نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۴، شماره ۲، خرداد - تیر ۱۳۸۹، ص. ۳۴۶-۳۳۴

Journal of Water and Soil
Vol. 24, No. 2, May-Jun 2010, p. 334-346

تأثیر تنش شوری ناشی از کلرور سدیم برخصوصیات فیزیولوژیکی، کمیت وکیفیت ارقام پاییزه کلزا

احمد بایبوردی[1*] – سید جلال سید طباطبایی[2] – علی احمداف[3]

تاریخ دریافت: ۸۸/۵/۲۶
تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۱/۱۱

چکیده

شوری یکی از تنش‌های مهم محدود کننده تولیدات کشاورزی می‌باشد. شوری با تأثیر گذاشتن بر روی بیشتر فعالیتهای فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی، رشد و نمو گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به منظور بررسی تأثیر شوری ناشی از کلرور سدیم بر برخی صفات فیزیولوژیکی و فاکتورهای کیفی پنج رقم کلزای پائیزه، آزمایشی در گلخانهٔ تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان‌شرقی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایهٔ کاملاً تصادفی با سه تکرار در سال ۸۷ به اجراء درآمد. پنج سطح شوری شامل (شاهد)، ۵۰ میلی‌مولار، ۱۰۰ میلی‌مولار، ۱۵۰ میلی‌مولار و ۲۰۰ میلی‌مولار کلرور سدیم) به عنوان فاکتور اول و ارقام به عنوان فاکتور دوم (Fornax, Licord, Elite, SLM_{046}, Okapi) در نظر گرفته شدند. در طول رشد غلظت عناصر سدیم و پتاسیم، کلسیم و منیزیم و نسبت K/Na برگ، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، فتوسنتز، تنفس، درصد روغن، میزان اسیدهای چرب (لینولئیک، لینولنیک و اولئیک)، کلروفیل کل، a و b و غلظت آنزیم پرولین اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که همراه با افزایش شوری، غلظت پتاسیم، نسبت K/Na، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، درصد روغن، میزان فتوسنتز و تنفس و غلظت اسیدهای چرب غیر اشباع،کلروفیل کل و a و b کاهش یافت. اما در مقابل با افزایش شوری غلظت سدیم، کلسیم، منیزیم و میزان آنزیم پرولین افزایش یافت. رقم SLM_{046} نسبت به سایر ارقام مورد مطالعه به طور معنی‌داری دارای غلظت کمتر یونهای سدیم، کلسیم و منیزیم و مقادیر بالاتری از یون پتاسیم و نسبت بالای K/Na بود. به نظر می‌رسد بین ارقام مورد مطالعه رقم SLM_{046} با عملکرد بیشتر و کارآیی بالاتری بوده و در مقابل رقم Elite دارای بیشترین حساسیت به شوری می‌باشد. همچنین در رقم SLM_{046} در سطوح شوری مختلف میزان اسیدهای چرب غیراشباع به طور معنی‌داری بیشتر از سایر ارقام به دست آمد. همچنین میزان کلروفیل کل، a و b در رقم SLM_{046} بالاتر از دیگر رقم‌ها بود.

واژه‌های کلیدی: کلزا، شوری، اسیدهای چرب، کلروفیل، فتوسنتز

مقدمه

زیادی املاح مختلف در خاک یا آب آبیاری، گیاه را با تنش شوری مواجه می‌سازد. گیاه با قرار گرفتن در محیط شور با منفی شدن پتانسیل اسمزی محلول خاک و انباشتگی یونهای سمی نظیر سدیم وکلر صدمه می‌بیند (۶). در گیاهان زراعی، شوری ضمن تأثیر منفی بر عملکرد و اجزاء عملکرد، بسیاری فرآیندهای دخیل در رشد و نمو گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۴ و ۱۷). در کلزا شوری محیط، رشد ریشه، ظهور برگها و تشکیل اولین میان گره‌ها 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 (۸ و ۱۱). فرانکوئیس (۲۷) به این نتیجه رسید که با افزایش شوری عملکرد و اجزاء عملکرد به طور معنی‌داری کاهش می‌یابند (۱۴). قاسم(۳۹) با مطالعه‌ای که بر روی هشت رقم کلزا انجام داد به این نتیجه رسید که با افزایش شوری درصد روغن در تمامی ارقام به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. بر خلاف نتایج فوق، فرانکوئیس و کلیمن (۲۸) بیان نمودند که افزایش شوری تأثیری بر درصد روغن استحصال شده از بذر کلزا نداشت. در مطالعات شوری عناصر تغذیه‌ای نقش مهمی در ساز و کارهای فیزیولوژیکی مهم در ایجاد تحمل به شوری در گونه‌های مختلف گیاهی دارند. بن لوچ و همکاران گزارش

۱- دانشجوی دکتری خاکشناسی دانشگاه باکو و عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی
(* - نویسنده مسئول: Email: abaybordy@yahoo.com)
۲-استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز
۳- استاد دانشگاه دولتی باکو

