Archive of SID

زیست‌شناسی گیاهی، سال سوم، شماره نهم، پاییز ۱۳۹۰، صفحه ۱۳-۲۶
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۹/۱۱/۱۵
تاریخ بررسی مجدد: ۱۳۹۰/۰۳/۰۳
تاریخ بررسی مجدد: ۱۳۹۰/۰۴/۳۱
تاریخ بررسی مجدد: ۱۳۹۰/۰۵/۲۲
تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۰/۰۶/۰۶

اثر شوری بر محتوای رنگدانه‌ای و رشد دو رقم گیاه کلزا (*Brassica napus*)

نادر چاپارزاده * و لیلا زرندی میاندوآب
[۱] گروه پژوهشی بیوتکنولوژی گیاهان شورپسند، دانشگاه تربیت معلم آذربایجان، تبریز، ایران

چکیده

شوری یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کنندهٔ رشد و تولید گیاهان در سراسر دنیاست. شناسایی ارقام متحمل به شوری و بهبود تحمل گیاهان، مؤثرترین روش برای افزایش عملکرد است. به منظور بررسی واکنش ارقام کلزا به شوری از نظر تغییرات رشدی و محتوای رنگدانه‌ای، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. شوری از نوع کلرید سدیم در سه سطح ۰ (شاهد)، ۱۷۵ و ۳۵۰ میلی‌مول بر روی دو رقم کلزا به نام‌های *Brassica napus* L. cv. Sarigol و *Brassica napus* L. cv. Hyola308 در مرحله ۳-۴ برگچه‌ای اعمال شد. وزن خشک بخش هوایی و ریشه، محتوای کلروفیل a و b، کاروتن‌ها و گزانتوفیل‌ها، آنتوسیانین‌ها، فلاونوئیدها و در نهایت ترکیبات جذب‌کننده UV در برگ‌ها مطالعه شدند. نتایج کاهش وزن خشک ریشه در هر دو رقم را در شرایط شوری بالا نشان دادند. در رقم Sarigol افزایش معنی‌دار وزن خشک بخش هوایی در شوری ۱۷۵ میلی‌مول مشاهده شد ولی تأثیر شوری از این نظر روی رقم Hyola308 معنی‌دار نبود. از نظر محتوای کلروفیل، تنها در رقم Sarigol، کلروفیل a در شوری پایین افزایش یافت و کلروفیل b در شوری بالا کاهش معنی‌داری نشان داد. افزایش رنگدانه‌های کمکی (کاروتنوئیدها) در رقم Hyola308 می‌تواند علت مقاومت این رقم به شوری و ثبات ساختارهای فتوسنتزی باشد. تمایل به کاهش رنگدانه‌های غیرفتوسنتزی که در هر دو رقم در شوری بالا مشاهده می‌شود، معنی‌دار نیست. بنابراین، عدم آسیب‌پذیری رنگدانه‌های اصلی و کمکی فتوسنتزی در شرایط شوری، می‌تواند علت بسیار مهمی برای بردباری گیاه کلزا به شوری تلقی شود.

واژه‌های کلیدی: رنگدانه، رشد، شوری، کلزا

مقدمه

تنش‌های محیطی به عنوان مهم‌ترین عوامل محدودکنندهٔ تولیدات گیاهی، انسان را به مقابله با این تنش‌ها از طریق اعمال مدیریت‌های مختلف مجبور کرده است. استفاده از مواد شیمیایی علیه تنش‌های زیستی و برخی اقدامات اصلاحی برای مقابله با تنش‌هایی مانند خشکی و شوری در دراز مدت پیامدهای ناگواری مانند آلودگی‌های محیطی و تفرق

*نویسنده مسؤول: نشانی پست الکترونیک: nchapar@azaruniv.edu، شماره تماس: ۰۴۱۲۴۳۲۷۵۴۱

www.SID.ir

Archive of SID

ژنتیکی به همراه داشته و باعث کاهش پایداری در سیستم‌های کشاورزی می‌گردد. شوری خاک به علت آبیاری با آب شور و مهم‌تر از همه زهکشی نامناسب و انباشتگی سطوح بالای نمک در خاک‌ها ایجاد می‌شود. دو راهکار اصلاح خاک‌ها و استفاده از گیاهان متحمل برای حل مشکل شوری توصیه شده است (Epstein, 1985). در چند دهه اخیر محققان بر راهکار دوم، به عنوان رهیافت زیستی، تأکید بیشتری داشته‌اند. در طبیعت تفاوت در تحمل به شوری بین گونه‌ها و ارقام یک گونه در طول زمان از طریق تکامل به وجود می‌آید. می‌توان از تنوع ژنتیکی بین و درون گونه‌ای برای گزینش و بهبود تحمل شوری در گیاهان زراعی مهم استفاده کرد (Ashraf and McNeilly, 2004). اصلاح گیاهان برای بردباری به شوری با روش‌های مرسوم به دلیل کمّی (چند ژنی) بودن صفت مشکل است. پاسخ گیاهان به تنش‌های محیطی متفاوت بوده و توانایی گیاهان برای سازش به نوع، شدت و مدت تنش و همچنین، گونه گیاهی و مرحله وقوع تنش بستگی دارد (Munns and Tester, 2008). غلظت بالای املاح در ریزوسفر همراه با کاهش پتانسیل آب خاک و ایجاد تنش خشکی فیزیولوژیک و همچنین، ایجاد سمیّت یونی و عدم تعادل یون‌ها در اثر تنش شوری به گیاه آسیب می‌رساند (Munns, 2002). تغییرات در سنتز و پایداری رنگدانه‌های فتوسنتزی و غیرفتوسنتزی در اثر تنش شوری (Bertrand and Schoefs, 1999)، فتوسنتز و سیستم‌های محافظتی وابسته به برخی رنگدانه‌ها مانند فلاونوئیدها را متأثر می‌سازد.

کلزا گیاه یک‌ساله و هیبرید آمفی‌دیپلوئید طبیعی از خانواده Brassicaceae با مسیر فتوسنتزی سه کربنه بوده و دارای دو تیپ رشدی بهاره و پاییزه است (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۸؛ شهیدی و فروزان، ۱۳۷۶). دارا بودن توان عملکردی بالا، امکان کشت در شرایط اقلیمی مختلف، امکان کشت در تناوب با گندم و جو و بردباری به شوری (Misra *et al*., 1997)، از مزایای این گیاه در مقایسه با دانه‌های روغنی دیگر مانند آفتابگران و گلرنگ است که نقطه امیدی برای تأمین روغن خام مورد نیاز کشور به شمار می‌آید (معتمدی و جاویدفر، ۱۳۸۰).

