نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۳، مرداد – شهریور ۱۳۹۱، ص. ۷۷۴-۷۶۲

Journal of Water and Soil
Vol. 26, No. 3, Jul-Aug 2012, p. 762-774

تأثیر تنش شوری ناشی از کلرور سدیم و کلسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف کلزای بهاره

علی چراتی آرائی[1*]- فرید عباس زاده[2]- ولی اله رامئه[3]- رضا رضایی سوخت آبندانی[4]

تاریخ دریافت:۹۰/۷/۱۸
تاریخ پذیرش:۹۰/۱۱/۲۳

چکیده

شوری یکی از تنش‌های مهم محدود کننده تولیدات کشاورزی می‌باشد. با توجه به گستردگی خاک‌های شور در کشور، دستیابی به ارقام مقاوم به شوری باعث افزایش میزان عملکرد محصول و بالا رفتن تولید می‌شود. به منظور بررسی تأثیر شوری ناشی از کلرور سدیم و کلسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کلزای بهاره، آزمایشی در گلخانه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی استان مازندران به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۸۸ به اجرا در آمد. چهار سطح شوری شامل (صفر، ۴، ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر کلرور سدیم و کلسیم) به عنوان فاکتور اول و ژنوتیپ‌ها شامل (زرفام، ساری‌گل، لاین ۱۴، لاین ۱۸، لاین ۱۱۱، RG003 و هایولا ۴۰۱) به عنوان فاکتور دوم در نظر گرفته شدند. صفات مورد مطالعه نظیر : عملکرد دانه، ارتفاع بوته، تعداد برگ، وزن تر و خشک، تعداد دانه، تعداد خورجین در بوته، تعداد خورجین در ساقه اصلی، تعداد دانه در خورجین، طول خورجین، وزن هزار دانه و پروتئین اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که همراه با افزایش شوری، ارتفاع بوته، تعداد برگ، تعداد دانه، تعداد خورجین در بوته، تعداد خورجین در ساقه اصلی، تعداد دانه در خورجین، طول خورجین، وزن هزار دانه و عملکرد دانه کاهش یافت. اما در مقابل با افزایش شوری پروتئین افزایش یافت. به نظر می‌رسد بین ارقام مورد مطالعه رقم هایولا ۴۰۱ و لاین ۱۸ با عملکرد بیشتر و کارآیی بالاتری بوده و در مقابل رقم زرفام دارای بیشترین حساسیت به شوری می‌باشد. همچنین در رقم زرفام در سطوح مختلف شوری میزان پروتئین به طور معنی‌داری بیشتر از سایر ارقام بود.

واژه‌های کلیدی : کلزا، شوری، عملکرد، اجزای عملکرد

مقدمه

شوری خاک یکی از عوامل محیطی است که توزیع و قابلیت تولید بسیاری از گیاهان زراعی مهم را دچار محدودیت می‌کند (۱۹). در شرایط تنش‌های محیطی نظیر کم‌آبی و شوری کاهش ماده خشک می‌تواند به دلیل کاهش سطح برگ، کاهش فشار آماس سلول و کاهش میزان فتوسنتز باشد. شوری باعث ایجاد تنش اسمزی در ریشه گیاه می‌شود. گیاهان نیاز دارند که پتانسیل آب درونی را پائین‌تر از محیط اطراف ریشه نگه‌دارند تا فشار و جذب آب برای رشد تداوم داشته باشد. بنابراین وقتی صدمه اسمزی به ریشه وارد می‌شود که افزایش در فشار اسمزی محلول اطراف ریشه به وجود آید و در نتیجه پتانسیل آب خارجی کاهش یابد. در این مورد اثر ناشی از تنش آب باعث می‌شود غلظت نمک محیط اطراف ریشه بیشتر از غلظت درون ریشه شود و پژمردگی و نهایتاً کاهش شادابی و رشد را به دنبال دارد (۳۷). مقدار کاهش رشد گیاه تحت شرایط شوری بسته به نوع نمک، غلظت نمک، مرحله فیزیولوژی گیاه، مدت زمانی که در معرض شوری قرار می‌گیرد و هم‌چنین گونه گیاهی متفاوت است (۱۲).

کلزا (*Berassica napus* L.) از دانه‌های روغنی عمده جهان در دهه‌های اخیر به شمار می‌رود. سطح زیر کشت کلزا از ۸/۲ میلیون هکتار در سال ۱۹۷۰ به بیش از ۳۰/۲ ملیون هکتار تا سال ۲۰۰۷ افزایش پیدا کرد (۲۵). مصرف روغن در ایران به دلیل افزایش رشد جمعیت و مصرف سرانه، افزایش یافته است. با مصرف سرانه ۱۴

۱و۳- استادیاران مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، مازندران، ایران
(*- نویسنده مسئول: (Email: Acherati@yahoo.com
۲- دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زراعت، بجنورد، ایران
۴- دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، دانش آموخته کارشناسی-ارشد زراعت و عضو استعدادهای درخشان باشگاه پژوهشگران جوان، تهران، ایران

کیلوگرم، سالانه حدود ۹۸۰ هزار تن روغن نباتی مورد نیاز می‌باشد که بیش از ۹۰ درصد آن از خارج وارد می‌شود (۱۰). سطح زیر کشت و تولید کلزا در ایران در سال زراعی ۸۸-۸۷ به ترتیب ۲۵۰ هزار هکتار و ۱۵۸۷ هزار تن گزارش شده است (۳).

در گیاهان زراعی، شوری ضمن تأثیر منفی بر عملکرد و اجزای عملکرد، بسیاری فرآیندهای دخیل در رشد و نمو گیاهان را تحت تاثیر قرار می‌دهد (۸ و ۲۱). در کلزا شوری محیط، رشد ریشه، ظهور برگها و تشکیل اولین میانگره‌ها را کاهش می‌دهد. در صورت تداوم روند شوری در مراحل بعدی رشد موجب کاهش ارتفاع گیاه، کاهش تعداد غلاف و کاهش تعداد دانه در غلاف می‌شود (۱۵ و ۱۶). اشرف و مک‌نیلی (۱۸) بر روی گیاه کلزا به این نتیجه رسیدند که با افزایش شوری عملکرد و اجزای عملکرد به طور معنی‌داری کاهش می‌یابند. بلوچ و همکاران (۲۰) بر روی گیاه کلزا اظهار نمودند که افزایش یون سدیم در محیط ریشه سبب کاهش میزان جذب یون پتاسیم و پائین آمدن نسبت پتاسیم به سدیم می‌گردد. اشرف و مک‌نیلی (۱۸) در مطالعات خود بر روی کلزا به این نتیجه رسیدند که واریته‌های متحمل به شوری در هنگام مواجه با شوری دارای غلظت سدیم و کلر کمتر و بالعکس غلظت پتاسیم، منیزیم و کلسیم بیشتر در بخش هوایی خود بود در نتیجه واریته‌های متحمل به شوری در مقایسه با واریته‌های حساس، نسبت Ca/Na و K/Na بالاتری دارند. در اکثر مطالعات انجام شده روی کلزا (۱۷ و ۲۴) و گندم (۷) افزایش شوری اثر منفی معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک داشته است. بنا به گزارش کایا و همکاران (۲۹) شوری با تاثیر بر رشد رویشی و زایشی گیاه، موجب کاهش عملکرد دانه در اسفناج می‌گردد. کتریج و همکاران (۲۸) در یک سری مطالعات گلدانی بر روی گیاهان مختلف مراحل اولیه رشد را بررسی و مقدار آستانه شوری را ۰/۸ و شیب کاهش رشد را تا حدود ۳۰ روز بعد از کشت برای آفتابگردان ۶/۱- و برای ذرت ۷/۵- تعیین نمودند. نتایج آزمایش فیضی (۱۱) نشان می‌دهد که با شور شدن کیفیت آب آبیاری از ۲ دسی‌زیمنس بر متر به ۸ دسی‌زیمنس بر متر ۳۱ درصد کاهش عملکرد دانه گندم (رقم روشن) داشته است. در مجموع با توجه به اراضی لب شور در استان مازندران جهت توسعه سطح کشت کلزا ضروری است که ارقام و لاین‌هایی که در سطح تجاری کشت می‌شوند و یا اینکه در پروژه‌های اصلاحی به عنوان لاین‌های برتر شناخته شدند و از نظر تحمل به تنش شوری تحقیقات گسترده‌ای در این زمینه بیش از پیش مورد توجه است. لذا در این مطالعه تاثیر تنش شوری نأشی از کلرید سدیم و کلسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف کلزای بهاره صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به منظور بررسی تأثیر تنش شوری ناشی از کلرور سدیم و کلسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های کلزای بهاره، آزمایشی در سال ۱۳۸۸ در گلخانه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار به اجرا در آمد. عامل اول ۷ رقم کلزا شامل: (زرفام، ساری‌گل، لاین۱۸، لاین۱۴، RGS003، لاین ۱۱۱و هایولا ۴۰۱) و عامل دوم ۴ سطح شوری شامل : S_0 (شاهد)، S_1 (۴)، S_2 (۸) و S_3 (۱۲) دسی‌زیمنس بر متر با استفاده از دو نوع نمک (کلرور سدیم و کلرور کلسیم) به نسبت ۱ :۴ بودند. واحدهای آزمایش شامل گلدان‌های پلاستیکی با قطر ۲۳ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۹ سانتی‌متر بود. محیط گلخانه در شرایط نور طبیعی در بهار و تابستان قرار گرفته و دما در روز ۳±۲۲ و در شب ۳±۱۵ درجه سانتی‌گراد تنظیم گردید. به منظور جلوگیری از تجمع نمک در گلدان‌ها چهار سوراخ به قطر یک سانتی‌متر در ته گلدان‌ها، به عنوان زهکش تعبیه شد. بذرهای ژنوتیپ‌های کلزا که توسط هیپوکلریدسدیم ۵٪ ضدعفونی شده بودند در گلدان‌ها کشت شدند، در هر گلدان ۱۰ عدد بذر به عمق ۳ سانتی-متر کاشته شد. گلدان‌ها از مرحله کاشت تا مرحله جوانه‌زنی با آب مقطر آبیاری شدند، و پس از ثبت تاریخ دقیق سبز شدن (از زمانی که ۵۰ درصد سبز شدن) انجام شد. گلدان‌ها با غلظت‌های مختلف شوری که تهیه گردید آبیاری شدند، ۲ هفته بعد از استقرار بوته‌ها به ۵ بوته در گلدان تنک شدند. در مرحله ۴ برگی، با افزودن تدریجی محلول‌های شوری ناشی از غلظت‌های کلرور سدیم و کلرور کلسیم شروع گردید در تیمار با شوری مورد نظر آنقدر آبیاری صورت گرفت که شوری ورودی و خروجی گلدان‌ها با هم مساوی گردید. اعمال تیمارهای شوری تا پایان مرحله رسیدگی با غلظت‌های ذکر شده ادامه داشت و آبیاری به صورت هفتگی انجام شد. دو ماه بعد از اعمال تنش شوری، از هر گلدان ۴ بوته کف‌برُ گردید و در مرحله رسیدگی نیز صفاتی نظیر: ارتفاع بوته، تعداد برگ، وزن تر و خشک، تعداد دانه، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته، تعداد غلاف در ساقه اصلی، طول غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و پروتئین اندازه‌گیری شدند.

