

تأثیر تنش شوری ناشی از کلرور سدیم بر خصوصیات فیزیولوژیکی، کمیت و کیفیت ارقام پاییزه کلزا

احمد بایوردی^{۱*} - سید جلال سید طباطبایی^۲ - علی احمداف^۳

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 پاییزه، آزمایشی در گلخانه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان شرقی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه 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, SLM₀₄₆, Okapi) در نظر گرفته شدند. در طول رشد غلظت عناصر سدیم و پتاسیم، کلسیم و منیزیم و نسبت K/Na برگ، عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه، فتوسنتز، تنفس، درصد روغن، میزان اسیدهای چرب (لینولئیک، لینولئیک 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 بیولوژیکی، 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 SLM₀₄₆ 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 SLM₀₄₆ با عملکرد بیشتر و کارایی بالاتری بوده و در مقابل رقم Elite دارای بیشترین حساسیت به شوری می‌باشد. همچنین در رقم SLM₀₄₆ در سطوح شوری مختلف میزان اسیدهای چرب غیر اشباع به طور معنی‌داری بیشتر از سایر ارقام به دست آمد. همچنین میزان کلروفیل کل، a و b در رقم SLM₀₄₆ بالاتر از دیگر رقم‌ها بود.

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

مقدمه

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

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 و کلر سدیم 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،

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

و دمای در روز 3 ± 22 و در شب 3 ± 15 درجه سانتیگراد تنظیم گردید. داخل گلدانها از مخلوط پرلیت و ورمی کوئلیت به نسبت (۱:۱) استفاده شد. برای ایجاد زهکشی مناسب و جلوگیری از تجمع نمک در گلدانها، ۳ سوراخ به قطر ۱ سانتی متر در ته هر کدام از گلدانها تعبیه شد. بذور ارقام کلزا که توسط هیپوکلرید سدیم ۰/۵ درصد ضدعفونی شده بودند در گلدانها کشت شدند. در هر گلدان ۱۰ عدد بذر به عمق حدود ۳ سانتی متر کاشته شد. گلدانها از مرحله کاشت تا مرحله جوانه زنی 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 مرحله ۴ برگ، 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 و خروجی گلدانها با هم مساوی گردید. اعمال تیمارهای شوری تا پایان مرحله 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. کلیه این عناصر بوسیله دستگاههای فلیم فتومتری و جذب اتمی براساس استانداردهای موسسه تحقیقات خاک و آب اندازه‌گیری گردید. در مرحله 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 کرینات 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.

$$a = \frac{3585}{75} \{ (9/27 \times OD_{663}) - (45/6 \times OD_{645}) \} = \text{کلروفیل a}$$

$$b = \frac{3585}{75} \{ (16/75 \times OD_{663}) - (82/04 \times OD_{645}) \} = \text{کلروفیل b}$$

$$a+b = \frac{1000}{1000} \{ (20/2 \times OD_{645}) + (8/02 \times OD_{663}) \} = \text{کلروفیل a+b}$$

برای اندازه‌گیری فتوستتر و سرعت تعرق از دستگاه فتوستتر متر مدل Da-1000 ساخت شرکت Wallz آلمان استفاده شد. واحد نوری (PAR) آن به حدود $(1 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1})$ و 1000 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

نمودند که 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 و کارهای 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 وارپته‌های 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 وارپته‌های متحمل به شوری در مقایسه با وارپته‌های 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 بنابراین حتی در صورتیکه میزان فتوستتر در واحد سطح برگ تغییر نکند میزان رشد به دلیل کاهش میزان فتوستتر 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، فتوستتر 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 گلخانه مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان شرقی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه‌ای کاملاً تصادفی با سه تکرار در سال ۸۷-۸۶ به اجرا 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, SLM₀₄₆, Okapi) بود. واحدهای آزمایش شامل گلدانهایی با ابعاد $40 \times 40 \times 60$ سانتی متر و ارتفاع ۳۵ سانتی متر بود. محیط گلخانه در شرایط نور طبیعی در بهار و تابستان قرار گرفته