در بردباری به شوری تفاوت‌های بین گونه‌ای و درون گونه‌ای در جنس کلم (*Brassica*) دیده شده است (Ashraf and McNeilly, 2004). تفاوت در پاسخ به نشانگرهای فیزیولوژیک مختلف به هنگام شوری بین ارقام کلزا وجود دارد (Siddiqui *et al*., 2008). برخی مطالعات بیانگر بردباری به شوری در کلزا (*Brassica napus*) در مقایسه با تعداد دیگری از گونه‌های جنس کلم است (Shannon and Grieve, 1999). اگرچه اثر عمومی شوری روی رنگدانه‌ها کاهش مقدار آنهاست، ولی بسته به گونه گیاهی آثار افزایشی نیز در دست است (Parida and Das, 2005). در گونه‌های مختلف سرده کلم نیز گزارش‌هایی از اثر افزایشی (Jamil *et al*., 2007) و کاهشی (Shah, 2007) شوری روی برخی از رنگدانه‌های فتوسنتزی در دست است. مطالعات قبلی بیانگر تفاوت بردباری به شوری دو رقم کلزا به نام‌های Sarigol و Hyola308 است (Bandeh-hagh *et al*., 2008). در این مطالعه هدف بررسی رشد و نقش احتمالی تغییرات رنگدانه‌های فتوسنتزی و غیرفتوسنتزی در بردباری به تنش شوری ارقام فوق است. نویسندگان با جستجو در

www.SID.ir

Archive of SID

منابع، گزارش جامعی از آثار شوری روی تغییرات رنگدانه‌ای در این ارقام پیدا نکردند.

مواد و روش‌ها

بذرهای دو رقم از گونه *Brassica napus* L. شامل Sarigol و Hyola308 از مؤسسه تحقیقات اصلاح نهال و بذر کرج تهیه گردید. این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در شرایط کشت گلدانی با پرلیت و محلول پایه هوگلند اجرا شد. عامل اول شوری در ۳ سطح شاهد (۰)، ۱۷۵ و ۳۵۰ میلی‌مول و عامل دوم دو رقم کلزا در نظر گرفته شد.

بذرها در پتری‌دیش و در دمای (۲±۲۵ روز و ۲±۱۷ شب) سانتیگراد جوانه زده و پس از یک هفته به گلدان‌های حاوی پرلیت منتقل گردیدند. دوره روشنایی ۱۴ ساعت و ۱۳۰۰۰ لوکس و رطوبت نسبی حدود ۶۰ درصد تأمین شد. ۵ روز پس از انتقال، آبیاری با محلول غذایی هوگلند آغاز و ۵ روز پس آن تنش شوری در مرحله سه برگچه‌ای با ۲ سطح شوری ۱۷۵ میلی‌مول و ۳۵۰ میلی‌مول نمک NaCl، به همراه شاهد (صفر میلی‌مول نمک) به مدت ۱۰ روز اعمال گردید. برای تهیه محلول‌های شور از کلرید سدیم به همراه محلول هوگلند و برای تهیه محیط شاهد تنها از محلول هوگلند استفاده گردید. گیاهان هر دو روز یک‌بار با محلول غذایی آبیاری می‌شدند. پس از ۱۰ روز نمونه‌ها برای انجام آزمایشات برداشت شدند. اندازه‌گیری وزن خشک بخش هوایی و ریشه پس از قرار دادن نمونه در آون ۸۵ درجه سانتیگراد به مدت ۷۲ ساعت صورت گرفت. محتوای کلروفیلی، کاروتن‌ها و گزانتوفیل‌ها، آنتوسیانین‌ها، فلاونوئیدها و ترکیبات جذب کننده UV روی نمونه‌های برگی انجام شد.

برای استخراج و اندازه‌گیری مقدار کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها از روش Arnon (۱۹۴۹)، آنتوسیانین‌ها از روش Wagner (۱۹۷۹)، فلاونوئیدها از روش Krizek و همکاران (۱۹۹۸) و ترکیبات جذب‌کننده UV از روش Day (۱۹۹۳) استفاده شد.

مقادیر رنگدانه‌های کلروفیلی بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر، فلاونوئیدها بر حسب جذب بر گرم وزن تر در طول موج ۳۳۰ نانومتر، آنتوسیانین‌ها برحسب جذب بر گرم وزن تر در طول موج ۵۵۰ نانومتر و ترکیبات جذب کننده UV بر حسب جذب بر گرم وزن تر در طول موج ۳۰۰ نانومتر گزارش گردید.

تجزیه و تحلیل آماری

برای انجام تجزیه‌های آماری از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۳ و Excel استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج

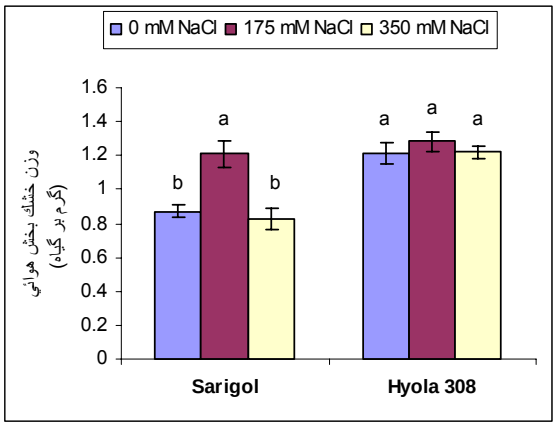
رشد

شوری تأثیر متفاوتی روی وزن خشک دو رقم داشت (شکل های ۱ و ۲). تأثیر شوری روی ریشه‌ها بیش از بخش هوایی بود، زیرا سطوح مختلف شوری روی وزن خشک بخش هوایی رقم Hyola308 تأثیر نداشت و در شوری پایین وزن خشک بخش هوایی رقم

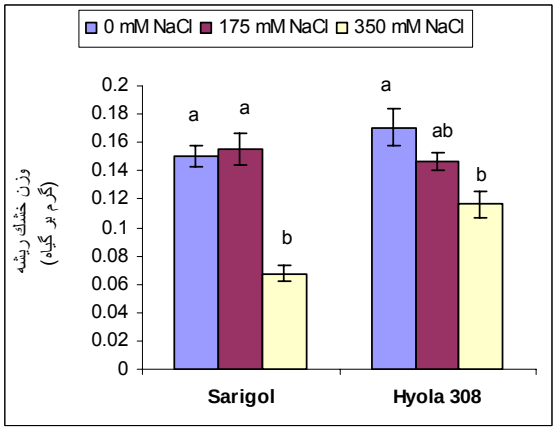
www.SID.ir

Archive of SID

Sarigol افزایش معنی‌دار نشان داد. داده‌های حاصل از جدول تجزیه واریانس بیانگر معنی‌دار بودن اختلاف وزن خشک ریشه و بخش هوایی بین دو رقم است (جدول ۱). همچنین، اثر متقابل بین رقم و شوری نیز معنی‌دار است. در هر دو رقم در شوری بالا وزن خشک سیستم ریشه‌ای کاهش معنی‌دار پیدا کرد (شکل ۲).