روش اندازه‌گیری پروتئین

نمونه‌های خشک گیاهی ابتدا (۱-۰/۵ گرم) در ۵ میلی لیتربافر تریس اسید کلریدریک ساییده و سپس نمونه‌ها با دور بالا سانتریفیوژ شدند. ۰/۰۵ میلی لیتر از محلول رویی نمونه سانتریفوژ شده را برداشته و به آن یک میلی لیتر معرف (۰/۵ میلی لیتر تارتارات سدیم ۲ درصد + ۰/۵ میلی سولفات مس ۱ درصد +۱۰ میلی لیتر کربنات سدیم ۱۰ درصد محلول در هیدروکسید سدیم ۰/۵ نرمال) اضافه کرده و در حرارت آزمایشگاه به مدت ۱۵ دقیقه قرار داده شد و سپس سه

میلی لیتر معرف فولین ۰/۲ نرمال به محلول بالا اضافه شد. محلول حاصل به مدت ۱۵ دقیقه در بن ماری در دمای ۵۰ درجه سانتی گراد قرار گرفت و سپس میزان جذب توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (U.V) مدل ۲۰۰۰ هیتاچی در طول موج ۶۲۵ نانومتر قرائت و با استفاده از فرمول ذیل مقدار پروتئین محاسبه شد.

$$M = \frac{C \times 0.005}{W}$$

M= مقدار پروتئین در هر گرم ماده خشک گیاهی

W= وزن خشک نمونه

C= غلظت

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

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ارتفاع بوته از نظر آماری تحت تأثیر ژنوتیپ و شوری در سطح احتمال خطای یک درصد اختلاف معنی‌داری را نشان داد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های اثرات ساده نشان داد که ارتفاع بوته در ارقام مورد بررسی از ۴۷/۰۴ الی ۶۹/۱۷ سانتی‌متر به ترتیب مربوط به رقم زرفام و هایولا ۴۰۱ متغیر بوده است در ضمن رقم ساری‌گل و لاین ۱۱۱ با ارتفاع بوته ۶۶/۹۲ و ۶۵/۸۰ سانتی‌متر در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ۲). با افزایش سطوح شوری ارتفاع بوته روند کاهشی پیدا کرده است، به طوریکه ارتفاع بوته در سطوح صفر و ۱۲ دسی زیمنس بر متر به ترتیب بین ۶۸/۶۸ الی ۵۰/۶۳ سانتی‌متر متغیر بوده است. و همچنین چهار سطح شوری به چهار گروه آماری نیز تفکیک گردیدند (جدول۲). نتایج حاکی از کاهش ارتفاع بوته، سطح برگ و طول ساقه در اثر شوری در گیاهان مختلفی مانند ذرت (۳۳)، سورگوم (۳۲)، جو (۵) و گندم (۳۰) گزارش شده است. سینگ و سینگ (۴۰) در بررسی تأثیر شوری بر گیاه کاهش ارتفاع بوته و مساحت سطح برگ گیاه در شرایط شور را گزارش نمودند. شوری با کاهش تقسیم و طویل شدن سلولی باعث کاهش ارتفاع بوته می‌گردد (۱۴). حسین و همکاران (۲۶) با اعمال تنش شوری بر روی ارقام نیشکر، شاهد کاهش چشمگیر میزان رشد در ارقام را مورد مطالعه و شوری را عامل موثری در کاهش وزن، طول ساقه‌های این گیاه معرفی کردند و در عین حال با بررسی اثر تنش رطوبتی در مراحل مختلف رشد و توسعه‌ی ذرت بیان کردند که با افزایش تنش، رشد ساقه و ارتفاع بوته کاهش می‌یابد. بنابراین براساس نتایج بدست آمده می‌توان به این پی‌برد که صدمه‌ی اسمزی، سمیت یون‌ها و تغییر در تعادل مواد غذایی قابل دسترس، از جمله عوامل دخیل در کاهش ارتفاع گیاه در محیط شور هستند. از دلایل کاهش ارتفاع گیاه ایجاد خشکی فیزیولوژیکی در محیط ریشه و همچنین رقابت Cl^- و SO_4^- با NO_3 توسط میبدی و قره‌یاضی (۱۴) گزارش شده است.

تعداد برگ در بوته

نتایج نشان داد که ژنوتیپ و شوری تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال خطای یک درصد اختلاف آماری بر تعداد برگ در بوته داشتند ولی اثر متقابل این دو بر تعداد برگ بی‌تأثیر بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های اثرات ساده نشان داد که تعداد برگ در بوته در ارقام مورد بررسی از ۹/۳۳ الی ۱۳/۰۰ به ترتیب مربوط به لاین ۱۱۱ و لاین ۱۸ متغیر بوده است در ضمن هایولا ۴۰۱ و لاین ۱۴ به ترتیب برابر ۱۰/۸۳ و ۱۰/۴۲ در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ۲). با افزایش سطوح شوری تعداد برگ روند کاهشی پیدا کرده است، به طوریکه تعداد برگ در سطوح صفر و ۱۲ دسی زیمنس بر متر به ترتیب بین ۱۳/۳۸ الی ۸/۱۹ متغیر بوده است. و همچنین چهار سطح شوری به چهار گروه آماری نیز تفکیک گردیدند (جدول ۲). با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان گفت شوری از طریق کاهش فشار تورژسانس سبب کاهش رشد و توسعه سلول‌ها خصوصاً در برگ‌ها گردیده و به همین دلیل اولین اثر محسوس شوری بر روی گیاهان به صورت تعداد کمتر برگ‌ها، اندازه کوچکتر آن‌ها و ارتفاع کمتر گیاهان مشاهده گردید. بعلاوه از آن‌جا که شوری موجب اختلال در جذب عناصر غذایی و بر هم زدن تعادل یونی در گیاه می‌شود (۱۴) می‌توان کاهش رشد و توسعه برگ‌ها و ساقه را به کمبود عناصر غذایی و اختلال تغذیه‌ای ناشی از شوری نسبت داد. بنا به گزارش‌های موجود، شوری سبب کاهش ریشه و برگ، تعداد برگ، سطح برگ در ذرت (۲۲، ۳۴ و ۳۸) می‌شود. ماس و گریو (۳۴) بیان نمودند که تنش شوری از تعداد نهایی برگ بر روی ساقه اصلی کاسته و دوره رشد رویشی ساقه را کوتاه می‌نماید.

