

اثر مقادیر متفاوت شوری خاک بر محتوای یونی و پرولین در دو رقم کلزا*

Effects of different saline conditions on proline and ion content of
two Colza cultivars

مه‌لقا قربانلی، الهام مقیسه* و آرین ساطعی

دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان

پذیرش: ۱۳۸۵/۴/۶

دریافت: ۱۳۸۴/۲/۱۹

چکیده

در پژوهش حاضر تأثیر خاک غیر شور، با شوری کم، متوسط و زیاد (به ترتیب با هدایت الکتریکی خاک (EC) ۱، ۷، ۱۰ و ۱۸ دسی‌زیمنس بر متر) بر محتوای یونی و پرولین اندام‌های مختلف کلزا در دو رقم PF 7045.91 و Hyola 401 مورد بررسی قرار گرفت. همچنین ارزش مقایسه این تغییرات به عنوان معیاری در برآورد تحمل هر یک از این دو رقم به شوری بررسی گردید. گیاهان دوره کامل رشد و نمو را در کشت‌های گلدانی طی کرده و در ماه پنجم پس از انتخاب تصادفی، مقدار پرولین در ریشه و اندام هوایی و محتوای یون‌ها در ریشه، ساقه،

* بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نگارنده دوم به راهنمایی خانم دکتر مه‌لقا قربانلی ارائه شده به دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

** مسئول مکاتبه

برگ روزت و برگ گل آذینی مورد سنجش قرار گرفتند. بنابر نتایج حاصل، با افزایش ریشه، شوری خاک، محتوای کلر، سدیم و پرولین در هر دو رقم افزایش می‌یابد. محتوای پتاسیم در هر دو رقم همراه با افزایش شوری، کاهش می‌یابد. محتوای کلسیم در ریشه کاهش و در اندام هوایی افزایش می‌یابد. محتوای منیزیم در ریشه ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد. به طور کلی در شوری کم و متوسط تفاوتی بین دو رقم از لحاظ تحمل به شوری دیده نشد و فقط در شوری زیاد تحمل رقم PF بیشتر از رقم Hyola است.

واژه‌های کلیدی: شوری، یون، پرولین، کلزا

مقدمه

در جدول طبقه‌بندی مقاومت به شوری ماس و هافمن (Mass & Hoffman 1979)، دو گونه کانولا از تیره Brassicaceae به نام‌های: *Brassica napus* L. و *B. rapa* L. به عنوان گیاهان مقاوم به شوری قرار گرفته‌اند. ماس (Mass 1990) گزارش کرد که ممکن است هر دو گونه آستانه بالایی از تحمل به شوری را نشان دهند (Puppala et al. 1999). جهت پی بردن به مکانیسم‌های تحمل شوری مطالعات چندی روی گیاهان زراعی از نظر بررسی محتوای پرولین و نیز یونها صورت گرفت. جیبون و همکاران (Gibon et al. 2000) ضمن مطالعه اثر تنش اسمزی بر دیسک‌های برگ کلزا نشان دادند که مقدار پرولین انباشته شده بعد از ۲۴ ساعت تیمار، افزایش می‌یابد. متابولیسم پرولین در *B. napus* نیز تحت تاثیر شوری قرار می‌گیرد. همچنین مادان و همکاران (Madan et al. 1994) با مطالعه روی کلون‌های بدنی *B. juncea* L. نشان دادند که محتوای پرولین آزاد و فعالیت P5C ردوکتاز با افزایش تنش شوری افزایش می‌یابد. شوری همچنین باعث افزایش محتوای پرولین در سویا (Durgap Rasad et al. 1996, Gurrier et al. 1998)، توتون (Kishor et al. 1995)، اکالیپتوس (Morabito et al. 1996) و چغندر قند (Wei et al. 2001, Ghoulam et al. 2002) می‌گردد. اشرف و همکاران (Ashraf et al. 2001) ضمن مطالعه روی شش گونه *Brassica* پورسللی و همکاران (Porcelli et al. 1995) با مطالعه روی کلزا و نیز هی و کرامر (He & Cramer 1992) با مطالعه اثر شوری ۴، ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر روی شش گونه از جنس مذکور به بررسی جذب کلر و کاتیون‌های مختلفی چون سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم و نیز چگونگی توزیع این یونها در اندام‌های مختلف گیاه و تغییرات نسبت کاتیون‌ها به یکدیگر پرداختند. آمزاول و همکاران (Umezawa et al. 2000)، گارسایاسنچز و همکاران (Garcia-Sanchez et al. 2002)، سرینیواسولا و همکاران (Sreenivasula et al. 2000)،

مورابیتو و همکاران (۱۹۹۶)، پلات و همکاران (Plaut *et al.* 2000) و قولام و همکاران (۲۰۰۲) به ترتیب در مورد سویا، گونه‌هایی از مرکبات، ارزن ایتالیایی، اکالیپتوس، نیشکر و چغندر قند به مطالعات مشابهی اقدام نمودند.

در مورد لوبیا و پنبه، گویا و همکاران (Gouia *et al.* 1994) و نیز خربزه و گوجه فرنگی، آلپاسلان و گونز (Alpaslan & Gunes 2001) بررسی‌هایی از این قبیل را انجام دادند. در پژوهش حاضر، تأثیر شوری خاک بر محتوای پرولین و جذب و توزیع کلر، سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در اندام‌های زمینی و هوایی دو رقم کلزا (PF و Hyola) مورد مطالعه قرار گرفت.