مناسب داشت زیر چمبر (chamber) قرار داده شد و پس از ثابت شدن اعداد CO_2 - ab_5 مقدار فتوستنتز 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 تهیه منحنی استاندارد و پس از تهیه 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 G1 - 10 (sigma) جهت تشخیص زمان بازداری منحنی متیل استری مورد نظر مورد استفاده قرار گرفت. سیستم تزریق از نوع اسپیلیت اسپیلیتس، دمای انژکتور ۲۵۰ درجه سانتیگراد، دمای ستون ۱۷۵ درجه سانتیگراد و دمای آشکارساز ۲۵۰ درجه سانتیگراد بوده و آشکارساز از نوع FID (Flame Ionization Detector) بود. تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SAS صورت گرفت. مقایسه میانگین توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مقایسه 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 تجزیه 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 معنی‌دار ۵۹ درصدی عملکرد بیولوژیک گردید. عملکرد بیولوژیک در ارقام مختلف به طور معنی‌داری متفاوت بود. رقم SLM_{046} با میانگین $54/44$ گرم در گلدان بیشترین و رقم Elite با میانگین $38/89$ گرم در گلدان کمترین مقدار عملکرد بیولوژیک را داشتند (جدول ۲). اثر متقابل رقم و شوری بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار گردید (جدول ۱).

SLM_{046} در سطح شوری S_0 با میانگین $62/2$ گرم در گلدان بیشترین و رقم Elite در سطح شوری S_4 کمترین میزان عملکرد بیولوژیک ($9/3$ 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 $15/5$ 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 کلیه 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 کلیه 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 و مک 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 (جدول ۲). درصد روغن نیز بین ارقام مختلف به طور معنی‌داری متفاوت بود. به نحوی که بیشترین درصد روغن به میزان $39/3$ درصد مربوط به رقم SLM_{046} و کمترین آن به میزان $32/5$ درصد مربوط به رقم Elite بود (جدول ۲). 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 (جدول ۲). 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 (جدول ۲). اثر متقابل رقم و شوری بر میزان اسیدهای چرب معنی‌دار 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 متحمل تر 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 S₀ و کمترین آن به ترتیب ۶۱۰، ۴۲۶ و ۱۸۰ میکروگرم در هر گرم وزن تر در سطح S₄ 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 SLM₀₄₆ و کمترین آن در رقم Elite به دست آمد (جدول ۲). 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 جامرس (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 و تشدید 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 بنابراین بیوسنتز کلروفیل با محدودیت مواجه می‌شود (۲۹، ۳۰، ۳۲ و ۴۲).

بیشترین میزان این اسیدهای چرب در رقم SLM₀₄₆ و کمترین آن در رقم Elite در سطح شوری S₄ به دست آمد (شکل‌های ۱ و ۲). در کلیه ارقام افزایش شوری باعث کاهش معنی‌دار میزان اسیدهای چرب گردید ولی روند کاهش این اسیدها در رقم SLM₀₄₆ 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 و مک نیلی گزارش نموده اند که درصد روغن دانه در خانواده 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 سختی 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 کلیه 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 S₄ و کمترین آن مربوط به سطح S₀ بود (جدول ۲). بین ارقام نیز در این خصوص اختلافات معنی‌داری مشاهده گردید به طوری که شدت کاهش در رقم SLM₀₄₆ کمتر از همه و رقم Elite بیشترین کاهش را نشان داد (جدول ۲). همچنین رقم SLM₀₄₆ در سطح شوری S₄ کمترین میزان و رقم Elite بیشترین میزان کاهش فتوسنتز و تنفس را نشان داد (شکل ۷ و ۸). 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 باعث پایین بودن غلظت CO₂ کلروپلاست می‌باشد که باعث کاهش تبادلات روزنه‌ای و مزوفیل می‌گردد. در واقع این مطلب توجیه کننده مقاومت رقم SLM₀₄₆ 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 SLM₀₄₆ و کمترین آن در رقم Elite مشاهده شد

گرم برگ خشک در رقم Elite به دست آمد (جدول ۲). اثر متقابل رقم و شوری بر پتاسیم برگ معنی دار گردید. به طور کلی بین کلیه ارقام مورد مطالعه با افزایش شوری میزان پتاسیم برگ اندکی کاهش یافت ولی روند کاهش میزان پتاسیم در رقم Elite در سطح S₄ بیشتر از سایر ارقام بود (شکل ۱۲).

