تاثیر تنش شوری بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در کلزا

پیمان شریفی*[1]

[1]گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، رشت

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۱/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۷/۰۲

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر تنش شوری ناشی از غلظت‌های مختلف کلرید سدیم بر جوانه‌زنی بذور کلزا، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۲ در دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت انجام شد. فاکتور اول ارقام کلزا در سه سطح (هایولا ٤٠١، آرجی اس ۰۰۳ و سین ۳) و فاکتور دوم تنش شوری در شش سطح (۰، ۳/٤، ٦/٨، ۱۰/۲، ۱۳/٦ و ۱۷ دسی‌زیمنس بر متر) بود. اثر رقم و شوری بر تمام صفات معنی‌دار بود، اما اثر متقابل دو فاکتور فقط برای درصد جوانه‌زنی و وزن گیاهچه معنی‌دار بود. تمام صفات به طور معنی‌داری تحت تأثیر غلظت‌های مختلف کلرید سدیم کاهش پیدا کردند، به طوری‌که بیشترین میزان طول ریشه‌چه (۲/٤ میلی‌متر) و درصد جوانه‌زنی (۷٤/۳۳ درصد) مربوط به تیمار شاهد بود، در حالیکه برای دو صفت طول ساقه‌چه و وزن گیاهچه بیشترین مقادیر (به‌ترتیب برابر با ۲/۲٦ میلی‌متر و ۳۱/۳۳ میلی‌گرم) مربوط به غلظت ۳/٤ دسی‌زیمنس بر متر بود. در غلظت ۱۷ دسی‌زیمنس بر متر حداکثر مقدار کاهش صفات فوق مشاهده شد. کمترین مقادیر برای تمام صفات مورد مطالعه در رقم آرجی اس ۰۰۳ مشاهده شد. بررسی روند تغییرات حاکی از وجود رابطه خطی بین سطوح شوری و دو صفت طول ریشه‌چه و ساقه‌چه بود، در حالیکه برای دو صفت دیگر رابطه درجه دوم نیز معنی‌دار بود. در مجموع، تأثیر بسیار معنی‌دار غلظت‌های مختلف کلرید سدیم بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه مشاهده شد. هیبرید هایولا٤٠١، متحمل‌ترین رقم به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی بود و می‌توان از آن در برنامه‌های به‌نژادی استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، کلزا، وزن گیاهچه.

*نویسنده مسئول: peyman.sharifi@gmail.com

مقدمه

شوری به عنوان یکی از عوامل اصلی محدودکننده رشد، کیفیت و عملکرد گیاهان زراعی محسوب می‌شود و از آنجا که اکثر خاک‌های خشک و نیمه‌خشک ایران به نحوی تحت تأثیر شوری قرار دارند، شوری و تنش حاصل از آن یکی از مهم ترین و رایج ترین تنش‌های محیطی محدودکننده تولیدات کشاورزی در کشور می‌باشد (Kafi and Rostami, 2008). تحمل به تنش در تمام مراحل زندگی گیاه اهمیت دارد و بدیهی است که اولین مرحله، جوانه‌زنی می‌باشد و از آنجا که عملکرد از نظر کمی و کیفی به میزان و درصد سبز شدن و همچنین یکنواختی آن وابسته می‌باشد، بنابراین مرحله جوانه‌زنی، مرحله حساس و مهمی است که می‌تواند با استقرار مطلوب گیاهچه‌ها در فرآیند تولید نقش مهمی ایفا نماید (Mer et al., 2000). از آنجا که خاک‌های شور و همچنین آبیاری با آب شور بر روی عملکرد کلزا تأثیر می‌گذارد، جوانه زدن یکی از بحرانی‌ترین مراحل برای غربال کردن ارقام کلزا به شوری می‌باشد (Puppala et al., 1999). عدم جوانه زدن بذور در خاک‌های شور اغلب نتیجه غلظت‌های بالای نمک در ناحیه کشت دانه به دلیل حرکت رو به بالای محلول خاک و در نهایت تبخیر در سطح خاک است. این امر به میزان زیادی به ساختارهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی بذر بستگی دارد و برای دستیابی به ارقام متحمل به شوری، بذوری با بنیه بالا مورد نیاز می‌باشند. بنابراین در انتخاب گیاهان زراعی باید تحمل به شوری به ویژه در خلال مرحله جوانه‌زنی و سبزشدن همواره مد نظر باشد. هر گیاه و رقمی که بتواند در این مرحله مقاومت بیشتری نشان دهد، می‌تواند مراحل اولیه دوره رویشی را با موفقیت سپری کند و در نتیجه تراکم کافی در واحد سطح تولید کند (Gulzar and Ajmalkham, 2001). گونه *Brassica napus* به‌عنوان گونه مقاوم به تنش شوری شناخته شده است (Mohamed et al., 2006) و نشان داده شده است در برخی از ژنوتیپ‌های آن وزن خشک بخش هوایی تحت تأثیر غلظت‌های پایین کلرید سدیم تغییر معنی‌داری پیدا نکرد.

مطالعات متعددی جهت بررسی تنوع ژنتیکی از نظر مقاومت به شوری ارقام مختلف درون گونه‌های مهم زراعی مانند گندم (Kingsbury and Epstein, 1984)، عدس (Ashraf and Waheed, 1993)، جو (Belkhodja et al., 1994)، پنبه (Ashraf and Ahmad, 1999) و کلزا (Ulfat et al., 2007) انجام گرفته است. اطلاعات حاصل از مطالعات فوق نشاندهنده وجود تنوع زنتیکی در گونه‌های زراعی فوق از لحاظ مقاومت به شوری می‌باشد. در مطالعات انجام گرفته بر روی ارقام مختلف کلزا، مشاهده شده‌است که تنش شوری سبب آثار منفی بر جوانه‌زنی و رشد رویشی گیاه می‌شود (Hedari, 2009; Mohamadi, 2009; Omidia et al., 2009; Sedgali Zanani et al., 2010). راحمی کاریزکی (Rahemi Karizaki, 2014) در تحقیقی مقاومت به شوری ارقام کلزا را در مرحله جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه بررسی کرد و نشان دادند که اثر رقم و شوری بر تمام صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود، در حالی که اثر متقابل شوری×رقم تنها بر صفات طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه و سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار بود و با افزایش سطوح شوری، میزان صفات فوق کاهش یافت. ایشان همچنین نشان دادند که رقم Q6503 محتمل‌ترین و T98007 حساس‌ترین ارقام به شوری بودند. در تحقیقی دیگر، اثرات تنش شوری بر جوانه‌زنی تعدادی از ارقام کلزا مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج حاکی از اثر معنی‌دار شوری و اثر متقابل رقم × شوری بر صفات درصد جوانه‌زنی، میزان رشد، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه و وزن ساقه‌چه و ریشه‌چه بود و با افزایش شوری در تمام ارقام مورد مطالعه از میزان صفات فوق کاسته شد. در شوری ۱۲ میلی‌موس بر سانتی‌متر رقم پارید متحمل‌تر از سایر ارقام بود (Valdiani et al., 2005). اسلامی (Eslami, 2008) جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه‌های ارقام کلزا را در سطوح

