بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی ارقام مختلف کلزا (*Brassica napus* L.)

فرید عباس زاده[۱]، رضا رضایی سوخت آبندانی[*۲]

۱. دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زراعت، بجنورد، ایران

۲. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، عضو استعدادهای درخشان باشگاه پژوهشگران جوان، گروه زراعت، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۱/۰۷ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۶/۲۸**

چکیده

به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر کلزا، آزمایشی در سال ۱۳۸۹ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل ۷ واریته (زرفام، ساری‌گل، لاین۱۸، لاین۱٤، RGS003، لاین ۱۱۱و هایولا ٤۰۱) و چهار میزان شوری (شاهد، ٤، ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر) بود. صفات مورد بررسی شامل درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن تر و خشک گیاهچه بودند. نتایج نشان داد که با افزایش سطح شوری درصد جوانه‌زنی و مولفه‌های جوانه‌زنی روند کاهشی داشتند، به طوری که اعمال تنش شوری از ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر درصد جوانه‌زنی را از ۲۳/۷٦ درصد به ۲۱/٦۲ و ۲۱/۰۵ درصد در تیمار شاهد (آب مقطر) کاهش داد. میزان جوانه‌زنی بذر در شوری ٤ دسی زیمنس بر متر ۲۲/۸٦ درصد بود. سرعت جوانه‌زنی تیمارهای صفر، ٤، ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر به ترتیب برابر ۱۱/۸٤، ۱۰/۵۲، ۸/۵۷ و ۷/۸۷ (تعداد بذر در روز) حاصل شد. با افزایش شوری طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، درصد و سرعت جوانه‌زنی و وزن تر گیاهچه کاسته شد به طوری که در شوری بیش از ۱۲ دسی زیمنس بر متر متوقف گردید. در حالی که بیشترین طول ریشه‌چه در تیمار شاهد برابر با ۵۲/۷٦ سانتی‌متر و کمترین آن در شوری ٤ و ۸ دسی زیمنس بر متر به ترتیب برابر ۳۹/۸۱ و ۳۷/٤٤ سانتی متر کاهش یافت.

واژگان کلیدی: ارقام، جوانه‌زنی، شوری، کلزا

مقدمه

تنش‌های محیطی مثل خشکی و شوری عامل محدود کننده‌ای در نمو گیاهان بوده و باعث کاهش عملکرد آن‌ها می‌شوند. افزایش جمعیت جهان، روند کاهش منابع آب شیرین و شور شدن زمین‌های زراعی بررسی امکان ایجاد گیاهان متحمل در شرایط نامناسب محیطی را ضروری ساخته است (Akbari Moghaddam et al., 2011). همچنین شوری از طریق کاهش پتانسیل آب و سمیت یون‌های خاص از قبیل سدیم و کلر و کاهش یون‌های غذایی مورد نیاز از قبیل کلسیم و پتاسیم بر جوانه‌زنی بذور و رشد آنان تأثیر می‌گذارد (Ghoulam and Fares, 2001). بر این اساس بالغ بر ۸۰۰ میلیون هکتار از

Email:Rezaei9533@yahoo.com

خشکی‌های دنیا تحت تنش شوری می‌باشد، که از میان ۱۵ درصد از خشکی‌های ایران نیز در معرض شوری می‌باشند (Munnas, 2005 ؛Ghassemi et al., 1995).

بذرها برای واکنش به تغییرات شرایط محیطی در طی جوانه‌زنی تکامل یافته‌اند. این سازگاری‌ها عموماً استقرار رضایت بخشی را در محدوده وسیعی از شرایط محیطی تولید می‌کنند، اما کارآیی مطلوب بذر به ندرت به دست می‌آید. بنابراین نیاز است تمام بذرها به سرعت و یکنواخت جوانه بزنند تا استقرار مطلوبی ایجاد شود. بذرهای گیاهان به صورت طبیعی در معرض شوری قرار می‌گیرند که معمولاً این شوری ناشی از حضور کلرورسدیم (NaCl) می‌باشد. شوری زمانی که در محدوده ۰/۸ درصد تا ۲/٤ درصد باشد، یکی از فاکتورهای مهم تنش‌زای محیطی می‌باشد که بر جوانه‌زنی تأثیر می‌گذارد (Khan, 2000). پیشرفت در فناوری بذر، مانند پرایمینگ، منجر به بهبود کارآیی بذر می‌شود. پرایمینگ بذر به عنوان جذب آب به منظور آغاز وقایع اولیه جوانه‌زنی تا قبل از خروج ریشه‌چه و سپس خشک کردن بذر تعریف می‌شود (Farooq et al., 2006).

هدف اصلی پرایمینگ بذر، بهبود کارآیی بذر تحت شرایط محیطی خاص است. کاربردهای عملی پرایمینگ شامل افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی، جوانه‌زنی تحت شرایط محیطی خاص و اصلاح بنیه و رشد گیاهچه می‌باشد (Parera and Cantiffe, 1994). تیمارهای پیش از کاشت بذرها می‌تواند به روش‌های مختلفی از قبیل هیدروپرایمینگ (خیساندن در آب)، اسموپرایمینگ (خیساندن در محلول‌های اسمزی) و استفاده از تنظیم کننده‌های رشد و یا مواد جامد صورت می‌گیرد (Pizzeghello et al., 2001). با وجود این که پرایمینگ ممکن است اثرات مثبت، خنثی و یا منفی روی ظاهر شدن گیاهچه ایجاد نماید (Finch- Savage et al., 2004)، ولی در نواحی نیمه خشک هدف از اجرای پرایمینگ بهبود فعالیت دانه، افزایش درصد جوانه‌زنی، کاهش متوسط زمان جوانه‌زنی (Omidi et al., 2005)، کاهش متوسط زمان ظاهر شدن، افزایش درصد ظاهر شدن مزرعه، استقرار مناسب و بهبود رشد و بنیه گیاهچه، گل‌دهی و رسیدگی زودتر، تحمل بیشتر به خشکی و عملکرد بیشتر گیاه در طیف وسیعی از شرایط مناسب و نامناسب ذکر شده است (Finch- Savage et al., 2004).