بیشترین مقدار پتاسیم برگ به میزان (۳۸/۵) میلی گرم در گرم برگ خشک مربوط به رقم SLM₀₄₆ در سطح شوری S₀ و کمترین آن (۱۶/۲) میلی گرم در گرم برگ خشک) مربوط به رقم Elite در سطح شوری S₄ بود (شکل ۱۲). بین غلظت سدیم برگ در سطوح مختلف شوری تفاوت معنی داری مشاهده شد. بیشترین غلظت سدیم به میزان (۶۸/۵) میلی گرم در گرم برگ خشک در سطح شوری S₄ و کمترین غلظت به میزان (۴۰/۵) میلی گرم در گرم برگ خشک در سطح شوری S₀ مشاهده شد (شکل ۱۳). غلظت سدیم در برگ ارقام به طور معنی داری متفاوت بود. رقم SLM₀₄₆ با میانگین ۵۲/۵ میلی گرم بر گرم برگ خشک کمترین و رقم Elite با میانگین ۶۰/۵ میلی گرم در گرم برگ خشک دارای بیشترین غلظت سدیم در برگ بود (جدول ۲). اثر متقابل رقم و شوری بر غلظت سدیم برگ معنی دار شد. در کلیه ارقام مورد بررسی با افزایش شوری میزان غلظت سدیم برگ روند صعودی را طی نمود. در این رابطه با افزایش شوری از S₀ تا S₄ بالاترین و کمترین شیب صعودی افزایش غلظت سدیم برگ به ترتیب در ارقام Elite و SLM₀₄₆ مشاهده شد (شکل ۱۳). تاکنون مکانیزمهای بیولوژیک و مولکولی در گیاهان مقاوم به شوری به خوبی شناخته نشده اند 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 معنی دار سدیم در برگهای جوان با افزایش سطوح شوری مشاهده می شود و تنوع ژنتیکی بالایی در جذب سدیم در بین ارقام مشاهده می شود. امیلان و همکاران (۳۷) گزارش نمودند که مقاومت به نمک به طور منفی با غلظت سدیم برگ و همبستگی مثبتی با غلظت پتاسیم دارد. نتیجه این آزمایش با یافته های 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 می شود و از طرف دیگر میزان جذب سدیم موجب صدمه به گیاه می شود. با افزایش شوری نسبت K/Na به طور معنی داری کاهش یافت. بیشترین میزان نسبت K/Na در سطح شوری S₀ و کمترین میزان آن در سطح S₄ مشاهده شد. رقم SLM₀₄₆ دارای بیشترین نسبت و رقم Elite دارای کمترین میزان نسبت K/Na بود (جدول ۲).