نمودندکه افزایش یون سدیم در محیط ریشه سبب کاهش میزان جذب یون پتاسیم و پایین آمدن نسبت پتاسیم به سدیم می‌گردد (۱۵). در بافتهای گیاهی بالا بودن نسبت K/Na به عنوان یکی از ساز وکارهای فیزیولوژیکی مهم در ایجاد تحمل به شوری در برخی گونه‌های گیاهی مورد توجه قرار گرفته است (۲۳). اشرف و مک نیلی (۱۴) در مطالعات خود 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 بودند در نتیجه واریته‌های متحمل به شوری در مقایسه با واریته‌های حساس، نسبت $\frac{Ca}{Na}$ و $\frac{K}{Na}$ بالاتری دارند. یکی از بارزترین اثرات کاهش رشد گیاه کاهش سطح برگ در اثر افزایش شوری می‌باشد بنابرین حتی در صورتیکه میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ تغییر نکندمیزان رشد به دلیل کاهش میزان فتوسنتز در کل گیاه کاهش خواهد یافت در سایر گونه‌های گیاهی نیز از این نظر تفاوت‌هایی وجود دارد (۱۱). افزایش شوری محیط میزان تبادل دی اکسید کربن را کاهش می‌یابد. تحت شرایط تنش شوری، فتوسنتز نسبت به مصرف آسمیلات‌ها در طول رشد کمتر تحت تأثیر قرار می‌گیرد و بنابراین قندها (اغلب به جزء نشاسته) و بقیه محصولات متابولیکی انباشته می‌شوند، هر چند که اهمیت نسبی آنها در تنظیم اسمزی بستگی به گونه، بافت و میزان شوری دارد. در مجموع با توجه به عدم وجود اطلاعات جامع در مورد تأثیر شوری بر پارامترهای فیزیولوژیکی کلزا وجود تعداد زیادی از ژنوتیپهای جدید به لحاظ تحمل به شوری، لزوم انجام تحقیقات گسترده‌ای در این زمینه بیش از پیش مورد توجه است. لذا در این مطالعه تأثیر شوری بر برخی صفات فیزیولوژیکی ارقام پاییزه کلزا صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به منظور بررسی تأثیر شوری بر برخی صفات فیزیولوژیکی، عملکرد، اجزاء عملکرد و کیفیت پنج ژنوتیپ کلزای پاییزه در گلخانهٔ مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان‌شرقی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه‌ای کاملاً تصادفی با سه تکرار در سال ۸۷-۸۶ به اجراء درآمد. عامل اول پنج سطح شوری ناشی از کلرورسدیم شامل S_0 (۱/۹۲ دسی زیمنس محلول هوگلند به عنوان شاهد)، S_1 (۵۰ میلی مول کلرور سدیم)، S_2 (۱۰۰ میلی مول کلرور سدیم)، S_3 (۱۵۰ میلی مول کلرور سدیم) و S_4 (۲۰۰ میلی مول کلرور سدیم) در کنار محلول هوگلند و عامل دوم نیز پنج رقم کلزا (Fornax, Licord, Elit, SLM_{046}, Okapi) بود. واحدهای آزمایش شامل گلدانهایی با ابعاد ۶۰×۴۰×۴۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۵ سانتی‌متر بود. محیط گلخانه در شرایط نور طبیعی در بهار و تابستان قرار گرفته و دمای در روز ۳ ± ۲۲ و در شب ۳ ± ۱۵ درجهٔ سانتیگراد تنظیم گردید. داخل گلدانها از مخلوط پرلیت و ورمی کولیت به نسبت (۱:۱) استفاده شد. برای ایجاد زهکشی مناسب و جلوگیری از تجمع نمک در گلدانها، ۳ سوراخ به قطر ۱ سانتی‌متر در ته هر کدام از گلدانها تعبیه شد. بذور ارقام کلزا که توسط هیپوکلریدسدیم ۰/۵ درصد ضدعفونی شده بودند در گلدانها کشت شدند. در هر گلدان ۱۰ عدد بذر به عمق حدود ۳ سانتی‌متر کاشته شد. گلدانها از مرحلهٔ کاشت تا مرحلهٔ جوانه‌زنی با آب مقطر آبیاری شدند و پس از ثبت تاریخ دقیق سبز شدن (زمانی که پنجاه درصد سبز شدن انجام شد) گلدانها با محلولی که با نصف غلظت عناصر غذایی محلول هوگلند (۲۳) تهیه گردید، آبیاری شدند. دو هفته بعد از استقرار بوته‌ها به ۵ بوته در گلدان تنک شدند. در مرحلهٔ ۴ برگی، با افزودن تدریجی محلولهای شوری ناشی از غلظت‌های مختلف کلرورسدیم در کنار کاربرد محلول هوگلند شروع گردید در تیمار با شوری مورد نظر آنقدر آبیاری صورت گرفت که شوری ورودی وخروجی گلدانها با هم مساوی گردید. اعمال تیمارهای شوری تا پایان مرحلهٔ رسیدگی با غلظت‌های ذکر شده ادامه داشت. آبیاری به صورت یک روز در میان انجام شد. دو ماه بعد از اعمال تنش شوری، از هر گلدان ۴ بوته کف‌بر گردید و در آنها خصوصیات وزن خشک و عناصر معدنی برگ شامل سدیم، پتاسیم، منیزیم و کلسیم اندازه‌گیری شد. کلیهٔ این عناصر بوسیلهٔ دستگاههای فلیم فتومتری و جذب اتمی براساس استانداردهای موسسهٔ تحقیقات خاک و آب اندازه‌گیری گردید. در مرحلهٔ رسیدگی نیز صفات عملکرد بوته، عملکرد بیولوژیک و درصد روغن اندازه‌گیری شد. برای استخراج محتوای روغن دانه با استفاده از دستگاه سوکسله با حلال پترولیوم بنزین استفاده شد. همچنین میزان کلروفیل با استفاده از روش Arnon (به نقل از ۲۷) مشخص گردید. برای این کار مقدار یک گرم برگ تازه توزین شده و در داخل هاون احاطه شده توسط یخ همراه با ۰/۵ گرم پودر کربنات منیزیم سائیده و له گردید. سپس ۲۰ میلی لیتر استن ۸۰ درصد به آن اضافه شده و محلول به دست آمده به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور بر دقیقه سانتریفوژ شد. میزان جذب در طول موج ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر اندازه‌گیری و سپس با استفاده از فرمولهای زیر میزان غلظت کلروفیل a، b و a+b در محلول اندازه‌گیری شد.

$$\text{کلروفیل a} = \{(۴۵/۶ \times OD_{۶۶۳}) - (۹/۲۷ \times OD_{۶۴۵})\} \times ۳۵۸۵/۷۵$$

$$\text{کلروفیل b} = \{(۸۲/۰۴ \times OD_{۶۴۵}) - (۱۶/۷۵ \times OD_{۶۶۳})\} \times ۳۵۸۵/۷۵$$

$$\text{کلروفیل a+b} = \{(۲۰/۲ \times OD_{۶۴۵}) + (۸/۰۲ \times OD_{۶۶۳})\} \times ۱۰۰۰$$

برای اندازه‌گیری فتوسنتز و سرعت تعرق از دستگاه فتوسنتز متر مدل Da – ۱۰۰۰ ساخت شرکت Wallz آلمان استفاده شد. واحد نوری (PAR) آن به حدود ($\mu.mol.m^{-2}s^{-1}$) ۱۰۰۰ و CO_2 ورودی به غلظت ۵۰۰۰ میلی لیتر در لیتر تنظیم شد. اندازه‌گیری بین ساعت ۹ الی ۱۴ بود. یکی از برگهای سوم یا چهارمی که ظاهر

مناسب داشت زیر چمبر(chamber) قرار داده شد و پس از ثابت شدن اعداد ab_5 -CO_2 مقدار فتوسنتز خالص و سرعت تعرق در سه نوبت ثبت شد. داده‌های به دست آمده به کامپیوتر منتقل و مورد ارزیابی قرار گرفت.

همچنین میزان پرولین آزاد با روش باتس (به نقل از منبع ۱۰) تعیین گردید. که پس از جداسازی نمونه‌ها توسط اسپکتروفتومتر جذب نور در طول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت شد و برای تهیهٔ منحنی استاندارد و پس از تهیهٔ محلول‌های استاندارد با غلظتهای صفر، ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میکرومول بر لیتر مراحل فوق‌الذکر به روی ۲ میلی لیتر از آنها انجام گرفت. همچنین تجزیه اسیدهای چرب (لینولئیک، لینولنیک و اولئیک) به روش سوکسله استخراج شده و به روش آزمون نمونه استری شده با دستگاه گاز کروماتوگراف مدل Varian – cp – ۳۸۰۰ صورت گرفت. ستون به کاررفته از نوع موئین یا کاپیلاری ویژه متیل استر اسیدهای چرب بود. گاز حاصل نیتروژن و گازهای کمکی هیدروژن و هوا هر یک با خلوص بسیار بالا بوده و آمپول استاندارد متیل استر اسیدهای چرب F.A.M.E. mix Gl – 10 (sigma) جهت تشخیص زمان بازداری منحنی متیل استری مورد نظر مورد استفاده قرار گرفت. سیستم تزریق از نوع اسپیلیت اسپیلیتس، دمای انژکتور ۲۵۰ درجهٔ سانتیگراد، دمای ستون ۱۷۵ درجهٔ سانتیگراد و دمای آشکارساز ۲۵۰ درجهٔ سانتیگراد بوده و آشکارساز از نوع FID (Flame Ionization Detector) بود. تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SAS صورت گرفت. مقایسهٔ میانگین توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مقایسهٔ میانگین اثرات اصلی و اثرات متقابل بین رقم و شوری بر صفات مورد اندازه‌گیری به ترتیب در جداول ۱، ۲ و آمده است. نتایج حاصل از تجزیهٔ واریانس داده‌ها حاکی از تفاوت معنی‌دار بین سطوح شوری، سطوح ارقام و اثرات متقابل شوری و رقم بر صفات مورد اندازه‌گیری بود. افزایش شوری از S_0 به S_4 باعث کاهش معنی‌دار۵۹ درصدی عملکرد بیولوژیک گردید. عملکرد بیولوژیک در ارقام مختلف به طور معنی‌داری متفاوت بود. رقم SLM_{046} با میانگین ۵۴/۴۴ گرم در گلدان بیشترین و رقم Elite با میانگین ۳۸/۸۹ گرم در گلدان کمترین مقدار عملکرد بیولوژیک را داشتند (جدول ۲). اثر متقابل رقم و شوری بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار گردید (جدول۱).