روش بررسی

۱- تهیه نمونه گیاهی

جهت بررسی اثر چهار تیمار شوری (هدایت الکتریکی خاک: ۱، ۷، ۱۰ و ۱۸ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب، شاهد، شوری کم، متوسط و زیاد، جدول ۱) بر دو رقم کلزا Hyola 401 و PF 7045.91 آزمایشی به صورت گلدانی در قالب طرح تصادفی اجرا شد. نمونه خاک‌های مورد استفاده از مناطق مختلف آق‌قلا واقع در استان گلستان جمع‌آوری شد که مختصات آن‌ها در جدول ۱ آورده شده است. بذرها از مرکز تحقیقات کشاورزی استان گلستان تهیه شدند. محل نگهداری گلدان‌ها در فضای باز و در معرض نور خورشید بود. گلدان‌ها در روزهای بارانی برای جلوگیری از اثرات باد و باران با پلاستیکی بزرگ پوشانده شدند. سایر شرایط آب و هوایی مطابق شرایط آب و هوایی گرگان در طول مدت کشت یعنی از ۸/۸/۲۸ لغایت ۸۱/۳/۲۸ بوده است. ارتفاع هر گلدان ۴۲ سانتی‌متر و شعاع دهانه گلدان ۱۸ سانتی‌متر بود. برای هر دو رقم و هر نوع خاک، چهار گلدان در نظر گرفته شد (جمعا ۳۲ گلدان) و به طور تصادفی در محل مورد نظر قرار داده شدند. در هر گلدان تعدادی بذر در عمق ۱/۵ سانتی‌متری خاک کشت شدند. بعد از تشکیل گیاهچه فقط چهار گیاه در هر گلدان، نگهداری و بقیه از خاک خارج شدند. در اواخر اسفند در شاهد و نیز در هر تیمار، گیاهانی به طور تصادفی (با توجه به جدول اعداد تصادفی) انتخاب شده و همراه با مقداری خاک از گلدان بیرون آورده شدند و به آزمایشگاه منتقل و برای تعیین وزن خشک، در آون با دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند.

۲- اندازه‌گیری مقدار پرولین

جهت اندازه‌گیری مقدار پرولین مطابق روش بتس و همکاران (Bates *et al.* 1973)، ابتدا ۰/۵ گرم ماده تر گیاهی در ۱۰ میلی‌لیتر محلول ۳ درصد سولفوسالیسیلیک اسید ساییده شد. پس از صاف نمودن مخلوط با کاغذ صافی واتمن شماره ۲، ۲ میلی‌لیتر از آن در لوله آزمایش ریخته شد و ۲ میلی‌لیتر معرف اسید نینهدین (حاصل از افزودن ۱/۲۵ گرم نینهدین به ۳۰ میلی‌لیتر اسید استیک خالص) و ۲ میلی‌لیتر اسید استیک خالص به آن اضافه گردید. لوله‌ها در بن ماری با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت یک ساعت قرار گرفتند و سپس در حمام یخ به مدت نیم ساعت نگهداری شدند. آنگاه ۴ میلی‌لیتر تولوئن به هر لوله اضافه شد و پس از تکان دادن لوله و سپس ثابت نگهداشتن آن به مدت ۲۰ ثانیه، دو لایه مجزا تشکیل شد. سرانجام جذب لایه رنگی فوقانی (حاوی تولوئن و پرولین) در طول موج ۵۲۰ نانومتر خوانده شد و مقدار پرولین با استفاده از منحنی استاندارد تعیین گردید.

جدول ۱- مختصات خاک‌های مورد استفاده

Table 1. Specific characters in the experimental soils used

Texture	%Sand	%Silt	%Clay	Chlorine available	Sodium available	Potassium available	Phosphore available	%Total Nitrogen	%Organic Carbon	%Neutralized materials	pH of paste	Electrical conductivity	%Saturation	Depth cm
				PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM		dS/m		
Si-L	19	67	17	4	1/3	190	9	0/13	1/32	20/3	7/7	1/1	46/6	0-30
Si-L	25	56	19	57	33	320	7/5	0/15	1/44	15/6	7/4	6/8	45/2	0-30
Si-L	3	73	16	105	107	130	3	0/09	0/73	17	7/5	10/3	40/3	0-30
Si-L	2	79	11	221	212	260	6/5	0/14	1/35	17	7/6	18/2	48/6	0-30

* آزمایش خاک توسط شرکت خاک‌آزمای انجام شده است.

* Soils were collected from different areas of the Agh-ghala in Golestan Province, Iran.

۳- اندازه‌گیری یونها

در این مورد، از روش شریعت پناهی و همکاران (Shariatpanahi *et al.* 1986) به شرح

زیر بهره گرفته شد:

۳ (الف)- استخراج و سنجش کلر

برای استخراج کلر به ۰/۱ تا ۰/۲ گرم ماده خشک گیاهی حدود ۲۰ تا ۲۵ میلی‌لیتر آب

مقطر افزوده شد و نمونه‌ها به مدت یک ساعت در انکوباتور با دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد قرار

داده شدند. یک میلی‌لیتر از محلول توسط نیترات نقره ۰/۰۲۵ نرمال در مجاورت دی‌کرومات

پتاسیم ۵ درصد تیترا گردید.

