Nova Biologica Reperta 4(2): 98-106 (2017)
یافته‌های نوین در علوم زیستی، جلد ۴، شمارهٔ ۲: ۱۰۶-۹۸

تأثیر تنش شوری بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی چهار رقم کلزا

سیده مریم موسویان‌کلات و ناصر عباسپور*

دریافت: ۱۳۹۵/۹/۲۲/ پذیرش: ۱۳۹۵/۹/۲۹/ چاپ: ۱۳۹۶/۶/۳۱

گروه زیست‌شناسی، دانشکدهٔ علوم، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
*مسئول مکاتبات: n.abbaspour@urmia.ac.ir

چکیده. این آزمایش به‌منظور بررسی تأثیر شوری ناشی از کلرید سدیم بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی چهار رقم کلزا (*Brassica napus* L.) به نام‌های طلایه، ساری‌گل، زرفام و اپرا انجام شد. گیاهان در محلول هوگلند با غلظت یک چهارم و وضعیت گلخانه‌ای رشد یافتند. هنگامی‌که گیاهان به مرحلهٔ پنج‌برگی رسیدند، با غلظت‌های صفر (شاهد)، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰میلی‌مولار NaCl تیمار شدند. ۱۴ روز پس‌از شروع تیمار، مرحلهٔ برداشت انجام شد. سپس، طول اندام هوایی و ریشه، محتوای نسبی آب، سطح برگ، میزان فتوسنتز، محتوای کلروفیل و کاروتنوئید برگ ارزیابی شد. نتایج آزمایش‌ها نشان داد که افزایش شوری موجب کاهش محتوای نسبی آب برگ، طول ریشه و اندام هوایی و سطح برگ می‌شود. میزان فتوسنتز نیز در ارقام طلایه و ساری‌گل کاهش و در اپرا و زرفام افزایش یافت. تغییرات القاءشده توسط شوری بر محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی دارای نوسان بود. درمجموع، نتایج این تحقیق نشان داد که در میان ارقام تحت مطالعه، ارقام اپرا و زرفام نسبت به دو رقم دیگر در فاز رویشی واکنش بهتری تحت تنش شوری داشتند و واکنش رقم ساری‌گل ضعیف‌تر از دیگر ارقام بود.

واژه‌های کلیدی. رنگیزه‌های فتوسنتزی، کلرید سدیم، کشت هیدروپونیک، فتوسنتز، محتوای نسبی آب

Effects of salinity on some morphological and physiological parameters in four canola (*Brassica napus* L.) cultivars

Seyyede Maryam Mousavian Kalat & Nasser Abbaspour*

Received 12.12.2016/ Accepted 19.12.2017/ Published 22.09.2017

Department of Biology, Faculty of Science, Urmia University, Iran
*Correspondent author: n.abbaspour@urmia.ac.ir

Abstract. A laboratory experiment was carried out to investigate the effect of salinity on some morphological and physiological parameters in four Canola (*Brassica napus* L.) cultivars (Talaye, Sarigol, Zarfam and Opera) under salinity stress. Plants were grown in hydroponic solution (Hoagland 1/4 strength) under greenhouse conditions and on five-leaf stage, treated with different concentrations of NaCl: 0 (control), 50, 75 and 100 mM. After 14 days of treatment, plants were harvested and the length of shoots and roots, photosynthesis, chlorophylls and carotenoids contents of leaves were measured on four studied cultivars. In general the results showed that increasing salinity reduced leaf relative water content, shoot and root lengths and leaf area. Photosynthetic rate was declined in Talaye and Sarigol, but it was elevated in Opera and Zarfam. It should be noted that the changes induced by salinity on photosynthetic pigments was not regular. The results of this study showed that among the investigated cultivars, in vegetative phase, Opera and Zarfam had higher capacity and function to salt stress tolerate than other cultivars. It also seems that Sarigol may be more vulnerable than other cultivars under salinity stress.

Keywords. photosynthetic pigments, NaCl, hydroponic solution, photosynthesis, relative water content

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2025-01-05]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1396.4.2.1.4]
[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.4.2.98]

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2025-01-05]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1396.4.2.1.4]
[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.4.2.98]

مقدمه

تنش نتیجهٔ روند غیرعادی فرایندهای فیزیولوژیکی است که از تأثیر یک یا ترکیبی از عوامل زیستی و محیطی حاصل می‌شود (Levitt, 1980). بیش از ۸۰۰ میلیون هکتار از زمین‌های کل جهان تحت تأثیر نمک است. این مقدار بیش‌از ۶ درصد از کل مساحت زمین‌های جهان را در بر می‌گیرد. زمانی که هدایت الکتریکی (EC_e) خاک‌ها معادل ۴ دسی‌زیمنس بر متر یا بیشتر باشد آن خاک در شمار خاک‌های شور طبقه‌بندی می‌شوند. این مقدار تقریباً معادل ۴۰ میلی‌مولار NaCl است و فشار اسمزی ۰/۲ مگاپاسکال ایجاد می‌کند. این تعریف از شوری ناشی از EC است که به شکل در خور توجهی عمل‌کرد بیشتر محصولات را کاهش می‌دهد (Munns & Tester, 2008).