SLM_{046} در سطح شوری S_0 با میانگین ۶۲/۲ گرم در گلدان بیشترین و رقم Elite در سطح شوری S_4 کمترین میزان عملکرد بیولوژیک(۹/۳ گرم در گلدان)را از خود نشان دادند (شکل ۵). در این آزمایش ملاحظه گردید که با افزایش شوری در تمامی ارقام عملکرد بیولوژیک کاهش یافت شیب کاهش عملکرد بیولوژیک در رقم SLM_{046} کندتر از بقیه بود. در اکثر مطالعات انجام شده روی کلزا (۱۱ و ۲۷) و گندم (۵) افزایش شوری اثر منفی معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک داشته است. بر همین اساس برخی محققان توانایی پتانسیل بالای عملکرد بیولوژیک را برای حصول به عملکرد دانه مناسب، در شرایط تنش پیشنهاد کرده‌اند (۱۳، ۲۲، ۲۴ و ۲۵). افزایش شوری باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه شد. بین سطوح S_0 و S_1 اختلاف معنی‌داری از نظر تأثیر بر عملکرد دانه مشاهده نشد ولی در سایر سطوح اختلافات معنی‌دار بود. ارقام مختلف مورد آزمایش نیز از نظر صفت عملکرد دانه دارای تفاوتهای معنی‌داری با یکدیگر بودند. در این خصوص رقم SLM_{046} با میانگین ۱۵/۵ گرم در گلدان بالاترین و رقم Elite با میانگین ۶ گرم در گلدان کمترین رتبه را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). اثر متقابل رقم و شوری بر عملکرد دانه معنی‌دار گردید (جدول ۱). رقم SLM_{046} در کلیهٔ سطوح شوری بالاترین میانگین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد. رقم Elite نیز در سطح شوری S_4 کمترین عملکرد دانه را نشان داد (شکل ۶). در کلیهٔ ارقام افزایش شوری از S_0 به S_4 باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه گردید. در این میان کاهش عملکرد دانه رقم SLM_{046} روند کندتری داشت (شکل ۶). بنا به گزارش کایا و همکاران (۳۰) شوری با تأثیر بر رشد رویشی و زایشی گیاه، موجب کاهش عملکرد دانه در اسفناج می‌گردد. محققان دیگری نظیر اشرف ومک نیلی (۱۲) نیز کاهش عملکرد دانه را در خانواده براسیکا در شرایط شور گزارش داده‌اند.

با توجه به جدول یک اثرات اصلی شوری و رقم و اثر متقابل شوری و رقم بر درصد روغن کلزا معنی‌دار شد. بیشترین درصد روغن مربوط به سطح شاهد و کمترین آن در سطح شوری S_4 دیده شد. افزایش شوری از S_0 تا S_4 موجب کاهش ۶۳ درصدی روغن دانه گردید (جدول۲). درصد روغن نیز بین ارقام مختلف به طور معنی‌داری متفاوت بود. به نحوی که بیشترین درصد روغن به میزان ۳۹/۳ درصد مربوط به رقم SLM_{046} و کمترین آن به میزان ۳۲/۵ درصد مربوط به رقم Elite بود (جدول۲). در سطح شوری S_4 رقم SLM_{046} دارای بیشترین میزان روغن و رقم Elite دارای کمترین میزان روغن بود (شکل ۴). همچنین میزان اسیدهای چرب (لینولئیک، لینولنیک و اولئیک) با افزایش شوری به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد. بیشترین میزان این اسیدهای چرب مربوط به شاهد و کمترین آن مربوط به سطح S_4 بود (جدول۲). میزان اسیدهای چرب بین ارقام مختلف نیز به طور معنی‌داری متفاوت بود. به طوری که بالاترین میزان این اسیدهای چرب در رقم SLM_{046} و کمترین آن در رقم Elite به دست آمد (جدول۲). اثر متقابل رقم و شوری بر میزان اسیدهای چرب معنی‌دار شد.

(جدول ۱)- نتایج تجزیهٔ واریانس مربوط به صفات مورد بررسی

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد بیولوژیکی گرم در گلدان	عملکرد دانه گرم در گلدان	درصد روغن	کلروفیل کل(میکروگرم بر گرم)	کلروفیل a میکروگرم بر گرم	کلروفیل b میکروگرم بر گرم	پرولین(میکرومول بر گرم)	فتوسنتز µmol.m^{-2}.s^{-1}	تنفس µmol.m^{-2}.s^{-1}	اسید لینولئیک(٪)	اسید لینولنیک(٪)	اسید اولئیک(٪)	میلی‌گرم بر گرم برگ خشک				K/Na
														کلسیم	منیزیم	پتاسیم	سدیم	
شوری	۴	۵۷۶۶/۴**	۳۹/۳**	**۷۰۲/۲	**۱۴۲/۳	** ۳/۸	*۳۹/۸	**۶۰۲/۵	۲۵۹**	۸۳۸۲۴۰۱/۵**	۱۳۹/۲**	۳/۹*	*۳۸/۹	۱۲/۷**	۱/۸**	۳۰۹/۶**	۱۸۲۷۵/۴**	۲۸۰/۹**
رقم	۴	۹۸/۶**	۴/۸**	۱۸/۳*	۹۶/۵*	۴/۲**	۱۴۵/۵**	۹۶/۸**	۱۵/۹**	۸۱۵۶۹۲/۶**	۸۶/۴*	۳/۶**	۱۳۵/۵**	۴/۷**	۰/۴**	۱۰۶/۸**	۱۲۶۹/۸**	۲/۹**
شوری × رقم	۱۶	۵۸/۲*	۰/۶*	۶/۲*	۱۷/۷ ns	۱/۱ ns	۲۱/۶ ns	۳۳/۸**	۸/۶*	۱۵۲۶۹۹/۹**	۳۷/۶*	۱/۸*	۴۰/۸*	۱/۳**	۰/۳**	۱۲/۲**	۶۹۸/۲**	۲/۸**
خطا	۷۵	۳۲/۵	۰/۳	۶/۸	۱۶/۲	۰/۹	۱۶/۸	۷۱/۴	۲/۷۴	۳۷۱۳۵/۰	۱۵/۲	۰/۹	۱۵/۹	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳	۶۱/۲	۰/۴	۰/۳
ضریب تغییرات(٪)	-	۱۴/۵	۱۳/۸	۶/۸	۱۸/۵	۹/۸	۱۱/۵	۶/۶	۱۳/۷۴	۱۰/۲۵	۲۰/۳۹	۶/۸	۷/۲	۳/۸	۴/۸	۳/۸	۳/۶	۱۹/۸

*, **, ns به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد، یک درصد، غیر معنی‌دار