اثرات متقابل شوری و رقم بر میزان کلروفیل کل، a و b معنی دار نشد. نتایج نشان داد که با افزایش شوری میزان کلسیم برگ به طور معنی داری افزایش پیدا کرد. سطح شوری S₀ با میانگین ۱/۸۹ میلی گرم در گرم برگ خشک کمترین و سطح شوری S₄ با میانگین ۳/۴۸ میلی گرم در گرم برگ خشک دارای بالاترین غلظت کلسیم در برگ بود (جدول ۲) بین ارقام مورد آزمایش نیز کلسیم برگ دارای تفاوت معنی داری بود به طوری که رقم SLM₀₄₆ با میانگین ۳/۸۵۵ میلی گرم در گرم برگ خشک بیشترین و رقم Elite با میانگین ۱/۶۵ میلی گرم در گرم برگ خشک دارای کمترین غلظت کلسیم برگ بود (شکل ۱۰). انفراد و همکاران (۱) گزارش دادند که غلظت کلسیم در وارته های کلزا به هنگام تنش شوری افزایش می یابد. غلظت این یون در وارته هایی از کلزا که به شوری متحمل هستند در اندامهای هوایی گیاه بیشتر از ارقام حساس می باشد. گزارش های متعدد نشان می دهد که کلسیم آثار سوء ناشی از یونهای زیان بار را خنثی می کند (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 S₄ میزان منیزیم برگ افزایش معنی داری نشان می دهد. البته غلظت منیزیم در سطوح S₀ و S₁ در یک کلاس آماری بوده و در سایر سطوح شوری اختلاف معنی دار بود. بیشترین میزان منیزیم برگ در رقم SLM₀₄₆ و کمترین آن در رقم Licord به دست آمد (جدول ۲) اثر متقابل شوری و رقم بر میزان منیزیم برگ معنی دار شد. در کلیه ارقام با افزایش سطوح شوری غلظت منیزیم افزایش می یابد. ولی در رقم SLM₀₄₆ شیب تندتری نسبت به سایر ارقام مورد بررسی نشان می دهد (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. خوش گفتارمنش 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 می تواند ناشی از تفاوت بین گونه های 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 می باشد. افزایش شوری باعث کاهش معنی دار میزان پتاسیم برگ شد. بیشترین میزان پتاسیم (۳۸/۸) میلی گرم در گرم برگ خشک) در سطح S₀ و کمترین میزان آن (۲۱/۳) میلی گرم در گرم برگ خشک) در سطح شوری S₄ مشاهده شد (جدول ۲). میزان پتاسیم برگ بین ارقام مورد آزمایش نیز به طور معنی داری متفاوت بود. بیشترین میزان پتاسیم به میزان ۳۷/۶ میلی گرم در گرم برگ خشک در رقم SLM₀₄₆ و کمترین آن به میزان ۲۵/۲ میلی گرم در

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات اصلی شوری و رقم بر صفات مورد بررسی