ژنوتیپ‌های مختلف دارای درجات مقاومت متفاوت هستند. بقا و موفقیت گیاهان تحت وضعیت شوری، مستلزم انتقال بهتر آب ازطریق ریشه و دستگاه آوندی مناسب و دارا بودن سازوکارهای ترشح و انتقال عناصر غذایی به قسمت‌های هوایی گیاه و همچنین تحمل دربرابر آب‌کشیدگی است. گیاهان زراعی، به‌جز تعداد کمی از آنها، بهترین رشد خود را در غلظت‌های پایین نمک در اطراف ریشه‌ها به انجام می‌رسانند. با این حال، برخی گیاهان به علت استقرار در محلی معین، فقط می‌توانند ازطریق تنظیم فعالیت‌های متابولیک و تغییر در ساختمان بافت‌ها و اندام‌های خود بر مشکل شوری فائق آیند (Mirmohammadi Meybodi & Qare Yazi, 2002). پاسخ عمومی گیاهان به شوری کاهش رشد است (Romereo-Aranda & Soria., 2001). انباشتگی نمک در برگ‌ها باعث پیری زودرس، کاهش ساخت آسیمیلات‌ها برای نواحی رشدی و در نتیجه کاهش رشد گیاه می‌شود (Munns *et al*., 1995). تنش شوری همهٔ فرایندهای اصلی مانند رشد، روابط آبی گیاه، فتوسنتز و جذب مواد معدنی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در اصل، کاهش میزان فتوسنتز در گیاهان تحت تنش نمک به‌علت کاهش در پتانسیل آب است. هدف اصلی مقاومت به شوری، افزایش کارایی مصرف آب در وضعیت شور است. بعضی گیاهان مانند هالوفیت‌های اختیاری مسیر فتوسنتزی خود را از C_3 به CAM تغییر می‌دهند. این تغییر اتلاف آب را کاهش دهد؛ به این صورت که موجب بازشدن روزنه‌ها در شب و بنابراین، موجب کاهش اتلاف آب از طریق تعرق می‌شود (Munns & Tester, 2008). در گیاهان زراعی، شوری ضمن تأثیر منفی بر عمل‌کرد و اجزای عمل‌کرد، بسیاری فرایندهای دخیل در رشد و نمو گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Boem *et al*., 1994). گیاهان زراعی با توجه به پاسخ آنها به شوری با یکدیگر متفاوت هستند. طبق مطالعات انجام‌شده، که برای انتخاب محصولات زراعی برای کشت در خاک‌های شور صورت گرفته است، کلزا به‌همراه جو، نیشکر و پنبه جزء گیاهان زراعی مقاوم به شوری طبقه‌بندی می‌شوند. کلزا نسبت به گندم مقاوم‌تر است و بنابراین، ممکن است در خاک‌های شور رشد بهتری نسبت به گندم داشته باشد، هرچند نتایج آزمایش‌های مربوط به تحمل نمک در گیاهان زراعی که بین سال‌های ۱۹۵۰ تا ۱۹۷۵ در سرتاسر جهان انجام شده است، کلزا را گیاهی با مقاومت متوسط معرفی کردند (Maas & Hoffimann, 1977). در کلزا شوری محیط، رشد ریشه، ظهور برگ‌ها و تشکیل اولین میان گره‌ها را کاهش می‌دهد. درصورت تداوم روند شوری در مراحل بعدی رشد موجب کاهش ارتفاع گیاه، کاهش تعداد غلاف و کاهش تعداد دانه در غلاف می‌شود (Ashraf *et al*., 1989). درمجموع، با توجه به فقدان اطلاعات جامع در مورد تأثیر شوری بر پارامترهای فیزیولوژیکی کلزا وجود تعداد زیادی از ژنوتیپ‌های جدید به‌لحاظ تحمل به شوری، لزوم انجام تحقیقات گسترده در این زمینه بیش از پیش لازم است.

هدف این تحقیق بررسی مقاومت ارقام مختلف کلزا (*Brassica napus* L.) به تنش شوری و تغییرات ایجادشده به‌وسیلهٔ تنش شوری بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی از جمله میزان فتوسنتز است. به‌منظور بررسی بهتر و مقایسهٔ دقیق‌تر، ارقام تحت مطالعه در این تحقیق با تیپ‌های رشدی و منشأ متفاوت هستند. منشأ رقم اپرا کشور سوئد و دارای تیپ رشد پاییزه است. رقم زرفام دارای تیپ رشد پاییزه و منشأ آن ایران است. منشأ ارقام ساری‌گل و طلایه کشور آلمان و تیپ رشدی آنها به ترتیب، بهاره و پاییزه است.

مواد و روش‌ها

تهیه و کشت بذر

این آزمایش به‌منظور بررسی تأثیر شوری بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی چهار رقم کلزا (طلایه، ساری‌گل، اُپرا، زرفام) در محیط کنترل‌شدهٔ آزمایشگاهی در گلخانهٔ مرکز

مطالعات مؤسسهٔ نهال و بذر استان البرز (کرج) فراهم شدند. برای مشاهدهٔ اثر شوری بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه کلزا، ابتدا بذرهای چهار رقم به‌طور جداگانه با آب ژاول ۱۰ درصد به مدت ۱۰ الی ۱۵ دقیقه ضدعفونی و پس‌از شست‌وشو به‌منظور جوانه‌زنی در پتری‌دیش‌هایی حاوی مقدار کمی آب مقطر، در آون خاموش (تاریکی) با دمایی حدود ۲۷ درجهٔ سانتی‌گراد قرار داده شدند. پس‌از گذشت ۷۲ ساعت، هنگامی‌که دانه‌رست‌ها به میزان مناسبی رشد کردند و برای انتقال به محلول غذایی هوگلند آماده شدند، به تشتک‌های حاوی آب مقطر و $CaSO_4$ انتقال و با پمپ هوادهی شدند. پس‌از گذشت چهار روز، گیاهان هم‌اندازه و مناسب به تشتک‌هایی حاوی محلول غذایی با غلظت یک‌هشتم منتقل و با پمپ هوادهی شدند. شش روز بعد، غلظت محلول به یک‌چهارم افزایش یافت. گیاهان به مدت پنج‌هفته در این وضعیت رشد کردند و محلول غذایی آنها هر چهار روز یک‌بار تعویض می‌شد. بعد از اتمام ۳۵ روز و رسیدن گیاهان به رشد مناسب، تشتک‌ها به‌طور تصادفی به چهار گروه تقسیم شدند: سه تشتک برای شاهد (صفر)، سه تشتک برای تیمار ۵۰ میلی‌مولار، سه تشتک برای تیمار ۷۵ میلی‌مولار و سه تشتک برای تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار استفاده شدند. دو هفته پس‌از تیمار، و قبل‌از رسیدن گیاهان به مرحلهٔ رشد زایشی، برداشت انجام شد.