۳ (ب) - سنجش کاتیون‌ها

جهت تهیه خاکستر گیاهی، ۰/۵ تا یک گرم ماده خشک، در کوره به مدت دو ساعت در دمای ۶۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. سپس خاکستر گیاهی در ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر به کمک ۲ میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ حل شد و حجم آن با آب مقطر به ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد.

اندازه‌گیری غلظت سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در عصاره‌های حاصل به کمک اسپکتروسکوپی جذب اتمی (دستگاه مدل Varian-AA5) و با استفاده از محلول‌های استاندارد صورت گرفت و با در نظر گرفتن وزن خشک نمونه‌ها مقدار این عناصر در هر گرم وزن خشک تعیین گردید.

۴ - محاسبات آماری

آزمون Factorial توسط نرم افزار MSTATC در سطح احتمال ۰/۰۵ و چهار تکرار و رسم نمودارها با کمک نرم افزار Excel انجام شد.

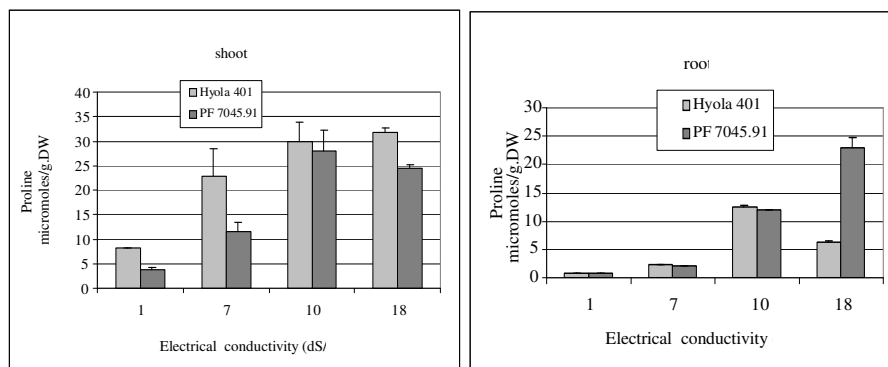
نتیجه و بحث

اثر شوری بر مقدار پرولین

با افزایش شوری مقدار پرولین در ریشه و اندام هوایی هر دو رقم افزایش معنی‌داری می‌یابد ($P < 0/05$) (شکل ۱). پرز-آلفوسیا و همکاران (Perez-Alfocea et al. 1993) اظهار داشته‌اند که انباشتگی پرولین ممکن است برای تنظیم اسمزی در سطح سلولی ادامه پیدا کند. همچنین چندلر و تورپ (Chandler & Thorpe 1987) بیان کردند که پرولین به عنوان یک محافظ آنزیمی پایدار کننده ساختمان ماکرومولکول‌ها و منبع اصلی انرژی و نیتروژن در مقابل شوری به کار می‌رود. جیبون و همکاران (۲۰۰۰) پرولین انباشته شده در دیسک‌های برگ کلزا را در اثر تنش اسمزی اندازه گرفته و نشان دادند که پس از ۲۴ ساعت مقدار آن افزایش می‌یابد.

در این پژوهش، مقدار پرولین در اندام هوایی بیشتر از ریشه است که با نتایج تحقیقات دیگران همسو می‌باشد. چندلر و تورپ (۱۹۸۷)، دیکس و همکاران (Dix et al. 1984) و کوه و همکاران (Kueh et al. 1982) اعلام کردند اندام اصلی گیاهی که پرولین را انباشته می‌کند برگ می‌باشد. همچنین، تفاوت تغییرات مقدار پرولین در بین دو رقم معنی‌دار نیست.

در شوری زیاد، مقدار پرولین نسبت به شوری متوسط کاهش معنی داری یافته است، در حالی که در ریشه رقم PF در همین شوری، مقدار بالایی پرولین وجود دارد که نسبت به سایر تیمارهای هر دو رقم معنی دار است.



شکل ۱- مقدار پرولین در ریشه و اندام هوایی دو رقم کلزا (Hyola 401 و PF 7045.91) پس از رشد در خاک‌هایی با هدایت‌های الکتریکی متفاوت. ستون‌ها و شاخص‌ها نشانگر میانگین و خطای معیار هستند.

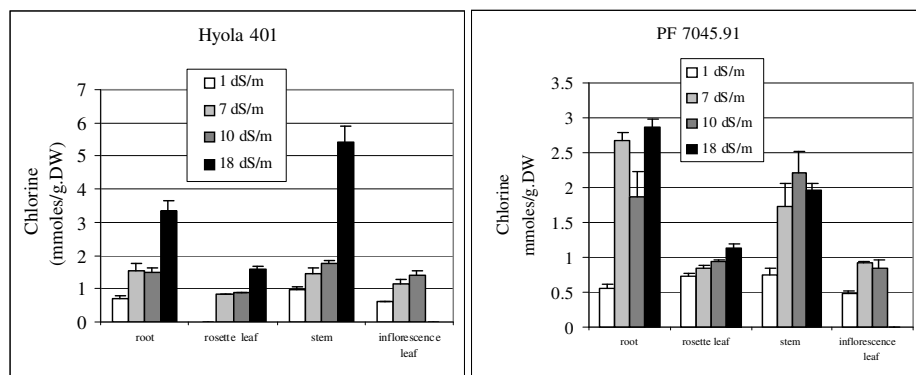
Fig. 1. The proline content in root and shoot of two colza cultivars (Hyola 401, PF 7045.91) after growing in soils with different electrical conductivity. Each column is the mean of four replicates and vertical bars represent S.E.