شکل ۱- مقادیر میانگین وزن خشک بخش هوایی با ۴ تکرار ± SE است. حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح $P<0.05$ است.



شکل ۲- مقادیر میانگین وزن خشک ریشه با ۴ تکرار ± SE است. حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح $P<0.05$ است.

رنگدانه‌های فتوسنتزی

میزان تأثیر شوری روی محتوای کلروفیل کل (a+b) روی دو رقم متفاوت بود، زیرا شوری در رقم Hyola308 تأثیر معنی‌دار نداشت ولی در رقم Sarigol شوری پایین موجب افزایش محتوای کلروفیل کل شد (شکل ۳). مقدار پایه کلروفیل کل در رقم Hyola308 بیشتر از Sarigol بود و به همین دلیل اثر رقم معنی دار شد (جدول ۱).

محتوای کلروفیل a نیز در شرایط شوری تابع رقم بود (شکل ۴ و جدول ۱). شوری پایین موجب افزایش معنی‌دار کلروفیل a در رقم Sarigol شد. در رقم Hyola308 شوری موجب تغییر در مقدار کلروفیل a نگردید. همان طور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، میزان کلروفیل a رقم Hyola308 در تیمار شاهد بیشتر از رقم Sarigol است.

در رقم Sarigol شوری پایین باعث افزایش بی‌معنی و شوری بالا موجب کاهش معنی‌دار محتوای کلروفیل b گردید (شکل ۵). در رقم Hyola308 تغییرات معنی‌دار در محتوای کلروفیل b در سطوح مختلف شوری مشاهده نگردید. با وجود معنی‌دار بودن اثر شوری و رقم در میزان کلروفیل b اثر متقابل آنها معنی‌دار نبود (جدول ۱).

در شکل ۶ از روی مقادیر میانگین‌ها نسبت کلروفیل a بر کلروفیل b (Chla/Chlb) نشان داده شده است. در رقم Sarigol این نسبت با افزایش شوری، افزایش نشان می‌دهد و در رقم Hyola308 کاهش نامنظم در این نسبت دیده می‌شود.

اثر شوری روی محتوای کاروتن در دو رقم متضاد است. در رقم Sarigol محتوای کاروتن‌ها طی تیمار شوری کاهش و در Hyola308 افزایش نشان دادند (شکل ۷). محتوای کاروتن تیمار شاهد در Hyola308 از Sarigol کمتر است. با وجود بی‌معنی بودن اثر

www.SID.ir

Archive of SID

شوری و رقم روی محتوای کاروتن، اثر متقابل آن‌ها معنی‌دار است (جدول ۱).

به هنگام شوری با وجود تغییرات در محتوای گزانتوفیل‌ها این اثر معنی‌دار نبود (شکل ۸). به علت محتوای بالای گزانتوفیل‌ها در رقم Hyola308 نسبت به رقم Sarigol، اثر رقم معنی‌دار است (جدول ۱). تغییرات محتوای گزانتوفیل‌ها از اثر متقابل رقم و شوری معنی‌دار نبود.

با وجود مشاهده روند کاهشی در محتوای آنتوسیانین‌ها با افزایش شوری، این کاهش معنی دار نبود (شکل ۹). اثر رقم و همچنین اثر متقابل رقم و شوری نیز روی محتوای آنتوسیانینی معنی دار نبود (جدول ۱).

تأثیر شوری روی محتوای فلاونوئیدها رقم Hyola308 بی‌معنی بود ولی در رقم Sarigol شوری پایین موجب افزایش معنی‌دار آن گردید (شکل ۱۰). رقم و اثر متقابل رقم و شوری روی محتوای فلاونوئیدها معنی‌دار نبود (جدول ۱).

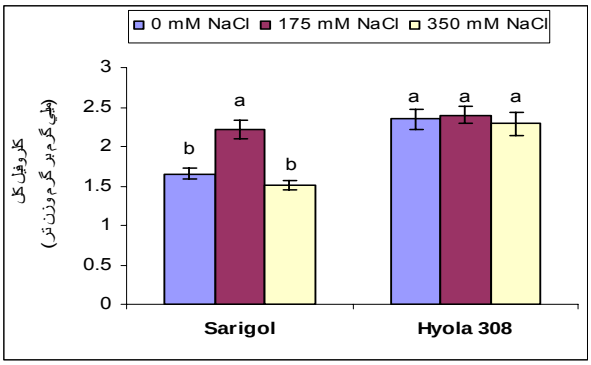
شوری بالا موجب کاهش معنی‌دار در مقدار ترکیبات جذب کننده UV در رقم Sarigol شد (شکل ۱۱). اثر رقم و همچنین، اثر متقابل رقم و شوری بر محتوای این ترکیبات معنی‌دار نبود (جدول ۱).