بیشترین میزان این اسیدهای چرب در رقم SLM_{046} و کمترین آن در رقم Elite در سطح شوری S_4 به دست آمد (شکلهای ۱و۲و۳). در کلیهٔ ارقام افزایش شوری باعث کاهش معنی‌دار میزان اسیدهای چرب گردید ولی روند کاهش این اسیدها در رقم SLM_{046} با افزایش سطوح شوری کندتر از بقیه رقمها بود. به عبارت دیگر این رقم در شرایط شور دارای مقادیر بالای اسید چرب با کیفیت بالا می‌باشد. اشرف ومک نیلی گزارش نموده اند که درصد روغن دانه در خانوادهٔ براسیکا در ارقام مختلف بین ۴۴-۲۵ درصد متغیر بوده و درصد روغن در گیاهان مورد آزمایش تحت شرایط شور به طور معنی‌داری کاهش یافت. دلیل این امر احتمالاً مربوط به مشارکت برخی اسیدهای چرب نظیر اسید لینولئیک در تنظیم درجه سفتی دیواره‌های سلولی مربوط می‌باشد. این اسیدهای چرب در شرایط شور تولید برخی آنزیم نظیر لیپواکسیژناز را جهت افزایش تحمل به شوری بالا می‌برد. اختلاف در ترکیب اسیدهای چرب نقش زیادی در انتقال ترکیبات محافظهای اسمزی نظیر گلاسین بتائین ایفاء می‌نماید (۲۷). قاسم (۳۹) نیز براساس مطالعه‌ای که بر روی هشت رقم کلزا صورت داد به این نتیجه رسید که با افزایش شوری میزان اسیدهای چرب و درصد روغن در کلیهٔ ارقام کاهش معنی‌داری نشان داده ولی بین ارقام اختلافات معنی‌داری مشاهده می‌شود که این محققان اختلافات ژنتیکی در سنتز روغن را دلیل این امر دانستند. نتایج نشان داد که با افزایش شوری مقدار فتوسنتز و شدت تنفس به طور معنی‌داری کاهش یافت. بیشترین کاهش مربوط به سطح S_4 و کمترین آن مربوط به سطح S_0 بود (جدول ۲). بین ارقام نیز در این خصوص اختلافات معنی‌داری مشاهده گردید به طوری که شدت کاهش در رقم SLM_{046} کمتر از همه و رقم Elite بیشترین کاهش را نشان داد (جدول ۲). همچنین رقم SLM_{046} در سطح شوری S_4 کمترین میزان و رقم Elite بیشترین میزان کاهش فتوسنتز و تنفس را نشان داد (شکل ۷و۸). کاهش شدت تعرق و فتوسنتز با افزایش شوری توسط محققان مختلفی گزارش شده است (۹ و ۱۰). یکی از علل کاهش کم آبی فیزیولوژیک بوده که در اثر افزایش پتانسیل اسمزی اطراف ریشه به وجود می‌آید و جذب آب را دچار اختلال می‌کند. کاهش آب در بافتهای گیاهی عامل محدود کننده برای فتوسنتز می‌باشد (۹ و ۳۴). زائو و همکاران (۴۳) نشان دادند که کاهش فتوسنتز در شرایط شور بعلت پایین بودن غلظت CO_2 کلروپلاست می‌باشد که باعث کاهش تبادلات روزنه‌ای و مزوفیل می‌گردد. در واقع این مطلب توجیه کننده مقاومت رقم SLM_{046} به شوری است که با وجود افزایش شوری مقدار کاهش فتوسنتز کمتر بود. میزان پرولین در برگ به طور معنی‌داری با افزایش شوری افزایش یافت. بین ارقام نیز از نظر تجمع میزان پرولین اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید. بیشترین میزان پرولین در رقم SLM_{046} و کمترین آن در رقم Elite مشاهده شد (جدول ۲). اثرات متقابل شوری و رقم از نظر تأثیر بر میزان پرولین معنی‌دار شد.

علی و همکاران (۹) در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که پرولین به مانند یک مولکول تنظیمی و علامت دهنده که قادر خواهد بود موقعی که گیاه در معرض استرس شوری قرار دارد به مقاومت آن به شوری عملکرد مضاعفی بدهد. اشرف (۱۰) در مطالعات خود از نظر تأثیر شوری بر ارقام گیاهان تیره روناسیان به این نتیجه رسید که ارقام متحمل‌تر مقادیر بالاتری از پرولین را در برگهای خود تجمع می‌دهند (شکل ۹). همچنین کلروفیل کل و کلروفیل a و b با افزایش شوری به طور معنی‌داری کاهش یافت. بیشترین مقدار کلروفیل کل a و کلروفیل b به ترتیب (۸۰۰ میکروگرم در هر گرم وزن تر،۶۱۰ میکروگرم در گرم و ۲۲۱ میکروگرم در گرم وزن تر) در سطح S_0 و کمترین آن به ترتیب ۶۱۰، ۴۲۶ و ۱۸۰ میکروگرم در هر گرم وزن تر در سطح S_4 شوری اندازه‌گیری شد. بین ارقام مختلف از نظر میزان کلروفیل کل a و b اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. بیشترین میزان کلروفیل کل (۹۲۰)، کلروفیل a (۶۲۵) و کلروفیل b (۱۹۰) میکروگرم در گرم وزن تازه در رقم SLM_{046} و کمترین آن در رقم Elite به دست آمد (جدول۲). اشرف (۱۰) به این نتیجه رسید که تأثیر شوری بر میزان کلروفیل با متوقف کردن آنزیم خاصی که مسئول سنتز رنگدانه‌های سبز در گیاه می‌باشد در ارتباط است. در مطالعاتی که توسط پزشکی و جامبرس(۳۸) انجام گرفت به این نتیجه رسیدند که با افزایش شوری از صفر تا ۱۰۰ میلی‌مولار کلرور سدیم تغییراتی در میزان کلروفیل برگها مشاهده نمی‌شود ولی با افزایش بیش از این مقدار شوری میزان کلروفیل به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. بنظر می‌رسد یکی از اثرات مهم شوری روی گیاه پیری برگ می‌باشد و عامل مهم در این میان کاهش میزان کلروفیل تحت تنش شوری می‌باشد. کاهش غلظت کلروفیل از عوامل مهم تأثیر گذار در میزان ظرفیت فتوسنتزی گیاه به شمار میرود با افزایش درجه شوری موجب کارایی ضعیف برگها در انجام فتوسنتز وتشدید صدمات تنش گردیده است. لذا کاهش پارامترهای رویشی را می‌توان به کاهش میزان مواد فتوسنتزی برای تأمین رشد سبزینه ای نسبت داد (۴۰). در صورتیکه ارقام مختلف توانایی حفظ غلظت کلروفیل را در شرایط شور داشته باشند می‌توان از این ارقام به منظور بهره برداری وسیع تر در شرایط شور استفاده بهینه نمود. یکی از مهم ترین دلایل کاهش کلروفیل‌ها، تخریب آنها به وسیله اکسیژن فعال می‌باشد. از طرف دیگر رقابت و پیشی گرفتن آنزیم گلوتامیل کیناز به هنگام تنش شوری از آنزیم گلوتامات لیگاز (اولین آنزیم مسیر بیوسنتز کلروفیل) باعث می‌شود تا پیش ساز گلوتامات بیشتر به مصرف پرولین برسد و بنابرین بیوسنتز کلروفیل با محدودیت مواجه می‌شود (۲۹، ۳۰، ۳۲ و ۴۲).

اثرات متقابل شوری و رقم بر میزان کلروفیل کل، a و b معنی‌دار نشد. نتایج نشان داد که با افزایش شوری میزان کلسیم برگ به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد. سطح شوری S_0 با میانگین ۱/۸۹ میلی‌گرم در گرم برگ خشک کمترین و سطح شوری S_4 با میانگین ۳/۴۸ میلی‌گرم در گرم برگ خشک دارای بالاترین غلظت کلسیم در برگ بود (جدول ۲) بین ارقام مورد آزمایش نیز کلسیم برگ دارای تفاوت معنی‌داری بود به طوری که رقم SLM_{046} با میانگین۳/۸۵۵ میلی‌گرم در گرم برگ خشک بیشترین و رقم Elite با میانگین ۱/۶۵ میلی‌گرم در گرم برگ خشک دارای کمترین غلظت کلسیم برگ بود (شکل ۱۰). انفراد و همکاران (۱) گزارش دادند که غلظت کلسیم در واریته‌های کلزا به هنگام تنش شوری افزایش می‌یابد. غلظت این یون در واریته‌هایی از کلزا که به شوری متحمل هستند در اندامهای هوایی گیاه بیشتر از ارقام حساس می‌باشد. گزارش‌های متعدد نشان می‌دهد که کلسیم آثار سوء ناشی از یونهای زیان‌بار را خنثی می‌کند (۱۱ و ۱۶). کلسیم ممکن است از طریق رقابت با سدیم و کاهش جذب آن (۱۹) و یا افزایش جذب پتاسیم(۲۱ و ۲۰) باعث کاهش صدمات ناشی از تنش شوری گردد. با افزایش شوری از سطح شاهد به سطح شوری S_4 میزان منیزیم برگ افزایش معنی‌داری نشان می‌دهد. البته غلظت منیزیم در سطوح S_0 و S_1 در یک کلاس آماری بوده و در سایر سطوح شوری اختلاف معنی‌دار بود. بیشترین میزان منیزیم برگ در رقم SLM_{046} و کمترین آن در رقم Licord به دست آمد (جدول ۲) اثر متقابل شوری و رقم بر میزان منیزیم برگ معنی‌دار شد. در کلیهٔ ارقام با افزایش سطوح شوری غلظت منیزیم افزایش می‌یابد. ولی در رقم SLM_{046} شیب تندتری نسبت به سایر ارقام مورد بررسی نشان می‌دهد (شکل ۱۱). نائینی و همکاران (۷) گزارش دادند که با افزایش میزان کلرور سدیم تا ۴۰ میلی مولار غلظت منیزیم برگهای فوقانی کاهش یافت و سپس ثابت ماند. خوش‌گفتارمنش و سیادت (۳) در ذرت و آفتابگردان و فرانکوئیس (۲۷) در کلزا کاهش منیزیم را در شرایط شور گزارش دادند و دلیل کاهش منیزیم را به ناهمگون بودن یونهای سدیم و منیزیم در انباشته شدن و انتقال در داخل گیاه نسبت دادند. دلیل مغایرت نتایج این تحقیق با نتایج محققان فوق می‌تواند ناشی از تفاوت بین گونه‌های گیاهی و نیز شرایط اعمال تنش شوری باشد. در این زمینه اشرف و مک نیلی (۱۴) نشان دادند که حتی واکنش ارقام مختلف کلزا در برابر تجمع عناصر معدنی متفاوت می‌باشد. افزایش شوری باعث کاهش معنی‌دار میزان پتاسیم برگ شد. بیشترین میزان پتاسیم (۳۸/۸ میلی‌گرم در گرم برگ خشک) در سطح S_0 و کمترین میزان آن (۲۱/۳ میلی‌گرم در گرم برگ خشک) در سطح شوری S_4 مشاهده شد (جدول ۲). میزان پتاسیم برگ بین ارقام مورد آزمایش نیز به طور معنی‌داری متفاوت بود. بیشترین میزان پتاسیم به میزان ۳۷/۶ میلی‌گرم در گرم برگ خشک در رقم SLM_{046} و کمترین آن به میزان ۲۵/۲ میلی‌گرم در گرم برگ خشک در رقم Elite به دست آمد (جدول۲) . اثر متقابل رقم و شوری بر پتاسیم برگ معنی‌دار گردید. به طور کلی بین کلیهٔ ارقام مورد مطالعه با افزایش شوری میزان پتاسیم برگ اندکی کاهش یافت ولی روند کاهش میزان پتاسیم در رقم Elite در سطح S_4 بیشتر از سایر ارقام بود (شکل ۱۲).