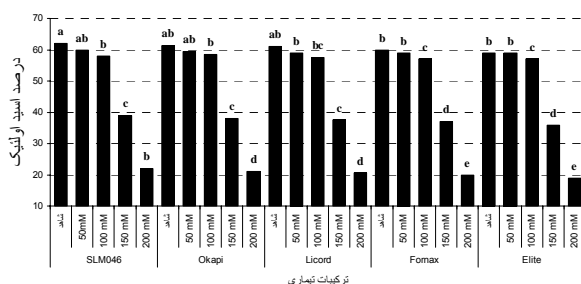
K/Na	سدیم			پتاسیم			میلی گرم بر گرم برگ خشک			میلی گرم بر گرم			کلروفیل			تیتراژ			اسید			اسید لیپونیک			اسید لیپونیک			روغن			دانه			عملکرد			عملکرد			عامل آزمایش		
	سدیم	پتاسیم	میلی گرم بر گرم	سدیم	پتاسیم	میلی گرم بر گرم	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	میکرومول بر گرم	میکرومول بر گرم	میکرومول بر گرم	کلروفیل	میکرومول بر گرم	میکرومول بر گرم	میکرومول بر گرم	تیتراژ	تیتراژ	تیتراژ	اسید اولئیک (%)	اسید لیپونیک (%)	اسید لیپونیک (%)	اسید لیپونیک (%)	اسید لیپونیک (%)	اسید لیپونیک (%)	اسید لیپونیک (%)	روغن	دانه	عملکرد	عملکرد	عامل آزمایش											
۷/۲ a	e/۵	a/۸A	d/۱۶	e/۱۸	۱/۵ d	a/۳۰	a/۸۰	a/۱۰۰	a/۵A	a/۶۲	a/۳۵	a/۳۲	a/۱۶۲	a/۳۳۲	۱۵ a	۵۸۲ a	شوری S ₀ S ₁																									
b/۱۰	d/۹A	b/۳۰A	d/۱۶	d/۱۹	d/۲	b/۲۵۰	b/۶۰	b/۶۰	b/۱۵/۱	ab/۵۹	ab/۲۲	۱۵/۸ ab	b/۲۶/۵	b/۲۶/۵	۱۲/۵ ab	۴۶۷ b	(۵۰ میلی مول) NaCl																									
c/۱۶	e/۸۳	c/۹۲	e/۱۸	e/۱۶	e/۳A	c/۱۲۰	b/۶۰۰	b/۵۸۰	b/۵/۵	b/۷	۲۱/۶ ab	۱۵/۵ ab	c/۳۳/۴	c/۳۳/۴	۱۰ b	۲۸۲ c	(۱۰۰ میلی مول) NaCl S ₂																									
-۱/۲ d	۶A/۵ b	۲۲/۴ d	۷/۲ a	۳/۴ b	۳/۶ b	۶۰ d	۵۱۰ c	۷۵۰ c	۴ c	۱۱/۵ d	۲/۱ bc	۱۵/۴ bc	۳/۷/۵ d	۳/۷/۵ d	۶ c	۲۵۲ d	(۱۵۰ میلی مول) NaCl S ₃																									
-۱/۲ e	۸۹/۶ a	۲۱/۳ e	۷/۲ a	۳/۴ a	۴/۲ a	۵۰ e	۴۸۰ d	۶۲۰ d	۲/۱ d	۶/۲ e	۱۱/۵ c	۱۵/۲ c	۱/۶/۲ c	۱/۶/۲ c	۴/۸ d	۳۲/۱ d	(۲۰۰ میلی مول) NaCl S ₄																									
۱/۰ b	۲۶/۵ d	۳۷/۶ a	۱/۶ d	۳/۸ a	۲/۶ a	۳۲۰ a	۸۲۰ a	۱۱۵۰ a	۵/۸ a	۴/۸ a	۲۵/۲ a	۱/۶/۶ a	۳۸/۳ a	۱۵/۵ a	۵۴/۴ a	SLM ₁₀₀₀																										
bc/۱A	c/۳۰/۶۹	b/۲۷/۴	c/۱۸	۳/۴ b	۱/۹ b	۳۲۰ b	۷۹۰ ab	۹۹۸ ab	۴/۷ b	۶/۱ ab	b/۲۲/۴ b	۱۵/۵ b	۳۶/۵ b	۹/۴ b	۵۲/۲ b	Okapi																										
C-۱/۵	b/۳۱/۸۹	bc/۲۶/۳	۱/۸ b	۲/۳ bc	۳/۵ bc	۳۷۵ bc	۷۱۰ b	۸۷۶ b	۳/۸ c	۵A b	۲۰ c	۱۵/۷ b	۳۳/۶ c	۸/۶ bc	۵۱/۸ bc	Licord																										
c-۱/۰	b/۲۵/۶۶	c/۲۵/۲	۱/۸ b	۱/۶ c	۱/۷ b	۱۱۵ c	۶۶۰ c	۷۶۶ c	۴/۲ bc	۵A b	۱۱/۲ c	۱۵/۸ b	۳/۷/۵ c	۷/۲ c	۴۶/۶ c	Formax																										
c-۱/۵۲	۸۵/۵	d/۲۲/۳	۲/۲ a	۱/۶ c	۱/۸ b	۹۸ d	۶۱۰ c	۶۱۰ d	۲/۶ b	۵/۷ b	۱A c	۱۵/۸ b	۳/۱/۲ d	۶ c	۲۸۸ d	Elite																										

در هر مقایسه حداقل یک حرف مشترک نشان دهنده عدم تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد می باشد.