قولام و همکاران (۲۰۰۲) اثر تنش شوری ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مول NaCl را بر انباشتگی پرولین در ارتباط با تنظیم اسمزی در پنج رقم چغندر مورد بررسی قرار داده و نشان دادند که تیمار NaCl باعث افزایش محتوای پرولین در برگ‌های این ارقام می‌شود و کمترین مقدار پرولین در رقم با بردباری کمتر و بیشترین مقدار آن در رقم با بردباری بیشتر دیده می‌شود. در این زمینه، ویسی و همکاران (۲۰۰۱) و مورابیتو و همکاران (۱۹۹۶) مطالعات مشابهی را انجام دادند. بنابراین، با توجه به این که در شوری زیاد مقدار پرولین ریشه رقم PF به طور معنی داری بیشتر از رقم Hyola در همین شوری است، می‌توان گفت که در این شوری بردباری رقم PF بیشتر از رقم Hyola می‌باشد.

اثر شوری بر مقدار یون‌ها

با افزایش شوری مقدار یون کلر و سدیم افزایش و مقدار یون پتاسیم کاهش معنی داری می‌یابد. مقدار یون کلسیم در ریشه کاهش و در اندام هوایی (ساقه و برگ گل آذین) افزایش معنی داری می‌یابد. مقدار یون منیزیم در ریشه ابتدا کاهش و سپس افزایش معنی داری می‌یابد ($P < 0.05$) (شکل‌های ۶-۲).

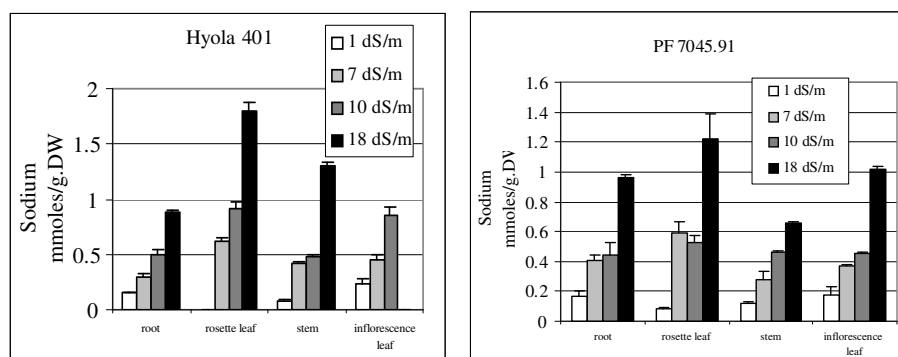
پوپیسکی و شینبری (Pupisky & Shinbery 1979) بیان نمودند که غلظت بالای نمک در ناحیه ریشه، پتانسیل آبی خاک و آب قابل دسترس را پایین می‌آورد. *ال لویید* و همکاران (Lloyd *et al.* 1987) نیز معتقد بودند که افزایش جذب Na^+ و Cl^- می‌تواند پتانسیل اسمزی منفی تری را در برگ، برای افزایش تورگور ایجاد کند.



شکل ۲- مقدار یون کلر در اندام‌های مختلف دو رقم کلزا (Hyola 401 و PF 7045.91) پس از رشد در خاک‌هایی با هدایت‌های الکتریکی متفاوت. ستون‌ها و شاخص‌ها نشانگر میانگین و خطای معیار هستند.

Fig. 2. The chlorine content in root and shoot of two colza cultivars (Hyola 401, PF 7045.91) after growing in soils with different electrical conductivity. Each column is the mean of four replicates and vertical bars represent S.E.

گراتان و گریه‌یر (Grattan & Griere 1992) بیان کردند که یون‌های اصلی شوری، Na^+ و Cl^- می‌توانند جذب مواد غذایی را از طریق واکنش‌های رقابتی با تأثیر بر انتخاب یون غشاها تحت تأثیر قرار دهند. همچنین، هی و کرامر (۱۹۹۲) اظهار داشتند شوری می‌تواند موجب افزایش Ca سیتوزولی گردد که ممکن است در تعیین پاسخ‌های متابولیکی گیاهان به شوری نقش داشته باشد. کرامر و همکاران (Cramer *et al.* 1987) نیز بیان نمودند که Na می‌تواند جانشین Ca موجود در غشا شود و سبب تغییر در انتخاب K/Na گردد.