وزن تر و خشک

نتایج آزمایش (جدول ۱) نشان داد که ژنوتیپ و شوری تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر وزن تر داشتند ولی اثرات متقابل دو عاملی بر وزن تر بی‌تأثیر بود. مقایسه میانگین‌های اثرات ساده نشان داد وزن تر در ارقام مورد بررسی از ۲۳/۰۵ الی ۳۸/۷۲ گرم در بوته به ترتیب مربوط به رقم زرفام و RGS003 متغیر بوده است در ضمن رقم هایولا ۴۰۱ و لاین ۱۴ با وزن تر ۳۸/۵۷ و ۲۷/۶۹ گرم در بوته در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ۲). با افزایش سطوح شوری، وزن تر روند افزایشی پیدا کرده است، به طوریکه وزن تر در سطوح صفر و ۱۲ دسی زیمنس بر متر به ترتیب بین ۲۶/۴۲ الی ۲۹/۴۴ گرم در بوته متغیر بوده است. و همچنین چهار سطح شوری به چهار گروه آماری نیز تفکیک گردیدند (جدول ۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد بررسی تحت تیمارهای شوری و ژنوتیپ‌های مختلف کلزا

منابع تغییرات	df	تعداد دانه	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	طول خورجین	تعداد دانه در خورجین	تعداد خورجین در بوته	تعداد خورجین در ساقه اصلی	ارتفاع بوته	وزن تر	وزن خشک	پروتئین	تعداد برگ در بوته
تکرار	۲	۲۴/۵۷۱ ^{ns}	۰/۱۱۲ ^{ns}	۰/۰۴۴ ^{ns}	۰/۰۱۲ ^{ns}	۲۵/۰۵۳ ^{ns}	۶/۲۹۹ ^{ns}	۰/۳۶۹ ^{ns}	۱۰۴/۹۹۱ ^{ns}	۳۸/۵۸۶ ^{ns}	۲/۱۹۵ ^{ns}	۰/۳۰۸ *	۶/۵۳۶ ^{ns}
ژنوتیپ (A)	۶	۱۸۱۸۹۹۸/۸۴۵ **	۱/۱۷۵ **	۸/۲۹۳ **	۴/۵۴۴ **	۶۹۱۹/۹۹۲ **	۱۱۳۸/۷۷۷ **	۱۶/۶۹۰ **	۷۰۱/۵۸۲ **	۴۸۴/۸۱۳ **	۱۳/۹۰۴ **	۸۷۲ **	۱۹/۱۰۳ **
شوری (B)	۳	۲۱۴۷۸۲/۷۱۰ **	۱/۴۳۰ **	۲/۹۸۹ **	۰/۵۸۴ **	۵۴۲/۰۳۲ **	۵۶۷/۰۵۷ **	۱/۵۳۶ **	۱۳۹۶/۲۶۷ **	۲۵۱/۷۶۳ **	۴/۱۵۴ ^{ns}	۰/۳۳۵ *	۱۱۳/۹۸۰ **
(A×B)	۱۸	۶۲۲۶۶/۸۰۳ **	۰/۳۰۱ **	۰/۵۶۸ **	۰/۶۹۸ **	۷۱۸/۰۸۷ **	۶۳/۹۲۲ **	۲/۰۸۲ **	۴۶/۷۹۶ ^{ns}	۵۷/۹۵۷ ^{ns}	۱/۸۸۱ ^{ns}	۰/۲۴۶ *	۱/۷۱۲ ^{ns}
خطا	۵۴	۵۲۱۵/۳۹۹	۰/۰۹۰	۰/۰۵۰	۰/۱۳۷	۴۷/۱۷۰	۵/۰۵۵	۰/۳۴۴	۵۴/۵۴۲	۸۷/۸۱۹	۱/۹۹۵	۰/۱۰۸	۳/۷۳۳

ns، **و * : به ترتیب غیرمعنی داری و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی تحت تیمارهای شوری و ژنوتیپ‌های مختلف کلزا

تیمارها	تعداد دانه در بوته	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (گرم)	طول خورجین (سانتی‌متر)	تعداد دانه در خورجین	تعداد خورجین در بوته	تعداد خورجین در ساقه اصلی	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	وزن تر (گرم در بوته)	وزن خشک (گرم در بوته)	پروتئین (درصد)	تعداد برگ در بوته
ژنوتیپ												
RGS003	۴۰۹/۸^{d}	۲/۲۹^{ab}	۱/۱۷^{cd}	۵/۶۸۸^{bc}	۸۸/۷۵^{b}	۲۱/۱۵^{c}	۵/۶۶^{bc}	۵۶/۹۳^{b}	۳۸/۷۲^{a}	۵/۹۲^{b}	۴/۶۶^{b}	۹/۵۰^{b}
لاین ۱۴	۳۹۹/۹^{e}	۲/۴۶^{a}	۱/۰۲^{d}	۵/۲۹۴^{d}	۷۵/۷۵^{d}	۱۲/۰۳^{e}	۵/۳۳^{c}	۵۷/۶۳^{b}	۲۷/۶۹^{bc}	۴/۴۸^{cd}	۴/۷۴^{b}	۱۰/۴۲^{b}
زرفام	۶۰/۵۸^{f}	۱/۶۱^{d}	۰/۱۱^{e}	۴/۴۲۱^{e}	۲۸/۰۸^{e}	۴/۸۴۵^{f}	۳/۱۶^{d}	۴۷/۰۴^{c}	۲۳/۰۵^{c}	۴/۰۳^{d}	۵/۱۴^{a}	۹/۹۱^{b}
لاین۱۸	۱۱۵۵^{a}	۲/۰۶^{bc}	۲/۳۸^{a}	۵/۸۸۵^{b}	۸۸/۷۵^{b}	۳۵/۰۹^{a}	۵/۹۱^{b}	۶۲/۸۴^{ab}	۲۴/۰۳^{ab}	۵/۴۱^{bc}	۴/۳۶^{cd}	۱۳/۰۰^{a}
هایولا ۴۰۱	۹۶۵/۷^{b}	۲/۴۲^{a}	۲/۳۷^{a}	۶/۳۳۳^{a}	۱۰۱/۵^{a}	۲۶/۱۱^{b}	۶/۵۸^{a}	۶۹/۱۷^{a}	۳۸/۵۷^{a}	۷/۱۳^{a}	۳/۹۷^{e}	۱۰/۸۳^{b}
لاین۱۱۱	۱۰۰۱^{b}	۲/۰۲^{bc}	۲/۰۵^{b}	۵/۵۴۶^{cd}	۸۲/۱۷^{c}	۲۰/۸۱^{c}	۶/۱۶^{ab}	۶۵/۸۰^{a}	۲۶/۶۷^{bc}	۴/۷۴^{bcd}	۴/۵۳^{bc}	۹/۳۳^{b}
ساری‌گل	۷۱۷/۳^{c}	۱/۸۳^{cd}	۱/۳۰^{c}	۵/۹۹۸^{b}	۹۱/۳۳^{b}	۱۶/۷۲^{d}	۶/۵۸^{a}	۶۶/۹۲^{a}	۲۶/۱۰^{c}	۴/۴۵^{cd}	۴/۱۲^{de}	۹/۷۵^{b}
شوری												
۰	۷۱۳/۹^{b}	۲/۳۶^{a}	۱/۶۹^{b}	۵/۷۸۴ ^{a}	۸۵/۹۰^{a}	۲۱/۵۰^{b}	۵/۹۰^{a}	۶۸/۶۸^{a}	۲۶/۴۲^{b}	۴/۷۳^{a}	۴/۵۶^{ab}	۱۳/۳۸^{a}
۴	۸۱۲^{a}	۲/۲۹^{a}	۱/۹۱^{a}	۵/۶۳۸^{ab}	۸۱/۰۵^{b}	۲۵/۷۰^{a}	۵/۸۱^{ab}	۶۶/۰۵^{a}	۳۴/۱۱^{a}	۵/۵۱^{a}	۴/۴۳^{b}	۱۱/۰۵^{b}
۸	۶۲۹/۶^{c}	۱/۸۶^{b}	۱/۲۲^{c}	۵/۴۸۴^{bc}	۷۶/۳۸^{c}	۱۷/۲۵^{c}	۵/۴۷^{bc}	۵۸/۲۶^{b}	۳۲/۸۰^{a}	۵/۵۹^{a}	۴/۳۷^{b}	۸/۹۵^{c}
۱۲	۵۸۱/۸^{d}	۱/۸۹^{b}	۱/۱۲^{c}	۵ /۴۲۹^{c}	۷۴/۵۷^{c}	۱۳/۷۱^{d}	۵/۳۳^{c}	۵۰/۶۳^{c}	۲۹/۴۴^{ab}	۴/۸۵^{a}	۴/۶۵^{a}	۸/۱۹^{c}

*: در هر ستون و در هرگروه تیمارهای دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارد.