مختلف شوری مورد بررسی قرار داد و نشان داد که سرعت و درصد نهایی جوانه‌زنی و همچنین طول و وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه، با افزایش شوری به طور معنی‌داری کاهش یافت، اگرچه میزان واکنش بسته به نوع رقم متفاوت بود و برهم‌کنش رقم و شوری در کلیه صفات معنی‌دار بود. همچنین نشان داده شد که سطح شوری که منجر به کاهش ۵۰ درصدی جوانه زنی نهایی می‌شود، در مورد رقم RGS003، ۱٤/۵ دسی زیمنس بر متر و در رقم SLM046، ۲٦/۸ دسی زیمنس بر متر بود. گل (Gul, 2003) در بررسی عکس‌العمل جوانه‌زنی ۱۲ رقم کلزا به شوری مشاهده کرد که تمامی ارقام، قادر به جوانه‌زنی تا شوری بالاتر از ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر بودند.

با توجه به اهمیت شوری به عنوان یکی از مهمترین محدودیت‌ها در تولید محصولات زراعی و همچنین اهمیت مطالعه تحمل به شوری در تحقیق حاضر، تأثیر شوری حاصل از نمک کلرید سدیم بر جوانه‌زنی تعدادی از ارقام کلزا مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر تنش شوری حاصل از غلظت‌های مختلف کلرید سدیم بر جوانه‌زنی بذور چند رقم کلزا، آزمایشی در آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، در سال ۱۳۹۲ آزمایشی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور اول ارقام کلزا در سه سطح شامل هایولا ٤۰۱، آرجی اس۰۰۳ و سین۳ و فاکتور دوم تنش شوری در ٦ سطح شامل ۰، ۳/٤، ٦/۸، ۱۰/۲، ۱۳/٦ و ۱۷ دسی‌زیمنس بر متر بود که از نمک خالص کلرید سدیم حاصل شد و با استفاده از فرمول وانت‌هوف (Kornejadi et al., 2004) میزان نمک مورد نیاز برای تهیه محلول‌های شور با هدایت الکتریکی مورد نظر، تعیین گردید.

$$\Psi = -miRT$$

که، Ψ =پتانسیل اسمزی بر حسب بار، m = مولاریته محلول، i =ضریب یونیزاسیون، R = ثابت گازها (۰۰۸۳۱٤) و T = دما برحسب درجه کلوین می‌باشد.

تعداد ۵۰ بذر یکنواخت انتخاب و با آب مقطر شسته شده و سپس با هیپوکلریت سدیم پنج درصد ضدعفونی شدند. پس از شستشوی مجدد با آب مقطر بذور در ظروف پتری (به قطر ۹ سانتی‌متر و ارتفاع ۱/۵ سانتی‌متر) مابین دو عدد کاغذ صافی واتمن قرار گرفتند. به هر پتری ۷ تا ۱۰ میلی‌لیتر از محلول‌های مورد نظر اضافه گشت و در ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. هر روز بذور از نظر جوانه‌زنی و نیاز به تعویض کاغذ و افزودن محلول مورد بررسی قرار گرفتند. پس از گذشت ۷ روز، درصد جوانه‌زنی بذر طبق روش‌های استاندارد ایستا (Ista, 1993) و با فرمول n/N * 100 مشخص شد.

که، n: تعداد بذور جوانه زده و N: تعداد کل بذور

پس از تعیین درصد جوانه‌زنی، از هر ظرف پتری ۱۰ گیاهچه به طور تصادفی انتخاب و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه آن‌ها با خط‌کش اندازه گیری شد. همچنین وزن گیاهچه‌های فوق با استفاده از نرازوی با دقت صدم میلی‌گرم اندازه‌گیری شد.

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها نیز با آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت. برای رسم شکل‌ها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین ارقام مختلف و سطوح شوری برای تمام صفات مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. اثر متقابل دو فاکتور فقط برای درصد جوانه‌زنی و وزن گیاهچه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که طول ساقه‌چه تحت تأثیر غلظت‌های نمک قرار گرفت و با افزایش میزان غلظت نمک به میزان ۳/٤ دسی‌زیمنس بر متر طول ساقه‌چه افزایش پیدا کرد، بطوریکه بیشترین میزان طول ساقه‌چه (۲/۲٦ میلی‌متر) در این غلظت مشاهده شد، اما این افزایش از نظر آماری با شاهد اختلاف معنی‌داری نشان نداد. این نتایج همچنین حاکی از این بود که با افزایش غلظت نمک از طول ساقه‌چه‌های کلزا کاسته شد، به نحوی که در دو غلظت ۱۳/٦ و ۱۷ دسی‌زیمنس بر متر، به‌ترتیب با متوسط ۰/٤۸ و ۰/۳۲ میلی‌متر، کمترین میزان طول ساقه‌چه مشاهده شد (جدول ۲). بیشترین میزان کاهش طول ساقه‌چه در مقایسه با شاهد (۸۳ درصد) در غلظت ۱۷ دسی‌زیمنس بر متر بوقوع پیوست، در حالیکه در غلظت ۳/٤ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به شاهد، افزایش حدود ۱۷ درصدی مشاهده شد. سایر سطوح شوری نیز کاهش ۲۵ تا ۷۵ درصدی را در مقایسه با شاهد نشان دادند. مقایسه میانگین‌های ارقام مورد بررسی نشان داد که کمترین طول ساقه‌چه در رقم آرجی اس۰۰۳ با میانگین ۰/٤۲ میلی‌متر مشاهده شد و حال آنکه دو رقم سین۳ و هایولا٤۰۱ تفاوت معنی‌داری با یکدیگر از نظر طول ساقه‌چه نداشتند (جدول ۳).