بحث

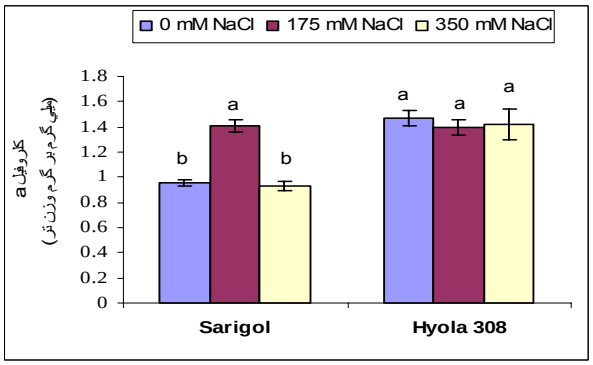
نتایج حاصل از اثر تیمارهای شوری بر وزن خشک اندام‌های گیاهی(شکل های ۱ و ۲) و تحلیل آماری این نتایج (جدول ۱) نشان می‌دهد که شوری بالا باعث کاهش وزن خشک ریشه در هر دو رقم شده است. وزن خشک بخش هوایی تغییر معنی‌داری در شرایط شور پیدا نکرده و حتی شوری پایین باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک بخش هوایی در رقم Sarigol شده است. گونه‌های مختلف جنس *Brassica* از نظر سازگاری به شرایط محیطی متفاوت عمل می‌کنند؛ به طوری که گونه *Brassica napus* به عنوان گونه مقاوم به تنش شوری شناخته شده است. مقاومت بالای دو رقم *Brassica napus* نسبت به تنش شوری (غلظت‌های ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی‌مول نمک) در مرحله ۳-۴ برگی، توسط Mokhamed و همکاران (۲۰۰۶) گزارش شده است. مطالعات دیگری نیز مقاومت این گونه در برابر تنش شوری را تأیید کرده‌اند (Jamil *et al*., 2005). مرحله جوانه‌زنی و گیاهچه‌ای *Brassica napus* نیز مانند اکثر گیاهان به شرایط تنشی از حساسیت ویژه‌ای برخوردار است (Ashraf and Ali, 2008; Munns, 2002; Siddiqui *et al*., 2008). کاهش رشد در مقیاس سلولی و در قالب کل گیاه یک فرآیند عمومی در برخورد با تنش شوری است. به نظر می‌رسد گیاهان پس از عبور از این مرحله رشدی، در برابر تنش درجاتی از مقاومت را نشان می‌دهند. ریشه به طور مستقیم با غلظت بالای نمک و پتانسیل آب پایین روبروست و نمی‌تواند از صدمات آن مصون بماند. با توجه به اینکه وزن خشک بخش هوایی در شوری بالا در هر دو رقم تغییرات کمتری را متحمل شده است.

www.SID.ir

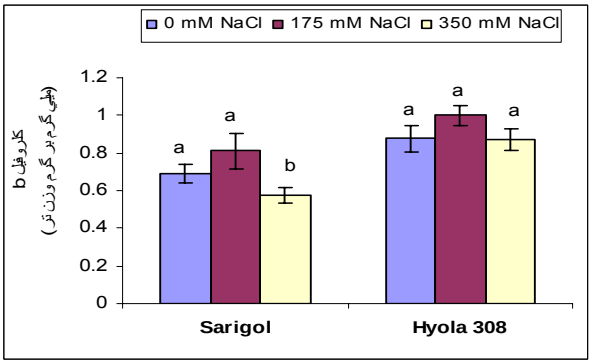
Archive of SID



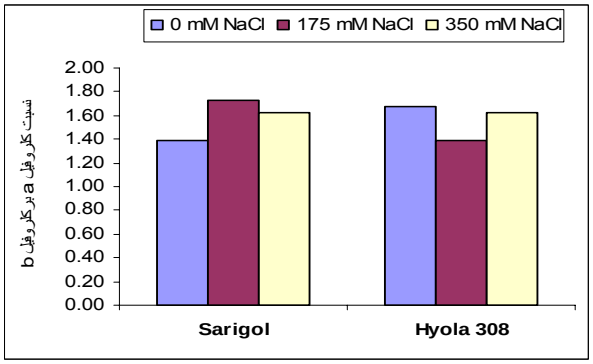
شکل ۳- مقادیر میانگین محتوای کلروفیل کل با ۴ تکرار ± SE است. حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح P<0.05 است.



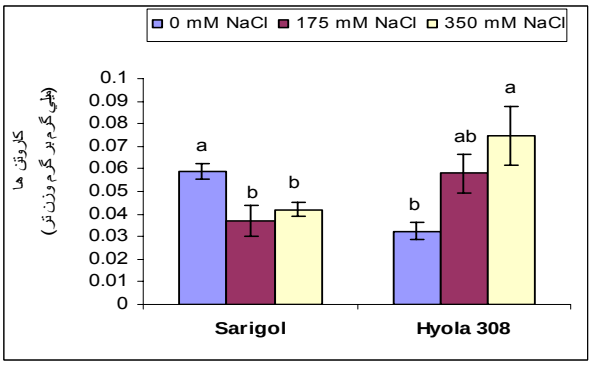
شکل ۴- مقادیر میانگین محتوای کلروفیل a با ۴ تکرار ± SE است. حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح P<0.05 است.



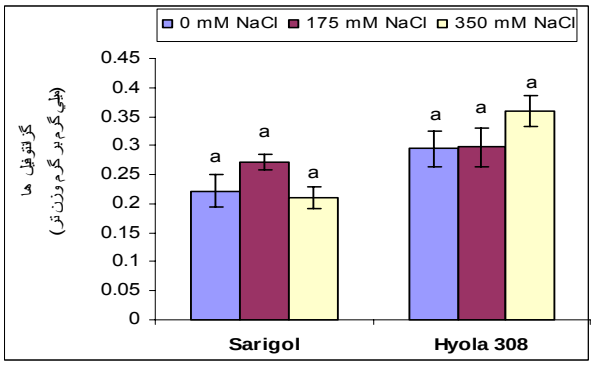
شکل ۵- مقادیر میانگین محتوای کلروفیل b با ۴ تکرار ± SE است. حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح P<0.05 است.



شکل ۶- مقادیر نسبت Chla/Chlb.



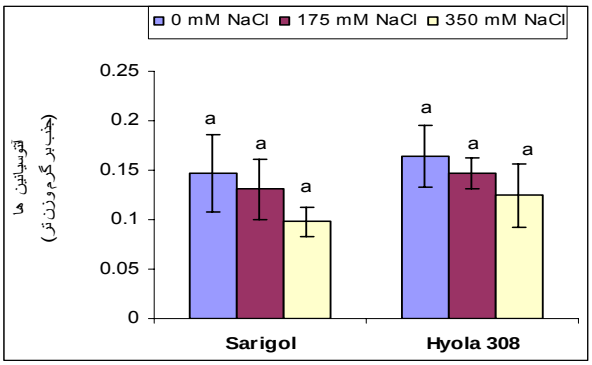
شکل ۷- مقادیر میانگین محتوای کاروتن‌ها با ۴ تکرار ± SE است. حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح P<0.05 است.