(Gutierres et al., 1994) اعلام داشتند که شوری‌های بیشتر از ۱۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر فقط جوانه‌زنی بذر را به تأخیر می‌اندازد ولی بر میزان جوانه‌زنی نهایی کلزا تأثیر معنی‌داری ندارد. به طور کلی شوری باعث کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی و همچنین کاهش رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌گردد (Mirmohamadi Ahmadi and Niazi Ardakani, 2004 ;Mibodi and Ghareyazi, 2002). شوری از طریق کاهش پتانسیل آب و سمیت یون‌های خاص از قبیل سدیم و کلر و کاهش یون‌های غذایی مورد نیاز مثل کلسیم و پتاسیم بر جوانه‌زدن بذور و رشد آنها تأثیر می‌گذارد (Ghoulam and Fares, 2001; Soltani et al., 2001 ؛Leidli et al., 1991). گیاهان مختلف توانایی‌های متفاوتی در محیط‌های شور از خود نشان می‌دهند. تفاوت در قدرت مقاومت به شوری نه تنها در میان جنس‌ها و گونه‌ها بلکه حتی در داخل یک گونه نیز مشاهده می‌شود. میزان کاهش جوانه‌زنی و رشد گیاه تحت شرایط شوری به ترکیب نمک، غلظت نمک و مرحلهٔ رشد گیاه بستگی دارد (Mass, 1989). (Hagghani et al., 2008) بیان نمودند با افزایش شدت شوری درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه ارقام گلرنگ به شدت کاهش یافت و میزان کاهش وزن خشک ریشه‌چه نسبت به وزن خشک ساقه‌چه از شدت کمتری برخوردار بود.

(Tovasolli and Casenave, 2003) اظهار داشتند که پرایمینگ، سرعت جوانه‌زنی بذر پنبه را تحت تنش‌های شوری و دما افزایش داد ولی تأثیر معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی نداشت. هدف از انجام این آزمایش ارزیابی اثرات فیزیولوژیک ارقام

چغندرقند ناشی از تنش شوری کلرورسدیم و کلسیم بر صفات جوانه‌زنی بذر، تعیین ارقام مقاوم به شوری و همچنین تعیین ارتباط بین تحمل به شوری و مرحله جوانه‌زنی بود.

مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه اثرات تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی بذر کلزا، بذور پس از ضد عفونی با هیپوکلریت سدیم ۱۰٪ به مدت دو دقیقه ضدعفونی شدند و در ظرف‌های پتری دیش کشت و در معرض تیمارهای شوری قرار گرفتند. تیمارهای آزمایش شامل ۷ واریته (زرفام، ساری‌گل، لاین۱۸، لاین۱٤، RGS003، لاین ۱۱۱و هایولا ٤۰۱) و چهار میزان شوری(شاهد، ٤، ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر) با استفاده از دو نوع نمک (کل رید سدیم (NaCl) و کلرید کلسیم ($CaCl_2$) به نسبت ۱: ٤ بودند. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد و برای شاهد از آب مقطر استفاده شد. ٤۰ عدد بذر از هر یک از ارقام پس از ضد عفونی شدن توسط هیپوکلریت سدیم در پتری دیش بر روی کاغذ صافی قرار داده شد. مقدار ۱۰ میلی‌لیتر از غلظت‌های مختلف شوری تعیین شده به هر پتری دیش اضافه و پس از پوشانیدن آن سلفون جهت جلوگیری از تبخیر و گذاشتن درب مربوطه در اتاقک رشد با مقررات اتحادیه آزمون بذر (ISTA) در حرارت ۲٤ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۷۵ درصد قرار داده شد. ظهور ریشه‌چه به طول ۲ میلی‌متر با عنوان جوانه‌زدن بذر تلقی و در پایان روز هفتم بذرهای جوانه‌زده در هر تیمار شمارش شد و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن تر و خشک ریشه‌چه با ترازوی دقیق با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شدند و همچنین برای محاسبه درصد و سرعت جوانه‌زنی از رابطه زیر استفاده شد (Maguire, 1962):

رابطه (۱) درصد جوانه‌زنی = (تعداد بذرهای جوانه‌زده تا روز هفتم / تعداد کل بذرها) ×۱۰۰

رابطه (۲) سرعت جوانه‌زنی $GR = \sum \frac{Ni}{Ti}$

در پایان داده‌های بدست آمده، توسط نرم افزار آماری MSTAT-C مورد تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح ۵٪ انجام شد و رسم نمودارها نیز توسط نرم افزار Excel صورت گرفت.

نتایج و بحث

سرعت جوانه‌زنی

همان طور که در (جدول ۱) مشاهده می‌شود، سرعت جوانه‌زنی از نظر آماری تحت تأثیر ارقام، شوری و تحت اثرات متقابل ارقام × شوری در سطح احتمال یک درصد ($p<۰/۰۱$) قرار گرفت. نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده ارقام بر سرعت جوانه‌زنی کلزا نشان داده که سرعت جوانه‌زنی در ارقام لاین ۱۸، زرفام، لاین ۱٤، RGS003، هایولا٤۰۱، لاین ۱۱۱ و ساری گل به ترتیب به میزان ۱۵/۳٦، ۱٤/۲٦، ۱۰/۱۳،۱٦/۲۵، ۵/۹٤، ٤/۸۷، ٤/۰۸ تعداد بذر در روز کاهش می‌یابد. سطوح مختلف شوری موجب کاهش سرعت جوانه‌زنی در ارقام مختلف کلزا شده است، به نحوی که در تیمار شاهد (بدون اعمال شوری) میانگین سرعت جوانه‌زنی ۱۱/۸٤ تعداد بذر در روز و با افزایش شوری اعمال شده در سطوح ٤، ۸ ، ۱۲ دسی زیمنس بر متر سرعت جوانه‌زنی به ترتیب به میزان ۱۰/۵۲، ۸/۵۷ و ۷/۸۷ تعداد بذر در روزکاهش یافت (جدول ۲). با توجه به اینکه اثر متقابل شوری و ارقام بر سرعت جوانه‌زنی از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد (جدول ۱). لذا با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان دریافت که هر چند با افزایش سطوح شوری، سرعت جوانه‌زنی در هر یک از ارقام مختلف کاهش می‌یابد ولی میزان (سرعت) کاهش نسبتاً ثابتی داشته است. (Akram Ghaderi et al., 2002) گزارش کردند که سرعت جوانه زنی بذر گیاه شبدر

زیرزمینی بیشتر از درصد جوانه‌زنی تحت تأ ثیر تنش شوری قرار می‌گیرند. مطالعات متعددی نشان داده که درصد و سرعت جوانه‌زنی بذور با افزایش شوری کاهش می‌یابند (Ghoulam and Fares, 2001). (Mer et al., 2000) بر روی تأثیرات شوری بر جوانه‌زنی بر رشد گیاهچه گونه‌های جو ٤ پر، گندم، نخود ایرانی و خردل هندی اشاره کرد. در این پژوهش مشخص شده است که با افزایش شوری، سرعت جوانه‌زنی بذر کاهش یافته و رشد گیاهچه‌های جوان با افزایش شوری نسبت عکس دارد. (Zinali et al., 2002) در پژوهشی که بر روی تأثیر شوری بر اجزای جوانه‌زنی بذر ۵ رقم کلزا داشتند گزارش نمودند که درصد نهایی جوانه‌زنی، متحمل‌ترین جزء و سرعت جوانه‌زنی حساس‌ترین جزء به تنش شوری است.