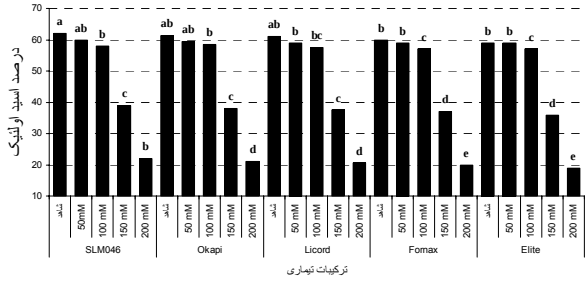
بیشترین مقدار پتاسیم برگ به میزان (۳۸/۵ میلی‌گرم در گرم برگ خشک مربوط به رقم SLM_{046} در سطح شوری S_0 و کمترین آن (۱۶/۲ میلی‌گرم در گرم برگ خشک) مربوط به رقم Elite در سطح شوری S_4 بود (شکل ۱۲). بین غلظت سدیم برگ در سطوح مختلف شوری تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. بیشترین غلظت سدیم به میزان ۶۸/۵ میلی‌گرم در گرم برگ خشک در سطح شوری S_4 و کمترین غلظت به میزان ۴۰/۵ میلی‌گرم در گرم برگ خشک در سطح شوری S_0 مشاهده شد (شکل ۱۳). غلظت سدیم در برگ ارقام به طور معنی‌داری متفاوت بود. رقم SLM_{046} با میانگین ۵۲/۵ میلی‌گرم بر گرم برگ خشک کمترین و رقم Elite با میانگین ۶۰/۵ میلی‌گرم در گرم برگ خشک دارای بیشترین غلظت سدیم در برگ بود (جدول۲). اثر متقابل رقم و شوری بر غلظت سدیم برگ معنی‌دار شد. در کلیهٔ ارقام مورد بررسی با افزایش شوری میزان غلظت سدیم برگ روند صعودی را طی نمود. در این رابطه با افزایش شوری از S_0 تا S_4 بالاترین و کمترین شیب صعودی افزایش غلظت سدیم برگ به ترتیب در ارقام Elite و SLM_{046} مشاهده شد (شکل ۱۳). تاکنون مکانیزمهای بیولوژیک و مولکولی در گیاهان مقاوم به شوری به خوبی شناخته نشده‌اند اما معلوم شده است که تحمل به شوری تا حد زیادی مربوط به تجمع کم سدیم در بافت گیاه است. افزایش توانایی در جذب انتخابی پتاسیم از محیطی که دارای مقادیر بالای سدیم است ممکن است اهمیت زیادی در تحمل به شوری داشته باشد (۳۶،۳۵،۲). رشید و همکاران (۴۱) در مطالعات خود در تحمل به شوری ارقام مختلف گندم به این نتیجه رسیدند که افزایش معنی‌دار سدیم در برگهای جوان با افزایش سطوح شوری مشاهده می‌شود و تنوع ژنتیکی بالایی در جذب سدیم در بین ارقام مشاهده می‌شود. امیلان و همکاران (۳۷) گزارش نمودند که مقاومت به نمک به طور منفی با غلظت سدیم برگ و همبستگی مثبتی با غلظت پتاسیم دارد. نتیجهٔ این آزمایش با یافته‌های چیپا و لال (۱۸) و اشرف و مک نیلی (۱۴) اظهار داشتند جذب بیشتر سدیم در ژنوتیپهای حساس به نمک عامل حساسیت این ارقام به شوری محسوب می‌شود و از طرف دیگر میزان جذب سدیم موجب صدمه به گیاه می‌شود. با افزایش شوری نسبت K/Na به طور معنی‌داری کاهش یافت. بیشترین میزان نسبت K/Na در سطح شوری S_0 و کمترین میزان آن در سطح S_4 مشاهده شد. رقم SLM_{046} دارای بیشترین نسبت و رقم Elite دارای کمترین میزان نسبت K/Na بود (جدول۲).

