

## تعیین آستانه تحمل به شوری در دو رقم کلزا (*Brassica napus* L.) Determination of salinity tolerance threshold in two rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars

مریم شهبازی<sup>۱</sup>، علیرضا کیانی<sup>۲</sup> و سامیه رئیسی<sup>۳</sup>

### چکیده

شهبازی، م.، ع. کیانی و س. رئیسی. ۱۳۹۰. تعیین آستانه تحمل به شوری در دو رقم کلزا (*Brassica napus* L.). مجله علوم زراعی ایران. ۱۳ (۱) ۳۱-۱۸.

این آزمایش به منظور تعیین آستانه خسارت شوری بر کیفیت و کمیت محصول دو رقم تجاری کلزا (طلایه و استقلال) در شرایط نیمه کنترل شده مزرعه‌ای در استان گلستان به اجرا گذاشته شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در محیط‌هایی با شوری آب آبیاری در شش سطح (۶، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۴ دسی زیمنس بر متر) و آب شهر به عنوان شاهد به مدت دو سال زراعی (۲۸-۱۳۷۷) انجام شد. نتایج آزمایش نشان داد که شوری موجب کاهش معنی‌دار عملکرد و شاخص برداشت ارقام کلزا در هر دو سال گردید. در هر دو سال اگرچه رقم استقلال در همه تیمارها بطور معنی‌داری از عملکرد و شاخص برداشت بالاتری برخوردار بود، ولی درصد کاهش عملکرد آن در تیمارهای شوری بیش از رقم طلایه بوده است. تیمارهای شوری موجب کاهش معنی‌دار تعداد شاخه زایا، اجزای عملکرد، محتوای نسبی آب برگ، پایداری غشاء، نسبت پتاسیم به سدیم و افزایش معنی‌دار میزان کلر و سدیم برگ گردید. شوری بر میزان پتاسیم بخش هوایی گیاه اثری نداشت و بنظر می‌رسد که ضدیتی برای جذب سدیم و پتاسیم در کلزا وجود ندارد. نتایج این آزمایش، بین میزان تحمل نسبی ارقام کلزا به شوری با نسبت پتاسیم به سدیم در برگ همبستگی مثبت و معنی‌دار و با میزان سدیم برگ همبستگی منفی و معنی‌داری را نشان داد. بر اساس میزان عملکرد ارقام کلزا در دو سال آزمایش، آستانه کاهش عملکرد در دو رقم طلایه و استقلال ۴/۸ دسی زیمنس بر متر با شیب عملکرد بت‌تیب ۸/۸ و ۱۰/۴ درصد بدست آمد. بر اساس نتایج بدست آمده، این دو رقم کلزا در تقسیم بندی ماس و هوفمان در گروه گیاهان نسبتاً متحمل به شوری قرار می‌گیرند.

واژه‌های کلیدی: آستانه خسارت، شوری، کلزا، عملکرد دانه و نسبت پتاسیم به سدیم.

تاریخ دریافت: ۸۸/۳/۱۱ تاریخ پذیرش: ۸۸/۸/۱۳

۱- عضو هیأت علمی پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی ایران (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: mmshahbazi@yahoo.com)

۲- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان

۳- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان

## مقدمه

کلزا (*Brassica napus* L.) از گیاهان تیره شب بو، یک گیاه نیمه متحمل به شوری محسوب می شود و از این نظر تا حدی مشابه گندم است (Adolph, 1980). در بین گونه های مختلف جنس *Brassica*، گونه *B. napus* در مقایسه با *B. nigra*، *B. campestris* و *B. juncea* دو گونه دیگر دارای تحمل به شوری بالاتری است (Boem *et al.*, 1994). جنبه های مختلف واکنش کلزا به شوری و تأثیر شوری بر رشد رویشی و زایشی آن، در شرایط مختلف مورد مطالعه قرار گرفته است. گزارش شده است که شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر (کلرور سدیم و آب دریا) باعث حدود ۵۰ درصد کاهش ماده خشک کل گیاه *B. napus* می شود (He and Cramer, 1992; Huang and Redmann, 1995). در یک آزمایش گلدانی شوری خاک ۱۱/۵ دسی زیمنس بر متر موجب ۹۷ درصد کاهش ماده خشک در این گونه گردید که بنظر می رسد کاهش شدید در آزمایش اخیر مربوط به اعمال زودتر تیمار شوری و اجرای آزمایش در شرایط خاک بوده است (Kotuby-Amacher *et al.*, 1997). در مورد آستانه تحمل به شوری کلزا به دلیل تنوع ژنتیکی ارقام و شرایط آزمایشات موردنظر، تناقضاتی در گزارشات دیده می شود (Adolph, 1980; Francois, 1994; Kotuby-Amacher *et al.*, 1997; Shahbazi *et al.*, 2000).

شهبازی (Shahbazi, 2000) در یک آزمایش مقدماتی، اثرات شوری را بر مراحل مختلف رشد و نمو ارقام کلزا که در آزمایشات مزرعه ای قبلی در اراضی شور استان گلستان نسبت به سایر ارقام برتری نسبی داشته اند، مورد مطالعه قرار داد. نتایج این آزمایش نشان داد که شوری ۱۴ دسی زیمنس بر متر و شوری های بیشتر موجب کاهش معنی دار رشد دانه رست های آنها گردید، اگر چه درصد جوانه زنی بذرهای کلزا تا تیمار ۱۶ دسی زیمنس بر متر تحت تأثیر

شوری قرار نگرفت. همچنین در این آزمایش شوری موجب کاهش کلیه صفات رویشی گردید، ولی ارقام مورد بررسی از نظر واکنش به شوری تفاوتی نداشتند. در نهایت در یک آزمایش مقدماتی یکساله در کرت های آزمایشی (سیستم شبه لایسمتری)، آستانه کاهش عملکرد ارقام مورد بررسی حدود ۷-۵ دسی زیمنس بر متر شوری خاک تعیین شد (Shahbazi, 2000).