جدول ۱: تجزیه واریانس صفات جوانه‌زنی ارقام کلزا در سطوح مختلف شوری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	درصد جوانه‌زنی	وزن گیاهچه
رقم	۲	٦/۰۲**	۳/۷٤**	۱۷۱۰۷/۱۱**	۲۱۰۷**
شوری	۵	۳/٦٤**	٤/۸٤**	۱۸۷۵/۹۱**	۵۹۱/٤۷**
رقم × شوری	۱۰	۰/٤٤^{ns}	۰/۳۷ ^{ns}	۲۷۹/۱۱**	۱۵۰/۰۷**
خطا	۳٦	۰/۲۱	۰/٤۱	۳۵/۵٦	۲٦/٤٤
ضریب تغییرات(درصد)		۳٦/۸۷	۵۵/٦۷	۱۰/۹۵	۳۰/۲۵

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۲: مقایسه میانگین صفات در سطوح مختلف شوری

سطوح مختلف شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	درصد جوانه‌زنی	وزن گیاهچه (میلی‌گرم)
۰	۱/۹۳^{ab}	۲/٤^{a}	۷٤/۳۳^{a}	۱۸/٦۷^{bc}
۳/٤	۲/۲٦^{a}	۱/۹۷^{a}	٦۷/۳۳^{b}	۳۱/۳۳^{a}
٦/۸	۱/٤۳^{c}	۱/۲٤^{b}	٦۲/۳۳^{c}	۲۲/٦۷^{b}
۱۰/۲	۱/۰۱^{c}	۰/۷۸^{bc}	۵۵/٦۷ ^{c}	۱۷/٦۷ ^{c}
۱۳/٦	۰/٤۸^{d}	۰/۳۲ ^{cd}	۳۹^{d}	۷^{d}
۱۷/۰	۰/۳۲^{d}	۰/۱٦^{d}	۲۸^{e}	٤/٦۷^{d}
LSD5%	۰/٤٤	۰/٦۱	۵/۷۰	٤/۹۲

حروف مشترک در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

جدول ۳: مقایسه میانگین صفات در ارقام مورد مطالعه

ژنوتیپ	طول ساقه چه (میلی‌متر)	طول ریشه چه (میلی‌متر)	درصد جوانه‌زنی	وزن گیاهچه (میلی‌گرم)
سین ۳	۱/٦۲[a]	۱/۲۲[b]	۷۹/۳۳[a]	۱٦/٦۷[b]
آرجی اس۰۰۳	۰/٤۲[b]	۰/۵۵[c]	۱۱/۰۰[c]	۳/۸۳[c]
هایولا٤۰۱	۱/٦۷[a]	۱/٦٦[a]	۷۳[b]	۳۰/۳۳[a]
LSD5%	۰/۳۱	۰/٤۳	٤/۰۳	۳/٤۸

حروف مشترک در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

جدول ٤: تجزیه رگرسیون برای صفات مختلف مرتبط با جوانه‌زنی در سطوح مختلف شوری

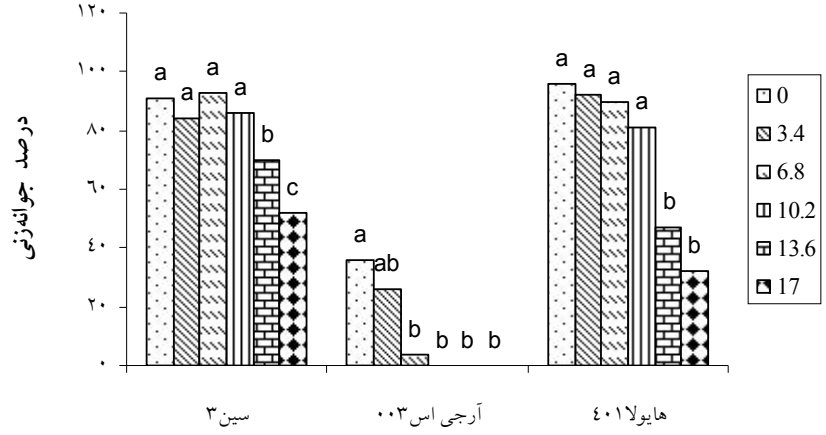
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	درصد جوانه‌زنی	وزن گیاهچه
شوری	۵	۱/۲۱[**]	۱/٦۱[**]	٦۲۵/۳[**]	۱۹۷/۱٦[**]
رگرسیون خطی	۱	۵/٤۵[**]	۷/۸۳[**]	۲۹۸٦/۹۸[**]	٦۲۵/۸۳[**]
انحراف از خطی	٤	۰/۱۵	۰/۰٦	۳٤/۸۸	۸۹/۹۹[**]
درجه ۲	۱	۰/۰۳	۰/۱۵	۱۰۵/۸۲[**]	۱٦٤/۰۲[**]
انحراف از درجه ۲	۳	۰/۱۹	۰/۰۳	۱۱/۲۳	٦۵/۳۱
خطا	۱۲	۰/۰۸	۰/۰۳	۱۳/۸	۹/۲٦
ضریب رگرسیون خطی		-۰/۱۲	-۰/۱٤	-۲/۷۲	-۱/۲٤
ضریب تبین		٪۹۰	٪۹۷	٪۹٦	٪٦۳

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

مقایسه میانگین‌های طول ریشه‌چه نیز بیانگر تأثیر غلظت‌های مختلف نمک بر روی این صفت بود. این نتایج نشان داد که بیشترین طول ریشه‌چه (۲/٤ میلی‌متر) مربوط به تیمار شاهد بود و با افزایش غلظت نمک به‌طور معنی‌داری از طول ریشه‌چه کاسته شد، به‌طوری‌که در غلظت ۱۷ دسی‌زیمنس بر متر کمترین میزان طول ریشه‌چه (۰/۱٦ میلی‌متر) مشاهده گردید (جدول ۲). این صفت در مقایسه با شاهد در تمام سطوح شوری دچار کاهش شد، بطوریکه در غلظت ۳/٤ دسی‌زیمنس بر متر کاهش ۱۸ درصدی و در غلظت ۱۷ دسی‌زیمنس بر متر کاهش ۹٤ درصدی مشاهده شد. همچنین نتایج مقایسه میانگین‌های طول ریشه‌چه در ارقام مختلف نشان داد که رقم آرجی اس۰۰۳ کمترین میزان طول ریشه‌چه (۰/۵۵ میلی‌متر) را داشت (جدول ۳).