اندازه‌گیری میزان فتوسنتز

اندازه‌گیری میزان فتوسنتز قبل‌از برداشت گیاهان و با استفاده از دستگاه Portable gas analyzer (HCM-1000,Walz) روی یکی از برگ‌های چهار یا پنج (از یقه) گیاهان شاهد و تحت تیمار شوری که ظاهری مناسب داشت انجام شد.

اندازه‌گیری طول ریشه و ساقه

در پایان دورهٔ آزمایش (هفت هفته) و به‌منظور بررسی اثر شوری بر برخی خصوصیات گیاه کلزا، در کلیهٔ تیمارها و نمونه‌های شاهد پس‌از خارج‌کردن گیاه از محلول هوگلند (برای شاهد) یا محلول هوگلند و نمک (برای تیمارها)، ارتفاع ریشه از ناحیهٔ یقه تا نوک ریشه و ارتفاع اندام هوایی از ناحیهٔ یقه تا انتهای ساقه خط‌کش اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری سطح برگ

قبل‌از اعمال تیمار، تصویری از چهارمین برگ سه گیاه مختلف از هر تشتک رسم شد و برگ‌های منتخب نشان‌دار شدند. بعد از تیمار، تصویر همان برگ‌ها دوباره رسم و سطح برگ توسط دستگاه اسکنر و با استفاده از نرم‌افزار Compu Eye, LSA اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری محتوای نسبی آب

در پایان دورهٔ آزمایش، محتوای نسبی آب کلیهٔ تیمارها در هر چهار رقم اندازه‌گیری شد، به‌نحوی‌که از هر تیمار ۰/۲ گرم از یک برگ توسعه‌یافته (سومین برگ از یقه) جدا و مقاطع یک سانتی‌متر مربعی از قسمت میانی پهنک آنها تهیه شد. سپس، قطعات برگی به پتری‌دیش‌های درب‌دار حاوی آب‌مقطر منتقل و به‌مدت چهار ساعت در دمای چهار درجهٔ سانتی‌گراد در تاریکی قرار داده شدند. پس‌از خارج‌کردن قطعات برگی، آنها در بین دو لایه کاغذ صافی خشک کرده و سپس وزن آماس آنها اندازه‌گیری شد. پس‌از تعیین وزن آماس، قطعات برگی به آون ۷۰ درجهٔ سانتی‌گراد منتقل و پس‌از گذشت ۴۸، ساعت وزن خشک آنها تعیین شد و درنهایت، با استفاده از رابطهٔ زیر، محتوای نسبی آب محاسبه شد (Fletcher, 1988):

(وزن خشک – وزن آماس)/ ۱۰۰× (وزن خشک – وزن تر)= محتوای نسبی آب (RWC)

اندازه‌گیری میزان رنگیزه‌ها

برای اندازه‌گیری میزان کلروفیل و کاروتنوئید مقدار ۰/۱ گرم از بافت تر برگ‌ها (چهارمین برگ از یقه) وزن شد و با پنج میلی‌لیتر استون سایبده شد. سپس، عصاره‌ها به‌مدت ۱۵ دقیقه در g* ۴۰۰۰ سانتریفیوژ شدند و میزان جذب نمونه‌ها در طول موج ۴۷۰، ۶۶۲ و ۶۴۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر PD-303 UV اندازه‌گیری شد. برای محاسبهٔ مقادیر کلروفیل کل و کاروتنوئیدها از فرمول‌های زیر استفاده شد (Lichtenthaler & Welbum., 1983):

Chl_t، Chl_a، Chl_b و C به‌ترتیب مبین محتوای کلروفیل کل، کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئید است.