(جدول۲)- مقایسه میانگین اثرات اصلی شوری ورقم بر صفات مورد بررسی

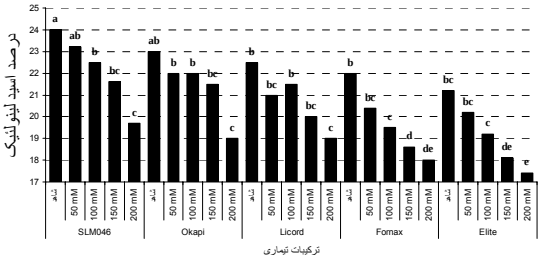
عوامل آزمایش	عملکرد بیولوژیکی (گرم در گلدان)	عملکرد دانه (گرم در گلدان)	درصد روغن	اسید لینولنیک (٪)	اسید لینولنیک (٪)	اسید اولئیک (٪)	فتوسنتز $\mu mol.m^{-2}.s^{-1}$	تنفس $\mu mol.m^{-2}.s^{-1}$	کلروفیل b کل(میکرومول بر گرم)	کلروفیل a (میکرومول بر گرم)	کلروفیل b (میکرومول بر گرم)	پرولین(میکرومول بر گرم)	میلی گرم بر گرم برگ خشک کلسیم	منیزیم	پتاسیم	سدیم	K/Na
شوری																	
S_0	۵۸/۲ a	۱۵ a	a۳۳/۲	a۱۶/۳	a۲۳/۵	a۵۲	a۱۶/۸	a۶/۸	a۱۱۰۰	a۸۰۰	a۳۱۰	۱/۵ d	e۱/۸	d۱/۶	a۳۸/۸	e۴/۵	۷/۲ a
S_1																	
(۵۰ میلی‌مولار) NaCl	۴۶/۷ b	۱۴/۵ ab	b۳۶/۵	۱۵/۸ ab	ab۲۲	ab۵۹	b۱۵/۱	b۵/۷	b۶۶۰	b۶۶۰	b۲۵۰	d۲	d۱/۹	d۱/۶	b ۲۰/۸	d۲۹/۸	b۱/۰
S_2																	
(۱۰۰ میلی‌مولار) NaCl	۲۹/۲ c	۱۰ b	c۳۳/۴	۱۵/۵ ab	۲۱/۶ ab	۵۷ b	c۱۲/۱	b۵/۵	bc۸۱۰	bc۶۰۰	c۱۲۰	c۲/۸	c۲/۶	c۱/۸	c۲۹/۴	c۴۸/۳	c۰/۶
S_3																	
(۱۵۰ میلی‌مولار) NaCl	۲۵/۳ d	۶ c	۲۷/۵ d	۱۵/ ۴bc	۲۱ bc	۳۸ c	۱۱/۵ d	۴ c	۷۵۰ c	۵۱۰ c	۶۰ d	۳/۶ b	۳/۴ b	۲/۲ a	۳۴/۴ d	۶۸/۵ b	۰/۳ d
S_4																	
(۲۰۰ میلی‌مولار) NaCl	۲۴/۱ d	۴/۸ d	۱۶/۴ c	۱۵/۲ c	۱۹/۵ c	۲۱ d	۶/۲ e	۲/۱ d	۶۷۰ d	۴۸۰ d	۵۰ e	۴/۲ a	۲/۴ a	۲/۴ a	۲۱/۳ e	۸۹/۶ a	۰/۲ e
SLM$_{046}$	۵۴/۴ a	۱۵/۵ a	۳۹/۳ a	۱۶/۶ a	۲۵/۲ a	۶۳ a	۱۴/۸ a	۵/۸ a	۱۱۵۰ a	۸۲۰ a	۳۳۰ a	۲/۶ a	۳/۸ a	۱/۶ d	۳۷/۶ a	۲۶/۵ d	۱/۰ b
Okapi	۵۲/۲ b	۹/۲ b	۳۶/۵ b	۱۵/۵ b	b۲۲/۴ b	۶۱ ab	۱۲/۷ b	۴/۷ b	۹۹۸ ab	۷۹۰ ab	۲۶۰ b	۱/۹ b	۲/۲ bc	۱/۹ b	۲۷/۴ b	c۳۰/۶۹	bc۰/۸۹
Licord	۵۱/۸ bc	۸/۶ bc	۳۳/۶ c	۱۵/۷ b	۲۰ c	۵۹ b	۱۲/۶ b	۳/۸ c	۸۷۶ b	۷۱۰ b	۲۷۵ bc	۱/۸ b	۲/۲ bc	۱/۹ b	b۳۷/۴	bc۲۶/۳	C۰/۷۵
Formax	۴۶/۶ c	۷/۲ c	۳۲/۵ c	۱۵/۸ b	۱۹/۲ c	۵۸ b	۱۳/۹ b	۴/۲ bc	۷۹۶ c	۶۶۰ c	۱۱۵ c	۱/۷ b	۱/۶ c	۱/۹ b	۲۷/۵	b۲۵/۶۶	c۰/۷۰
Elite	۳۸/۸ d	۶ c	۳۱/۲ d	۱۵/۹ b	۱۸/۸ c	۵۷ b	۱۲/۵ b	۴/۶ b	۶۱۰ d	۶۱۰ c	۹۸ d	۱/۸ b	۱/۶ c	۲/۲ a	d۲۲/۳	A۵/۲۵	c۰/۵۲

در هر مقایسه حداقل یک حرف مشترک نشان دهندهٔ عدم تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

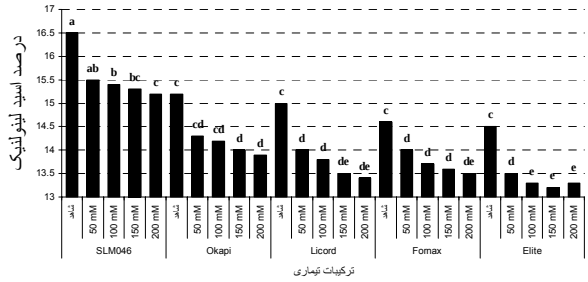
اثر متقابل رقم و شوری بر نسبت K/Na برگ به طور معنی‌داری کاهش یافت. نسبت K/Na برگ رقم Elite در سطح شوری S_4 با بیشترین کاهش نسبت به شاهد بیشترین شیب کاهش را به خود اختصاص داد (شکل ۱۴) . رقم SLM_{046} در سطح شوری S_4 دارای کمترین میزان کاهش بودند (شکل ۱۴). میزان بالاتر نسبت K/Na در اندام هوایی برخی ژنوتیپها نظیر SLM_{046} احتمالاً ناشی از توانایی بالاتر آن در جلوگیری از ورود سدیم به ریشه، توانایی بالاتر نگهداری پتاسیم در اندامهای هوایی و همچنین سازگاری بهتر این ژنوتیپ با شرایط تنش عنوان نمود. مانز و همکاران (۳۴) مشاهده نمودند که ژنوتیپهای متحمل نسبت به گونه‌های حساس به شوری میزان سدیم کمتری را جذب و تجمع نمودند. با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش رقم SLM_{046} به واسطهٔ مقادیر بالای صفات غلظت پتاسیم برگ، نسبت پتاسیم به سدیم برگ، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، میزان فتوسنتز و پرولین و مقادیر کمتر منیزیم و سدیم و غلظت کلسیم برگ در سطوح بالای شوری به عنوان رقم مقاوم ارزیابی گردیدند. در رقم Elite به عنوان رقم حساس و سایر ارقام به عنوان ارقام نیمه حساس به شوری ارزیابی شدند. همچنین میزان اسیدهای چرب لینولئیک، لینولنیک و اولئیک که ارزش تغذیه‌ای بالایی دارند در شرایط تنش شوری در رقم SLM_{046} بیشتر از سایر ارقام به دست آمد. در رابطه با سطوح شوری با افزایش شوری تا سطح S_1 در اکثر صفات مورد بررسی، روند معنی‌داری مشاهده نشد ولی اثرات منفی و معنی‌دار شوری از سطح S_2 آغاز گردید. لذا در این بررسی می‌توان سطح شوری S_2 را به عنوان آستانهٔ خسارت معنی‌دار شوری به گیاه ملاحظه نمود.



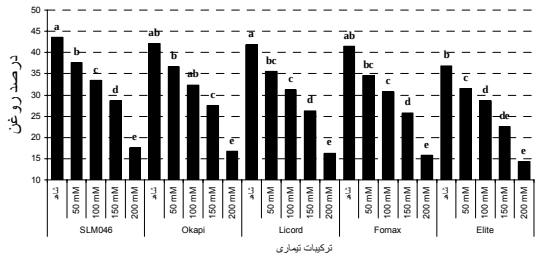
(شکل ۱)- تأثیر مقادیر مختلف کلرور سدیم بر درصد اسید اولئیک ارقام کلزا



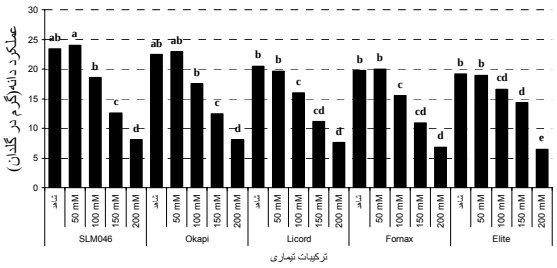
(شکل ۲)- تأثیر مقادیر مختلف کلرور سدیم بر درصد اسید لینولنیک ارقام کلزا



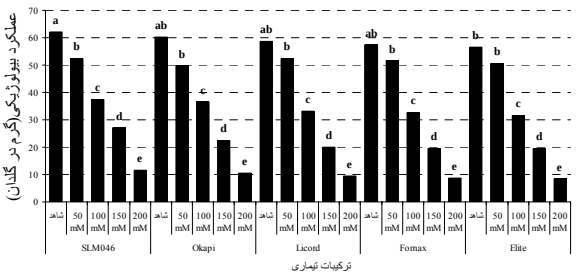
(شکل ۳)- تأثیر مقادیر مختلف کلرور سدیم بر درصد اسید لینولئیک ارقام کلزا



