius* L. to salinity and temperature. African Journal of Agricultural Research, 9(1):65-73.

Miryam, O., Moulay, B. and Narimane, Z. 2015. Effect of salinity on seed germination of Abelmoschus esculentus. African Journal of Agricultural Research, 10 (19): 2014-2019.

Mosleh-Arany, A., Bakhshi-Khaniki, G., Nemati, N. and Soltani, M. 2011. Investigation on the effect of salinity stress on seed germination of Salsola abarghuensis, Salsola arbuscula and Salsola yazdiana. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 18 (2): 267-279.

Nadeali, H., Tadin, A. and Tadin, M. 2013. Effect of salinity on morphological and physiological characteristics of different ecotype of salad burent (*Poterium sanguisorba* L.) at the germination and vegetative. Desert Ecosystem Engineering Journal, 2(2): 25-36.

Okcu, G., Kaya, M.D. and Atak, M. 2005. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of *(Pisum sativum* L.*).* Turkish Journal of Agriculture & Forestry 29 (4):237-242.

Pasandideh, H., Seyed Sharifi, R., Hamidi, A., Mobasser, S. and Sedghi, M. 2014. Relationship of seed germination and vigour indices of commercial soybean *Glycine max* (L.) Merr. cultivars with seedling emergence in field. Iranian Journal of Seed Science and Research, 1(1): 29-50.

Penuelas, J., Isla, R., Fillela, I. and Araus, J.L. 1997. Visible and near-inrared reflectance assessment of salinity effects on barley. Crop Science, 37: 198- 202.

Ranjbar, Gh. and Pirasteh-Anosheh. H. 2015. A glance to the salinity research in Iran with emphasis on improvement of field crops production. Iranian Journal of Crop Sciences. 17(2): 165 -178.

Rashed Mohassel, M.H. and Kafi, M. 1992. Seed production in crops. Jahad daneshgahi mashad press. 319p.

Redmann, R.E., Ql, M.Q. and Belyk, M. 1994. Growth of transgenic & standard canola (*Brassica napus* L.) varieties in response to soil salinity. Plant Science, 74: 797-799.

Rehman, S., Harris, P.J.C., Bourne, W.F. and Wikin, J. 1997. The effect of sodium chloride on germination & the potassium & calcium contents of Acacia seeds. Seed Science and Technology, 25: 45-57.

Rogers, M.E. and Nobel, C.C. 1991. On establishment and growth of *Blansa clover*. Australian Journal of Agriculture Research 42: 848-857.

Soheyli, R., Nezami, A., Khazaie, H.R. and Nassiri Mahallati, M. 2010. Effects of planting dates on yield and yield components of four Cumin (*Cuminum cyminum* L.) landraces. Iranian Journal of Field Crops Research, 8 (5): 772-783.

Stout, D. 1998. Rapid and synchoronus germination of Cicer milkvetch seed following diurnal temperature priming. Crop Science, 181 (4): 263- 266.

Tabatabaei, S.A. and Shakeri, E. 2014. Effect of seed priming on germination traits Cumin (*Cuminum cyminum*) under drought and salinity stresses. Arid Biome Scientific and Research Journal, 4 (2): 66-74.

Turk, M.A., Tahawa, R.M. and Lee, K.D. 2004. Seed germination and seedling growth of three lentil cultivars under moisture stress. Asian Journal of Plant Sciences, 3: 394-397.

Yupsanis, T., Moustakas, M., Eleftheriou, P. and Domiandou, K. 1994. Protein phosphorylation dephosphorylation in alfalfa seeds germination under salt stress. Journal of Plant Physiology, 143 (2): 234-240.