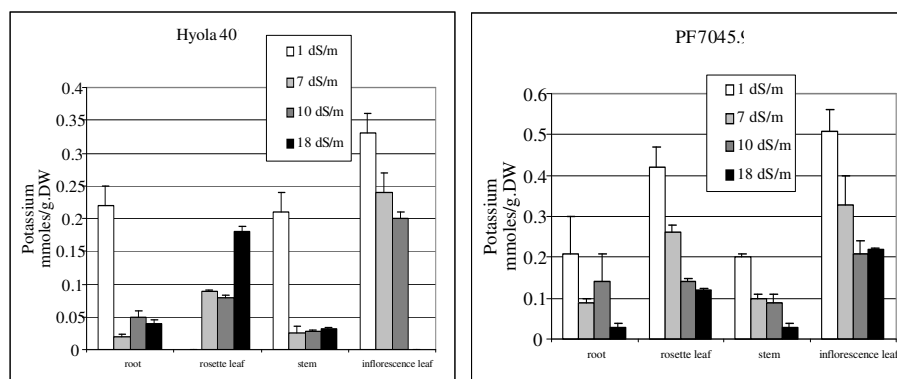


شکل ۳- مقدار یون سدیم در اندام‌های مختلف دو رقم کلزا (Hyola 401 و PF 7045.91) پس از رشد در خاک‌هایی با هدایت‌های الکتریکی متفاوت. ستون‌ها و شاخص‌ها نشانگر میانگین و خطای معیار هستند.

Fig. 3. The sodium content in different organs of two colza cultivars (Hyola 401, PF 7045.91) after growing in soils with different electrical conductivity. Each column is the mean of four replicates and vertical bars represent S.E.

طبق نظریه لینچ و لاونچلی (Lynch & Launchli 1985)، کاهش K و Ca می‌تواند به خاطر آنتاگونیسم Na، K یا Ca در جایگاه‌های جذب در ریشه‌ها یا اثر Na روی انتقال Ca و K در آوند چوبی باشد و یا مطابق با عقیده سوهاید/ و همکاران (Suhayda *et al.* 1990) به علت بازداری غیر مستقیم فرآیندهای جذب در سایر جنبه‌ها، مانند فعالیت H^+ -ATPase باشد. مونز و ترمات (Munns & Termaat 1986) نیز اعتقاد داشتند که کمبود Ca می‌تواند به غشا آسیب برساند و انباشتگی غیر فعال Na را در بافت‌های گیاهی تسریع بخشد. انباشتگی زیاد Na ممکن است سبب کاهش رشد در طولانی مدت شود.

قولام و همکاران (۲۰۰۲) ضمن بررسی افزایش شوری در پنج رقم چغندر نشان دادند که یون‌های معدنی، بیشتر در برگ‌ها نسبت به ریشه‌ها انباشته می‌شوند. غلظت Na^+ و Cl^- افزایش می‌یابد، در حالی که غلظت K^+ با تیمار شوری کاهش می‌یابد. این یافته با نتایج این پژوهش در مورد مقدار بالاتر یون‌ها به خصوص کاتیون‌ها در برگ‌ها همخوانی دارد. چارتزولاکیس و همکاران (Chartzoulakis *et al.* 2000) پاسخ دو هیبرید فلفل گلخانه‌ای را به شوری NaCl طی مراحل مختلف رشد بررسی کرده و نشان دادند که غلظت کلرید در برگ‌ها و ریشه‌ها با افزایش شوری افزایش می‌یابد و این افزایش در ریشه‌ها بیشتر است. نتایج این پژوهش با یافته‌های فوق همخوانی دارد. به عبارت دیگر Cl^- ، بیشتر در ریشه‌ها

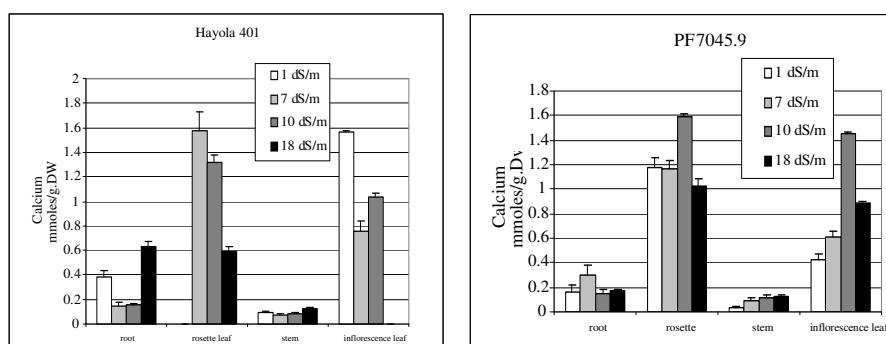


شکل ۴- مقدار یون پتاسیم در اندام‌های مختلف دو رقم کلزا (Hyola 401 و PF 7045.91) پس از رشد در خاک‌هایی با هدایت‌های الکتریکی متفاوت. ستون‌ها و شاخص‌ها نشانگر میانگین و خطای معیار هستند.

Fig. 4. The potassium content in different organs of two colza cultivars (Hyola 401, PF 7045.91) after growing in soils with different electrical conductivity. Each column is the mean of four replicates and vertical bars represent S.E.