جدول ۱. تجزیه واریانس صفات مورد بررسی تحت تیمارهای شوری و ارقام مختلف بذر کلزا.

		میانگین مربعات					
منابع تغییرات	df	سرعت جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی	طول ساقه چه	طول ریشه چه	وزن تر	وزن خشک
بلوک	۲	۲	۱/۱۱٤^{ns}	٥/۲۸٦^{ns}	۲۲/۱٥٤^{ns}	۱۳۳/٦۹٦^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}
ارقام	٦	۲٦۹/۳۹۷**	۳۱/۳۱۷**	۱٥٦۷/۷۰۳**	۳۱۸۱/۳۷۷**	۰/۱۹۷**	٦/٥٤۷**
شوری	۳	٦۸/۹۸۱**	۳۱/۳٤٥**	٤۸۸/۲۳٥**	۹٥۱/۹۳٤**	۰/۰۳۱**	۰/۳۳۷^{ns}
ارقام× شوری	۱۸	۳/٦۱۱**	۸/٥۰۳**	۳۹۸/۸۲۳**	۱٥٤۸/۲۹٥**	۰/۰٦۲**	۱/۰۹۳*
خطا		۲/٥٤	۳/٥۷	۷/۳٥	۱٤/٥۹	۰/۰۰٥	۰/٤۹٦

^{ns}، ** و *: به ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

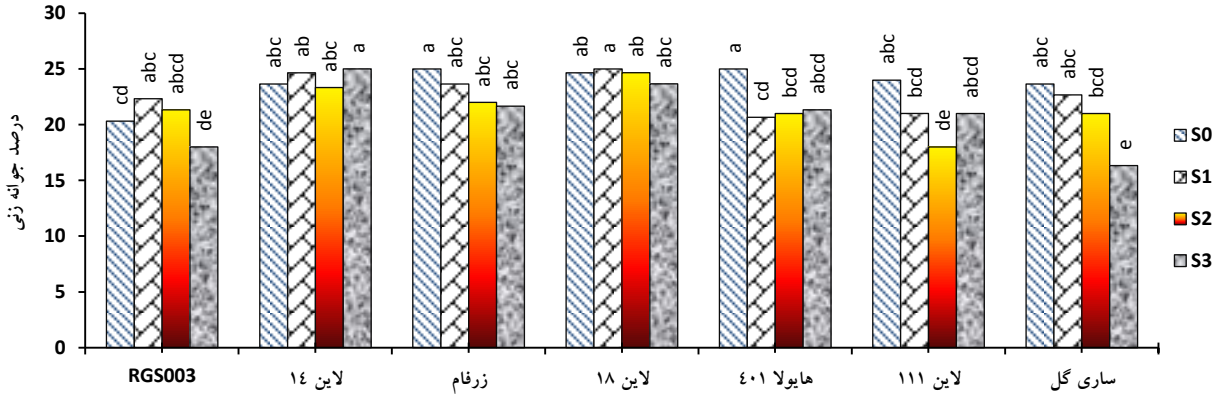
جدول ۲. مقایسه میانگین صفات مورد بررسی بذر کلزا تحت تیمارهای شوری و ارقام مختلف.

تیمارها	سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر در روز)	درصد جوانه‌زنی	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	وزن تر (گرم)	وزن خشک (گرم)
ارقام						
RGS003	۱۰/۱٦c	۲۰/٥۰c	۲٥/٤۲d	۲۷/۱۹c	۰/۱۹f	۱/۸۷c
لاین ۱٤	۱۳/۲٥b	۲٤/۱۷a	۳٦/٥۸c	۲٦/٦٥c	۰/٤۰de	۳/۲٥ab
زرفام	۱٤/۲٦ab	۲۳/۰۸ ab	۳۷/۲۰c	۳٥/٤٥bc	۰/٤٤cd	۳/۷٥a
لاین۱۸	۱٥/۳٦a	۲٤/٥۰a	۲۷/۸٦d	۳۹/۸٥b	۰/۳٤e	۲/۲٥c
هایولا٤۰۱	٥/۹٤d	۲۲/۰۰bc	٤٦/٥٦b	٤۳/۱۷b	۰/٤۷bc	۲/۱۸c
لاین۱۱۱	٤/۸۷de	۲۱/۰۸c	٥۰/۱۸ab	٦٦/۷۷a	۰/٥۸a	۲/۸٥b
ساری گل	٤/۰۸۳e	۲۰/۹۲c	٥٦/۰٦a	٦٤/۰۲a	۰/٥۲b	۱/۷۹c
شوری(دسی زیمنس بر متر)						
۰	۱۱/۸٤a	۲۳/۷٦a	٤۳/٥۰a	٥۲/۷٦a	۰/٤۰bc	۲/٤٥a
٤	۱۰/٥۲b	۲۲/۸٦a	٤۳/۳۲a	۳۹/۸۱b	۰/٤۷a	۲/۷۱ a
۸	۸/٥۷c	۲۱/٦۲b	۳۲/۹۲a	۳۷/٤٤b	۰/٤۳ab	۲/٦۲ a
۱۲	۷/۸۷c	۲۱/۰٥b	۳۳/۱۸b	٤۳/۱۹b	۰/۳۸c	۲/٤٦ a

*: در هر ستون و در هر گروه تیمار میانگین‌های دارای حروف لاتین مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

درصد جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که درصد جوانه‌زنی از نظر آماری تحت تأثیر ارقام، شوری و اثرات متقابل ارقام× شوری در سطح احتمال خطای یک درصد ($p<0/01$) اختلاف معنی‌داری را نشان دادند (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده ارقام بر درصد جوانه‌زنی کلزا نشان داده که درصد جوانه‌زنی به ترتیب در ارقام لاین ۱۸، لاین ١٤، زرفام، هایولا٤٠١، لاین ۱۱۱ و ساری گل، RGS003 به میزان ٢٤/٥٠، ٢٤/١٧، ٢٣/٠٨، ٢٢/٠٠، ٢١/٠٨، ٢٠/٩٢، ٢٠/٥٠ درصد کاهش می‌یابد. سطوح مختلف شوری موجب کاهش درصد جوانه‌زنی در ارقام مختلف کلزا شده است، به نحوی که در تیمار شاهد (بدون اعمال شوری) میانگین درصد جوانه‌زنی ٢٣/٧٦ درصد و با افزایش شوری اعمال شده در سطوح ٤، ٨، ١٢ دسی زیمنس بر متر درصد جوانه‌زنی به ترتیب به میزان ٢٢/٨٦، ٢١/٦٢ و ٢١/٠٥ کاهش یافت (جدول۲) که اختلاف بین تیمار شاهد و شوری ٤ دسی زیمنس بر متر معنی‌دار نمی‌باشد. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل شوری و ارقام بر درصد جوانه‌زنی کلزا در (شکل ۱) نشان داده شده است. هر چند که نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل شوری و ارقام بر درصد جوانه‌زنی از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد (جدول ۱)، ولی از نتایج بدست آمده می‌توان دریافت تفاوت ارقام مختلف در درصد جوانه‌زنی در سطوح مختلف شوری از روند خاصی تبعیت نمی‌کند.