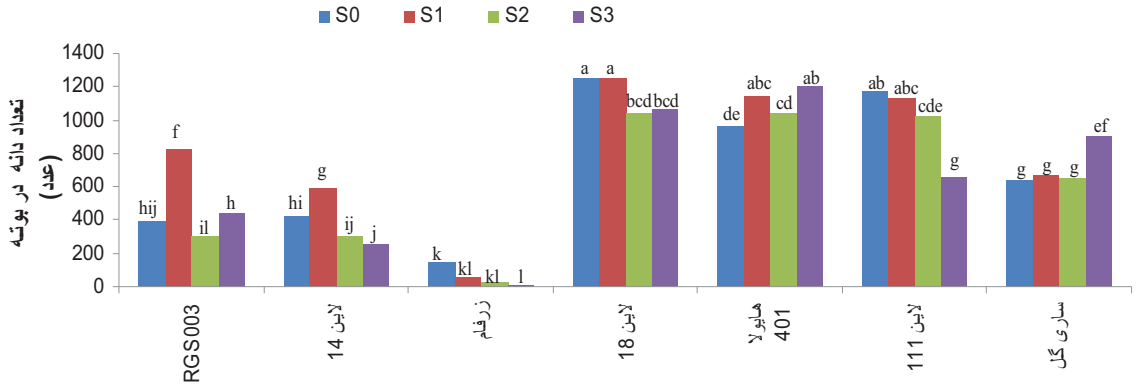
وزن خشک از نظر آماری تنها تحت تأثیر ژنوتیپ در سطح احتمال خطای یک درصد تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های اثرات ساده نشان داد که وزن خشک در ارقام مورد بررسی از ۴/۰۳ الی ۷/۱۳ گرم در بوته به ترتیب مربوط به رقم زرفام و هایولا ۴۰۱ متغیر بوده است در ضمن رقم RGS003 و لاین ۱۸ با وزن خشک ۵/۹۲ و ۵/۴۱ گرم در بوته در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ۲). با افزایش سطوح شوری وزن خشک روند پایداری پیدا کرده است، به طوریکه وزن خشک در سطوح صفر و ۱۲ دسی زیمنس بر متر به ترتیب بین ۴/۷۳ الی ۴/۸۵ گرم در بوته متغیر بوده است. و همچنین چهار سطح شوری به چهار گروه آماری نیز تفکیک گردیدند (جدول ۲). کاهش وزن خشک اندام هوایی با افزایش شوری در کلزا (۱ و ۲) نیز گزارش شده است. همچنین براساس آزمایشی که ساکر و همکاران (۴۲) بر روی تأثیر بعضی از آنتی اکسیدآنها بر روی گیاهان کانولا تحت شرایط شوری انجام دادند، گزارش کردند که بیشتر پارامترهای رشد شامل وزن ماده خشک، عملکرد و دانه در خورجین، شاخص دانه، عملکرد در گیاه کانولا به طور معنی‌داری با افزایش سطوح نمک کاهش یافت.

تعداد دانه در بوته

تعداد دانه در بوته به طور معنی‌داری تحت تأثیر ژنوتیپ، شوری و اثرات متقابل ژنوتیپ و شوری در سطح احتمال خطای یک درصد اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های اثرات ساده نشان داد که تعداد دانه در بوته در ارقام مورد بررسی از ۶۰/۵۸ الی ۱۱۵۵ عدد به ترتیب مربوط به رقم زرفام و لاین ۱۸ متغیر بوده است در ضمن لاین ۱۱۱ و هایولا ۴۰۱ با تعداد دانه ۱۰۰۱ و ۹۶۵/۷ عدد در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ۲). با افزایش سطوح شوری تعداد دانه در پلات روند کاهشی حاصل نموده است، به طوریکه تعداد دانه در سطوح صفر و ۱۲ دسی زیمنس بر متر به ترتیب بین ۷۱۳/۹ الی ۵۸۱/۸ عدد متغیر بوده است. و همچنین چهار سطح شوری به چهار گروه آماری نیز تفکیک گردیدند (جدول ۲). نتایج اثر متقابل سطوح ژنوتیپ و شوری در شکل ۱ درج شده است. بر این اساس اثر متقابل معنی دار در سطوح شوری و رقم برای تعداد دانه مبین آن است که عکس العمل ارقام از نظر تعداد دانه در پلات با توجه به تغییرات سطوح شوری مشابه نمی باشد، به طوریکه رقم زرفام در اثر افزایش سطوح شوری بیشترین کاهش را در مقایسه با تیمار شاهد خودش داشته است و مقدار این صفت نیز از سطوح صفر الی ۱۲ دسی زیمنس بر متر از ۱۴۴/۳ الی ۱۳ عدد متغیر بوده است در صورتی که لاین ۱۸ از ثبات تعداد دانه بیشتری ناشی از تغییرات سطوح شوری برخوردار بوده است به طوریکه تعداد دانه در پلات مربوط به این ژنوتیپ در سطح شوری صفر و ۱۲ به ترتیب برابر ۱۲۵۰ و ۱۰۶۶ متغییر بوده است، همچنین ارقامی نظیر هایولا۴۰۱ و ساری گل از روند پایداری از نظر تغییرات این صفت با توجه با افزایش سطوح شوری برخوردار بودند. ماس و گریو (۳۴) دریافتند که تنش شوری در ظرفیت نهایی دانه تغییراتی را ایجاد می‌کند، به طوری که باعث کاهش معنی‌داری در تعداد بلال می‌گردد.

تعداد دانه در خورجین

این صفت از نظر آماری تحت تأثیر ژنوتیپ، شوری و اثرات متقابل ژنوتیپ و شوری در سطح احتمال خطای یک درصد اختلاف آماری را نشان دادند (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های اثرات ساده نشان داد که میانگین تعداد دانه در خورجین در ارقام مورد بررسی از۲۸/۰۸ الی ۱۰۱/۵ به ترتیب مربوط به رقم زرفام و هایولا ۴۰۱ متغیر بوده است در ضمن رقم ساری‌گل ، لاین ۱۸ و RGS003 با تعداد دانه ۹۱/۳۳ و ۸۸/۷۵ در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ۲).



شکل ۱- روند تعداد دانه در بوته تحت اثرات متقابل شوری در ژنوتیپ‌های مختلف کلزا

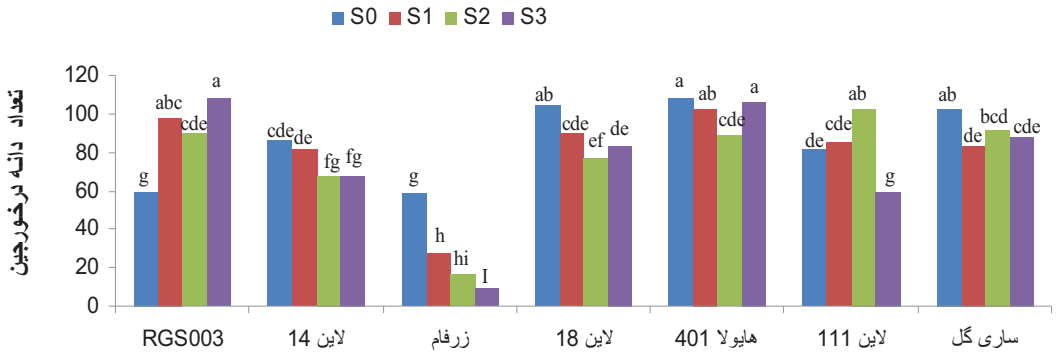
با افزایش سطوح شوری تعداد دانه در خورجین روند کاهشی حاصل نموده است، به طوریکه تعداد دانه در خورجین در سطوح صفر و ۱۲ دسی زیمنس بر متر به ترتیب بین ۸۵/۹۰ الی ۷۴/۵۷ متغیر بوده است. همچنین چهار سطح شوری به چهار گروه آماری نیز تفکیک گردیدند (جدول ۲). نتایج اثر متقابل سطوح ژنوتیپ و شوری در شکل ۲ درج شده است. بر این اساس اثر متقابل معنی‌دار در سطوح شوری و رقم برای تعداد دانه در خورجین مبین آن است که عکس العمل ارقام از نظر تعداد دانه در خورجین با توجه به تغییرات سطوح شوری مشابه نمی‌باشد، به طوریکه رقم زرفام در اثر افزایش سطوح شوری بیشترین کاهش را در مقایسه با تیمار شاهد خودش داشته است و مقدار این صفت نیز از سطوح صفر الی ۱۲ دسی زیمنس بر متر از ۵۹ الی ۹ متغیر بوده است در صورتی که رقم هایولا از ثبات تعداد دانه در خورجین بیشتری ناشی از تغییرات سطوح شوری برخوردار بوده است به طوریکه تعداد دانه در خورجین مربوط به این ژنوتیپ در سطح شوری صفر و ۱۲ به ترتیب برابر ۱۰۸ و۱۰۶/۳ متغیر بوده است، همچنین ارقامی نظیر لاین ۱۴ و ساری‌گل از روند پایداری از نظر تغییرات این صفت با توجه با افزایش سطوح شوری برخوردار بودند. ماس و گریو (۳۴) بیان نمودند که با افزایش شوری در ظرفیت نهایی دانه تغییراتی را ایجاد می‌کند، به طوری که باعث کاهش معنی‌داری در تعداد دانه در بلال می‌گردد. کیمبر (۳۱) به نقل از مندهام و سالیسبوری گزارش کرد تنش اولیه آب در مرحله رشد غلاف‌ها، تعداد آن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در حالی که تنش در زمان دیرتر بر تعداد دانه در غلاف اثر دارد. گزارش‌های مندهام و سالیسبوری (۳۶) حاکی از آن است که تعداد دانه در خورجین به طور متوسط از ظرفیتی نزدیک به ۳۰ تخمک در زمان گل‌دهی برخوردار است ولی تعداد نهایی آن همواره از مقدار مذکور کمتر است. زیرا عواملی مانند شوری، فشار اسمزی، کمبود آب و دیگر عوامل محیطی در کاهش تعداد دانه در خورجین موثر است.