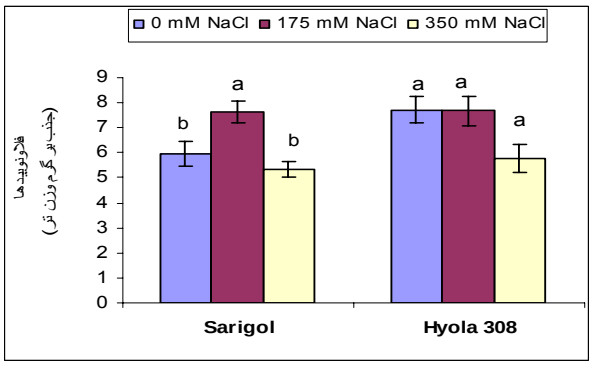
شکل ۸- مقادیر میانگین محتوای گزانتوفیل‌ها با ۴ تکرار ± SE است. حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح P<0.05 است.

www.SID.ir

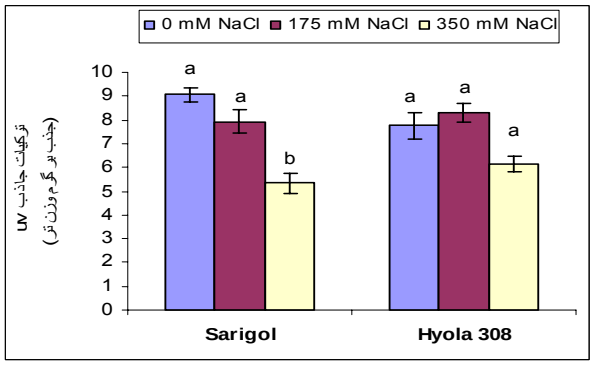
Archive of SID



شکل ۹- مقادیر میانگین محتوای آنتوسیانین‌ها با ۴ تکرار ± SE است. حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح P<0.05 است.



شکل ۱۰- مقادیر میانگین محتوای فلاونوئیدها با ۴ تکرار ± SE است. حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح P<0.05 است.



شکل ۱۱- مقادیر میانگین محتوای ترکیبات جذب کننده UV با ۴ تکرار ± SE است. حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح P<0.05 است.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی، مقایسه در هر ستون و برای هر صفت مستقل انجام گرفته است. ns، *و** به ترتیب نشانگر عدم اختلاف معنی‌دار، اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ است.

منابع تغییر	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات								
		وزن خشک بخش هوایی	وزن خشک ریشه	کلروفیل a	کلروفیل b	کاروتن‌ها	گزانتوفیل‌ها	آنتوسیانین‌ها	فلاونوئیدها	ترکیبات جذب‌کننده UV
شوری	۲	۰/۱۲۳ **	۰/۰۱ **	۰/۱۱۴ **	۰/۰۶۸ *	۰/۰۰۰۱ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۴ ns	۸/۹۸۴ **	۱۷/۱۱۷ **
رقم	۱	۰/۴۴ **	۰/۰۰۲ *	۰/۶۵ **	۰/۳۰۲ **	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۴۱ **	۰/۰۰۲ ns	۳/۳۸۳ ns	۰/۰۱ ns
شوری × رقم	۲	۰/۰۵۸ *	۰/۰۰۲ *	۰/۱۷ **	۰/۰۰۸ ns	۰/۰۰۲ **	۰/۰۰۹ ns	۰/۰۰۱ ns	۱/۵۷۹ ns	۲/ ۴۷۴ ns
خطا	۱۸	۰/۰۱۳	۰/۰۰۰۱	۰/۰۱۸	۰/۰۱۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۹۷۵	۰/۷۰۴

www.SID.ir

Archive of SID

می‌توان گفت ریشه آثار زیانبار تنش را قبل از رسیدن به بخش هوایی تعدیل کرده است. در رقم Hyola308 افزایش شوری تأثیری در رشد گیاه نداشته و می‌توان نتیجه گرفت که عدم کاهش کارآیی و تولید رقم Hyola308 بیانگر میزان تحمل این رقم نسبت به تنش اعمال شده است. رقم Hyola308 نسبت به رقم Sarigol از شرایط خوبی طی تنش شوری برخوردار بوده و در سطوح اعمال شده متحمل به تنش شوری ارزیابی می‌شود. داده‌های مربوط به وزن خشک ریشه نیز رقم Hyola308 را نسبت به رقم Sarigol مقاوم‌تر نشان می‌دهد. این داده‌ها تا حدودی نتایج قبلی روی این دو رقم را تأیید می‌کنند (Bandeh-hagh *et al.*, 2008).

محتوی کلروفیل کل و کلروفیل a توسط شوری پایین در رقم Sarigol افزایش معنی‌داری یافته است. افزایش نسبت Chla/Chlb در این رقم نشانگر افزایش کلروفیل a است. به نظر می‌رسد شوری ۱۷۵ میلی‌مول سبب افزایش سنتز و یا کاهش تجزیه کلروفیل‌ها در رقم Sarigol گردیده و در این شرایط گیاه در محیط بهینه‌ای برای رشد و توسعه قرار گرفته است. شوری بالا آسیب جدی به محتوی کلروفیل‌ها در Sarigol وارد نکرده است. محتوای کلروفیل a و b و به تبع آن کلروفیل کل در رقم Hyola308 هیچ تأثیر معنی‌داری از سطوح شوری نپذیرفته است. شوری به تغییرات کمّی و کیفی در ترکیب رنگدانه‌ای برگ گیاهان منجر می‌شود که این عمل بستگی به گیاه مورد مطالعه و میزان شوری دارد. در اغلب پژوهش‌ها کاهش محتوای کلروفیل به هنگام شوری گزارش شده است (Bethke and Drew, 1992; Heuer and Nadler, 1998; Jampeetong and Brix, 2009; Erylmaz, 2006).

گزارش‌های معدودی از تأثیر افزایشی شوری روی محتوای کلروفیل‌ها در دست است (Le-Dily *et al.*, 1993). این افزایش ممکن است نتیجه افزایش تعداد کلروپلاست در برگ‌های تحت تنش باشد (Jamil *et al.*, 2007; Misra *et al.*, 1997). در گیاه گندم رقم مقاوم به خشکی در مقایسه با رقم حساس به علت حفظ مقادیر بالایی از کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها، قدرت فتوسنتزی بهتری در شرایط خشکی داشته و این تغییرات نوعی سازگاری در دستگاه فتوسنتزی بیان شده است (Loggini *et al.*, 1999). تفاوت‌های مشاهده شده در میزان سنتز کلروفیل گیاهان مختلف به هنگام شوری نتیجه عملکرد مسیرهای مختلف سنتزی است که با آنزیم‌های متفاوت قابل پیگیری بوده و این آنزیم‌ها پاسخ‌های متفاوت به شوری نشان می‌دهند. وجود رقابت برای استفاده از پیش‌سازها بین مسیر سنتز کلروفیل و پرولین مسأله دیگری است، مزید بر اینکه شوری نقش بازدارندگی روی مسیرهای سنتز کلروفیل می‌گذارد (Le-Dily *et al.*, 1993). در گیاه یونجه تغییر در کلروفیل کل به هنگام شوری حاصل تغییر در کلروفیل a تلقی شده و کلروفیل a به شرایط تنشی حساس‌تر از کلروفیل b است (Khavari-nejad and Chaparzadeh, 1998) که نتیجه آن کاهش نسبت Chla/Chlb خواهد بود. در تجربه حاضر افزایش این نسبت در رقم Sarigol و شرایط شوری بالا متأثر از کاهش کلروفیل b است. کاهش کلروفیل نتیجه منفی تنش شوری روی گیاهان محسوب می‌شود ولی این کاهش به طور مؤثری در جلوگیری از آسیب‌های