نتایج بررسی تأثیر سطوح شوری بر درصد جوانه‌زنی نشان داد که این صفت به طور معنی‌داری تحت تأثیر غلظت‌های مختلف کلرید سدیم کاهش پیدا کرد، بطوریکه بیشترین میزان جوانه‌زنی (۷٤/۳۳ درصد) مربوط به تیمار شاهد بود. غلظت‌های ۱۳/٦ و ۱۷ دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب با ۳۹ و ۲۸ درصد جوانه‌زنی، بیشترین تأثیر را بر کاهش درصد جوانه‌زنی داشتند (جدول ۲). میزان کاهش درصد جوانه‌زنی در سطوح مختلف شوری از ۹ درصد در غلظت ۳/٤ دسی‌زیمنس بر متر تا حدود ٦۲ درصد در غلظت ۱۷ دسی‌زیمنس بر متر متغیر بود. از طرف دیگر، درصد جوانه‌زنی در ارقام مورد مطالعه نیز به‌طور معنی‌داری متفاوت بود و نتایج مبین تأثیر کمتر شوری بر درصد جوانه‌زنی در دو رقم سین۳ و هایولا٤۰۱ با متوسط ۷۹/۳۳ و ۷۳ درصد جوانه‌زنی بود (جدول ۳). بررسی اثرات ساده شوری در هر سطح رقم نشان داد که از نظر درصد جوانه‌زنی، در دو رقم سین۳ و هایولا ٤۰۱، بین سطوح ۰، ۳/٤، ٦/۸ و ۱۰/۲

دسی‌زیمنس بر متر اختلاف معنی‌داری از نظر آماری وجود نداشت، حال آنکه برای رقم آرجی اس۰۰۳ نیز با وجود آنکه بین سطوح ۰ و ۳/٤ دسی‌زیمنس بر متر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، در سطوح ۱۰/۲، ۱۳/٦ و ۱۷ دسی‌زیمنس بر متر شوری، هیچکدام از بذور جوانه نزدند (شکل ۱). این نتیجه برخلاف نتیجه تحقیق گل (Gul, 2003) بود که در بررسی عکس‌العمل جوانه‌زنی ۱۲ رقم کلزا به شوری مشاهده کرد، تمام ارقام، قادر به جوانه‌زنی تا شوری بالاتر از ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر بودند.

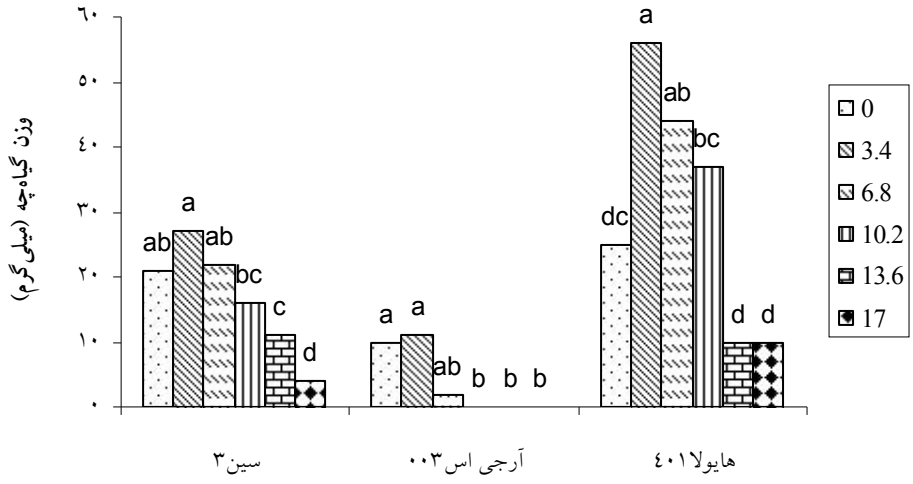


ژنوتیپ

شکل ۱: مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح شوری و رقم بر درصد جوانه‌زنی

حروف مشترک ستون‌های مربوط به هر ژنوتیپ بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین سطوح شوری براساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

مقایسه میانگین‌های صفت وزن گیاهچه در غلظت‌های مختلف شوری نشان داد که با افزایش غلظت نمک تا میزان ۳/٤ دسی‌زیمنس بر متر وزن گیاهچه افزایش یافت و بیشترین میزان وزن گیاهچه (۳۱/۳۳ میلی‌گرم) مربوط به غلظت ۳/٤ دسی‌زیمنس بر متر کلرید سدیم بود، اما به تدریج با افزایش غلظت کلرید سدیم از این مقدار، وزن گیاهچه‌ها رو به کاهش نهاد، بطوری که وزن گیاهچه‌ها در غلظت‌های ۰ (تیمار شاهد)، ٦/۸ و ۱۰/۲ دسی‌زیمنس بر متر کلرید سدیم از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. با ادامه افزایش غلظت نمک وزن گیاهچه‌ها کاهش شدیدتری نشان داد و در غلظت‌های ۱۳/٦ و ۱۷ دسی‌زیمنس بر متر در یک گروه آماری قرار گرفتند و کمترین مقدار را نشان دادند (جدول ۲). بیشترین میزان کاهش وزن گیاهچه در تیمارهای شوری در مقایسه با شاهد مربوط به غلظت ۱۷ دسی‌زیمنس بر متر با حدود ۷۵ درصد کاهش بود. مقایسه میانگین‌های وزن گیاهچه در ارقام مختلف نشان داد که رقم آرجی اس۰۰۳ با متوسط وزن ۳/۸۳ میلی‌گرم کمترین وزن گیاهچه را داشت (جدول ۳). بررسی اثر ساده شوری در هر سطح رقم نشان داد که در هر سه رقم مورد مطالعه بیشترین و کمترین میزان وزن گیاهچه به ترتیب مربوط به تیمار ۳/٤ و ۱۷ دسی‌زیمنس بر متر بود. در ارقام آرجی اس۰۰۳ و سین۳، سطح ۳/٤ دسی‌زیمنس بر متر اختلاف معنی‌داری با سطوح ۰ و ٦/۸ دسی‌زیمنس بر متر نداشت. در حالیکه در رقم هایولا٤۰۱، میزان وزن گیاهچه در تیمارهای شوری در مقایسه با دو رقم دیگر بیشتر بود و همچنین بین سطوح ۳/٤ و ٦/۸ اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۲).