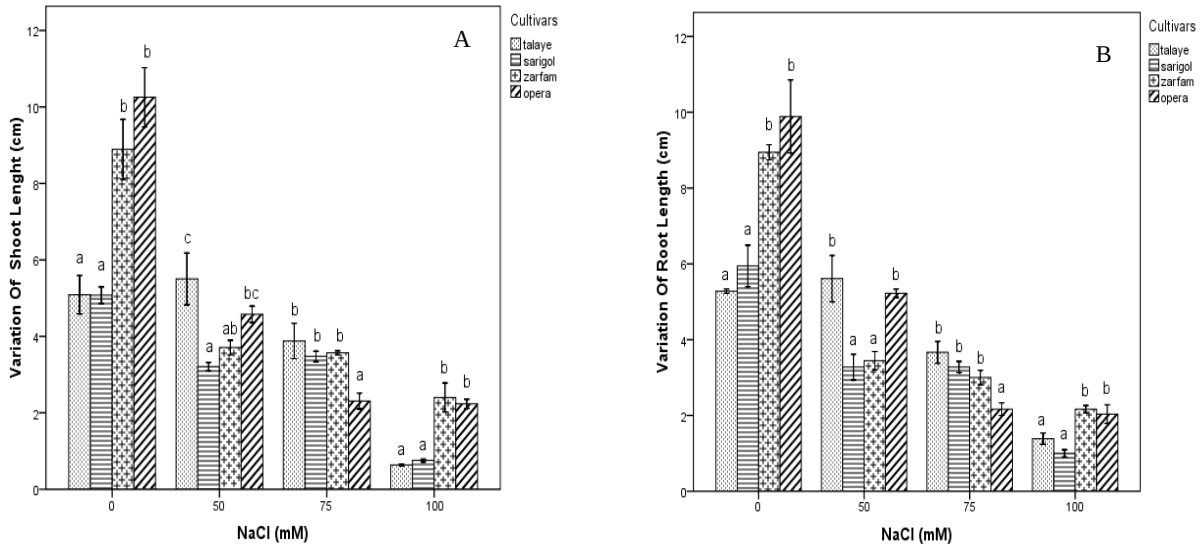
$$Chl_t=Chl_a+Chl_b$$

$$C= 1000\ A_{470}– 2.270\ Chl_a– 81.4Chl_b / 227$$

تجزیهٔ آماری

نمونه‌برداری‌ها و آزمایش‌ها در سه تکرار انجام شد. پس‌از اتمام

[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.4.2.98] [DOR: 20.1001.1.24236330.1396.4.2.1.4] [Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2025-01-05]



شکل ۱- تغییرات **A:** طول اندام هوایی و **B:** ریشه (سانتی‌متر) در چهار رقم کلزا در سطوح مختلف شوری. تیمارهایی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌دار براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

Fig. 1. Variation of **A:** shoot and **B:** root (cm) in canola cultivars at different levels of salinity. Treatments in each column having at least one common letter are not significantly different according to Duncan's test at 5% probability level.

آزمایش‌ها، تجزیهٔ داده‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۱۶ انجام شد. اختلاف بین میانگین‌ها با استفاده از تحلیل واریانس یکطرفه (One-Way ANOVA) محاسبه شد. بررسی نتایج آزمایش‌ها و رسم منحنی‌ها بر مبنای مقایسهٔ میانگین‌ها و انحراف معیار (Mean ± SE) صورت گرفت و گروه‌بندی تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد ($p<0/05$) با آزمون دانکن (Duncan) انجام شد.

نتایج و بحث

اثر شوری بر طول اندام هوایی و ریشه

بررسی نتایج اندازه‌گیری طول ساقه نشان داد که غلظت‌های متفاوت کلریدسدیم، تأثیر معنی‌داری بر کاهش رشد طولی ساقه در همهٔ ارقام تحت بررسی گیاه گلزا در مقایسه با گیاهان شاهد داشت. بیشترین طول ساقه در ارقام اپرا و زرفام و کمترین آن در رقم ساری‌گل مشاهده شد. میان چهار رقم تحت بررسی، در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار، کاهش طول اندام هوایی نسبت به شاهد در رقم زرفام ۲۶/۹۹ و در رقم طلایه ۱۲/۴۹ درصد شاهد بود (شکل A-۱). همچنین بیشترین رشد ریشه در شاهد و کمترین میزان آن در غلظت ۱۰۰ میلی‌مولار مشاهده شد. در بین ۴ رقم تحت بررسی، بیشترین رشد ریشه تحت غلظت‌های مختلف شوری در ارقام اپرا و زرفام که میان این دو رقم تفاوت معنی‌داری وجود نداشت و کمترین میزان آن در رقم ساری‌گل بود. در مورد طول ریشه در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار، این کاهش در رقم طلایه و ساری‌گل به‌ترتیب ۲۶/۱۸ و ۱۶/۸۳ درصد در مقایسه با شاهد بود (شکل B-۱).

تحقیقات نشان داد که شوری خاک باعث کاهش رشد ساقهٔ گیاه و در غلظت‌های زیاد نمک منجر به توقف آشکار رشد می‌شود. علت این امر کاهش پتانسیل آب موجود در خاک یا اثر اسمزی ناشی از حضور نمک، در خاک است که جذب آب به‌وسیلهٔ ریشه را محدود می‌سازد (Akbari Quzhi *et al*., 2010). از نظر فیزیولوژیکی، در تنش شوری دستگاه هورمونی گیاه دچار اختلال شده و ساخت و انتقال تعدادی از هورمون‌ها مانند سیتوکینین‌ها، از ریشه به بخش‌های فوقانی گیاه محدود می‌شود (Rasoulzadegan, 1991). ارسال پیام‌های هورمونی از ریشه به شاخه‌ها و در نتیجه، کاهش توانایی جذب آب گیاه، به وسیلهٔ سرعت باعث کاهش میزان رشد و شاخه‌دهی گیاه می‌شود (Chartzoulakis *et al*., 2002). مطالعات محققین در راستای اثرات تیمار شوری بر روی برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی ۱۲ رقم کلزا نشان داد که تنش شوری موجب کاهش درخور توجهی در ارتفاع گیاه و طول ریشه در ارقام مختلف می‌شود (Tunçtürk

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2025-01-05]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1396.4.2.1.4]
[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.4.2.98]

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2025-01-05]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1396.4.2.1.4]
[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.4.2.98]

et al., 2011). کاهش در رشد گیاه به‌منزلهٔ نتیجهٔ تنش شوری، در چندین گونهٔ گیاهی دیگر نیز گزارش شده است (Ashraf & Turkmen *et al.*, 2008; McNeilly, 1990).