تعداد خورجین در بوته

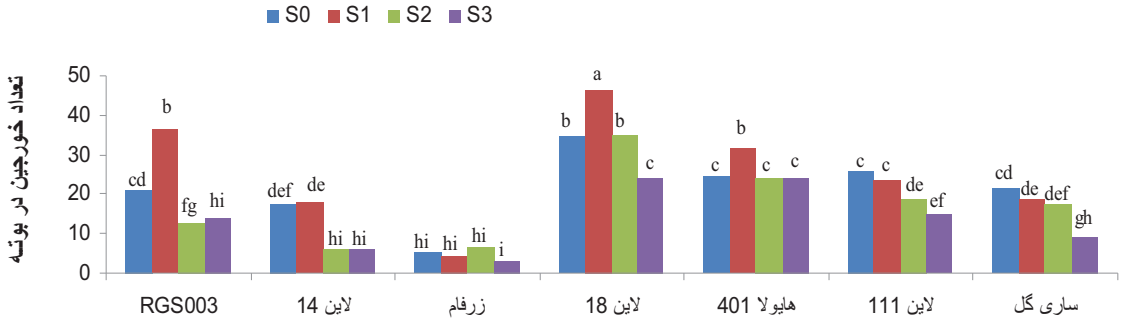
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تعداد خورجین در بوته از نظر آماری تحت تأثیر ژنوتیپ، شوری و اثرات متقابل دو عاملی در سطح احتمال خطای یک درصد تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های اثرات ساده نشان داد که میانگین تعداد خورجین در بوته در ارقام مورد بررسی از۴/۸۴ الی ۳۵/۰۹ به ترتیب مربوط به رقم زرفام و لاین ۱۸ متغیر بوده است در ضمن رقم هایولا ۴۰۱ و RGS003 با تعداد دانه ۲۶/۱۱ و ۲۱/۱۵ در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ۲). با افزایش سطوح شوری تعداد خورجین در بوته روند کاهشی حاصل نموده است، به طوریکه تعداد خورجین در بوته در سطوح صفر و ۱۲ دسی زیمنس بر متر به ترتیب بین ۲۱/۵۰ الی ۱۳/۷۱ متغیر بوده است. و همچنین چهار سطح شوری به چهار گروه آماری نیز تفکیک گردیدند (جدول ۲). نتایج اثر متقابل سطوح ژنوتیپ و شوری در شکل ۳ درج شده است. بر این اساس اثر متقابل معنی‌دار در سطوح شوری و رقم برای تعداد خورجین در بوته مبین آن است که عکس العمل ارقام از نظر تعداد خورجین در بوته با توجه به تغییرات سطوح شوری مشابه نمی‌باشد، به طوریکه لاین ۱۴ در اثر افزایش سطوح شوری بیشترین کاهش را در مقایسه با تیمار شاهد خودش داشته است و مقدار این صفت نیز از سطوح صفر الی ۱۲ دسی زیمنس بر متر از ۱۷/۳۴ الی ۶/۳۳ متغیر بوده است در صورتی که رقم ساری‌گل از ثبات تعداد خورجین در بوته بیشتری ناشی از تغییرات سطوح شوری برخوردار بوده است به طوریکه تعداد خورجین در بوته مربوط به این رقم هایولا ۴۰۱ در سطوح شوری صفر و ۱۲ به ترتیب برابر ۲۴/۴۵ الی۲۴/۲۳ متغیر بوده است. سنا و همکاران (۳۹) گزارش دادند که تعداد خورجین در بوته تعیین کننده‌ی عملکرد دانه در کلزا است و سهم مهمی در عملکرد دانه دارد. تعداد دانه در خورجین یکی از مولفه‌های مهم در خورجین به شمار می‌آید. براساس گزارش محمود و همکاران (۳۵) ممکن است کاهش تعداد خورجین از افزایش هورمون اسید آبسسیک ناشی شده باشد زیرا زیاد بودن این هورمون می‌تواند سبب مرگ دانه‌های گرده شده پس تعداد گل‌های تلقیح شده و تعداد خورجین را کاهش می‌دهد. البته در گیاه کلزا زمان تولید گل، نیز سرنوشت آن را تعین می‌کند و از آن‌جا که تنش اعمال شده از یک طرف موجب تسریع در گل‌دهی و کاهش طول دوره‌ی گل‌دهی شده و از طرف دیگر سبب رشد رویشی کمتر و در نتیجه تولید مواد فتوسنتزی کمتر گشته و تحت این شرایط گیاه بقای خود را به هزینه‌ی کاهش تعداد خورجین تضمین می‌کند

تعداد خورجین در ساقه اصلی

نتایج آزمایش (جدول ۱) نشان داد که ژنوتیپ، شوری و اثرات متقابل ژنوتیپ و شوری تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال خطای یک درصد بر تعداد خورجین در ساقه اصلی داشتند (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های اثرات ساده نشان داد که تعداد خورجین در ساقه اصلی در ارقام مورد بررسی از ۳/۱۶ الی ۶/۵۸ به ترتیب مربوط به رقم زرفام، هایولا ۴۰۱ و ساری گل متغیر بوده است در ضمن لاین ۱۱۱ و لاین ۱۸ با تعداد خورجین در ساقه اصلی ۶/۱۶ و ۵/۹۰ در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ۲). با افزایش سطوح شوری تعداد خورجین در ساقه اصلی روند کاهشی حاصل نموده است، به طوریکه تعداد خورجین در ساقه اصلی در سطوح صفر و ۱۲ دسی زیمنس بر متر به ترتیب بین ۵/۹۵ الی ۵/۳۳ متغیر بوده است. و همچنین چهار سطح شوری به چهار گروه آماری نیز تفکیک گردیدند (جدول ۲).



شکل ۲- روند تعداد دانه در خورجین تحت اثرات متقابل شوری در ژنوتیپ‌های مختلف کلزا



شکل ۳- روند تعداد خورجین در بوته تحت اثرات متقابل شوری در ژنوتیپ‌های مختلف کلزا

نتایج اثر متقابل سطوح ژنوتیپ و شوری در شکل ۴ درج شده است. بر این اساس اثر متقابل معنی دار در سطوح شوری و رقم برای تعداد خورجین در ساقه اصلی مبین آن است که عکس العمل ارقام از نظر تعداد خورجین در ساقه اصلی با توجه به تغییرات سطوح شوری مشابه نمی‌باشد، به طوریکه در رقم ساری‌گل در اثر افزایش سطوح شوری بیشترین کاهش را در مقایسه با تیمار شاهد خودش داشته است و مقدار این صفت نیز از سطوح صفر الی ۱۲ دسی زیمنس بر متر از ۷/۳۳ الی ۶/۶۶ متغیر بوده است، همچنین ارقامی نظیر لاین ۱۴ و هایولا از روند پایداری از نظر تغییرات این صفت با توجه با افزایش سطوح شوری برخوردار بودند. براساس گزارش اسکارس برایک و دانیلز (۴۱) اعمال تنش رطوبت در مرحله رشد طولی ساقه اصلی بر تعداد شاخه‌های فرعی اثر منفی گذاشت و همچنین اعمال تنش در مرحله گل‌دهی موجب کاهش تعداد غلاف‌ها و در مرحله غلاف‌بندی سبب کاهش وزن هزار دانه گردید.

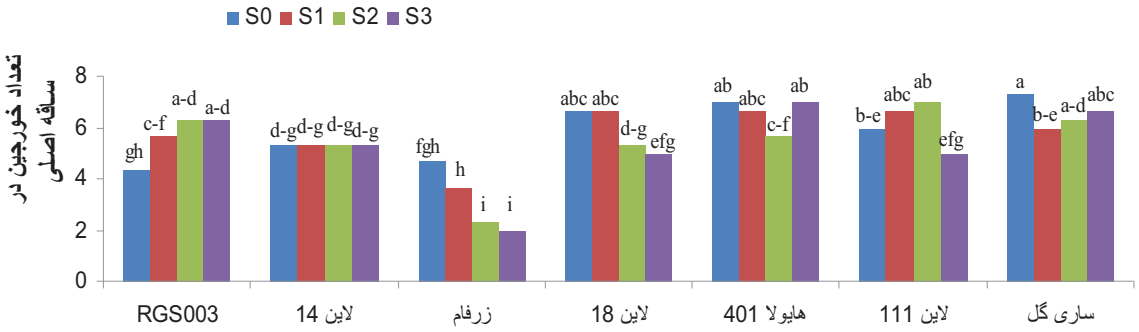
طول خورجین

طول خورجین به طور معنی‌داری تحت تأثیر ژنوتیپ، شوری و اثرات متقابل دو عاملی در سطح احتمال خطای یک درصد اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های اثرات ساده نشان داد که طول خورجین در ارقام مورد بررسی از ۴/۴۲ الی ۶/۳۳ سانتی-متر به ترتیب مربوط به رقم زرفام و هایولا ۴۰۱ متغیر بوده است در ضمن رقم ساری‌گل و لاین ۱۸ به طول ۵/۹۹ و ۵/۸۸ سانتی‌متر در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ۲). با افزایش سطوح شوری طول خورجین روند کاهشی حاصل نموده است، به طوریکه طول خورجین در سطوح صفر و ۱۲ دسی زیمنس بر متر به ترتیب بین ۵/۷۸ الی ۵/۴۲ سانتی‌متر متغیر بوده است. و همچنین چهار سطح شوری به چهار گروه آماری نیز تفکیک گردیدند (جدول ۲). نتایج اثر متقابل سطوح ژنوتیپ و شوری در شکل ۵ درج شده است. بر این اساس اثر متقابل معنی‌دار در سطوح ژنوتیپ و شوری برای طول خورجین در ارقام مبین آن است که عکس العمل ارقام از نظر طول خورجین با