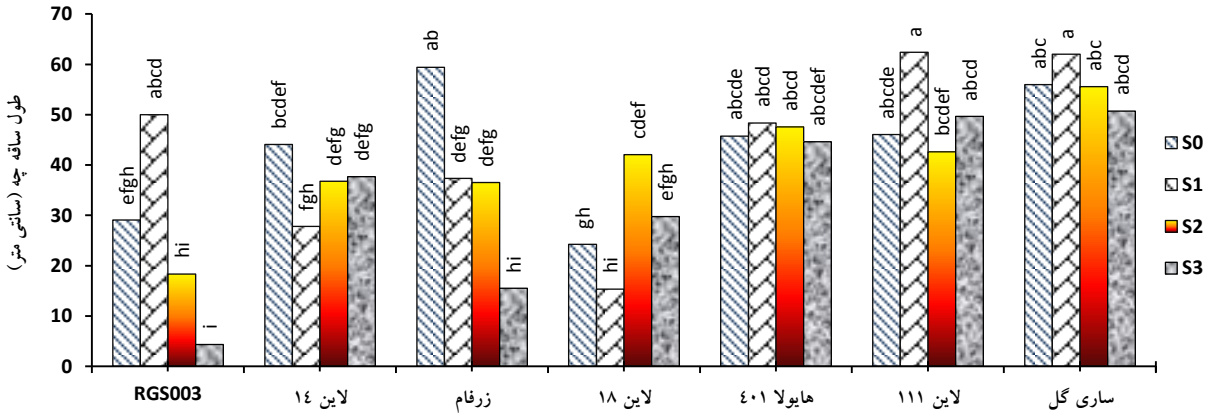
شکل ۱. تأثیر سطوح مختلف شوری بر درصد جوانه زنی در ارقام مختلف کلزا

جوانه‌زنی پدیده‌ای پیچیده مشتمل بر تغییرات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی بوده که حاصل فعال شدن جنین گیاه است. شوری به عنوان یک تنش غیر زنده بسیاری ناملایمات را برای بذر در دوره جوانه‌زنی ایجاد می‌کند. شوری، با کاهش پتانسیل اسمزی محیط نخست موجب کاهش جذب آب توسط بذر شده و در مرحله بد سمیت و تغییرات فعالیت‌های آنزیمی را به دنبال دارد (Massai et al., 2004). درک کامل از عکس العمل جوانه‌زنی و رشد گیاهچه بذرها نسبت به شوری در انتخاب ارقام متحمل به شوری مفید است. گیاهان زراعی تا یک حد آستانه می‌توانند شوری را تحمل کنند و بعد از آن با افزیش شوری عملکرد آن‌ها به طور خطی کاهش می‌یابد (Soltani et al., 2001). کاهش اجزای جوانه‌زنی را می‌توان به کاهش سرعت و میزان جذب آب و نیز اثرات منفی پتانسیل‌های اسمزی پائین و سمیت یون‌ها Na^+ و Cl^- بر فرآیندهای بیوشیمیایی مراحل کاتابولیک و آنابولیک جوانه‌زنی نسبت داد (Neto et al., 2004). (Shahbazi and Kiani, 1997) در تحقیقاتی که انجام داده‌اند، به این نتیجه رسیده‌اند که بیش از آن که درصد جوانه‌زنی بذرهای کلزا در اثر شوری کاهش یابد، رشد جوانه، طول و وزن هیپوکوتیل و ریشه تحت تأثیر شوری قرار می‌گیرند. نتایج بدست آمده از تحقیقات (Sadiq et al., 2003) بر روی گیاه پنبه حاکی از آن است که افزایش شوری با اعمال تأثیر منفی بر روی جوانه‌زنی موجب کاهش آن می‌گردد. (Turhan and

(Ayaz, 2004) نیز همین نتیجه‌گیری را البته با شدت بیشتر در مورد ارقام مختلف آفتابگردان داشته‌اند. (Main and Nafziger, 2004) مشاهده کردند که شوری باعث کاهش پتانسیل اسمزی محلول، تولید یون‌های سمی و تغییر در تعادل عناصر غذایی شده در نتیجه باعث کاهش جوانه‌زنی می‌گردد. (Kiani et al., 1990) نیز اظهار داشتند که با افزایش سطوح شوری از صفر تا ۱۵ دسی زیمنس بر متر درصد جوانه‌زنی بذرهای هوهوبا از ۸۲/٦ درصد به ٤۲ درصد کاهش پیدا کرد. اگرچه توان جوانه‌زنی ارقام به خصوصیات ژنتیکی آنها بستگی دارد ولی این توان تحت تأثیر شوری محیط کشت قرار می‌گیرد. بدیهی است با افزایش شوری مکانسیم فعالیت داخل بذر دچار اختلال شود احتمال می‌رود علاوه بر غلظت نمک، یون‌های تشکیل دهنده محلول نیز باعث کاهش جوانه‌زنی شوند. در همین رابطه (Donovan and Day, 1989) گزارش دادند که در بین آنیون‌های مختلف، یون کلر بیشترین تأثیر را در کاهش جوانه‌زنی داشته است.

طول ساقه‌چه و ریشه‌چه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که طول ساقه‌چه از نظر آماری تحت تأثیر ارقام، شوری و تحت اثرات متقابل ارقام × شوری در سطح احتمال یک درصد (P<۰/۰۱) اختلاف معنی‌داری را نشان داد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده ارقام بر طول ساقه‌چه کلزا نشان داده که طول ساقه‌چه به ترتیب در ارقام ساری گل، لاین ۱۱۱، هایولا٤۰۱، زرفام، لاین ۱٤، لاین ۱۸ و RGS003 به میزان ٥٦/۰٦، ٥۰/۱۸، ٤٦/٥٦، ۳۷/۲۰، ۳٦/٥۸، ۲۷/۸٦، ۲٥/٤۲ سانتی‌متر کاهش می‌یابد. سطوح مختلف شوری موجب کاهش طول ساقه‌چه در ارقام مختلف کلزا شده است، به نحوی که در تیمار شاهد (بدون اعمال شوری) میانگین طول ساقه‌چه ٤۳/٥۰ به ٤۳/۳۲ و ۳۲/۹۲ سانتی‌متر در تیمار ٤ و ۸ دسی زیمنس بر متر کاهش و سپس به ۳۳/۱۸ سانتی‌متر در تیمار ۱۲ دسی زیمنس بر متر افزایش می‌یابد که این افزایش نسبت به تیمار ۸ دسی زیمنس بر متر معنی‌دار نمی‌باشد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل شوری و ارقام بر طول ساقه‌چه کلزا در (شکل ۲) نشان داده شده است. هر چند که نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل شوری و رقم بر طول ساقه‌چه از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد (جدول ۱). ولی از نتایج بدست آمده می‌توان دریافت تفاوت ارقام مختلف بر طول ساقه‌چه در سطوح مختلف شوری از روند خاصی تبعیت نمی‌کند.