www.SID.ir

Archive of SID

بازدارندگی نوری دخالت نموده و موجب کاهش مقدار انرژی نوری دریافتی توسط برگ‌ها می‌گردد (Munne-Bosch and Alegre, 2000). تخریب ساختار ظریف کلروپلاست و ناپایداری کمپلکس‌های رنگدانه - پروتئین، تجزیه کلروفیل‌ها و تغییر در محتوی و ترکیب کاروتنوئیدها نیز از نتایج شوری است. کاهش در سطوح کلروفیل در گیاهان تحت تنش می‌تواند به افزایش فعالیت آنزیم تخریب کنندهٔ کلروفیل (کلروفیلاز) مربوط باشد (Bertrand and Schoefs, 1999).

میزان کاروتن‌ها در رقم Sarigol در شوری به طور معنی‌دار کاهش یافته، در صورتی که شوری موجب افزایش معنی‌دار محتوی کاروتن‌ها در رقم Hyola308 شده است (شکل ۷). محتوی گزانتوفیل‌ها در هر دو رقم از شرایط شوری تغییراتی را متحمل نشده است (شکل ۸). افزایش در محتوای کاروتنوئیدها به هنگام شوری متوسط و کاهش آن در شوری بالا در برخی از ارقام سیب‌زمینی در دست است (Doganlar *et al*., 2010). کاهش معنی‌دار در مقدار کاروتنوئیدهای برگی گیاهان *Grevillea ilicifolia* و برنج (Kennedy and Filippis, 1999; Singh and Dubey, 1995) در شرایط شوری نشان می‌دهد که این ترکیبات به تنش شوری حساس هستند. تنش شوری تجزیه بتاکاروتن و تشکیل زآگزانتین را تشدید می‌کند؛ این فرآیندها در حفاظت از بازدارندگی نوری مؤثر هستند (Singh and Dubey, 1995). افزایش کاروتنوئیدها توان مقابله با شرایط تنشی در گیاه را افزایش می‌دهد زیرا گیاه توانایی اتلاف انرژی نوری بالا و حذف اکسیژن‌های فعال را خواهد داشت. با بررسی نتایج به دست آمده مشاهده می‌شود که محتوای کاروتنوئیدها (گزانتوفیل‌ها و کاروتن‌ها) فقط در رقم Hyola308 و در شوری بالا افزایش معنی‌دار دارد. عدم مشاهده تغییرات معنی‌دار در محتوای گزانتوفیل‌های رقم Sarigol را می‌توان به پایین بودن نرخ اپوکسیداسیون و داپوکسیداسیون در گیاهان تحت تنش نسبت داد. در چرخه گزانتوفیل‌ها فرآیند داپوکسیداسیون باعث افزایش مقدار زآگزانتین در گیاهان تحت تنش شده و با تأثیر مثبت روی سیالیت غشاهای تیلاکوئیدی باعث کاهش نفوذپذیری غشاها در برابر گونه‌های فعال اکسیژن می‌شود؛ در نتیجه سیستم‌های فتوسنتزی از آسیب‌های اکسیداتیو در امان می‌مانند (Misra *et al*., 2006). سطح پایه محتوای گزانتوفیل‌ها (به عنوان کاروتنوئیدهای غالب) نیز در رقم Hyola308 بیشتر از رقم Sarigol است و به همین علت اثر رقم روی آن معنی‌دار ظاهر شده (جدول ۱) که این مسأله می‌تواند دستگاه فتوسنتزی رقم Hyola308 را کاراتر از رقم Sarigol در شرایط شور نگه دارد.

با وجود روند کاهشی وابسته به غلظت نمک، مقادیر آنتوسیانین‌ها (به عنوان گروه مهمی از ترکیبات فلاونوئیدی) در هیچ یک از ارقام و در هیچ یک از تیمارها تغییر معنی‌داری نداشته است (شکل ۹). اگرچه این رنگیزه‌ها برای رشد و بقا گیاهان نظیر رنگیزه‌های فتوسنتزی ضروری نیستند ولی حساسیت آن‌ها به شرایط شوری می‌تواند یک شاخص تلقی گردد. تحقیق روی تغییرات و نقش این رنگیزه‌ها به هنگام شوری کمتر است. در گیاه *Grevillea ilicifolia* به هنگام شوری مقدار آنتوسیانین‌ها افزایش نشان داده که به نظر می‌رسد آنتوسیانین‌ها بتوانند در شرایط تنش آبی یا شوری به

www.SID.ir

Archive of SID

عنوان یک محلول سازگار کنندهٔ اسمزی عمل کنند (Kennedy and Filippis, 1999). گزارش‌هایی حاکی از محتوای بالای آنتوسیانین در گیاهان بردبار به شوری در دست است (Wahid and Ghazanfar, 2006). کاهش آنتوسیانین‌ها به هنگام تنش شوری ممکن است با گشودن پنجره در رسیدن مقادیر بیشتری از پرتوهای فعال فتوسنتزی به سلول‌های مزوفیل مؤثر باشد زیرا بخش اعظم آنتوسیانین‌ها در لایه‌های سطحی مزوفیل و اپیدرم برگ‌ها انباشته می‌شوند (Ahmed *et al.*, 2009) و حتی این سلول‌ها را در شرایط حادی از نظر آسیب‌های پرتوهای فرابنفش قرار دهد. ممکن در گیاهان مورد مطالعه در این پژوهش عدم کاهش معنی‌دار در محتوای آنتوسیانین‌ها بتواند در بردباری آنها به شوری مؤثر باشد. مطالعات بیشتری لازم است تا مقدار آنتوسیانین‌ها در واحد سطح برگ مطالعه گردد، زیرا شوری می‌تواند نسبت سطح و ضخامت برگ را تغییر دهد.