ژنوتیپ

شکل ۲: مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح شوری و رقم بر وزن گیاهچه

حروف مشترک ستون‌های مربوط به هر ژنوتیپ بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین سطوح شوری براساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

نتایج بررسی روند تغییرات صفات اندازه‌گیری شده با غلظت‌های مختلف نمک حاکی از وجود رابطه خطی بین سطوح شوری و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه بود. به عبارت دیگر با افزایش سطح شوری طول ریشه‌چه و ساقه‌چه به طور خطی کاهش یافت. ضریب تبین برای این دو صفت به ترتیب برابر با ۹۰ و ۹۷ درصد بود، که بیانگر توجیه قسمت اعظم روابط بین متغیر سطوح شوری و دو صفت طول ریشه‌چه و ساقه‌چه به صورت خطی می‌باشد. برای دو صفت درصد جوانه‌زنی و وزن گیاهچه علاوه بر رابطه خطی، رابطه درجه دوم نیز وجود داشت (جدول ٤). البته نکته بسیار حائز اهمیت این است که در مطالعه روند تغییرات ابتدا بایستی بررسی گردد که چه مقدار از تغییرات متغیر وابسته (صفات اندازه‌گیری شده) به وسیله یک رابطه خطی با متغیر مستقل (غلظت‌های نمک) توجیه می‌شود و سپس بررسی گردد که چه مقدار از تغییرات توسط روابط غیر خطی تبین می‌شود (Yazdi Samadi, 1997). در مورد درصد جوانه‌زنی علی‌رغم وجود رابطه معنی‌دار درجه دوم، قسمت اعظم تغییرات (۹٦ درصد) بوسیله رابطه خطی توجیه شد، ولی در مورد وزن گیاهچه، رابطه خطی فقط ٦۳ درصد تغییرات این متغیر را تبین نمود و از این رو بررسی روند تغییرات این متغیر و نوع رابطه آن با سطوح شوری نیاز به مطالعات تکمیلی در آینده دارد. در تطابق با نتایج تحقیق حاضر، راحمی کاریزکی (Rahemi Karizaki, 2014) با استفاده از تجزیه رگرسیونی نشان داد که بین وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک کل گیاهچه، درصد جوانه‌زنی و تعداد گیاهچه‌های نرمال با شوری یک رابطه خطی و معنی‌دار وجود داشت که حداقل بالای ۸۱ درصد تغییرات در این صفات را توجیه می‌کرد. در مورد صفت وزن گیاهچه، همانطور که در شکل ۲ ملاحظه می‌شود، در هر سه رقم مورد مطالعه، با افزایش شوری تا ۳/٤ دسی‌زیمنس بر متر، میزان این صفت افزایش یافت، هرچند در دو رقم سین۳ و آرجی‌اس۰۰۳ این اختلاف معنی‌دار نبود. در تطابق با این نتیجه مهرابی و همکاران (Mehrabi et al., 2015) نشان دادند که وزن خشک گیاهچه‌های ارقام کلزا در شوری ۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌مول در لیتر در مقایسه با شاهد بیشتر بود. همچنین چپارزاده و زرندی میاندوآب (Chaparzadeh and

(Zarandi Miandoab, 2011) نشان دادند که وزن خشک بخش هوایی دو رقم کلزا تغییر معنی‌داری در شرایط شور پیدا نکرد و حتی شوری پایین باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک بخش هوایی در رقم ساری‌گل شد. گونه‌های مختلف جنس *Brassica* از نظر سازگاری به شرایط محیطی متفاوت عمل می‌کنند؛ به‌طوری که گونه *Brassica napus* به عنوان گونه مقاوم به تنش شوری شناخته شده است (Mohamed et al., 2006). شوری ملایم موجب افزایش هدایت روزنه‌ای و افزایش تثبیت CO_2 می‌شود، که می‌تواند یکی از دلایل افزایش رشد گیاهان در این شرایط باشد (Plessi et al., 2007).

در تحقیق حاضر غلظت‌های مختلف کلرید سدیم بر روی صفات مرتبط با جوانه‌زنی بذور کلزا اثر معنی‌داری نشان دادند. نتایج پژوهشگران دیگر (Gul, 2003; Valdiani et al., 2005; Eslami, 2008; Saied et al., 2007; Noreen and Ashraf, 2008; Puppala et al., 1999; Jamil et al., 2005) نیز حاکی از تأثیر معنی‌دار غلظت نمک بر روی صفات مختلف در مرحله جوانه‌زنی در ارقام کلزا می‌باشد. در مطالعه حاضر مشاهده گردید که با افزایش سطوح مختلف شوری، میزان جوانه‌زنی و سایر صفات مرتبط با آن در ارقام مورد مطالعه کاهش معنی‌داری یافتند. در تطابق با این نتایج، جمیل و همکاران (Jamil et al., 2005) در مطالعه گونه‌های مختلف جنس *Brassica*، کاهش درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و همچنین وزن ریشه‌چه و ساقه‌چه تر را در غلظت ۱٤/۱ دسی‌زیمنس بر متر گزارش کردند. همچنین نورن و اشرف (Noreen and Ashraf, 2008) نشان دادند که افزایش غلظت نمک سبب کاهش درصد جوانه‌زنی و همچنین وزن خشک گیاهچه می‌گردد. همچنین در تطابق با نتیجه تحقیق حاضر مبنی بر کاهش معنی‌دار صفات مورد مطالعه در غلظت‌های ۱۳/٦ و ۱۷ دسی‌زیمنس بر متر، سعید و همکاران (Saied et al., 2007) نشان دادند که در غلظت ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر شوری حاصل از ترکیب کلرید سدیم و کلرید کلسیم ($CaCl_2$)، درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد. همچنین هاداس (Hadas, 1977) اظهار داشته است که میزان جوانه‌زنی با کاهش حرکت آب به درون بذور در خلال مراحل اولیه جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. سایر محققین نیز اعلام کردند که افزایش غلظت نمک در مرحله جوانه‌زنی اغلب در نتیجه به هم خوردن تبادل اسمزی و یا سمیت یونی ناشی از نمک ممکن است سبب کاهش درصد جوانه‌زنی و یا به تعویق افتادن آن شود (Basalah, 1991; Waisel, 1972). همچنین برنستین (Bernstein, 1974) گزارش کرد که عدم موفقیت در جوانه‌زنی بذور در شرایط خاک‌های شور اغلب نتیجه غلظت‌های بالای نمک در ناحیه کشت بذر به دلیل حرکت رو به بالای محلول نمک و در نتیجه تبخیر از سطح خاک می‌باشد. نتایج این بررسی همچنین با یافته‌های بایبوردی و طباطبایی (Bybordi and Tabatabaei, 2009) و تانکتورک و همکاران (Tunçtürk et al., 2011) که نشان دادند در ارقام کلزا تنش شوری باعث کاهش وزن خشک و تر ریشه‌چه گردید، مطابقت داشت. در توجیه تأثیر شوری بر صفات گیاهچه، تورهان و ایاز (Turhan and Ayaz, 2004) اظهار داشتند که افزایش سطوح شوری با اثر بر روی تقسیم سلولی و متابولیسم گیاه، جوانه‌زنی گیاهچه را کاهش داد و اثر بازدارندگی کلرید سدیم بر جوانه‌زنی را به جذب یون‌های کلر و سدیم توسط هیپوکوتیل نسبت دادند. بایبوردی و طباطبایی (Bybordi and Tabatabaei, 2009) اعلام کردند که کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی با کاهش جذب آب توسط بذر در مرحله آبگیری و تورژسانس ارتباط دارد. یکی از اثرات تنش شوری کاهش رشد سلول است که در نتیجه آن اندازه اندام محدود می‌شود. بنابراین اولین اثر محسوس کم‌آبی ناشی از شوری بر روی گیاهان، اندازه کوچک‌تر ساقه‌چه و برگ‌های اولیه و یا ارتفاع گیاهان است (Puppala et al., 1999). همچنین نوع فعالیت‌های اندام‌هایی که در زمینه سنتز مواد فعالیت دارند و نوع ترکیبات آنها،