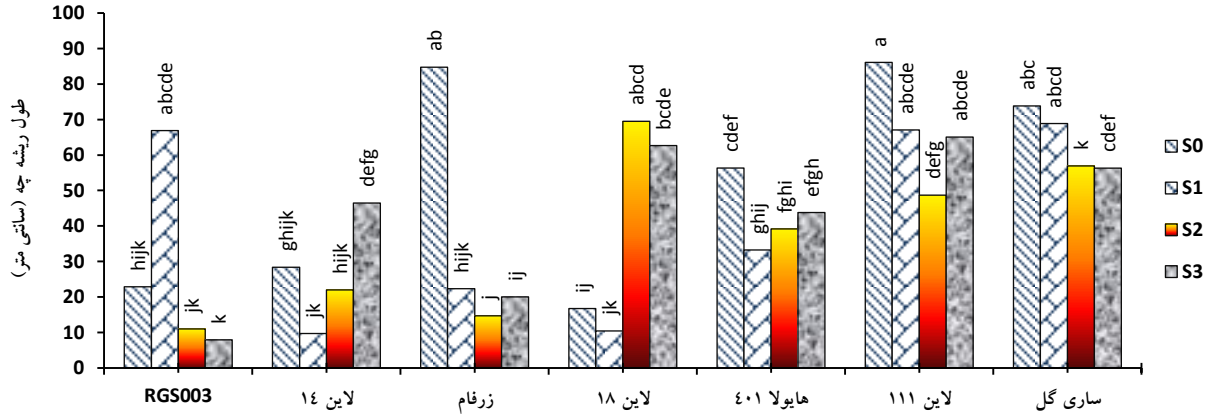


شکل ۲. تأثیر سطوح مختلف شوری بر طول ساقه چه در ارقام مختلف کلزا.

کاهش طول ساقه‌چه در غلظت‌های زیا نمک در گیاه اسپرس نیز گزارش شده است (Bagheri kazemabad et al., 1996) که علت این وضعیت در این گیاه، جلوگیری از انتقال مواد غذایی از لپه‌ها به جنین ذکر شده است. علاوه بر این با افزایش

شوری محلول، جذب آب توسط بذر دچار اختلال شده، ترشح هورمون‌ها و فعالیت آنزیم‌ها کمتر شده در نتیجه رشد گیاهچه (اعم از ریشه‌چه و ساقه‌چه) دچار نقصان می‌شود. (Datta and Dayal, 1991) نیز با بررسی اثر غلظت‌های مختلف نمک بر روی ۲۰ رقم نخود نشان دادند که طول ساقه‌چه در روزهای ٤ و ٥ پس از شروع آزمایش حداکثر مقدار خود را در شوری ٤ میلی‌موس بر سانتی‌متر دارا بود، ولی طول ریشه‌چه با افزایش سطوح شوری کاهش یافت. این محققان بیان داشتند که ریشه بیشتر از ساقه‌چه از تنش شوری لطمه می‌بیند.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که طول ریشه‌چه از نظر آماری تحت تأثیر ارقام، شوری و تحت اثرات متقابل ارقام × شوری در سطح احتمال یک درصد (P<۰/۰۱) قرار گرفت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده ارقام بر طول ریشه-چه کلزا نشان داده که طول ریشه‌چه به ترتیب در ارقام لاین ۱۱۱، ساری گل، هایولا٤۰۱، لاین ۱۸، زرفام، RGS003 و لاین ١٤ به میزان ٦٦/٧٧، ٦٤/٠٢، ٤٣/١٧، ٣٩/٨٥، ٣٥/٤٥، ٢٧/١٩، ٢٦/٦٥ سانتی‌متر کاهش می‌یابد. سطوح مختلف شوری موجب کاهش طول ریشه‌چه در ارقام مختلف کلزا شده است، به نحوی که در تیمار شاهد (بدون اعمال شوری) میانگین طول ریشه-چه ٥٢/٧٦ به ٣٩/٨١ و ٣٧/٤٤ سانتی متر در تیمار ٤ و ٨ دسی زیمنس بر متر کاهش و سپس به ٤٣/١٩ سانتی‌متر در تیمار ١٢ دسی زیمنس بر متر افزایش می‌یابد که این افزایش نسبت به تیمار ٨ دسی زیمنس بر متر معنی‌دار نمی‌باشد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل شوری و ارقام بر طول ریشه‌چه کلزا در (شکل ۳) نشان داده شده است. هر چند که نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل شوری و ارقام بر طول ریشه‌چه از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد (جدول ۱)، ولی از نتایج بدست آمده می‌توان دریافت تفاوت ارقام مختلف بر طول ریشه‌چه در سطوح مختلف شوری از روند خاصی تبعیت نمی‌کند.



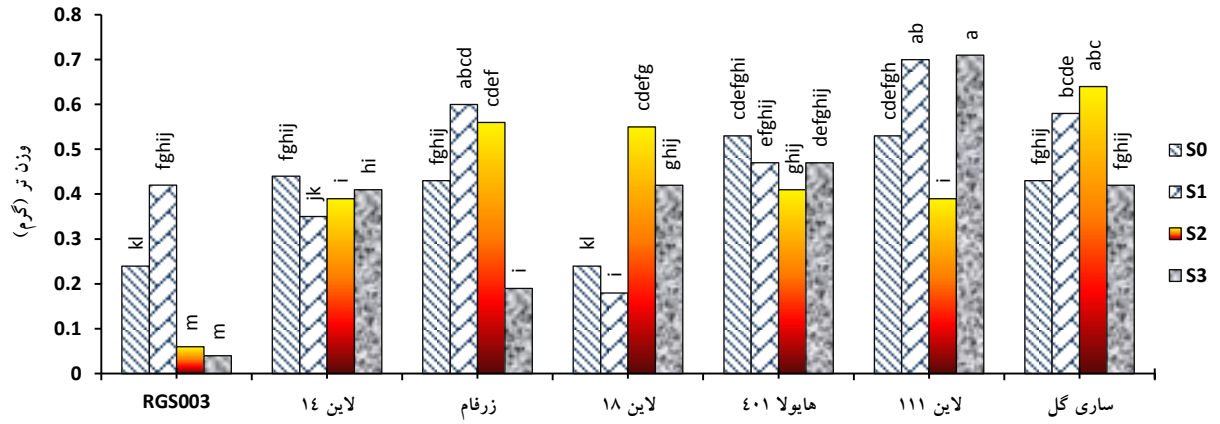
شکل ۳. تأثیر سطوح مختلف شوری بر طول ریشه چه در ارقام مختلف کلزا