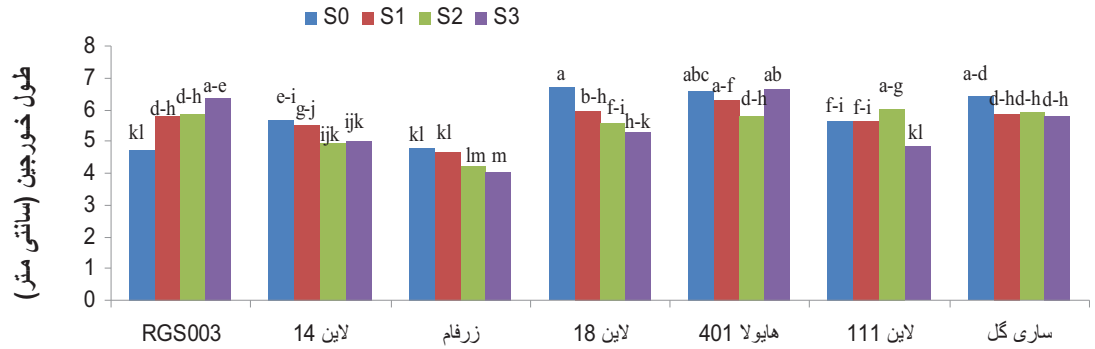
توجه به تغییرات سطوح شوری مشابه نمی‌باشد، به طوریکه رقم ساری‌گل در اثر افزایش سطوح شوری بیشترین کاهش را در مقایسه با تیمار شاهد خودش داشته است و مقدار این صفت نیز از سطوح صفر الی ۱۲ دسی زیمنس بر متر از ۶/۴۳ الی ۵/۷۹ سانتی‌متر متغیر بوده است، بقیه ارقام به جزء RGS003 که روند افزایشی را با توجه به بالا رفتن سطح شوری داشته است از روند پایداری از نظر تغییرات این صفت با توجه با افزایش سطوح شوری برخوردار بودند. راجهار و پال (۳۸) در آزمایش مزرعه‌ای روی ۵ رقم ذرت با مقادیر مختلف شوری گزارش کردند که طول بلال کاهش یافت. ماس و گریو (۳۴) اظهار داشتند که تنش شوری در ظرفیت نهایی دانه تغییراتی را ایجاد می‌کند، به طوری که باعث کاهش معنی‌داری در طول بلال می‌گردد.

وزن هزار دانه

وزن هزار دانه از نظر آماری تحت تأثیر ژنوتیپ، شوری و اثرات متقابل ژنوتیپ × شوری در سطح احتمال خطای یک درصد اختلاف آماری را نشان می‌دهد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های اثرات ساده نشان داد که وزن هزار دانه در ارقام مورد بررسی از ۱/۶۱ الی ۲/۴۶ گرم به ترتیب مربوط به رقم زرفام و لاین ۱۴متغیر بوده است در ضمن رقم هایولا ۴۰۱ و RGS003 با عملکرد ۲/۴۲ و ۲/۲۹ گرم در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ۲). با افزایش سطوح شوری وزن هزار روند کاهشی حاصل نموده است، به طوریکه وزن هزار در سطوح صفر و ۱۲ دسی زیمنس بر متر به ترتیب بین ۲/۳۶ الی ۱/۸۹ گرم متغیر بوده است. و همچنین چهار سطح شوری به چهار گروه آماری نیز تفکیک گردیدند (جدول ۲). بر اساس آزمایش‌هایی که به منظور بررسی اثر تنش شوری بر عملکرد کلزا انجام شده با افزایش شوری عملکرد کاهش یافت (۱). نتایج اثر متقابل سطوح ژنوتیپ و شوری در شکل ۶ درج شده است. بر این اساس اثر متقابل معنی دار در سطوح ژنوتیپ و شوری برای وزن هزار دانه در ارقام مبین آن است که عکس العمل ارقام از نظر وزن هزار دانه با توجه به تغییرات سطوح شوری مشابه نمی‌باشد، به طوریکه رقم هایولا ۴۰۱ در اثر افزایش سطوح شوری بیشترین کاهش را در مقایسه با تیمار شاهد خودش داشته است و مقدار این صفت نیز از سطوح صفر الی ۱۲ دسی زیمنس بر متر از ۳/۱۸ الی ۱/۷۸ گرم متغیر بوده است، همچنین ارقامی نظیر لاین ۱۴ و زرفام از روند پایداری از نظر تغییرات این صفت با توجه با افزایش سطوح شوری برخوردار بودند.



شکل ٤- روند تعداد خورجین در ساقه اصلی تحت اثرات متقابل شوری در ژنوتیپ‌های مختلف کلزا

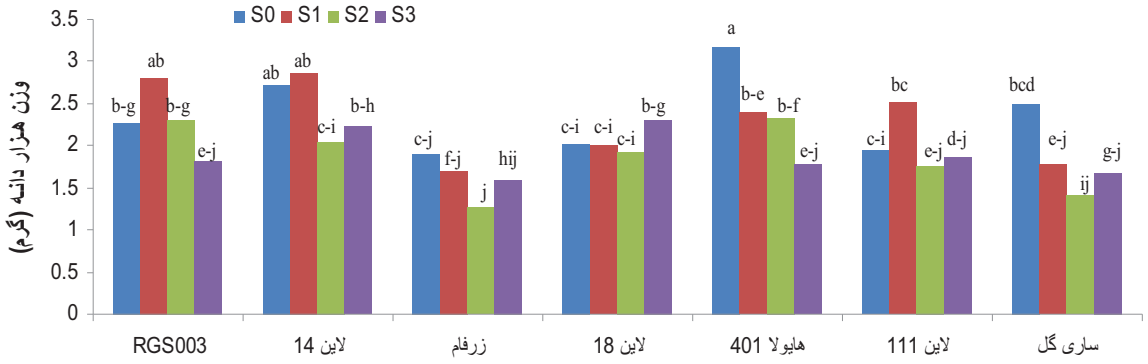


شکل ٥- روند طول خورجین تحت اثرات متقابل شوری در ژنوتیپ‌های مختلف کلزا

شمس الدین و فرحبخش (۹) در ارزیابی تحمل به شوری ارقام ذرت دریافتند که با افزایش از ۴ به ۱۰ دسی زیمنس بر متر وزن هزار دانه ۶۴ درصد کاهش نشان داد، که این کاهش وزن هزار دانه ممکن است به یکی از دو دلیل کاهش میزان مواد فتوسنتزی وارد شده به بلال به دلیل اختصاص بخشی از مواد فتوسنتزی تولید شده برای تنظیم اسمزی مورد نیاز گیاه و یا کاهش طول دوره پرشدن دانه‌ها باشد. راجهار و پال (۳۸) در آزمایش مزرعه‌ای روی ۵ رقم ذرت با مقادیر مختلف شوری اظهار داشتند که وزن هزار دانه کاهش می‌یابد. همچنین دهقان و نادری (۶) در ارزیابی تحمل به شوری ارقام ذرت بیان نمودند که با افزایش شوری از ۲ به ۸ دسی زیمنس بر متر وزن هزار دانه کاهش یافت. بیات و ربیعی (۴) در تحقیقی بر روی کلزا بیان کردند که وزن هزار دانه در بین صفات بیشترین اثر مستقیم را بر روی عملکرد دانه داشت. انگویست و بِکر (۲۳) بیان کردند که مهم‌ترین صفت برای انتخاب ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در کلزا وزن هزار دانه می‌باشد زیرا این صفت از اجزای عملکرد در کلزا بوده و خیلی آسان‌تر از عملکرد تخمین زده می‌شود و وراثت‌پذیری بالایی دارد به طوری که تعداد خورجین در شاخه‌های فرعی و اصلی بعد از وزن هزار دانه بیشترین اثر مستقیم مثبت را بر روی عملکرد دانه دارد.