انباشته شده و کمتر به اندام‌های هوایی و برگ‌ها منتقل می‌شود که با توجه به نظریه گارسیا سنچز و همکاران (۲۰۰) می‌تواند مکانیسم مهمی از نفی Cl^- برای بردباری نمکی باشد. در این پژوهش در همه اندام‌ها، مقدار K^+ کاهش می‌یابد. با این حال، مقدار آن در برگ‌ها بیشتر از سایر قسمت‌ها است که مطابق با عقیده گریو و والکر (Grieve & Walker 1983) می‌تواند یک مکانیسم تنظیمی برای حفظ تعادل اسمزی در مقابل سطوح بالای Cl^- تحت تنش شوری باشد. /شرف و همکاران (۲۰۰۱) بیان کردند که با افزایش شوری در گونه‌های *Brassica*، غلظت Na^+ ، Ca^{2+} و Cl^- ریشه و اندام هوایی افزایش و غلظت K^+ کاهش می‌یابد. غلظت Ca^{2+} در اندام هوایی افزایش می‌یابد و در ریشه کاهش قابل ملاحظه‌ای را نشان می‌دهد. هی و کرامر (۱۹۹۲) نیز با مطالعه روی گونه‌های مختلف همین جنس نشان دادند که شوری باعث افزایش غلظت Na^+ ، Cl^- و Mg^{2+} در اندام هوایی آن‌ها می‌گردد و غلظت K^+ و Ca^{2+} کاهش می‌یابد.

در این پژوهش، تفاوت تغییرات مقدار سدیم ساقه، کلر برگ گل آذین، پتاسیم برگ روزت، کلسیم ریشه و منیزیم برگ روزت و برگ گل آذین در بین دو رقم معنی‌دار است.

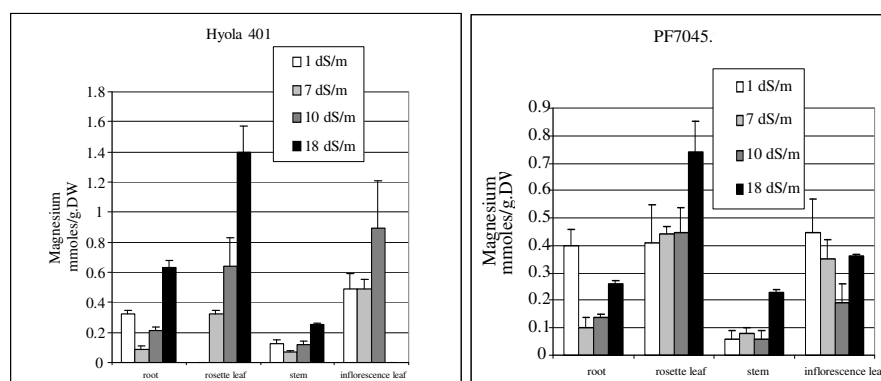


شکل ۵- مقدار یون کلسیم در اندام‌های مختلف دو رقم کلزا (Hyola 401 و PF 7045.91) پس از رشد در خاک‌هایی با هدایت‌های الکتریکی متفاوت. ستون‌ها و شاخص‌ها نشانگر میانگین و خطای معیار هستند.

Fig. 5. The calcium content in different organs of two colza cultivars (Hyola 401, PF 7045.91) after growing in soils with different electrical conductivity. Each column is the mean of four replicates and vertical bars represent S.E.

در شوری زیاد، میزان سدیم و کلر ساقه و برگ روزت و نیز میزان کلسیم و منیزیم ریشه رقم Hyola به طور معنی‌داری بیشتر از رقم PF در همین شوری است. سائیرام و همکاران (Sairam *et al.* 2000) انباشتگی بیشتر سدیم را در رقم نسبتاً مقاوم گندم نسبت به رقم مقاوم مشاهده نمودند. گارسیا سنچز و همکاران (۲۰۰۲) هم نشان دادند که در پیوندهای مختلف مرکبات، برگ‌های رقم بردبار، Na^+ کمتری را نسبت به رقم حساس انباشته می‌کند.

ال - هندآوی و همکاران (El-Hendawy *et al.* 2005) نیز بیان کردند شوری باعث کاهش مقدار K^+ و Ca^{2+} در ساقه و برگ‌های ژنوتیپ‌های مختلف مقاوم به شوری گندم می‌گردد، درحالی که مقدار Na^+ و Cl^- را افزایش می‌دهد. همچنین، گارسیا سنچز و همکاران (۲۰۰۲) اظهار داشتند که Ca^{2+} در برگ‌های رقم بردبار با افزایش شوری افزایش می‌یابد، وقتی Mg^{2+} کاهش می‌یابد و هر دو یون Ca^{2+} و Mg^{2+} در ریشه‌های رقم بردبار کاهش می‌یابند.



شکل ۶- مقدار یون منیزیم در اندام‌های مختلف دو رقم کلزا (Hyola 401 و PF 7045.91) پس از رشد در خاک‌هایی با هدایت‌های الکتریکی متفاوت. ستون‌ها و شاخص‌ها نشانگر میانگین و خطای معیار هستند.

Fig. 6. The magnesium content in different organs of two colza cultivars (Hyola 401, PF 7045.91) after growing in soils with different electrical conductivity. Each column is the mean of four replicates and vertical bars represent S.E.

بنابراین، با توجه به نتایج اندازه‌گیری یون‌ها در این پژوهش و شواهد فوق به نظر می‌رسد در شوری زیاد بردباری رقم Hyola کمتر از رقم PF است زیرا سدیم و کلر بیشتری در ساقه و برگ روزت آن وارد شده است و از طرفی میزان کلسیم و منیزیم ریشه‌های آن نیز بیشتر از رقم PF در همین شوری است.