اثر شوری بر سطح برگ

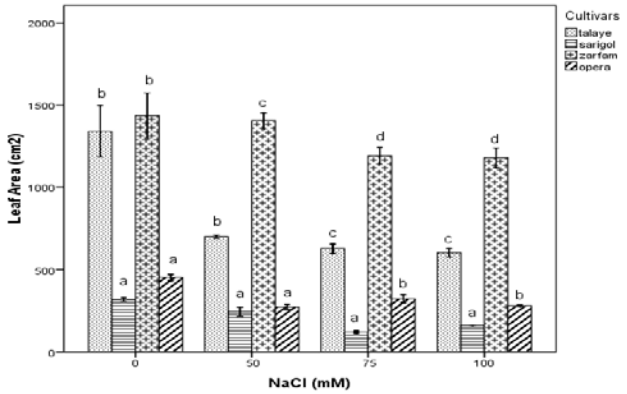
در این تحقیق نیز همان‌طور که در شکل زیر مشاهده می‌شود، اندازهٔ سطح برگ گیاهان با افزایش سطح شوری، در هر چهار رقم تحت آزمایش کاهش یافت. با مقایسهٔ میانگین ارقام مشخص شد که بیشترین سطح برگ مربوط به رقم زرفام و کمترین سطح برگ متعلق به رقم ساری‌گل است. همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار، کاهش سطح برگ نسبت به شاهد در رقم زرفام برابر با ۸۲/۰۷ درصد شاهد و در رقم طلایه ۴۴/۹۳ درصد شاهد بود. کاهش سطح برگ را می‌توان درنتیجهٔ کاهش سرعت رشد سلول‌ها یا کاهش سرعت تقسیم سلولی به‌علت کم‌شدن آماس سلولی بیان کرد. کاهش در رشد اندام هوایی در نتیجهٔ شوری، به‌طور معمول با کاهش سطح برگ و بازماندن از رشد ساقه توضیح داده می‌شود. پیامد سریع تنش شوری، کاهش میزان توسعهٔ سطح برگ به‌موازات افزایش غلظت نمک است (Wang & Nil, 2000). گزارش شده است که کاهش سطح برگ به همراه کاهش تعداد برگ به کاهش سرعت فتوسنتز بوته‌ها منجر می‌شود (Volkmar *et al.*, 1997). یکی از بارزترین آثار کاهش رشد گیاه کاهش سطح برگ در اثر افزایش شوری است. بنابرین، حتی درصورتی‌که میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ تغییر نکند، میزان رشد به‌دلیل کاهش میزان فتوسنتز در کل گیاه کاهش خواهد یافت. محققان نیز اظهار کرده‌اند که افزایش سطوح شوری موجب کاهش سطح برگ می‌شود (Flowers *et al.*, 1997) (شکل ۲).

اثر شوری بر محتوای نسبی آب

تحلیل نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش غلظت NACL محتوای نسبی آب برگ (RWC) کاهش یافته است. کمترین محتوای نسبی آب در تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار و بیشترین مقدار آن در شاهد بود. همچنین، بین شاهد و تیمار ۵۰ میلی‌مولار تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در مقایسهٔ ارقام با GLM (General Linear Model) مشخص شد که بیشترین میزان RWC در ارقام ساری‌گل و طلایه و کمترین میزان آن در اپرا بود. در بالاترین تیمار شوری (۱۰۰ میلی‌مولار)، کاهش محتوای نسبی آب نسبت به شاهد در رقم طلایه برابر با ۸۵/۲۱ و در رقم اپرا معادل ۹۷/۵۶ درصد شاهد بود (شکل ۳). گونه‌های حساس در مقابل تنش شوری، نسبت به گیاهان مقاوم مقدار بیشتری آب از دست می‌دهند. درنتیجه، هنگامی‌که برگ آنها را جدا کرده و در آب قرار می‌دهیم، آب بیشتری جذب کرده و وزن آماس بیشتری نیز خواهند داشت. بنابراین، مقدار بیشتر آماس مبین حساسیت بیشتر نسبت به تنش شوری و بالابودن مقدار آب از دست رفته است.