تحت تأثیر کم‌آبی ناشی از شوری، تغییر می‌کند. به همین دلیل است که برگ گیاهان دچار تنش آبی، از برگ گیاهان طبیعی به مراتب لطیف‌تر است. این واکنش گیاهان، یک مکانیزم دفاعی است، زیرا سلول‌هایی که ضخامت دیواره آنها کمتر است (مانند سلول‌های کوچک و مریستمی)، معمولاً مقاومت بیشتری نسبت به کم‌آبی در مقایسه با سلول‌های بزرگتر نشان می‌دهند (Boem et al., 1994). شاید یکی از دلایل تحمل به شوری بیشتر در رقم هایولا۴۰۱ ناشی از همین امر باشد.

طول ریشه‌چه و ساقه‌چه از مهمترین عوامل موثر بر مقاومت در برابر شوری می‌باشند، زیرا ریشه به صورت مستقیم با خاک و جذب آب از خاک ارتباط دارد و ساقه نیز تغذیه قسمت‌های دیگر گیاه را بر عهده دارد. به همین دلیل طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در واکنش گیاهان در مقابل شوری تغییر می‌یابد (Jamil and Rha, 2004). دلیل کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه تحت تأثیر سطوح شوری، ممکن است ناشی از اثرات سمی نمک استفاده شده، به هم خوردن تبادل جذب مواد غذایی و به بیانی دیگر جذب کم عناصر ضروری باشد (Jamil et al., 2005). غلظت‌های بالا ممکن است بر طویل شدن طول ریشه‌چه و ساقه‌چه اثر داشته باشند، که این امر می‌تواند ناشی از سرعت پایین جذب آب توسط گیاه باشد (Werner and Finkelstein, 1995). در تطابق با نتیجه تحقیق حاضر مبنی بر کاهش طول ساقه‌چه و ریشه‌چه تحت تأثیر شوری، ولدیانی و همکاران (Valdiani et al., 2005) نشان دادند که با افزایش شوری، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در تمام ارقام مورد مطالعه کاهش یافت و اختلاف این دو صفت در شوری ۸ میلی‌موس بر سانتی‌متر و بالاتر با تیمار شاهد کاملاً معنی‌دار بود. وزن تر گیاهچه نیز در این تحقیق بطور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای شوری کاهش نشان داد. جمیل و همکاران (Jamil et al., 2005) استدلال کرده‌اند که در گیاهان به دلیل افزایش نسبی غلظت یون Na^+ کاهش وزن تر در آنها مشاهده می‌شود. با این وجود شانون و همکاران (Shannon et al., 2000) اظهار کرده‌اند که چون وزن خشک همانند وزن تر در نتیجه تأثیر شوری کاهش پیدا نمی‌کند، کاهش رشد در نتیجه اثرا اسمزی خواهد بود.

همان‌طور که ملاحظه گردید صفات مورد مطالعه به طور یکسان تحت تاثیر شوری قرار نگرفتند. برای فعالیت‌های حیاتی و به دنبال آن جوانه‌زنی بایستی آب به میزان کافی توسط بذر جذب شود. چنانچه جذب آب دچار اختلال شود و یا به کندی صورت گیرد، فعالیت‌های داخلی بذر نیز به آرامی صورت گرفته و مدت زمان خروج ریشه‌چه از بذر افزایش می‌یابد که دلیل آن را می‌توان نتیجه افزایش پتانسیل اسمزی محیط کشت (Sedgali Zanani et al., 2010) و همچنین از طریق اثرات سمیت یونی مانند کلر و سدیم دانست که بر روی فعل‌وانفعالات حیاتی بذر اثر می‌گذارد و مانع فعالیت‌های طبیعی گیاهچه می‌شود (Etesami and Galeshi, 2008). مکانیزم‌های فیزیولوژیکی مختلفی برای مقابله با تنش‌ها وجود دارد و در مورد تحمل به شوری مشخص شده است که ادامه زندگی سلول به تعادل اسمزی بر پایه تبادلات یونی بین و درون سلول استوار است. در حضور نمک امکان له شدن و یا پاره شدن سلول وجود دارد. به نظر می‌رسد که سلول توانایی انجام تبادلات یونی به منظور مقابله با حضور نمک را داشته باشد، اما این امر با صرف مقداری انرژی همراه است. مشخص شده است که یک پروتئین ۷۰ کیلودالتونی در تونوپلاست وجود دارد که مسئول فعال کردن تبادلات یونی می‌باشد؛ این پروتئین اجازه تبادلات یونی را در تونوپلاست با صرف مقداری انرژی می‌دهد (Noreen and Ashraf, 2008).