شوری بر میزان فلاونوئیدها (به عنوان دسته مهمی از ترکیبات فنلی) تأثیر معنی‌دار نداشت (شکل ۱۰). نقش اصلی فلاونوئیدهای برگی حفاظت از سلول‌های فتوسنتزی در برخورد با پرتوهای مخرب فرابنفش است (Liacoura *et al.*, 2001). با این وجود در چندین تنش محیطی مانند زخم‌های مکانیکی، حمله پاتوژن‌ها، تنش سرمایی، تنش نوری بالا و کمبود مواد غذایی افزایش مقدار فلاونوئیدها گزارش شده است (Dixon and Pavia, 1995). برخی تجربیات حاکی از نقش آنتی‌اکسیدانی فلاونوئیدها در بافت‌های برگی است. این ترکیبات با تجمع در واکوئل سلول‌های اپیدرمی برگ و در ارتباط نزدیک با یک آنزیم پراکسیداز واکوئلی در جهت سم زدایی از آب اکسیژنه رسیده از سایر بخش‌های سلولی یا سلول‌ها عمل می‌کنند (Yamasaki *et al.*, 1997). توان آنتی‌اکسیدانی انواع فلاونوئیدها یکسان نیست و گیاهان در طول تکامل موفق به تولید ترکیباتی با توان آنتی‌اکسیدانی بالا گشته‌اند (Cooper-Driver and Bhattacharya, 1998). تغییرات کمی و کیفی در میزان فلاونوئیدها در طی نمو و یا تغییرات فصلی در ذات ژنتیکی گیاه وجود دارد (Liacoura *et al.*, 2001). همان طور که در مورد آنتوسیانین‌ها ذکر گردید، در ارقام کلزای مورد مطالعه در بردباری به شوری حفظ محتوای فلاونوییدی، به ویژه با داشتن خواص آنتی‌اکسیدانی، می‌تواند عامل مؤثری باشد.

در رقم Sarigol افزایش شدت شوری موجب کاهش ترکیبات جذب‌کننده پرتوهای UV (که ترکیبات فنلی از مهمترین آنها محسوب می شوند) در طول موج ۳۰۰ نانومتر گردید. حضور یک یا چند گیرنده UV در گیاه در طول موج‌های ۲۸۰ تا ۳۲۰ می‌تواند باعث کاهش آثار مخرب این طول موج‌ها شود. مقادیر این ترکیبات در شرایط محیطی متفاوت تغییر می‌کند. در آزمایش حاضر میزان این ترکیبات در رقم Hyola308 کاهش معنی‌داری نشان ندادند که می‌تواند علت دیگری بر بردباری به شوری در این رقم باشد.

جمع‌بندی

در جمع بندی کلی می‌توان گفت شوری آثار متفاوتی روی دو رقم Hyola308 و Sarigol از گونه *Brassica napus* L. داشت. مجموع این آثار باعث

www.SID.ir

Archive of SID

تداوم رشد و تولید کلزا در شرایط شوری می‌گردد. به نظر می‌رسد سیستم ریشه‌ای به تنش شوری آسیب پذیرتر از بخش هوایی است. تنوع در نوع پاسخ‌های فیزیولوژیک به شوری و درجه تنش بین دو رقم مشهود است که در شرایط شوری رقم Hyola308 بهتر از رقم Sarigol عملکرد دارد. عدم آسیب‌پذیری رنگدانه‌های اصلی و کمکی فتوسنتزی در شرایط شوری می‌تواند علت بسیار مهمی برای بردباری به شوری گیاه کلزا تلقی شود. کلزا پس از طی مراحل حساس رشدی، با ثابت نگه داشتن مقادیر رنگدانه‌ها و احتمالاً حفظ توان فتوسنتزی سازگاری خوبی برای مقابله با تنش شوری اعمال شده در مراحل بعدی را پیدا می‌کند. با عنایت به نتایج این پژوهش و اهمیت اقتصادی بالای کلزا و وجود سطح درخور توجهی از خاک‌های شور در کشور، کشت کلزا به ویژه رقم Hyola308 در مناطق شور نسبی و یا آبیاری با آب‌های شور نسبی، امکان پذیر خواهد بود.

سپاسگزاری

نویسندگان مراتب سپاس خویش را از معاونت پژوهشی دانشگاه تربیت معلم آذربایجان به خاطر تأمین مالی این پژوهش اعلام می‌نمایند.

منابع

سرمدنیا، غ. و کوچکی، ع. (۱۳۶۸) فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

شهیدی، ا. فروزان، ک. (۱۳۷۶) کلزا. شرکت سهامی خاص توسعه کشت دانه‌های روغنی.

معتمدی، ب و جاویدفر، ف. (۱۳۷۹) کاشت، داشت و برداشت کلزا. مزرعه ۴۶: ۱۳-۱۵.

Ahmed, N., Maekawa, M. and Noda, K. (2009) Anthocyanin accumulation and expression pattern of anthocyanin biosynthesis genes in developing wheat coleoptiles. Biologia Plantarum 53: 223-228.

Arnon, D. I. (1949) Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenol oxidases in *Beta vulgaris*. Plant Physiology 24: 1-15.

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.). Enviromental and Experimental Botany 63: 266-273.

Ashraf, M. and McNeilly, T. (2004) Salinity Tolerance in *Brassica* Oilseeds, Critical Reviews in Plant Sciences 23: 157-174.

Bandeh-hagh, A., Toorchi, M., Mohammadi, A., Chaparzadeh, N., Hosseini Salekdeh G. and Kazemnia, H. (2008) Growth and osmotic adjustment of canola genotypes in response to salinity. Journal of Food, Agriculture and Environment 6: 201-208.

Bertrand, M. and Schoefs, B. (1999) Photosyntetic pigment metabolism in plants during stress. In: Handbook of plant and crop stress (ed. Pessarakli, M.) 527-543. Marcel Dekker, New York.

Bethke, P. C. and Drew, M. C. (1992) Stomatal and nonstomatal components to inhibition of photosynthesis in leaves of *Capsicum annuum* during progressive exposure to NaCl salinity. Plant Physiology 99: 219-226.

Cooper-Driver, G. A. and Bhattacharya, M. (1998) Role of phenolics in plant evolution. Phytochemistry 49: 1165-1174.

Day, T. A. (1993) Relating UV-B radiation screening effectiveness of foliage to absorbing-

www.SID.ir

Archive of SID

compound concentration and anatomical characteristics in a diverse group of plants. Oecologia 95: 542-550.

Dixon, R. A. and Pavia, N. (1995) Stress induced phenylpropanoid metabolism. Plant Cell 7: 1085-1097.

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. African Journal of Agricultural Research 5: 2056-2065.

Epstein, E. (1985) Salt tolerant crops, Origins development and prospects of concept. Plant and Soil 89: 187-198.

Erylmaz, F. (2006) The relationships between salt stress and anthocyanin content in higher plants. Biotechnology and Biotechnological Equipment 20: 47-52.

Heuer, B. and Nadler, A. (1998) Physiological response of potato plants to soil salinity and water deficit. Plant Science 137: 43-51.