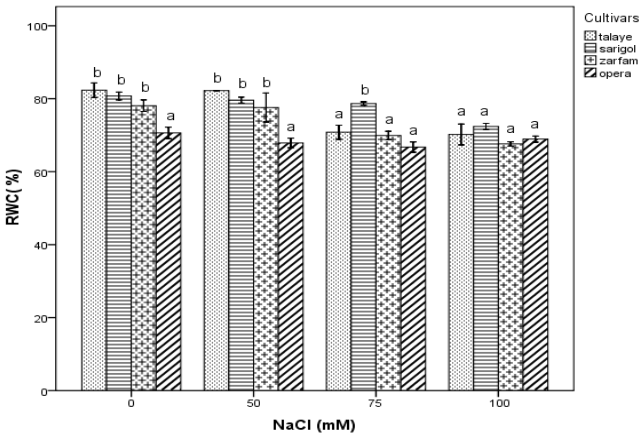
اثر شوری بر میزان فتوسنتز

در میان ارقام تحت مطالعه در این پژوهش، در رقم اپرا کاهش معنی‌داری در میزان فتوسنتز مشاهده شد. اما در رقم زرفام، صرفاً در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار میزان فتوسنتز کاهش یافت. این درحالی است که در این رقم فتوسنتز در تیمار ۷۵ افزایش یافت. در دو رقم طلایه و ساری‌گل نیز در تیمار ۵۰ و ۷۵ میلی‌مولار افزایش و در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار کاهش فتوسنتز مشاهده شد. در مقایسهٔ میان ارقام، کمترین تغییر در میزان فتوسنتز در رقم زرفام مشاهده شد، به‌این‌صورت‌که تنها در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار فتوسنتز کاهش یافت (شکل ۴). فتوسنتز تحت تأثیر تنش شوری قرار گرفت که مقدار این تأثیر به‌میزان شوری و مدت زمان اعمال آن بستگی دارد. در مقایسهٔ گونه‌های مختلف سردهٔ براسیکا (Ashraf, 2001) و ارقام مختلف کلزا، ارتباط مستقیمی بین فتوسنتز و مقدار مادهٔ خشک گزارش شد. ازآنجاکه بین مادهٔ خشک و عمل‌کرد ارتباط مستقیمی وجود دارد، افزایش شوری عمل‌کرد دانه را در کلزا کاهش می‌دهد، ازاین‌رو فتوسنتز به‌عنوان ملاک فیزیولوژیک برای تشخیص مقاومت به شوری معرفی شده است و در مطالعات متعددی از آن جهت انتخاب ارقام مقاوم به شوری کلزا استفاده شده‌است (Qasim *et al.*, 2003; Ashraf & Ali, 2008). تنش شوری در گیاه جو (Chen *et al.*, 2005)، گندم هگزا پلوئید (Ashraf & Parveen, 2002)، گونه‌های وحشی سویا (Kao *et al.*, 2003) و برنج (Sultana *et al.*, 1999) کاهش فتوسنتز را به دنبال دارد، ولی ارقام مقاوم این گیاهان کاهش کمتری از خود نشان می‌دهند. در مورد گیاهان غیرزراعی مثل توت (*Morus alba*) نیز افزایش شوری کاهش فتوسنتز را به دنبال داشت، ولی در رقم مقاوم مقدار فتوسنتز کمتر تحت تأثیر قرار گرفت (Kumar *et al.*, 1999).



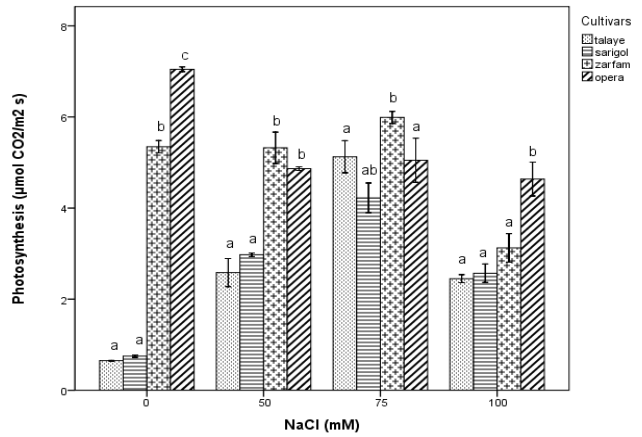
شکل ۲- تغییرات سطح برگ (سانتی‌متر مربع) در چهار رقم کلزا در سطوح مختلف شوری. تیمارهایی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌دار براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

Fig. 2. Leaf area (cm^2) in canola cultivars at different levels of salinity. Treatments in each column having at least one common letter are not significantly different according to Duncan's test at 5% probability level.



شکل ۳- درصد محتوای نسبی آب برگ در چهار رقم کلزا در سطوح مختلف شوری. تیمارهایی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌دار براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

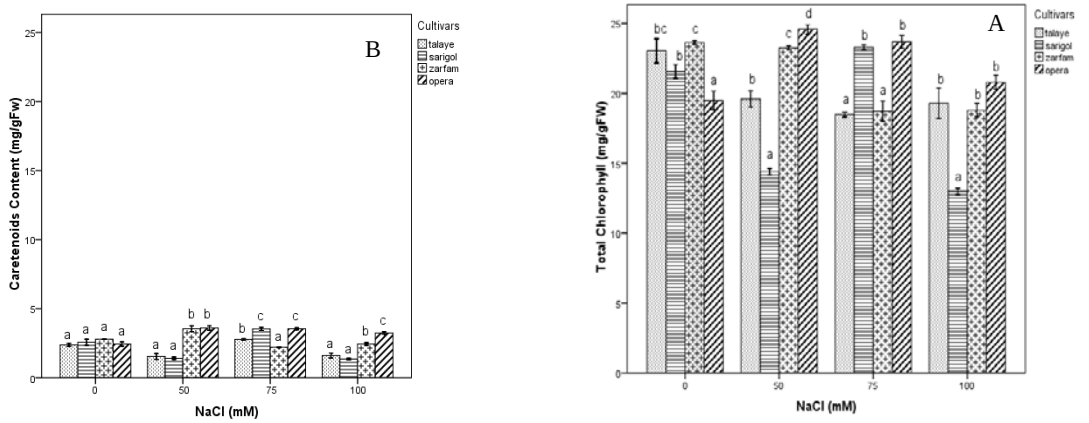
Fig. 3. Percentage of leaf relative water content in canola cultivars at different levels of salinity. Treatments in each column having at least one common letter are not significantly different according to Duncan's test at 5% probability level.