عملکرد دانه

عملکرد دانه به طور معنی‌داری تحت تأثیر ژنوتیپ، شوری و اثرات متقابل ژنوتیپ × شوری در سطح احتمال خطای یک درصد اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های اثرات ساده نشان داد که عملکرد دانه در ارقام مورد بررسی از ۰/۱۱ الی ۲/۳۸ گرم در گلدان به ترتیب مربوط به رقم زرفام و لاین ۱۸ متغیر بوده است در ضمن رقم هایولا ۴۰۱ و لاین ۱۱۱ با عملکرد ۲/۳۷ و ۲/۰۵ گرم در گلدان در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ۲). با افزایش سطوح شوری عملکرد دانه روند کاهشی حاصل نموده است، به طوریکه عملکرد دانه در سطوح صفر و ۱۲ دسی زیمنس بر متر به ترتیب بین ۱/۶۹ الی ۱/۱۲ گرم در گلدان متغیر بوده است. همچنین چهار سطح شوری به چهار گروه آماری نیز تفکیک گردیدند (جدول ۲). فرانکوئیس (۲۴) نشان داد که عملکرد دانه کلزا در اثر شوری به میزان قابل ملاحظه ای کاهش یافت. نتایج اثر متقابل سطوح ژنوتیپ و شوری در شکل ۷ درج شده است. بر این اساس اثر متقابل معنی‌دار در سطوح ژنوتیپ و شوری برای عملکرد در ارقام مبین آن است که عکس العمل ارقام از نظر عملکرد دانه با توجه به تغییرات سطوح شوری مشابه نمی‌باشد، به طوریکه رقم هایولا ۴۰۱ در اثر افزایش سطوح شوری بیشترین کاهش را در مقایسه با تیمار شاهد خودش داشته است و مقدار این صفت نیز از سطوح صفر الی ۱۲ دسی زیمنس بر متر از ۱/۷۹ الی ۲/۰۸ گرم در گلدان متغیر بوده است، همچنین ارقامی نظیر RGS003 و زرفام از روند پایداری از نظر تغییرات این صفت با توجه با افزایش سطوح شوری برخوردار بودند. همچنین دهقان و نادری (۶) در ارزیابی تحمل به شوری ارقام ذرت گزارش نمودند که با افزایش شوری از ۲ به ۸ دسی زیمنس بر متر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، درصد باروری بلال و درصد بوته‌های دارای بلال کاهش یافت. این محققین همچنین گزارش نمودند که هیبرید سینگل کراس ۶۴۷ نسبت به دو هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ و ۷۱۱ از مقاومت بیشتری در برابر شوری برخوردار است. هافمن و همکاران (۲۷) بیان نمودند شوری ۳/۷ دسی زیمنس بر متر باعث کاهش عملکرد ذرت نشد، اما به ازای هر واحد افزایش بیشتر شوری عملکرد دانه ۱۴ درصد کاهش یافت. آن‌ها علت کاهش عملکرد را کاهش در تراکم بوته و جرم دانه بیان نمودند. راجهار و پال (۳۸) در آزمایش مزرعه‌ای روی ۵ رقم ذرت با مقادیر مختلف شوری بیان کردند که عملکرد دانه کاهش یافت. همچنین کافی و همکاران (۱۳) دریافتند که شوری باعث کاهش سطح فتوسنتز کننده ذرت و در نتیجه کاهش عملکرد گردید.



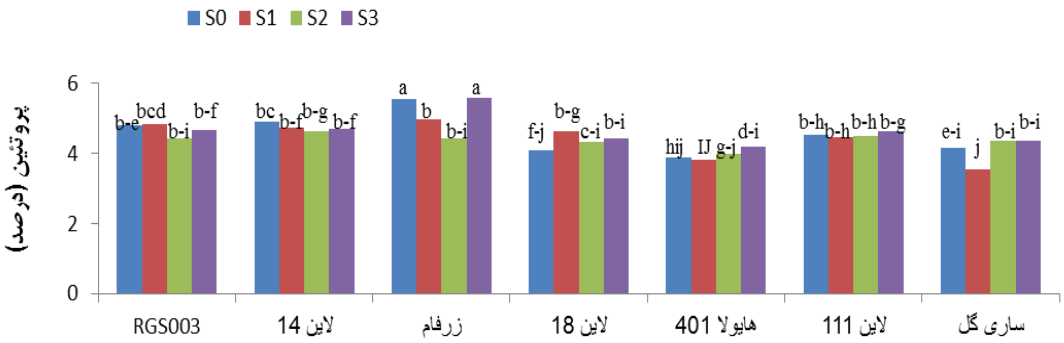
شکل ٦- روند وزن هزار دانه تحت اثرات متقابل شوری در ژنوتیپ‌های مختلف کلزا

شکل ۷- روند عملکرد دانه تحت اثرات متقابل شوری در ژنوتیپ‌های مختلف کلزا

محمود و همکاران (۳۵) در تحقیقی بیان کردند که کاهش عملکرد کلزا در شرایط شوری امری طبیعی است، زیرا با توجه به این که گیاهان بخش عمده‌ای از دوره‌ی رشد خود را در معرض شوری گذارنده‌اند و میزان یون‌های سمی کلرور سدیم به طور طبیعی در برگ با افزایش شوری افزایش می‌یابد. بنابراین شاید بتوان کاهش عملکرد را به تجمع زیاد یون کلرور سدیم در داخل گیاه نسبت داد.

میزان پروتئین

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که میزان پروتئین از نظر آماری تحت تأثیر ژنوتیپ، شوری و اثرات متقابل دو عاملی به ترتیب در سطح احتمال خطای یک و پنج درصد تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های اثرات ساده نشان داد که میزان پروتئین در ارقام مورد بررسی از ۳/۹۷ الی ۵/۱۴ درصد به ترتیب مربوط به رقم هایولا ۴۰۱ و زرفام متغیر بوده است در ضمن لاین ۱۴ و رقم RGS003 با میزان پروتئین ۴/۷۴ و ۴/۶۶ در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ۲). با افزایش سطوح شوری میزان پروتئین روند پایداری پیدا کرده است، به طوریکه میزان پروتئین در سطوح صفر و ۱۲ دسی زیمنس بر متر به ترتیب بین ۴/۵۶ الی ۴/۶۵ درصد متغیر بوده است. همچنین چهار سطح شوری به چهار گروه آماری نیز تفکیک گردیدند (جدول ۲). نتایج اثر متقابل سطوح ژنوتیپ و شوری در شکل ۸ درج شده است. بر این اساس عکس العمل ارقام از نظر میزان پروتئین با توجه به تغییرات سطوح شوری مشابه نمی‌باشد، به طوریکه در رقم هایولا ۴۰۱ در اثر افزایش سطوح شوری مقدار این صفت نیز از سطوح صفر الی ۱۲ دسی زیمنس بر متر بین ۳/۸۷ الی ۴/۲۰ درصد متغیر بوده است، همچنین ارقامی نظیرRGS003 و زرفام از روند پایداری از نظر تغییرات این صفت با توجه با افزایش سطوح شوری برخوردار بودند.



شکل ۸- روند پروتئین تحت اثرات متقابل شوری در ژنوتیپ‌های مختلف کلزا

نتیجه‌گیری

از نتایج فوق می‌توان استنباط نمود که هر چند شوری‌های بالا سبب کاهش تولید عملکرد و اجزای عملکرد کلزا می‌شود ولیکن این گیاه تا حد زیادی به شوری‌های متوسط تحمل داشته و می‌تواند تولید قابل توجهی در شرایط تنش شوری داشته باشد، همچنین رقم هایولا تحمل بیشتری نسبت به ۶ رقم دیگر دارا بود. بنابراین می‌توان کاهش عملکرد را به تجمع زیاد یون‌ها در داخل گیاه نسبت داد. و همچنین با توجه به کاهش وزن هزار دانه و تعداد خورجین در بوته در سطح ۴ شوری (۱۲ دسی زیمنس بر متر) می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که این اجزاء حساسیت بیشتری به شوری داشته‌اند و نقش بیشتری در کاهش عملکرد دارند، ولی نتایج احتیاج به بررسی‌های بیشتر دارد.

منابع

۱- احمدی س.م.، و نیازی اردکانی ج. ۱۳۸۳. ارزیابی و تعیین تحمل به شوری واریته‌های مختلف کلزا با استفاده از مدل رایانه‌ای SALT. دومین کنفرانس ملی دانشجویی منابع آب و خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز. ص ۱۹- ۱۱.

۲- انفراد ا.، پوستینی ک.، مجنون حسینی ن.، طالعی ع.ر.، و خواجه احمد عطاری ا. ۱۳۸۲. واکنش‌های فیزیولوژیکی ارقام کلزا (*Brassica napus* L.) در مرحله رشد رویشی نسبت به تنش شوری. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال ۷، شماره ۴، ص ۱۱۲- ۱۰۳.

۳- بی‌نام. ۱۳۸۸. وزارت جهاد کشاورزی، دفتر آمار و فن‌آوری اطلاعات، بانک اطلاعات زراعت.

۴- بیات م.، و ربیعی ب. ۱۳۸۶. ارزیابی روابط بین عملکرد دانه و صفات مهم زراعی کلزا به عنوان کشت دوم در شالیزارها. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. شماره ۴۵، سال ۱۲. پائیز ۱۳۸۷.

۵- تدوین م.ر.، و امام ی. ۱۳۸۶. واکنش‌های فیزیولوژیک ۲ رقم جو به تنش شوری و ارتباط آن با عملکرد دانه. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. شماره ۱ (الف)، ص ۲۶۲- ۲۵۳.

۶- دهقان ا.، و نادری ا. ۱۳۸۶. ارزیابی تحمل به شوری در ۳ رقم ذرت دانه‌ای. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال ۱۱، شماره ۴۱ (ب)، ص ۲۷۵- ۲۳۸.

۷- رجبی ر.، پوستینی ک.، جهانی‌پور پ.، و احمدی ع. ۱۳۸۴. اثرات شوری بر کاهش عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیکی ۳۰ رقم گندم. مجله علوم کشاورزی. جلد ۱۲، ص ۱۶۳- ۱۵۳.