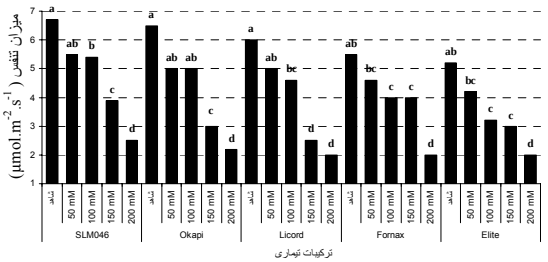
(شکل ٤)- تأثیر مقادیر مختلف کلرور سدیم بر درصد روغن ارقام کلزا



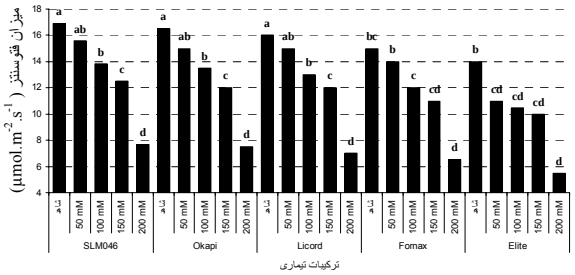
(شکل ٦)- تأثیر مقادیر مختلف کلرور سدیم بر عملکرددانه ارقام کلزا



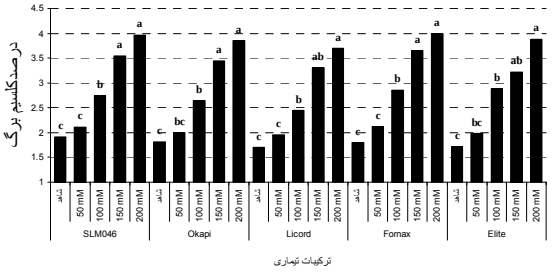
(شکل ۵)- تأثیر مقادیر مختلف کلرور سدیم بر عملکردبیولوژیکی ارقام کلزا



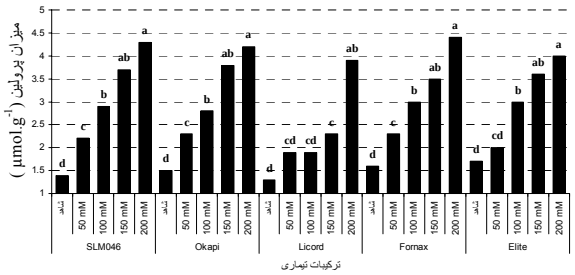
(شکل ۸)- تأثیر مقادیر مختلف کلرور سدیم بر میزان تنفس ارقام کلزا



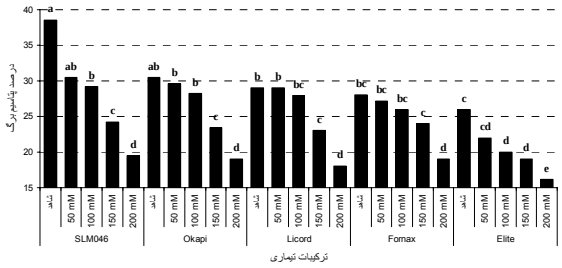
(شکل ۷)- تأثیر مقادیر مختلف کلرور سدیم بر میزان فتوسنتز ارقام کلزا



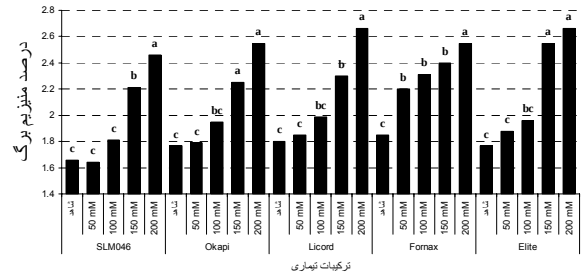
(شکل ۱۰)- تأثیر مقادیر مختلف کلرور سدیم بر کلسیم ارقام کلزا



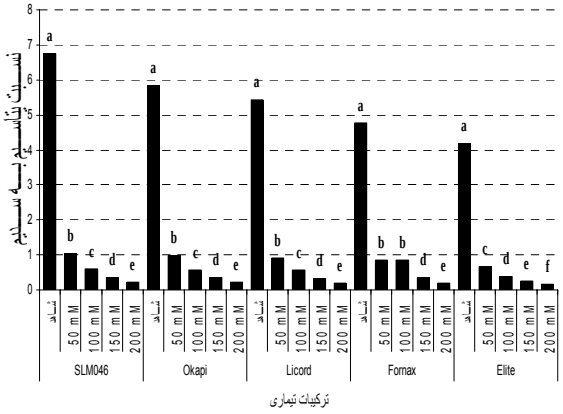
(شکل ۹)- تأثیر مقادیر مختلف کلرور سدیم بر میزان پرولین ارقام کلزا



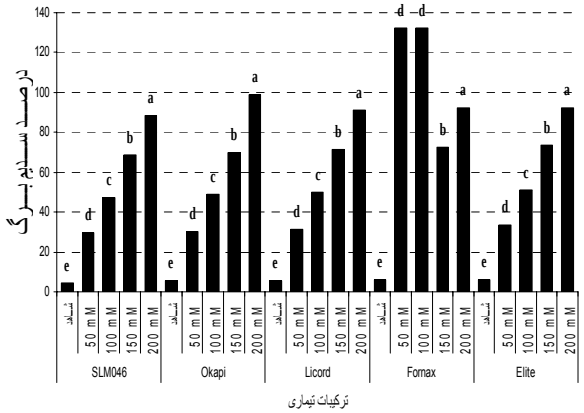
(شکل ۱۲)- تأثیر مقادیر مختلف کلرور سدیم برپتاسیم ارقام کلزا



(شکل ۱۱)- تأثیر مقادیر مختلف کلرور سدیم برمنیزیم ارقام کلزا



(شکل ۱۴)- تأثیر مقادیر مختلف کلرور سدیم بر نسبت پتاسیم به سدیم ارقام کلزا



(شکل ۱۳)- تأثیر مقادیر مختلف کلرور سدیم بر میزان سدیم ارقام کلزا

منابع

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

۲- بنده حق ع.، کاظمی ح.، ولی‌زاده م.، جوان‌شیر ع.۱۳۸۳. مقاومت ارقام گندم بهاره نسبت به تنش شوری در مراحل رویشی و زایشی. مجلهٔ علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ج. ۱، ص ۷۱-۶۱

۳- خوش‌گفتار منش ا.ح.، و سیادت ح.۱۳۸۱. تغذیهٔ معدنی سبزیجات و محصولات باغی در شرایط شور. معاونت باغبانی. وزارت کشاورزی. ۹۲ صفحه.

۴- رئیسی س. ۱۳۷۳. بررسی مقدماتی ارقام مختلف کلزا در منطقهٔ گرگان و گنبد. سومین کنگرهٔ علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران – تبریز. صفحهٔ ۱۶۵.

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

۶- عبدل‌زاده ا.، ملک جهانی ز.، گالشی س.، یغمایی ف. ۱۳۸۵ . بررسی اثر توأم شوری و تغذیهٔ نیتروژن بر رشد گیاه کلزا. مجلهٔ علوم کشاورزی و

منابع طبیعی. ج. ۱۳، ص ۳۳-۲۰.

۷- نائینی م.ر.، لسانی ح.، خوش‌گفتار ا.ح.، و میرزاپور م.ح. ۱۳۸۲. اثر تنش شوری ناشی از کلرور سدیم بر غلظت و توزیع عناصر معدنی و قندهای محلول سه رقم تجاری انار.ج. ۱۲،ص ۱۲۱-۱۱۲.

۸- 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 مرحلهٔ گیاهچه. مجلهٔ علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ج. ۱۲، ص ۱۲۱-۱۱۲.

9- Ali G., Srivastava P.S, and Iqbal M. 1999. proline accumulation, protein pattern and photosynthesis in regenereants grown under NaCl stress. Biol. Plant. 42: 89-95.