شکل ٤- میزان فتوسنتز (میکرومول دی‌اکسیدکربن/مترمربع برثانیه) در چهار رقم کلزا در سطوح مختلف شوری. تیمارهایی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌دار براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

Fig. 4. Photosynthesis (µmol Co_2/m^2) in canola cultivars at different levels of salinity. Treatments in each column having at least one common letter are not significantly different according to Duncan's test at 5% probability level.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2025-01-05]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1396.4.2.1.4]
[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.4.2.98]



شکل ۵- A: کلروفیل کل و **B:** محتوای کاروتنوئید (میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در چهار رقم کلزا در سطوح مختلف شوری. تیمارهایی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌دار براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

Fig. 5. A: Total chlorophyll and **B:** caretenoids content (mg/gFw) in canola cultivars at different levels of salinity. Treatments in each column having at least one common letter are not significantly different according to Duncan's test at 5% probability level.

تأثیر شوری بر میزان فتوسنتز به غلظت نمک و گونه‌های گیاهی بستگی دارد. شواهدی وجود دارد که در غلظت‌های پایین نمک، شوری ممکن است فتوسنتز را تحریک کند. برای مثال، در گیاه *Bruguiera parviflora* میزان فتوسنتز در شوری پایین، افزایش و در شوری بالا کاهش یافت (Parida *et al*., 2004).

اثر شوری بر محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که محتوای کلروفیل کل در رقم طلایه، ساری‌گل و زرفام (به‌جز تیمار ۷۵ میلی‌مولار ارقام طلایه و ساری‌گل) کاهش یافت (شکل A–۵). به‌نظر می‌رسد یکی از تأثیرات مهم شوری بر گیاه، پیری زودرس برگ است و کاهش میزان کلروفیل تحت تنش شوری است. کاهش غلظت کلروفیل از عوامل مهم تأثیرگذار در میزان ظرفیت فتوسنتزی گیاه به‌شمار می‌رود (Qasim *et al*., 2003). گزارش‌هایی از تأثیر افزایشی شوری بر محتوای کلروفیل‌ها در دست است. در این تحقیق نیز اعمال شوری موجب افزایش محتوای کلروفیل کل در رقم اپرا شد. این افزایش ممکن است نتیجهٔ افزایش تعداد کلروپلاست در برگ‌های تحت تنش باشد. تفاوت‌های مشاهده‌شده در میزان سنتز کلروفیل گیاهان مختلف تحت تنش شوری، نتیجهٔ عملکرد مسیرهای مختلف سنتزی است که با آنزیم‌های متفاوت قابل پیگیری است و این آنزیم‌ها پاسخ‌های متفاوتی به شوری نشان می‌دهند. کاهش در سطوح کلروفیل در گیاهان تحت تنش می‌تواند به افزایش فعالیت آنزیم تخریب‌کنندهٔ کلروفیل (کلروفیلاز) مربوط باشد (Chaparzadeh & Zarandi Miandoab, 2011). یکی از مهم‌ترین دلایل کاهش کلروفیل، تخریب آنها به‌وسیلهٔ گونه‌های فعال اکسیژن (O_2^-, OH, H_2O_2) است (Navari-Izoo *et al*., 1990). بررسی تأثیر شوری بر محتوای کلروفیل و پرولین در گیاه کلزا نشان داده است که با افزایش غلظت‌های NaCl، محتوای کلروفیل‌های a و b به‌طور چشمگیری کاهش پیدا کرد (Nazarbeygi *et al*., 2011). در مطالعاتی که درباب گیاه زبان‌گنجشک انجام گرفت، مشاهده شد 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 به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد (Pezeshki & Chambers, 1986).

همچنین، در این تحقیق، با افزایش شوری، محتوای کاروتنوئید در ارقام زرفام، طلایه و ساری‌گل کاهش یافت، اما در رقم اپرا افزایش محتوای کاروتنوئید مشاهده شد (شکل B–۵). افزایش کاروتنوئیدها توان مقابله با وضعیت تنشی در گیاه را افزایش می‌دهد؛ زیرا گیاه توانایی اتلاف انرژی نوری بالا و حذف اکسیژن‌های فعال را خواهد داشت. افزایش در محتوای کاروتنوئیدها (گزانتوفیل، کاروتن) به‌هنگام شوری متوسط و کاهش آن در شوری بالا در برخی ارقام سیب زمینی گزارش شده است (Doganlar *et al*., 2010).

نتیجه‌گیری

میان ارقام کلزا ازنظر مقاومت به شوری تفاوت وجود دارد. با توجه به مجموع نتایج به‌دست‌آمده ، می‌توان به این نتیجه رسید که

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2025-01-05]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1396.4.2.1.4]
[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.4.2.98]

در میان ارقام تحت مطالعه، اپرا و زرفام نسبت به طلایه و ساری‌گل عمل‌کرد بهتری تحت تنش شوری دارند و در بین چهار رقم تحت مطالعه، ساری‌گل ضعیف‌تر است.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله مراتب تشکر و قدردانی خود را از معاونت پژوهشی دانشگاه ارومیه برای تامین مالی اجرای این پروژه اعلام می دارند.

REFERENCES

Akbari Quzhi, E., Izadi Darbandi, A., Borzoi, A. and Majd Abadi, A., 2010. An investigation on morphologic changes in Wheat (*Triticum aestivum* L.) genotype on salinity condition. – Sci. Technol. Greenhouse Cult. 4: 71-82.

Ashraf, M. 2001. Relationships between growth and gas exchange characteristics in some salt-tolerant amphidiploids Brassica species in relation to their diploid parents. – Environ. Exp. Bot. 45: 155-163.

Ashraf, M. and Ali, Q. 2008. Relative membrane permeability and activities of some antioxidant enzymes as the key determinants of salt tolerance in canola (*Brassica napus* L.). – Environ. Exp. Bot. 63: 266-273.

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.

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

Ashraf, M. and Parveen, N. 2002. Photosynthetic parameters at the vegetative stage and during grain development of two hexaploid wheat cultivars differing in salt tolerance. – Biol. Plant 45: 401-407.