(Marcar and Termaat, 1990) نشان داد که با افزایش غلظت نمک در بستر بذر، جذب یون‌هایی مانند کلسیم و منیزیم توسط ریشه و ساقه گیاهان افزایش می‌یابد. با توجه به اهمیت این یون‌ها مخصوصاً رشد ریشه‌چه در سطوح پائین تنش باشد. علاوه بر آن احتمالاً این سطوح شوری می‌تواند در برقراری تعادل اسمزی بین محیط یا بذر نیز موثر باشد. در شورهای زیاد، کاهش پتانسیل آب یا افزایش غلظت املاح مضر در محیط رشد گیاه باعث کاهش طول ریشه‌چه می‌گردد. (Makar et al., 2009) گزارش نمودند که تنش شوری هم در مرحله آبنوشی و هم استقرار گیاهچه علاوه بر کاهش در جذب آب، یونهای اضافی نیز جذب می‌شود و ممانعت از ظهور ریشه‌چه عمدتاً به علت کاهش در شیب پتانسیل آب بین محیط بیرون و بذر است. تحقیقات نسبتاً زیادی که بر روی گیاهان زراعی مختلف انجام شده بیانگر این واقعیت است که با افزایش شوری طول

ساقه‌چه و ریشه‌چه به طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد کاهش می‌یابد (Soltani et al., 2001). مطالعات نشان می‌دهد که بذرهای جوانه‌زده در محیط‌های شور دارای ساقه‌چه‌های کوتاه‌تری هستند و کلرید سدیم بیشتر از سایر مواد شوری‌زا بر ظهور بافت‌های جنینی اثر بازدارنده دارد (Khan and Ungur, 1997). بر اساس آزمایش (Rajabi, 2005) مبنی بر تأثیر NaCl بر ۳۰ رقم گندم مشاهده شد که با افزایش میزان شوری و هدایت الکتریکی محلول از صفر به ۱۵ دسی زیمنس بر متر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش یافت. به عقیده بسیاری از محققان، صفت طول ساقه‌چه در کلزا، در مقایسه با طول ریشه‌چه، بیشتر تحت تأثیر شوری قرار می‌گیرد (Keshta et al., 1999). (El-Melegi et al., 2004) نیز در آزمایش به منظور ارزیابی تحمل به شوری گوجه‌فرنگی با انجام کشت بافت ۳ ژنوتیپ این گیاه به این نتیجه رسیدند که ارقامی که از وزن تر و وزن خشک کالوس بیشتری برخوردار بودند و تعداد و طول ریشه‌چه بالایی هم داشتند، تحمل بیشتری به شوری از خود نشان دادند.

وزن تر و خشک گیاهچه

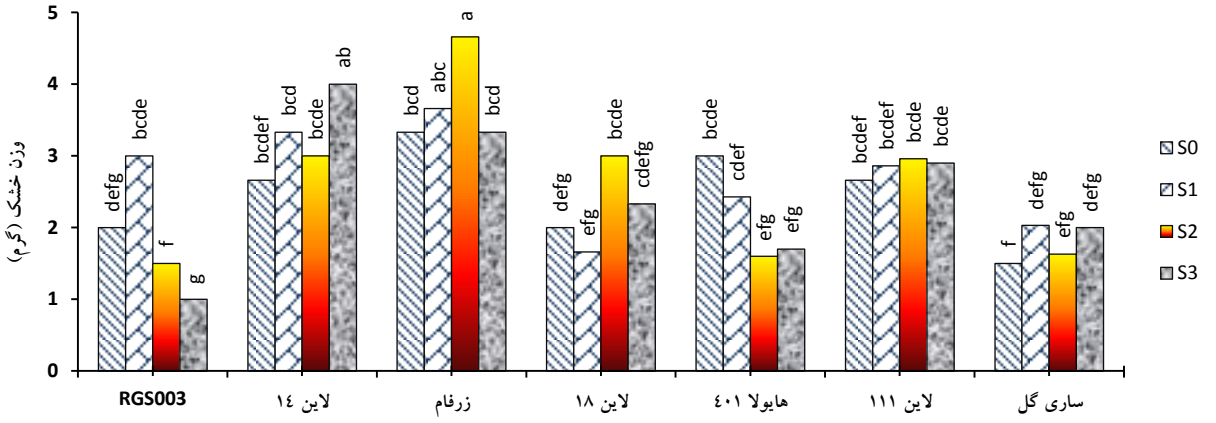
وزن تر گیاهچه به طور معنی‌داری تحت تأثیر ارقام، شوری و اثرات متقابل ارقام × شوری در سطح احتمال خطای یک درصد ($p<۰/۰۱$) اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده ارقام بر وزن تر گیاهچه کلزا نشان داده که وزن تر گیاهچه به ترتیب در ارقام لاین ۱۱۱، ساری گل، هایولا۴۰۱، زرفام، لاین ۱٤، لاین ۱۸،RGS003 به میزان ۰/۵۸، ۰/۵۲، ۰/٤۷، ۰/٤٤، ۰/٤۰، ۰/۳٤، ۰/۱۹ گرم کاهش می‌یابد. سطوح مختلف شوری موجب کاهش وزن تر گیاهچه در ارقام مختلف کلزا شده است، به نحوی که در تیمار شاهد (بدون اعمال شوری) میانگین وزن تر گیاهچه ۰/٤۰ به ۰/٤۷ و ۰/٤۳ گرم در تیمار ٤ و ۸ دسی زیمنس بر متر افزایش و سپس به ۰/۳۸ گرم در تیمار ۱۲ دسی زیمنس بر متر کاهش می‌یابد که این افزایش نسبت به تیمار ۸ دسی زیمنس بر متر معنی‌دار می‌باشد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل شوری و ارقام بر وزن تر گیاهچه کلزا در (شکل ٤) نشان داده شده است. هر چند که نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل شوری و ارقام بر وزن تر گیاهچه از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد (جدول ۱)، ولی از نتایج بدست آمده می‌توان دریافت تفاوت ارقام مختلف بر وزن تر گیاهچه در سطوح مختلف شوری از روند خاصی تبعیت نمی‌کند.



شکل ٤. تأثیر سطوح مختلف شوری بر وزن تر گیاهچه در ارقام مختلف کلزا.