10- Ashraf M. 1989.The effect of NaCl on water relations, chlorophyll, and protein and proline contents of two cultivars of blackgram (Vigna mungoL.) plant and soil (1991), 205-210.

11- 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.

12- Ashraf M., and McNeilly T. 1990.Responses of four Brassica species to sodium chloride. Exp. Bot. 30, 475-487.

13- Ashraf M., and Saghir A. 2001. Influence of sodium chloride on ion accumulation, yield components and fiber characteristics in salt – tolerant lines of cotton (*Gossypiom hirsutum L.)* field CropsRes. 66, 115-127.

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

15- Benlloch M., Ojeda, M.A., Ramos, J., Rodriguesnavarro, A.,(1994).Salt sensitivity and low discrimination between potassium and sodium in plant and soil. 166, 117-123.

16- Bilski, J.J., Nelsin D.C., Colon R.L.,(1988).The response of four potato cultivars to chloride salinity, sulphat salinity and calcum in pot experiment. Am. potatotJ.65, 85-90.

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

18- Chhipa, B.R., Lal, p.,(1995). Na/k ratios as the basis of salt tolerance in wheat. Aust. J. Agric. Res. 46, 533-539.

19- Cramer, G.R., Lauchli, A., polite V.S.,(1985).Displacement of Ca^{2+} by Na^{+} from the plasmalema of root cell. Plant physiol. 79, 207-211.

20- Cramer, G.R., Lynch, J., Lauchli, A., Epstein, E.,(1987).Influx Na^{+} , K^{+} and Ca^{2+} into roots of salt stressed cotton seedling. Effects of supplemental Ca^{2+}. Plant physiol. 83,510-519.

21- Cramer, G.R., Epstein, E., Lauchi, A.,(1989).Na-Ca interactions in barley seedling: relationship to ion transport and growth. Plant Cell Environ. 12, 551-558.

22- Dash, M., and panda, S.K.,(2001).Salt stress induced changes in growth and enzyme activities in germination phaselus mungo seed. Biol. Plant. 44: 587-589.

23- Hoagland, D.R. and Arnon, D.S. 1950. The water culture method for growing plants without soil. Calif. Agric. Exp. Stat. Cric. **374**:1-32

24- . El- Hendaway, S.E., Hu, Y., Schmidhalter, U.,(2005).Growth, ion content, gas exchange, and water relation of wheat genotypes different in salt tolerances. Aust. J. Agric. Res.56, 123-134.

25- Fisher, R., Maurer, R.,(1987).Drought resistance in spring wheat cultivars. I. growth and yield responses. Aus. J. Agric. Res. 29, 897-912.

26- Flowers, T.J., (2004) .Improving crop salt tolerance. J.exp. Bot. 55, 307-319.

27- Francois, L.E.,(1994).Growth, seed yield and oil content of canola grown under saline conditions. Crop Sci. 86, 233-234.

28- Francois, L.E., Kleiman, R.,(1990).Salinity effect on vegetative growth, seed yield and fatty acid composition of crambe. J. Agron. 82, 1110-1114.

29- Houshmand, A.S., Arzani, A., Maibody, S.A.M., Feizi, M.,(2005).Evaluation of salt tolerance genotypes of durum wheat derived from invitro and field experiments. Field Crops Res.91, 345-354.

30- Kaya,C.,Higges,D.,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.

31- Keshta,M.M., Hammad, K.M.,Sorour,W.A.I.,(1999)Evaluation of rapeseed genotypes in saline soil. Proceedings of the 10 th International Rapeseed Congress. Canberra. Australia. 62, 253-258.

32- Lutts, S, Magerus, V and Kinet, J.M,(1999).NaCl effects on proline metabolism in rice (oryza sativa) seedlings. Physiol. Plant, 105,450-458.

33- Meneguzzo,S., Navari0 Izzo, F., Izzo, R.,(2000)NaCl effects on water relation and accumulation of mineral nutrient in shoot, root and cell sap of wheat seedling. J. plant physiol. 156, 711-716.

34- Bybordi, A., Tabatabaei S. J. and .Ahmadev A.(2010). Effects of salinity on fatty acid composition of canola (Brassica napus L.). J. Food Agric& Environ.**8**(1):113-115.

35- Bybordi, A.and Tabatabaei S. J.(2009). Effect of Salinity Stress on Germination and Seedling Properties in Canola Cultivars (Brassica napus). Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj-Napoca .**37** (1):71-76.

36- Niu, X., Bressan, R.A., Asegava, P.M.H., Panta, J.M.,(1995).Ion homeostasis in NaCl stress invironments. Plant physiol. 109, 735-742.

37- Omielan, J. A., Epstein, E., Dvorak, P.,(1991).Salt tolerance and ionic relations of *Lophopyrum elangatum.* Genome. 34, 961-974.
38- Pezeshki, S.R. and chambers, J. L,(1986).Effect of soil salinity on stomatal conductance and photosynthesis of green ash, can J for. Res. 16:569-573.
39- Qasim, M.,(2000).physiological and Biochemical Studies in a potential Oilseed Crop Canola (*Brassica napus L.)* Under salinity (NaCl) stress. Ph.D thesis. Departmant of Botany, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan.
40- Qasim, M., Ashraf, M., Ashraf, M.Y., Rehman, S.U. and Rha, E.S.,(2003).Salt – induced changes in two canola cultivars differing in salt tolerance. Bio plant. 46(4), 692-632.
41- Rashid, A., Qureshi, R.H., Holington, P.A., Jones, R.G.W.,(1999).Comparative responses of wheat cultivars to salinity at the seedling stage. Crop Sci. 182, 199-207.
42- Bybordi ,A.,Tabatabaei, S.J.and Ahmadev,A.(2010). Effect of salinity on the growth and peroxidase and IAA oxidase activities in canola.J. Food Agric& Environ.**8**(1):109-112.
43- .
44- Zhao, G.Q., Ma, B.L., Ren, C.Z.,(2007).Growth, gas exchange, chlorophyll fluorescence, and ion content of naked oat in response to salinity. Crop Sci. 41, 123-131.

Journal of Water and Soil
Vol. 24, No. 2, May-Jun 2010, p. 334-346

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۴، شماره ۲، خرداد - تیر ۱۳۸۹، ص. ۳۴۶-۳۳۴

NaCl Salinity Effect on Qualitative, Quantitative and Physiological Attributes of Winter Canola (*Brassica napus* L.) Cultivars

A. Baibordi[1]* - S.J. Seidtabtabai[2] – A. Ahmadof[3]

Abstract

For evaluating NaCl salinity effect on some physiological and qualitative attributes of five winter canola cultivars, an experiment was conducted in a RCD base factorial in three replicates in greenhouse of East Azarbaijan Agricultural Research center in 2008. Five salinity levels as 0, 50, 100, 150 and 200 mM NaCl treated as first factor on five rape seed (Fornax, Licord, Elite, SLM046, Okapi) as second factor. Na, K, Ca, Mg and K/Na ratio in leaves during growth season, and final biologic and seed yield, photosynthesis and respiration rates, fatty acids (linoleic, linolenic and oleic acid) proline, and total, a and b chlorophyll were measured. Results showed that increasing salinity decreased K, K/Na, biologic and seed yield, oil percentage, photosynthesis and respiration rates, fatty acids, total, a and b chlorophyll, but increased Na, Ca, Mg and proline content. SLM_{046} showed significantly lower contents of Na, Ca, Mg and higher contents of K, and K/Na ratio. It seems that SLM_{046} had higher yield and efficiency but Elite was susceptible to salinity. Compared to other cultivars SLM046 showed higher content of unsaturated fatty acids, total, a and b chlorophyll across all salinity levels.

Keywords: Canola, Salinity, Quality attributes, Quantity attributes

1 - PhD Student, University of Baco and Academic Staff of Center for Agric and Natural Resources, Azarbaijan (*-Corresponding author Email: abaybordy@yahoo.com)

2- Professor, College of Agriculture, University of Tabriz

3- Professor of Baco University