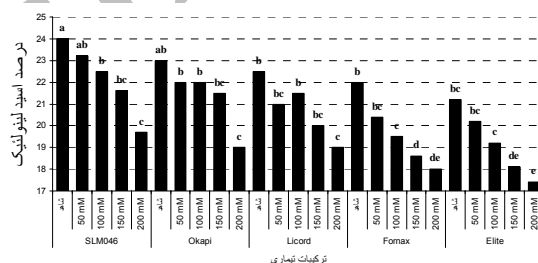


برگ، نسبت پتاسیم به سدیم برگ، عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه، میزان فتوسنتز و پرولین و مقادیر کمتر منیزیم و سدیم و غلظت کلسیم برگ در سطوح بالای شوری به عنوان رقم مقاوم ارزیابی گردیدند. در رقم Elite به عنوان رقم حساس و سایر ارقام به عنوان ارقام نیمه حساس به شوری ارزیابی شدند. همچنین میزان اسیدهای چرب لینولنیک، لینولنیک و اولئیک که ارزش تغذیه‌ای بالایی دارند در شرایط تنش شوری در رقم SLM₀₄₆ بیشتر از سایر ارقام به دست آمد. در رابطه با سطوح شوری با افزایش شوری تا سطح S₁ در اکثر صفات مورد بررسی، روند معنی‌داری مشاهده نشد ولی اثرات منفی و معنی‌دار شوری از سطح S₂ آغاز گردید. لذا در این بررسی می‌توان سطح شوری S₂ را به عنوان آستانه خسارت معنی‌دار شوری به گیاه ملاحظه نمود.

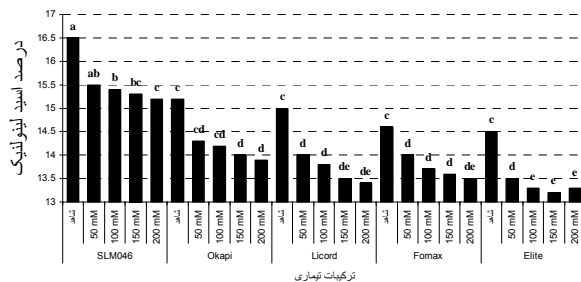
اثر متقابل رقم و شوری بر نسبت K/Na برگ به طور معنی‌داری کاهش یافت. نسبت K/Na برگ رقم Elite در سطح شوری S₄ با بیشترین کاهش نسبت به شاهد بیشترین شیب کاهش را به خود اختصاص داد (شکل ۱۴). رقم SLM₀₄₆ در سطح شوری S₄ دارای کمترین میزان کاهش بودند (شکل ۱۴). میزان بالاتر نسبت K/Na در اندام هوایی برخی ژنوتیپها نظیر SLM₀₄₆ 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 SLM₀₄₆ به واسطه مقادیر بالای صفات غلظت پتاسیم



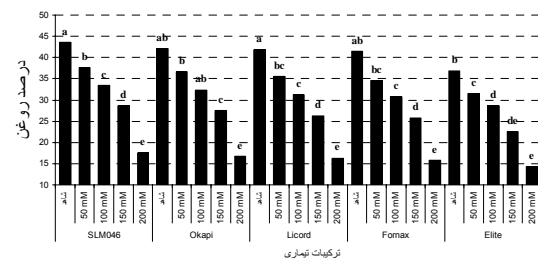
(شکل ۱) - تأثیر مقادیر مختلف کلرور سدیم بر درصد اسید اولئیک ارقام کلزا



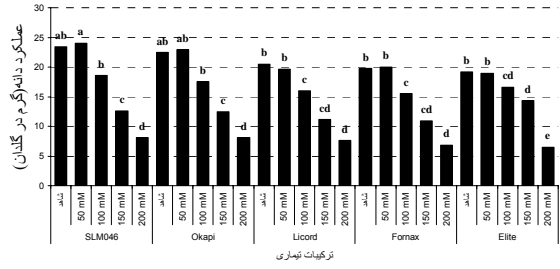
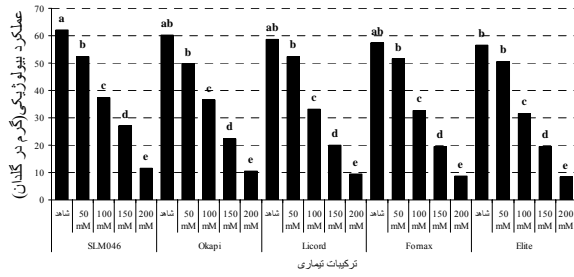
(شکل ۲) - تأثیر مقادیر مختلف کلرور سدیم بر درصد اسید لینولنیک ارقام کلزا