در تحقیق حاضر، میزان کاهش طول ریشه‌چه در نتیجه تنش شوری در مقایسه با کاهش طول ساقه‌چه بیشتر بود، در تطابق با این نتیجه، نور و همکاران (Noor et al., 2001) نشان دادند که در گیاه پنبه صفت طول ریشه‌چه

تأثیرپذیری بیشتری نسبت به طول ساقه‌چه داشت و تحت شرایط تنش شوری عملکرد هورمون سیتوکینین در ریشه‌چه متوقف می‌شود، بنابراین نتیجه گرفتند که طول ریشه‌چه حساس‌ترین قسمت گیاه نسبت به تنش شوری است و معیار مناسبی برای اندازه‌گیری تحمل به تنش شوری در گیاهان مختلف است. اسلامی و همکاران (Eslami, 2008) نیز نشان دادند که طول ریشه‌چه در مقایسه با طول ساقه‌چه عکس‌العمل بیشتری نسبت به شوری نشان داد. جمیل و همکاران (Jamil et al., 2006) بیان داشتند که با توجه به اینکه ریشه در تماس مستقیم با خاک است و آب را از خاک جذب می‌کند و ساقه آن را به سایر قسمت‌های گیاه می‌رساند، طول ریشه و ساقه مهمترین صفات در ارزیابی تنش شوری هستند. ایشان همچنین اظهار داشته‌اند که شوری می‌تواند به سرعت جلوی رشد ریشه را گرفته و ظرفیت جذب آب و عناصر غذایی ضروری را کاهش دهد. در مجموع، با افزایش شوری محلول، جذب آب توسط بذر دچار اختلال شده، ترشح هورمون‌ها و فعالیت آنزیم‌ها کمتر شده و در نتیجه رشد گیاهی دچار کاهش می‌شود (Rahemi Karizaki, 2014).

نتیجه‌گیری نهایی

به‌طور کلی از نتایج این تحقیق، تأثیر بسیار معنی‌دار غلظت‌های مختلف کلرید سدیم بر روی درصد جوانه‌زنی، وزن گیاهچه و طول ریشه‌چه و گیاهچه در مرحله جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه مشاهده شد. همچنین ارقام مورد مطالعه از نظر میزان تحمل به شوری درجات متفاوتی را نشان دادند، به طوریکه رقم آرجی اس۰۰۳ از نظر هر چهار صفت در پایین‌ترین سطح تحمل بود و بعد از آن به ترتیب ارقام سین۳ و هایولا٤٠١ قرار داشتند. بنابراین رقم هایولا٤٠١، متحمل‌ترین رقم به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی بود و می‌توان از آن برای پژوهش‌های بعدی جهت بررسی مکانیسم تحمل این گیاه به شوری و همچنین اصلاح کلاسیک و جداسازی ژن‌های مؤثر در تحمل به شوری استفاده کرد.

References

Ashraf, M. and Waheed, A. 1993. Screening of local/exotic accessions of lentil (*Lens culinaris* Medic.) for salt tolerance at two growth stages. Plant Soil. 128: 167-176.

Ashraf, M. and Ahmad, S. 1999. Exploitation of intra-specific genetic variation for improvement ofsalt (NaCl) tolerance in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Heredit. 131: 253-256.

Basalah, M.O. 1991. Effect of salinity on seed germination and growth of squash (*Cucubita pepo* L.). Arab Gulf J. Sci. Res. 9: 87-97.

Belkhodja, R., Morales, F., Abadia, A., Gomez-Aparisi, J. and Abadia, J. 1994. Chlorophyll fluorescence as a possible tool for salinity tolerance screening in barley (*Hordeum vulgare* L.). Plant Physiol. 104: 667-673.

Bernstein, L. 1974. Crop growth and salinity. p. 39–54. In: J. van Schiffgaarde (ed.), Drainage for agriculture. Agron. Monogr. 17. ASA, Madison, WI.

Boem, F.H.G, Scheiner, J.D. and Lavadi, R.S. 1994. Some effect of soil salinity on growth, development and yield of rapeseed (*Brassica napus* L.). J. Agron. Crop. Sci. 137: 182 - 187.

Bybordi, A. and Tabatabaei, J. 2009. Effect of salinity stress on germination and seedling properties in canola cultivars (*Brassica napus* L.). Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj. 37 (2): 71-76.

Chaparzadeh, N. and Zarandi Miandoab, L. 2006. The effects of salinity on pigments content and growth of two canola (Brassica napus) cultivars. J. Plant Biol. 3(9):13-26. (In Persian).

Enferad, A., Poustini, K., Majnoun-Hosseeini, N. and Khajeh-Ahmad-Attari, A. 2004. Physiological responses of rapeseed (*Brassica napus* L.) varieties to salinity stress in vegetative growth phase. J. Sci. Tech. Agric. Nat. Res. 7(4): 103-113. (In Persian).

Eslami, S.V., Behdani1, M.A. and Ali, S. 2008. Effect of salinity on germination characteristics and early seedling growth of canola cultivars (*Brassica napus* L.). Environ. Str. Agric. Sci. 1(1): 39-46. (In Persian).

Etesami, M. and Galeshi, S. 2008. A.evaluation reaction of ten genotype of barley in salinity on germination and seedling growth (*Hordeum vulgar* L.). J. Agric. Sci. Natur. Resour., 15(5). (In Persian).

Fowler, J.L. 1991. Interaction of salinity and temperature on the germination of Crambe. Agron. J. 83:169–172.

Gul, H. 2003. Salt tolerance in canola with special reference to its reproductive physiology under saline conditions. PhD Thesis, Department of Botany, University of Karachi.

Gulzar, S. and Ajmalkham, M. 2001. Seed germination of halophyte grass *Aeluropus Lagopoides*. Ann. Bot. 87: 319-324.

Hadas, A. 1977. Water uptake and germination of leguminous seeds in soils of changing matrix and osmotic water potential. J. Exp. Bot. 28: 977-985.

Ista. 1993. Hand book for seedling evaluation. International Seed testing Association (ISTA), Zurich, Switzerland.