نتایج نشان داد که ارقام و اثرات متقابل ارقام شوری تأثیر معنی‌داری به ترتیب در سطح احتمال خطای یک و پنج درصد اختلاف آماری بر وزن خشک گیاهچه داشتند ولی شوری بر وزن خشک گیاهچه بی‌تأثیر بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده ارقام بر وزن خشک گیاهچه کلزا نشان داده که وزن خشک گیاهچه به ترتیب در ارقام زرفام، لاین ۱٤،

لاین ۱۱۱، لاین ۱۸، هایولا۴۰۱، RGS003 و ساری گل به میزان ۳/۷۵، ۳/۲۵، ۲/۸۵، ۲/۲۵، ۲/۱۸، ۱/۸۷، ۱/۷۹ گرم کاهش می‌یابد (جدول ۲). سطوح مختلف شوری موجب افزایش وزن خشک گیاهچه در ارقام مختلف کلزا شده است، به نحوی که در تیمار شاهد (بدون اعمال شوری) میانگین وزن خشک گیاهچه ۲/٤٥ به ۲/۷۱، ۲/٦۲ و ۲/٤٦ گرم در تیمار ٤، ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر افزایش می‌یابد. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل شوری و ارقام بر وزن خشک گیاهچه کلزا در (شکل ٥) نشان داده شده است. هر چند که نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل شوری و ارقام بر خشک گیاهچه از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد (جدول ۱). ولی از نتایج بدست آمده می‌توان دریافت تفاوت ارقام مختلف بر خشک گیاهچه در سطوح مختلف شوری از روند خاصی تبعیت نمی‌کند.



شکل ٥. تأثیر سطوح مختلف شوری بر وزن خشک گیاهچه در ارقام مختلف کلزا

(Ekiz and Yilmaz, 2003) با بررسی وزن خشک گیاهچه‌های جو در شرایط شور نتیجه گرفتند که به طور کلی برای نشان دادن حساسیت به شوری، وزن خشک معیار مناسب‌تری نسبت به طول گیاهچه است. (Reggiani and Bertani, 1995) نشان داد که کاهش وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در اثر افزایش غلظت شوری امری طبیعی بوده و احتمالاً به دلیل جذب پایین آب توسط بذرهای جوانه‌زده می‌باشد. (Hussain et al., 2004) با اعمال تنش شوری بر روی ارقام نیشکر، شاهد چشمگیر میزان رشد در ارقام مورد مطالعه بوده و شوری را عامل موثری در کاهش وزن و طول ساقه‌هایی این گیاه معرفی نموده‌اند. کاهش وزن ریشه‌چه و ساقه‌چه در اثر افزایش غلظت شوری، امر طبیعی بوده و نتایج محققان دیگر نیز این امر را ثابت کرده است (Shahbazi and kiani, 1997). (Boem et al., 1994) به این مطلب اشاره داشته‌اند که در غلظت‌های شوری بالاتر از ٦ میلی‌موس بر ساتنی‌متر در قسمت رشد، برآمدگی‌های کوتاهی شبیه ریشه به طور متناوب به چشم می‌خورد که احتمالاً این یک مکانیسم سازگاری برای کلزا در برابر تنش شوری به حساب می‌آید، مشابه همین عکس‌العمل در کلزا در هنگام تنش خشکی نیز شناخته شده است. مطالعه (Ali et al., 2003) بر روی رقم کلزای دانکد نشان می‌دهد که افزایش غلظت کلرید سدیم از ۳۰ میلی‌مول به ٦۰ و ۹۰ میلی‌مول به ترتیب باعث کاهش ۳۳ و ٤۲ درصدی وزن خشک ساقه‌چه و نیز کاهش ۲۰ و ۳۲ درصدی وزن ریشه‌چه در مقایسه با تیمار شاهد (صفر میلی‌مول) می‌گردد.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج مطالعه حاضر می‌توان نتیجه گرفت که انتخاب بهترین ارقام متحمل به شوری یک تکنیک آسان و با خطر پایین است که ممکن است به عنوان راه حلی برای بهبود مشکلات شوری در کشاورزی استفاده شود. تنش شوری درصد و سرعت جوانه‌زنی کلیه ارقام را کاهش داد. طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن تر و خشک گیاهچه در سطوح شوری صفر تا ۸

دسی زیمنس بر متر کاهش یافتند. این امر حاکی از آن است از بین ارقام مورد استفاده در این آزمایش لاین ۱۸ از لحاظ اغلب پارامترهای اندازه‌گیری شده نسبت به بقیه ارقام کمتر تحت تأثیر تنش شوری قرار گرفت و رقم ساری‌گل نیز بیشترین حساسیت را به تنش شوری نشان داد. این ارقام را می‌توان برای پژوهش‌های بعدی جهت بررسی مکانیسم‌های تحمل این گیاه به شوری و همچنین اصلاح و جداسازی ژن‌های موثر در تحمل به شوری به کار برد.

References

Ahmadi, S.M., and Niazi Ardekani, J. 2004. Evaluate and determine the salt tolerance of different varieties of rapeseed, using computer models SALT. Second National Student Conference on Water and Soil Faculty of Agriculture, Shiraz University.

Akbari Moghaddam, H., Galavi, M., Ghanbari., A. and Panjehkeh, N. 2011. Salinity effects on seed germination and seedling growth of bread wheat cultivars. Trakia Journal of Sciences, 9: 43-50.

Akram Ghaderi, F., Galeshi, S., Farzanh, S. and Zeinali, A. 2002. Salinity effects on germination and seedling growth of four cultivars of subterranean clover (*Trifolium subterraneum*). Journal of Research. 57-56: 98-103.

Ali, A., Salim, M., Ahmad, I., Mahmood, I.A. and Sultana, A. 2003. Nutritional role of calcium on the growth of rapeseed (*Brassica napus* L.) under saline conditions. Pakistan. J. Agric. Sci. Vol 40(3–4): 99-105.

Bagheri Kazmabad, A., Srmdnia, G.H. and Haj Rsolyha, Sh. 1996. Evaluation of different reaction sainfoin to drought and salinity stress at germination stage. Journal of Agricultural Science and Technology. Vol 2. Pp. 55-41.

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.

Datta, K.S., and Dayal, J. 1991. Studies on germination and early seedling growth of gram (*Cicer arietinum* L.) as affected by salinity. In Dhir, K. K., I. S Dua, and K. S. Chark. (eds) New Trends in Plant Physiology. 273-276.

Donovan, J.J., and Day, A.D. 1989. Some effects of salinity on germination and emergence of barley. Agronomy. J. 534- 538.

Ekiz, H. and Yilmaz, A. 2003. Determination of the salt tolerance of some barley genotypes and the characteristics affecting tolerance. Tturk. J. Agric. 27: 253- 260.