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

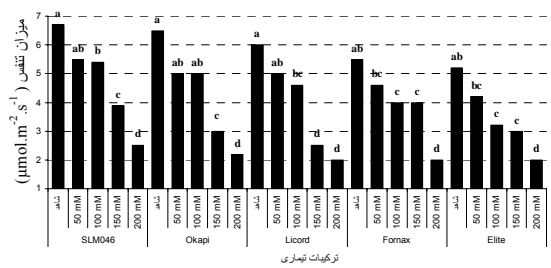
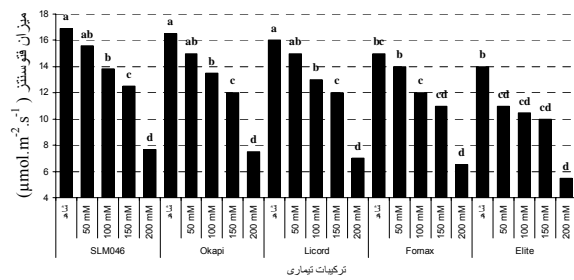


(شکل ۴) - تأثیر مقادیر مختلف کلرور سدیم بر درصد روغن ارقام کلزا



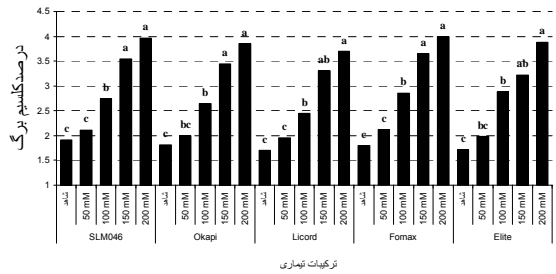
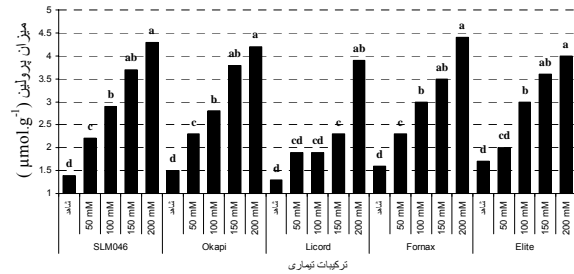
شکل ۵- تأثیر مقادیر مختلف کلرور سدیم بر عملکرد بیولوژیکی ارقام کلزا

شکل ۶- تأثیر مقادیر مختلف کلرور سدیم بر عملکردانه ارقام کلزا



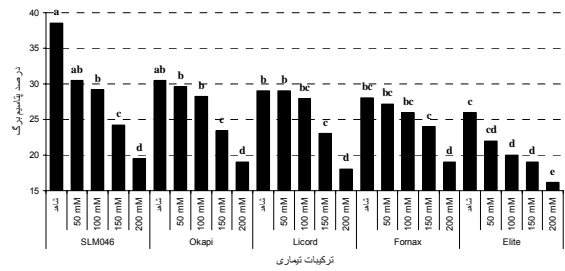
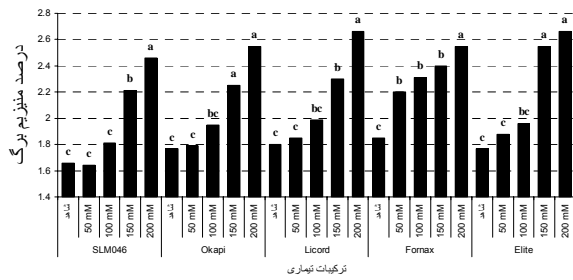
شکل ۷- تأثیر مقادیر مختلف کلرور سدیم بر میزان فتوسنتز ارقام کلزا