۸- رئیسی س. ۱۳۷۳. بررسی مقدماتی ارقام مختلف کلزا در منطقه گرگان و گنبد. سومین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران- تبریز. ص ۱۶۵.

۹- شمس الدین س.، و فرحبخش ح. ۱۳۸۴. اثر تنش شوری بر عملکرد و برخی صفات زراعی و فیزیولوژیک دو هیبرید ذرت در منطقه کرمان. تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی). جلد ۳۲، شماره ۱. ص ۱۴- ۱۳.

۱۰- شیرانی راد ا. ح.، و دهشیری ع. ۱۳۸۱. راهنما کلزا (کاشت، داشت و برداشت). نشر آموزش کشاورزی. ص ۱۶.

۱۱- فیضی م. ۱۳۷۷. تأثیر کیفیت آب بر عملکرد محصول گندم. گزارش نهایی شماره ۲۸۲- ۷۷ مرخ ۷۷/۷/۶ مرکز اسناد و اصلاعات علمی سازمان تات. مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان.

۱۲- کاظمی ف. ۱۳۸۳. بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری بر روند رشد، عملکرد و اجزای عملکرد ۲ رقم کلزای بهاره. پایان نامه کارشناسی ارشد. تولیدات گیاهی مجتمع عالی آموزش و پژوهش کشاورزی رامین، دانشگاه شهید چمران اهواز. شماره ۹۶. ص ۱۸۵.

۱۳- کافی م.، دابلیو و.، و استوارت اس. ۱۳۷۷. اثرات شوری در رشد و عملکرد ۹ رقم گندم. مجله علوم و صنایع کشاورزی. جلد ۱. شماره ۱۲.

۱۴- میرمحمدی میبدی س.، و قره‌یاضی ب. ۱۳۸۱. جنبه‌های فیزیولوژیک و بهنژادی تنش شوری گیاهان. انتشارات مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان. ص ۲۴۷.

۱۵- هوشمند س.، ارزانی ا.، و میرمحمدی میبدی س. ۱۳۸۴. بررسی تحمل به تنش شوری ژنوتیپ‌های گندم دوروم حاصل از دو روش گزینش درون شیشه‌ای و مزرعه‌ای در مرحله گیاهچه. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۲. ص ۱۲۱- ۱۱۲.

16- Ashraf M. 1989.The effect of NaCl on water relations, chlorophyll, and protein and proline contents of two cultivars of blackgram (*Vigna mungo* L.) plant and soil (1989), 205-210.

17- Ashraf M., Bokhari M.H., and Mehmood S. 1989. Effect of four different salts on germination and seedling growth of four Brassica species. J. Biol. 35: 173-187.

18- Ashraf M., and McNeilly T. 2004. Salinity tolerance in Brassica oilseeds,. Plant Sci. 23: 157-174.

19- Ashraf M., and Foolad M.R. 2005. Per- Sowing seed treatment- a shotgun approach to improve germination, plant,

growth, and crop yield under saline and non- saline codition. Advances in Agronomy. 88: 223- 271.
20- Benlloch M., Ojeda M.A., Ramos J., and Rodriguesnavarro A. 1994. Salt sensitivity and low discrimination between potassium and sodium in plant and soil. 166: 177- 123.
21- 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.)*. Crop Sci. 137: 182-187.
22- Cicek N., and Cakirlar H. 2002. The effect of salinity on some physiological parameters in two maize cultivars. BULG. Journal Plant Physiology. 28: 66-74.
23- Engqvist G.M., and Beker H.C. 1993. Correlation studies for agronomic characters in segregating tamili of spring oilseed rape (*Brassica napus* L.). jereditas. 118: 211-216
24- Francois L.E. 1994. Growth, seed yield and oil content of canola grown under saline conditions. Crop Sci. 86: 233-234.
25- Food and Agriculture Organization (F.A.O). 2007. Availabe at htt:// faostat. F. A. O. Org/Site/567/efault. ASPX. Last acssess on 01.12.2008.
26- Hussain A.Z., Khan 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.components and seed quality .Eur.I. Agron. 5 (3): 153-160.
27- Hoffman G.J., Mass E.V., Prichard T.L., and Meyer J.L. 1983. Salt tolerance of corn in the Sacramento-San Joaquin Delta of California. Irrigation, Science. 4: 31 – 44.
28- Katerij N., Vanhoorn J.W., Hamdy A., Karam F., and Mastrorilli M. 1994. Effect of salinity on emergence and on water stress and early seedling growth of sunflower and maize. Agric. Water Manage. 26: 81- 91.
29- Kaya C., Higges D., and Kirnak H. 2001. The effects of high salinity (NaCl) and supplementary phosphorus and potassium on physiology and nutrition development of spinach. BULG.J. plant physiol . 27: 47-59.
30- Kummar S.G., Matta Reddy A., and Sudhakar C. 2003. NaCl effects on proline metabolism in two high yielding genitypes of mulberry with contrasting salt tolerance. Plant Science, 165: 1245-1251.
31- Kimber D.S. 1995. Brassica oil seeds: proruction and utilization CAB international.
32- Lacerda C.F.D., Cambraia J., Oliva M.A., Ruiz H.A., and Prisco J.T. 2003. Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. Environmental and Experimental Botany. 49: 107-120.
33- Mass E.V. 1986. Crop tolerance to saline soil and water. Proe. US Pak Biosaline Res. Workshop, Karachi, Pakistan. 205-219.
34- Mass E.V., and Grive E.M. 1990. Spike and leaf development in salt stressed corn. Crop Science. 30: 1309-1313.
35- Mahmoode S., Iran S., and Athar H.R. 2003. Intraspecific variability in sesame (*Sesamum indicom*) for various quantititive and qualitive attributes under differential salt regimes. J. Res (Sci), Bahauddin zakariya university, multan pakistan. 14 (2): 177-186.
36- Mendham N.J., and Salisbury P.A. 1995. physiology . crop developmentin. Growth and yield . CAB International. 11-67.
37-Munns R., and Jams R.A. 2003. Screening method for salinity tolerance: a case study with tetraploid wheat. Plant Soil. 253: 201- 218.
38-Raghar C.S., and Pal B. 1994. Effect of saline water on growth, yield and contributory Characters of various corn cultivars. Agriculture Research. 15: 351-356.
39- Sana M., Ali A., Malhk M.A., Saleem M.F., and Rafiq M. 2003. Comparative yield potential and pil content of different canola cultivars (*Brassica napus* L.) Pakistan of agronomy. 2 (1): 1-7.
40- Sakr M.T., EL-Emery M.E., Fouda R.A., and Mowufy M.H. 2007. Role of same antioxidants in alleviatiny soil salinity strees. J. Agric. Mnsoura univ., 32: 9751-9763.
41- Scarisbrick D.H., and Daniels R.W. 1986. Oil seed rape first published in great Britain by coollins professional and technical books.
42-Singh R.R., and Singh D.P. 2001. Effect of moisture stress on morphological parameters and productivity of poaceous crops. Agro Botanical Publishers India, Bikaner. 241- 246.

Journal of Water and Soil
Vol. 26, No. 3, Jul-Aug 2012, p. 762-774

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۳، مرداد – شهریور ۱۳۹۱، ص. ۷۷۴-۷۶۲

Effect of Salinity Stress (NaCl, $CaCl_2$) on Seacl Yield and Yield Components of Spring Rapeseed (*Berassica napus* L.)

A. Cherati[1]* - F. Abbaszadeh[2] - V. Rameeh[3] - R. Rezaei Sokht Abandani[4]

Received: 10-10-2011
Accepted: 12-2-2012

Abstract

Salinity is one of restriction factor for agricural production. Due to expanding of soil salinity in our country, development of salinity resistant variety makes yield and agriculture prodntion increasing. In order to evolution of salinity due to NaCl and $CaCl_2$ effects on yield and yield components of spring rapeseed, a factorial experiment in arrany e of completely randomized design with threereplications was carried out at green house condition in Agricuturnl and Nautral Research center of Mazandaran in 2009. Four levels of salinity including 0, 4, 8 and 12 ds/m^{-1} were considered as factor 1 and factor 2 was included inpessed genotypes including (Zarfam, sarigol, L_{14}, L_{18}, L_{111}, RGS003 and $Hayola_{401}$). The traits including seed yield, plant height, leaf numbers, wet and dry weight, number of seed yield, pods per plant, pods per main stem, seeds per pod, pods length and 1000 seed eight were increased with salinity levels increasing. But protein was ncreased due to salinity incrasing It seems amony the genotypes , L_{18} and hayola $_{401}$ with high seed yield had high effieieny in saline environment and zarfam was more succeptible to salinity in zarfam variety, the protein significantly was incrased due to salinity increasing.

Keywords : Rapeseed, Salinity, Seed yield, Yield Components.

1,3- Assistant Professors, Researches Center and Natural Resources of Mazadaran Province, Mazandaran, Iran
(*- Corresponding Author Email: Acherati@yahoo.com)
2- Islamic Azad University of Bojnord Branch, Graduate Student of Agronomy Department, Bojnord, Iran.
4- Islamic Azad University, Science and Research Branch of Tehran, Department of Agronomy and Young Researcher Club Member Talent, Tehran, Iran