El-Melegy, A., Mahdia, F., Fouad, H. and Ismail, A. 2004. Responses to NaCl salinity of tomato cultivated and breeding lines differing in salt tolerance in callus cultures. Int. J. Agric. Biol. Vol. 6, No. 1: 19-26.

Farooq, M.S., Basra, M.A., Tabassum, R. and Afzal, I. 2006. Enhancing the performance of direct seeded fine rice by seed priming. Plant. Prob. Sci. 4: 446- 456.

Finch-Savage, W.E., Dent, K.C. and Clark, L.J. 2004. Soak conditions and temperature following sowing in fluece the response of maize (*Zea mays* L.) seeds to on-farm priming (Pre-Sowing Seed Soak). Field Crops Research. 90: 361- 374.

Ghoulam, C. and Fares, K. 2001. Effect of salinity on seed germination and early seedling growth of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) Seed Sic. and Technol., 29: 357-364.

Gutierres Boem, F.H., Scheiner, J.D. and Lavado, R.S. 1994. Some effect of soil sanlinity on growth, development and yield of rapeseed (*Brassica napus* L.) Agron. J & Crop Sci. 172: 182- 187.

Hag ghani, M., Saffari, M. and Magsoudi-Moud, A.A. 2008. Effect of Different levels of Nacl salinity on germination and Seedling growth of safflower cultivars (*Carthamus tinctorius* L.). J. Agric. Sci. Natur. Resour. 45: 449- 458.

Hussain, A., Khan, Z.I., Ashraf, M., Rashid, M.H. and Akhtar, M.S. 2004. Effect of salt stress on some growth attributes of sugarcane cultivars CP-77-400 and COJ-84. Int. J. Agric. Biol. Vol.6, No. 1: 188 – 191.

Kayani, S.A., Naqvi, H.H. and Ting, I.P. 1990. Salinity effects on germination and mobilization of reservesin JoJoba seeds. Crop Scientific. 30: 704- 708.

Keshta M.M., Hammad, K.M. and Sorour, W.A.I. 1999. Evaluation of rapeseed genotypes in saline soil. Proceedings of the 10 th International Rapeseed Congress, Canberra. Australia. 253-258.

Khan, M.A. and Ungar, I.A. 1997. Germination responses of subtropical annual halophyte zygophylum simplex. Seed Science and Technology. 25: 83- 91.

Khan, M.A., Gul, B. and Weber, D.J. 2002. Effect of temperature, and salinity on the germination of *Sarcobatus vermiculatus.* Biologia Plantarum, 45: 133-135.

Leidi, E.O., Nogales, R. and Lips, S.H. 1991. Effect of salinity on cotton plants grown under nitrate and ammonium nutrition at different calcium levels. Field Crops. Res. 26: 35-44.

Maguire, J.D. 1962. Speed of germination – aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. Crop SCi. 2:176-177.

Main, M.A.R. and Nafziger, E.D. 1994. Seed size and water potential effect on germination and salinity growth of winter wheat. Crop Scientific. 34: 169- 171.

Makar, T.K., Turan, O., and Ekmekcd, Y. 2009. Effects of water deficit induced by PEG and Nacl on chickpea (*Cicer arietium* L.) cultivars and lines at early seedling stages, G. U. Journal of Science. 22(1): 5- 14.

Marcar, N.E. and Termaat, A. 1990. Effects of root-zone solutes on eucalyptus camaldulensis and eucalyptus bicostand seedling: responses to Na^{+}, Mg^{2+} and Cl^{-} Plant Soil. 125: 245- 254.

Mass, E.V. 1989. Salt tolerance of plants. Appl Agric. Res., 1: 12-26.

Massai, R., Remorin, D. and Tattini, M. 2004. Gas exchange, water relation and osmotic adjustment in two scion/rootstock combination of prunes under various salinity concentration. Plant and Soil. 259: 153- 162.

Mer, R.K., Prajith, P.K., Pandya. D.H. and Pandey, A.N. 2000. Effect of salts on germination of seeds and growth of young plants of hordeum vulgare, (*Triticum aestivum* L) saline rooting media. Canadian Journal of Plant Science. 77: 63- 68.

Mirmohamadi, S. and Gharayazi, B. 2002. Physiological aspects and breeding for salinity stresses in plants. 274p.

Munns, R. 2005. Genes and salt tolerance: bringing them together. New Phytologist, 167(3): 645–663.

Neto, N.B.M., Saturnino, S.M., Bomfim, D.C. and Custodio, C.C. 2004. Water stress induced by mannitol and sodium chloride in soybean cultivars. Brazilian Biology and Technology. 47: 521- 529.

Omidi, H., Soroushzadeh, A., Salehi, A. and Ghezeli, F.D. 2005. Rapeseed germination as affected by osmopriming pretreatment. Agricultural Sciences and Technology Journal. 19(2): 125- 136.

Parera, C.A. and Cantiffe, D.J. 1994. Pre-Sowing seed priming. Tlortic. Rev. 16: 109- 141.

Pizzeghello, D., Nicolini, G. and Nardi, S. 2001. Hormone-like activity of humic substances infagus sylvaticae forests. New. Phytologist. 51: 647- 657.

Rajabi, R. 2005. The effect of salt stress on germination 30 wheat cultivars. J. Agricultuer. Sci. 28(1): 29- 33.

Reggiani, R.S., and Bertani, A. 1995. The effect of salinity on early seedling growth of three wheat cultivars. Canadian Journal of Plant Science. 75: 175- 177.

Sadiq, M., Hassan, G., Khan, A.G., Hussain, N., Jamil, M., Goundal, M.R. and Sarfraz, M. 2003. Performance of cotton varieties in saline sodic soil amended with sulphuric acid and gypsum. Pakistan. J. Agric. Sci. Vol 40 (3– 4): 99-105.

Shahbazi, M. and Kiani, A. 1997. Evaluation of rapeseed oil plant salt tolerance. Annual Reports of Seed and Plant Improvement Institute Biotechnology Research Center.

Soltani, A., Galeshi, S., Zeinali, E. and Latifi, N. 2001. Germination seed reserve utilization and growth of chickpea as affected by salinity and seed size. Seed Sci. and Technol., 30: 51-60.

Tovasolli, M. E. and Casenave, E. C. 2003. Water content and the effectivenss of hydro and osmotic priming of cotton seeds. Seeds Sci and Techno. 31(3): 727- 735.

Turhan, H. and Ayaz, C. 2004. Effect of salinity on seedling emergence and growth of sunflower (*Helianthus annus* L.) cultivars. Int. J. Agric. Biol. Vol. 6, No. 1: 149-152.

Zeinali, A., Soltani, A. and Galeshi, S. 2002. Components in canola seed germination response to salinity. Journal of Agricultural Sciences, Iran. 33: 137-145.