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

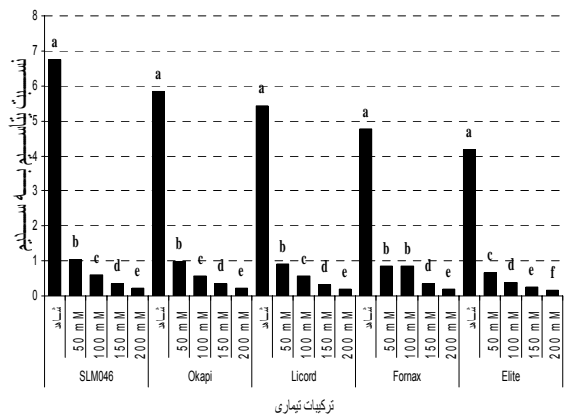
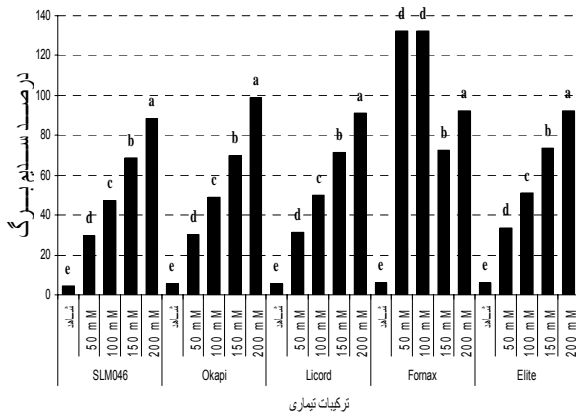


شکل ۹- تأثیر مقادیر مختلف کلرور سدیم بر میزان پروتئین ارقام کلزا

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



(شکل ۱۲) - تأثیر مقادیر مختلف کلرور سدیم بر پتاسیم ارقام کلزا (شکل ۱۱) - تأثیر مقادیر مختلف کلرور سدیم بر میزیم 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، پوستینی ک، مجنون حسینی ن، طالعی ع.ر،، 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. ج. ۷، ص ۱۰۳-۱۱۲.
- ۲- بنده حق ع، کاظمی ح، ولی زاده م، جوان شیر ع. ۱۳۸۳. مقاومت ارقام گندم بهاره نسبت به تنش شوری در مراحل رویشی و زایشی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ج. ۱، ص ۷۱-۶۱
- ۳- خوش گفتار منش ا.ح، و سیادت ح. ۱۳۸۱. تغذیه معدنی سبزیجات و محصولات باغی در شرایط شور. معاونت باغبانی. وزارت کشاورزی. ۹۲ صفحه.
- ۴- رئیسی س. ۱۳۷۳. بررسی مقدماتی ارقام مختلف کلزا در منطقه گرگان و گنبد. سومین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران - تبریز. صفحه ۱۶۵.
- ۵- رجبی ر، پوستینی ک، جهانی پور پ، احمدی ع. ۱۳۸۴. اثرات شوری بر کاهش عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیکی رقم گندم. مجله علوم کشاورزی. ج. ۱۲، ص ۱۶۳-۱۵۳.
- ۶- عبدل زاده ا، ملک جهانی ز، کالشی س، یغمایی ف. ۱۳۸۵. بررسی اثر توأم شوری و تغذیه نیتروژن بر رشد گیاه کلزا. مجله علوم کشاورزی و

منابع طبیعی. ج. ۱۳، ص ۲۰-۳۳.

- ۷- نائینی م.ر، لسانی ح.، خوش گفتار 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 ۱۱۲-۱۲۱.
- 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 مرحله گیاهچه. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ج. ۱۲، ص ۱۱۲-۱۲۱.
- 9- Ali G., Srivastava P.S, and Iqbal M. 1999. proline accumulation, protein pattern and photosynthesis in regenerants 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 mungo* L.) 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 (*Gossypium hirsutum* L.) field Crops Res. 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 calcium in pot experiment. Am. potato J. 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 phase of 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., Higgs, 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., Navari 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 Ahmadv 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 environments. 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. Department 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.

Archive of SID

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

A. Baibordi^{1*} - S.J. Seidtabtabai² - A. Ahmadof³

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. SLM₀₄₆ showed significantly lower contents of Na, Ca, Mg and higher contents of K, and K/Na ratio. It seems that SLM₀₄₆ 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

Archive

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