Jamil, M. and Rha, E.S. 2004. The effect of salinity (NaCl) on the germination and seedling of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) and cabbage (*Brassica oleracea* L.). Korean J. Plant Res. 7: 226-232.

Jamil, M., Lee, C.C., Rehman, S.U., Lee, D.B., Ashraf, M. and Rha, E.S. 2005. Salinity (NaCl) tolerance of *Brassica* species at germination and early seedling growth. Elec. J. Env. Agric. Foo. Chem. 4: 970-976.

Jamil, M., Lee, D., Jung, K.Y., Ashraf, M., Lee, S.C., Rha, E.S., 2006. Effect of salt stress on germination and early seedling growth of four vegetables species. J. Cent. Eur. Agric. 7, 273-282.

Jeannette, S., Craig, R. and Lynch, J.P. 2002. Salinity tolerance of *phaseolus* species during germination and early seedling growth. Crop Sci. 42: 1584-1594.

Kafi, M. and Rostami, M. 2008. Yield characteristics and oil content of three safflower (*Carthamus tinctorius*) cultivars under drought in reproductive stage and irrigation with saline water. Iranian J. Field crops Res. 5:121-132. (In Persian).

Khajepoor, M. 2004. Industrial plants. Industrial University of Isfahan. 564 p. (In Persian).

Kingsbury, R.W. and Epstein, E. 1984. Selection for salt resistance spring wheat. Crop Sci. 4: 310-315.

Mass, E.V. and Hoffman, G.J. 1977. Crop salt tolerance: Current assessment. J. Irrig. Drainage Div., Am. Soc. Civ. Eng. 103:115–134.

Mehrabi, A.A., Omidi, M., Tabatabaei, B. and Safari, Z. 2015. Effect of abscisic acid on seed germination, callus culture and somatic embryogenesis of rapeseed (*Brassica napus* L.) genotypes under salinity stress. J. Plant Ecophys. 7: 142-160. (In Persian).

Mer, R.K., Prajith, P.K., Pandya, D.H. and Dandey, A.N. 2000. Growth of young plants of *Hordeum vulgare, Triticum aestivum, cicer aritinume* and *Brassica junceaa*. J. Agro. Crop Sci. 185: 209-217.

Mohamed, A.M., Raldugina, G.N., Kholodova, V.P. and Kuznetsov, V. 2006. Osmolyte accumulation in different rape genotypes under sodium chloride salinity. Russian J. Plant Phys. 53: 649-655.

Mohammadi, G.R. 2009. The Influence of NaCl Priming on Seed Germination and Seedling Growth of Canola (*Brassica napus* L.) Under Salinity Conditions. American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci. 5(5): 696-700.

Noor, E., Azhar, F.M. and Khan, A.L. 2001. Differences in responses of gossypium hirsutum L. varieties to NaCl salinity at seedling stage. Int. J. Agri. Biol. 3(4): 345-347.

Noreen, Z. and Ashraf, M. 2008. Inter and intra specific variation for salt tolerance turnip (*Brassica rapa* L.) and radish (*Brassica sativus* L.) at the initial growth stages. Pak. J. Bot. 40: 229-236.

Omidia. H., Khazaeib, F., Hamzi Alvanaghc, S. and Heidari-Sharifabad H. 2009. Improvement of seed germination traits in canola (*Brassica napus* L.) as affected by saline and drought stresses. Plant Ecophys. 3:151-158.

Rahemi Karizaki, A. 2014. Evaluation tolerance to salinity levels in rapeseed cultivars in germination and seedlings early growth. Seed Res. J. 4(3): 1-9.

Raeisi, S. 1994. A preliminary study of canola cultivars in Gorgan and Gonbad. Third Congress of Crop Sciences, Tabriz, Iran 1 to 7 September.

Plessi, M., Bertelli, D., Albasini, A. 2007. Distribution of metals and phenolic compounds as a criterion to evaluate variety of berries and related jams. Food Chem. 100: 419-427.

Puppala, N., Fowler, J.L., Poindexter, L. and Bhardwaj, H.L. 1999. Evaluation of salinity tolerance of canola germination. p. 251–253. In: J. Janick (ed.), Perspectives on new crops and new uses. ASHS Press, Alexandria, VA.

Saied, M.S., Farahbakhsh, H. and Maghsoodi Mude, A.A. 2007. Effects of salt stress on germination, vegetative growth and some physiological characteristics of canola. J. Sci. Technol. Agric. Natur. Resour. 11: 195-213.

Sedgali Zanani, M., Nezami, T., Habibi, D. and Khorshidi, M.B. 2010. Effect of quantitave and qualitative performance of four canola cultivars to salinity conditions. Adv. Env.Biol. 4(3): 422-427.

Shannon, M.C., Grieve, C.M., Lesch, S.M. and Draper, J.H. 2000. Analysis of salt tolerance in nine leafy vegetables irrigated with saline drainage water. J. Am. Soc, Hort. Sci. 125: .658-664.

Tunçtürk, M., Tunçtürk, R., Yildirim, B. and Çiftçi, V. 2011. Changes of micronutrients, dry weight and plant development in canola (*Brassica napus* L.) cultivars under salt stress. Afr. J. Biotechnol. 10(19): 3726-3730.

Turhan, H. and Ayaz, C. 2004. Effect of salinity on seedling emergence and growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars. Int. J. Agri. Biol. 6(1): 149–152.

Ulfat, M., Athar, H.R., Ashraf, M., Akramand, N.A. and Jamil, A. 2007. Appraisal of physiological and biochemical selection criteria for evaluation of salt tolerance in canola (*Brassica napus* L.). Pak. J. Bot., 39: 1593-1608.

Valdiani, A.R., Hassanzadeh, A. and Tajbakhsh, M. 2005. Study on the effects of salt stress in germination and embryo growth stages of the four prolific and new cultivars of winter rapeseed (*Brassica napus* L.). Paj. Saz. 66: 23-32

Waisel, Y. 1972. Biology of halophytes . Academic Press, New York and London.

Werner, J.E. and Finkelstein, R.R. 1995. Arabidopsis mutants with reduced response to NaCl and osmotic stress. Physiol. Plant. 93: 659-666.

Yazdi Samadi, B., A.M, Rezaei and M, Valizadeh. 1997. Statistical designs in agricultural research. Tehran University Press, 764 p.