Jamil, M., Lee, C. C., Rehman, S. U., Lee, D. B., Ashraf, M. and Rha, E. S. (2005) Salinity (NaCl) tolerance of *Brassica* species at germination and early seedling growth. Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry 4: 970-976.

Jamil, M., Rehman, S. H. and Rha, E. S. (2007) Salinity effect on plant growth, PSII photochemistry and chlorophyll content in sugar beet (*Beta Vulgaris* L.) and cabbage (*Brassica Oleracea Capitata* L.). Pakistan Journal of Botany 39: 753-760.

Jampeetong, A. and Brix, H. (2009) Effect of NaCl salinity on growth, morphology, photosynthesis and proline accumulation of *Salvinia natans*. Aquatic Botany 91: 181-186.

Kennedy, B. F. and Filippis, L. F. (1999) Physiological and oxidative response to NaCl of the salt tolerant *Grevillea ilicifolia* and the salt sensitive *Grevillea arenaria*. Journal of Plant Physiology 155: 746-754.

Khavari-nejad, R. A. and Chaparzadeh, N. (1998) The effects of NaCl and $CaCl_2$ on photosynthesis and growth of alfalfa plants. Photosynthetica 35: 461-466.

Krizek, D. T., Britz, S. J. and Mirecki, R. M. (1998) Inhibitory effects of ambient levels of solar UV-A and UV-B radiation on growth of cv. new red fire lettuce. Physiologia Plantarum 103: 1-7.

Le-Dily, F., Billard, J. P., Le-Saos, J. and Huault, C. (1993) Effects of NaCl and gabaculine on chlorophyll and proline levels during growth of radish cotyledons. Plant Physiology and Biochemistry 31: 303-310.

Liacoura, V., Manetas, Y. and Karabourniotis, G. (2001) Seasonal fluctuations in the concentration of UV-absorbing compounds in the leaves of some Mediterranean plants under field conditions. Physiologia Plantarum 111: 491-500.

Loggini, B., Scartazza, A., Brognoli, E. and Navari-Izzo, F. (1999) Antioxidative defence system, pigment composition and photosynthetic efficiency in two wheat cultivars subjected to drought. Plant Physiology 119: 1091-1099.

Misra, A. N., Latowski, D. and Strzalka, K. (2006) The xanthophylls cycle activity in Kidnay Bean and Cabbage leaves under salinity stress. Russian Journal of Plant Physiology 53: 102-109.

Misra, A. N., Sahu, S. M., Misra, M., Singh, P., Meera, I., Das, N., Kar, M. and Sahu, P. (1997) Sodium chloride induced changes in leaf growth, and pigment and protein contents in two Rice cultivars. Biologia Plantarum 39: 257-262.

Mokhamed, A. M., Raldugina, G. N., Kholodova, V. P. and Kuznetsov, V. l. (2006) Osmolyte accumulation in different rape genotypes under sodium chloride salinity. Russian Journal of Plant Physiology 53: 649-655.

Munne-Bosch, S. and Alegre, L. (2000) Changes in carotenoids, tocopherols and diterpens during drought and recovery, and the biological significance of chlorophyll loss in *Rosmarinus officinalis* plants. Planta 210: 925-931.

Munns, R. (2002) Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environment 25: 239-250.

Munns, R. and Tester, M. (2008) Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology 59: 651-681.

www.SID.ir

Archive of SID

Parida, A. K. and Das, A. B. (2005) Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. Ecotoxicology and Environmental Safety 60: 324-349.

Shah, S. H. (2007) Effects of salt stress on mustard as affected by gibberellic acid application, general and applied Plant Physiology 33: 97-106.

Shannon, M. C. and Grieve, C. M. (1999) Tolerance of vegetable crops to salinity. Scientia Horticulturae 78: 5-38.

Siddiqui, Z. S., Ajmal Khan, M., Kim, B. G., Huang, J. S. and Kwon, T. R. (2008) Physiological responses of *Brassica napus* genotypes to combined drought and salt stress. Plant Stress 2: 78-83.

Singh, A. K. and Dubey, R. S. (1995) Changes in chlorophyll *a* and *b* contents and activities of photosystems 1 and 2 in rice seedlings induced by NaCl. Photosynthetica 31: 489-499.

Wagner, G. J. (1979) Content and vacuole/ extra vacuole distribution of neutral sugars, free amino acids and anthocyanin in protoplasts. Plant Physiology 64: 88-93.

Wahid, A. and Ghazanfar, A. (2006) Possible involvement of some secondary metabolites in salt tolerance of sugarcane. Journal of Plant Physiology 163: 723-730.

Yamasaki, H., Sakihama, Y. and Ikehara, N. (1997) Flavonoid–Peroxidase reaction as a detoxification mechanism of plant cells against H_2O_2. Plant Physiology 115: 1405-1412.

www.SID.ir

Archive of SID

The effects of salinity on pigments content and growth of two canola (*Brassica napus*) cultivars

Nader Chaparzadeh * and Leyla Zarandi Miandoab

Department of Plant Biology, Azarbaijan University of Tarbiat Moallem, Tabriz, Iran

Abstract

Salinity is one of the most important factor that limits plant growth and production in the whole world. Identification of salt tolerant cultivars and improving tolerance of plants is the most effective method for increasing yield. To evaluate the response of growth and pigment contents in canola genotypes to salinity, a factorial complete randomized design with four replications was conducted. Sodium chloride salinity at three levels 0, 175 and 350 mM on two genotypes, *Brassica napus* L. cv.Sarigol and *Brassica napus* L. cv.Hyola308 was applied in stages 3-4 leaves. Dry weight of shoots and roots, chlorophyll *a* and *b*, carotenes and xanthophylls, anthocyanins, flavonoids and finally UV absorbing compounds contents were studied in the leaves. The results showed root dry weights reduced in both genotypes during high salinity conditions. The exposure of Sarigol plants to 175 mM NaCl induced a significant increase in shoot dry weight, but salinity had no significant effect on Hyola308 plants. Only in Sarigol cultivar Chlorophyll *a* contents increased during low salinity but Chlorophyll *b* contents decreased with high salinity. Increasing carotenoids in Hyola308 could be a reason of resistance to salinity and stability in photosynthetic structures. Under high salinity, there was not a significant trend in decreasing non-photosynthetic pigments in both genotypes. So it could be concluded that in canola plants, one of the most important factors for salinity tolerance could be unimpairing the main photosynthetic pigments.

Key words: Pigment, Growth, Salinity, Canola

* Corresponding Author: nchapar@azaruniv.edu

www.SID.ir