مقدار یون کلر از نظر مولی با مقدار یون سدیم برابر نیست، به عبارتی کاتیون همراهی کننده کلر، فقط سدیم نمی‌باشد. همچنین با مقایسه مجموع مقدار کاتیون‌ها و مقدار کلر در ریشه و ساقه هر دو رقم ملاحظه می‌شود که مقدار کلر بیشتر از مجموع کاتیون‌هاست و در برگ‌ها مجموع کاتیون‌ها بیشتر از مقدار کلر است. به نظر می‌رسد که این دو رقم با نگهداری کلر در اندام‌های پایین‌تر (ریشه و ساقه) باعث کاهش اثرات سمی آن در اندام‌های اصلی فتوسنتزی (برگ‌ها) می‌شوند. با این حال، با توجه به نظر/شمیت و همکاران (Schmidt *et al.* 1993)، ارتباطات یونی در *B. napus* از درجه اهمیت کمتری برخوردار است و اثر معین شوری روی این گیاه، اساساً اسمزی می‌باشد.

منابع

جهت ملاحظه منابع به صفحات 54-57 متن انگلیسی مراجعه شود.

نشانی نگارندگان: دکتر مه‌ل‌قا قربانلی و دکتر آرین ساطعی، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان و الهام مقیسه، باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان، صندوق پستی ۷۱۷، گرگان.

Archive of SID

References

- ALPASLAN, A. and GUNES, A. 2001. Interactive effects of boron and salinity stress on the growth, membrane permeability and mineral composition of tomato and cucumber plants. *Plant and Soil* 236: 123-128.
- ASHRAF, M., NAZIR, N. and MCNEILLY, T. 2001. Comparative salt tolerance of amphidiploid and diploid *Brassica* species. *Plant Sci.* 160: 683-689.
- BATES, L.S., WALDREN, R.P. and TREARE, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil* 39: 205-207.
- CHANDLER, S.F. and THORPE, T.A. 1987. Characterization of growth, water relations and proline accumulation in sodium sulfate tolerant callus of *Brassica napus* L. cv. Wester (Canola). *Plant Physiol.* 84: 106-111.
- CHARTZOULAKIS, K. and KLAPAKI, G. 2000. Response of two green house pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Scientia Horticulturae* 86: 247-260.
- CRAMER, G.R., LAUHL, J., LAUHL, A. and EPSTEIN, E. 1987. Influx of Na, K, and Ca into roots of salt-stressed cotton seedlings: Effects of Supplemental Ca. *Plant Physiol.* 83: 510-516.
- DIX, P.J., MCLYSAGHT, V.A. and PEARCE, R.S. 1984. The potential of cell cultures for the production of salt tolerant cultivars. Efficiency in Plant Breeding. W. Langer, A.C. Zeve & N.G. Hogenboom (eds), pp. 219-222, Pudoc, Wageningen.

- DURGAP RASAD, K.M.R., MUTHHAKUMARASAMY, M. and PANEERSELVAM, R. 1996. Changes in protein metabolism induced by NaCl salinity in soybean seedlings. *Indi. J. Plant Physiol.* 1 (2): 98-101.
- EL-HENDAWY, S.E., HU, Y. and SCHMIDHALTER, U. 2005. Growth, ion content, gas exchange, and water relations of wheat genotypes differing in salt tolerances. *Australian Journal of Agricultural Research* 56 (2): 123-134.
- GARCIA-SANCHEZ, F., JIFON, J.L., CARVAJAL, M. and SYVERTSEN, J.P. 2002. Gas exchange, chlorophyll and nutrient contents relation to Na⁺ and Cl⁻ accumulation in sunburst mandarin grafted on different rootstocks. *Plant Sci.* 162: 705-712.
- GARY, B.K. and GUPTA, I.C. 1998. Physiology of salt tolerance of arid zone crops. IV. Rapeseed and Indian mustard. *Current-Agriculture* 22 (1-2): 1-20.
- GHOULAM, C., FOURSY, A. and FARES, K. 2002. Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to smotic adjustment in five sugar beet cultivars. *Environ. Exp. Bot.* 47: 39-50.
- GIBON, Y., SULPICE, R. and LARHER, F. 2000. Proline accumulation in Canola leaf discs subjected to osmotic related to stress is the loss of chlorophylls and to the decrease of mitochondrial activity. *Plant Physiol.* 110: 469-476.
- GOUIA, H., GHORBAL, M.H. and TOURAINE, B. 1994. Effects of NaCl on flow of N and mineral ions and on NO⁻³ reduction rate within whole plants of salt-sensitive bean and salt-tolerant cotton. *Plant Physiol.* 105: 1409-1418.
- GRATTAN, S.R. and GRIERE, C.M. 1992. Mineral element and growth response of plants growth in saline environment. *Agric. Ecosyst. Environ.* 38: 275-300.
- GRIEVE, C.M. and WALKER, R.R. 1983. Uptake and distribution of chloride, sodium and potassium ions in salt-treated citrus plants. *Aust. J. Agric. Res.* 34: 133-143.
- GUERRIER, G., DELUMEAU, O., RENARD, M. and LAVAL-MARTIN, D. 1998. Proline metabolism and NAD Kinase activity in soybean calli during short- and long-term exposures to light and NaCl. *Biologia Plantarum* 40 (1): 1-9.