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.

Chaparzadeh, N. and Zarandi Miandoab, L. 2011. The effects of salinity on pigments content and growth of two canola (*Brassica napus* L.) cultivars. – Plant Biol. 9: 13-26.

Chartzoulakis, K., Loupassaki, M., Bertaki, M. and Androulakis, I. 2002. Effect of NaCl salinity on growth, ion content and CO_2 assimilation rate of six olive cultivars. – Sci. Hortic. 96: 235-247.

Chen, C., Jackson, G., Neill, K., Wichman, D., Johnson, G. and Johnson, D. 2005. Determining the feasibility of early seeding canola in the northern Great Plains. – Agron. J. 97: 1252-1262.

Doganlar, Z.B., Demir, K., Basak, H. and Gul, I. 2010. Effects of salt stress on pigment and total soluble protein contents of three different tomato cultivars. – Afr. J. Agri. Res. 5: 2056-2065.

Fletcher, R.A. 1988. Imposition of water stress in wheat seedlings improves the efficiency of umconazole induced thermal resistance. – Plant Physiol. 47: 360-364.

Flowers, T.J., Troke, P.F. and Yeo, A.R. 1997. The mechanism of salt tolerance in halophytes. – Ann. Rev. Plant Physiol. 28: 89-121.

Kao, W.Y., Tsai, T.T. and Shih, C.N. 2003. Photosynthetic gas exchange and chlorophyll a fluorescence of three wild soybean species in response to NaCl treatments. – Photosynthetica 41: 415-419.

Kumar, S.G., Lakshmi, A., Madhusudhan, K.V., Ramanjulu, S. and Sudhakar, C. 1999. Photosynthesis parameters of mulberry differing in salt tolerance. – Photosynthetica 36: 611- 616.

Levitt, J. 1980. Responses of plants to environmental stresses. – Academic Press, 357-425 pp, New York.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2025-01-05]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1396.4.2.1.4]
[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.4.2.98]

Lichtenthaler, H.K. and Welbum, A.R. 1983. Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b leaf extracts in different solvents. – Biochem. Soc. Trans 11: 591-592.

Maas, E.V. and Hoffimann, G.J. 1977. Crop salt tolerance-current assessment. – J. Irrig. Drain. Div. 103: 115-134.

Mirmohammadi Meybodi, A.M. and Qare Yazi, B. 2002. Physiological and breeding aspects of salinity in plants. – Technological University of Isfahan Publication. 274p.

Munns, R., Schachtman, D.P. and Condon, A.G. 1995. The significance of a two-phase growth response to salinity in wheat and barley. – Aust. J. Plant Physiol. 22: 561-69.

Munns, R. and Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. – Annu. Rev. Plant Biol. 59: 651-81.

Navari-Izoo, F., Quartacci, M.F. and Izzo, R. 1990. Water-stress induced changed changes in protein and free amino acids in field grown maize and sun flower. – Plant Physiol. Biochem. 28: 531-537.

Nazarbeygi, E., Lari Yazdi, H., Naseri, R. and Soleimani, R. 2011. The Effects of different levels of salinity on proline and A-, B- chlorophylls in canola. – Ameri-Eurasi J. Agri. Environ. Sci. 10: 70-74.

Parida, A., Das, A.B. and Mohanty, P. 2004. Defense potentials to NaCl in a mangrove, *Bruguiera parviflora*: differential changes of isoforms of some antioxidative enzymes. – J. Plant Physiol. 161: 531-542.

Pezeshki, S.R. and Chambers, J.L. 1986. Effect of soil salinity on stomatal conductance and photosynthesis of green ask (*Fraxinus pennsylvanica*). – Can. J. Forest. Res. 16: 569-573.

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. – Biologia-Plantarum (Czech Republic) 46: 629-632.

Rasoulzadegan, R. 1991. Planting fruit in temperate regions. Technological University of Isfahan Publication. 759p.

Romereo-Aranda and Soria, R. 2001. Tomato plant – water uptake and plant-water relationships under saline growth conditions. – Plant Sci. 160: 265-272.

Sultana, N., Ikeda, T. and Itoh, R. 1999. Effect of NaCl salinity on photosynthesis and dry matter. – J. Exp. Bot. 42: 211- 220.

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

Turkmen, O., Sensoy, S., Demir, S. and Erdinc, C. 2008. Effects of two different AMF species on growth and nutrient content of pepper seedlings grown under moderate salt stress. – Afr. J. Biotec. 7: 392-396.

Volkmar, K.M., Hu, H. and Stephun, H. 1997. Physiological responses of plants to salinity: A review. – Can. J. Plant Sci. 78: 19-27.

Wang, Y. and Nil, N. 2000. Changes in chlorophyll, ribulose biphosphate carboxylase–oxygenase, glycine Betaine content, photosynthesis and transpiration in *Amaranthus tricolor* leaves during salt stress. – J. Hortic. Sci. Biotec. 75: 623-627.

*****

How to cite this article:

Mousavian Kalat, S.M. and Abbaspour, N. 2017. Effects of salinity on some morphological and physiological parameters in four canola (*Brassica napus* L.) cultivars. – Nova Biologica Rep. 4: 98-106.

موسویان کلات، س.م. و عباسپور، ن. ۱۳۹۶. تأثیر تنش شوری بر برخی ویژگی-های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی چهار رقم کلزا. – یافته‌های نوین در علوم زیستی ۴: ۱۰۶-۹۸.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2025-01-05]

[DOR: 20.1001.1.24236330.1396.4.2.1.4]

[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.4.2.98]