- HE, T. and CRAMER, G.R. 1992. Growth and mineral nutrition of six rapid-cycling *Brassica* species in response to seawater salinity. *Plant and Soil* 139: 285-294.
- KISHOR, K.P.B., HONG, Z., MIAO, C.H., AHY, C.A. and VERMA, D.P.S. 1995. Overexpression production and confers osmotolerance in transgenic plants. *Plant Physiol.* 108: 1387-1394.
- KUEH, J.S.H. and BRIGHT, S.W.J. 1982. Biochemical and genetical analysis of three proline accumulating barley mutants. *Plant Sci. Lett.* 27: 233-247.
- LLOYD, J., KRIEDEMANN, P.E. and SYVERTSEN, J.P. 1987. Gas exchange, water relations and ion concentrations of leaves on salt stressed Valencia orange *Citrus Sinensis* (L.) Osbeck. *Aust. J. Plant Physiol.* 14: 387-396.
- LYNCH, J. and LAUNCHLI, A. 1985. Potassium transport in salt-stressed barley roots. *Planta* 167: 296-307.
- MADAN, S., NAINAWATEE, H.S., JAIN, S., JAIN, P.K., MALIK, M.S. and CHOWDHURY, J.B. 1994. Leaf position-dependent changes in proline, pyrroline-5-carboxylated reductase activity and water relations under salt-stress in genetically stable salt-tolerant somaclones of *Brassica juncea* L. *Plant and Soil* 163: 151-156.
- MASS, E.V. 1990. Crop salt tolerance. pp. 262-304. *In: K.K. Tanji (ed.), Manuals and reports on engineering* 71. ASCE, New York.
- MASS, E.V. and HOFFMAN, G.J. 1977. Crop salt tolerance: Current assessment. *J. Irrig. Drainage Div., Am. Soc. Civ. Eng.* 103: 115-134.
- MORABITO, D., JOLIVET, Y., PRAT, D. and DIZENGEMEL, P. 1996. Differences in the physiological responses of two clones of *Eucalyptus microtheca* selected for their salt tolerance. *Plant Sci.* 114: 126-139.
- MUNNS, R. and TERMAAT, A. 1986. Whole-plant responses to salinity. *Aust. J. Plant Physiol.* 13: 143-160.
- PEREZ-ALFOCEA, F., ESTAN, F., CARO, M. and BALARIN, M.C. 1993. Response of tomato cultivars to salinity. *Plant and Soil* 150: 203-211.

- PLAUT, Z., MEINZER, F.C. and FEDERMAN, E. 2000. Leaf development, transpiration and ion uptake and distribution in sugarcane cultivars grown under salinity. *Plant and Soil* 278: 59-69.
- PORCELLI, C.A., BOEM, F.H.G. and LAVADO, R.S. 1995. The K/Na and rapeseed yield, under soil salinity or sodicity. *Plant and Soil* 115: 251-255.
- PUPISKY, H. and SHAINBERY, I. 1979. Salt effects on the hydraulic conductance of sandy soil. *J. Am. Soc. Soil Sci.* 43: 429-433.
- PUPPULA, N., FOWLER, J.L., POINDEXTER, L. and BHARDWAJ, H.L., 1999. Evaluation of salinity tolerance of Canola germination. J. Janick (ed.), pp. 251-253.
- SAIRAM, R.K., RAO, K.V. and SRIVASTAVA, G.C. 2002. Differential response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration. *Plant Sci.* 163 (5): 1037-1046.
- SCHMIDT, C., HE, H. and CRAMER, G.F. 1993. Supplemental calcium does not improve growth of salt-stressed Brassicaceae. *Plant and Soil* 155/156: 415-418.
- SHARIATPANAH, M., ANDERSON, A., MATUER, C. and TRACE, F. 1986. Metal uptake by garden herbs and vegetables. *Biological Trace Element Research* 11: 117-183.
- SREENIVASULA, N., GRIMM, B., WOBUS, U. and WESCHKE, W., 2000. Differential response of antioxidant compounds to salinity stress in salt-tolerant and salt-sensitive seedling of foxtail millet (*Setaria italica*). *Plant Physiol.* 109: 435-442.
- SUHAYDA, C.G., GIANNINI, J.L., BRISKIN, D.P. and SHANNON, M.C. 1990. Electrostatic changes in *Lycopersicon esculentum* root plasma membrane resulting from salt stress. *Plant Physiol.* 93: 471-478.
- UMEZAWA, T., SHIMIZU, K., KATO, M. and UWDA, T. 2000. Enhancement of salt tolerance in soybean with NaCl pretreatment. *Plant Physiol.* 110: 59-63.

WEI, Y., GUANGMIN, X., DAGING, Z. and HUIMIN, C. 2001. Transfer of salt tolerance from *Aeluropus littoralis* to wheat (*Triticum aestivum* L.) via asymmetric hybridization. *Plant Sci.* 167: 259-260.

Addresses of the authors: Dr. M. GHORBANLI and Dr. A. SATEEI, Dept. of Biology, Islamic Azad Univ., Gorgan Branch, Gorgan, Iran and E. MOGHEISEH, Young Researchers Club, Islamic Azad Univ., P.O. Box 717, Gorgan, Iran.

Archive of SID