شوری خاک ظهور برگ ها و تشکیل اولین میان گره ها در کلزا را به تأخیر انداخته و استقرار و درصد سبز گیاه را کاهش می دهد. تنش شوری در مراحل بعدی رشد، موجب کاهش ارتفاع بوته، تعداد خورجین و تعداد دانه ها می شود (Boem *et al.*, 1994). شوری به واسطه اثرات اسمزی (با تأثیر بر دسترسی ریشه به آب)، سمیت ویژه یونی و تداخل جذب یونهای ضروری، موجب کاهش رشد گیاهان می شود. کاهش رشد گونه های مختلف *Brassica* در اثر تنش شوری نتیجه اثرات سمیت یونی، تغذیه ناکافی و تغییر در روابط آبی گیاه می باشد (Huang and Redmann, 1995). سازوکارهای فیزیولوژیکی تحمل به شوری از جمله اثر شوری بر غلظت یون ها در داخل گیاه، گزینش  $K^+ - Na^+$  و نقش پرولین به عنوان پاسخی به شوری یا بهبود تحمل به شوری بین گونه ای و درون گونه ای در *Brassica*، و نیز اثرات مفید کلسیم در کاهش اثرات شوری در آزمایش های مختلف مورد بررسی قرار گرفته است (Madan *et al.*, 1994; Rameeh *et al.*, 2004; Bandeh-Hagh *et al.*, 2008)، ولی هنوز تناقضات و ابهامات بسیاری در این زمینه وجود دارد. شوری موجب تجمع مقدار زیادی سدیم، کلر و منیزیم و کاهش میزان کلسیم در کلزا می شود. در مورد نقش تنظیمی کلسیم در بهبود رشد گونه های مختلف این جنس در شرایط شور بر حسب تفاوت ارقام از نظر واکنش به کلسیم و سدیم، گزارشات متفاوتی وجود دارد (He and Cramer, 1992; Huang and Redmann, 1995; Rameeh *et al.*, 2004). بنظر می رسد که کلسیم با

مناسب (آب شهر با هدایت الکتریکی ۰/۷ دسی  
زیمنس بر متر به عنوان شاهد) بر روی دو رقم کلزا  
(طلایه و استقلال) در سه تکرار انجام شد. شوری آب  
آبیاری مربوط به هر تیمار با استفاده از آب شور  
(آب زه کش مزرعه نمونه ارتش) و تهیه نسبت های  
مورد نظر از آن با آب شهر تأمین شد. کود های مورد  
نیاز پس از تجزیه شیمیایی خاک، در دو مرحله قبل از  
کاشت و سرک به خاک اضافه شدند. کشت بذر ارقام  
کلزا در سال اول در تاریخ اول آذر و در سال دوم در  
۲۱ آبان ماه انجام گردید. در سال دوم قبل از کاشت و  
به منظور سهولت در جوانه زنی و استقرار اولیه گیاه،  
آبشویی لازم خاک انجام گرفت. در هر تکرار ۶ خط  
۰/۸ متری از هر رقم و فاصله خطوط ۱۵ سانتی متر و  
فاصله بوته ها در هر خط ۷ سانتی متر در نظر گرفته شد.  
تیمار آب شور حدود ۶ هفته پس از کاشت و در مرحله  
۴ برگی بوته ها بر روی آنها اعمال شد. آبیاری کرت ها  
بر اساس میزان کمبود رطوبت خاک و به صورت  
هفتگی انجام می شد. حوضچه ها پس از شروع  
تیمارهای آبیاری و در طول مراحل بعدی تا پایان  
آزمایش به منظور ممانعت از ورود نزولات آسمانی در  
روزهای غیر آفتابی با پوشش پلاستیکی پوشانده شدند.  
حدود ۱۲ و ۱۸ هفته پس از اعمال تیمارهای آبیاری،  
نمونه هایی از اعماق صفر تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتر از  
خاک حوضچه ها تهیه شد. برای تیمارهای آب آبیاری  
۰/۷، ۰/۶، ۰/۸، ۱/۰، ۱/۲، ۱/۴ دسی زیمنس بر متر، میانگین  
شوری خاک برای مجموع دو عمق در پایان دو سال به  
ترتیب ۱/۲، ۴/۸، ۵/۷، ۷/۲، ۷/۶ و ۹/۶ دسی زیمنس بر  
متر بدست آمد که در قسمت نتایج، شوری آب آبیاری  
و شوری در خاک با هم ارائه می شوند.

مراحل فنولوژیک گیاه شامل تاریخ شروع و خاتمه  
گلدهی و رسیدگی برای هر رقم در هر تیمار ثبت  
گردید. در هفته اول شروع گلدهی، میزان سدیم و  
پتاسیم (با استفاده از فلیم فتومتر (Corning, UK)  
و میزان کلر (با استفاده از دستگاه

تعدیل سمیت یونی و به واسطه شرکت در سنتز دیواره  
سلولی، بصورت غیر مستقیم بر روابط آبی گیاه کلزا  
تأثیر می گذارد (Huang and Redmann, 1995).  
مطالعات ژنتیکی در کلزا از نظر واکنش به شوری،  
تغییرات ژنتیکی و اپی ژنتیکی زیادی در این  
گیاه را نشان داده که این تغییرات بر یک سازوکار  
سازگاری به اثرات شوری در این گیاه دلالت دارد  
(Lu et al., 2007).

ارزش جهانی روغن کلزا در تغذیه و توسعه اخیر  
کشت کلزا در کشور، پژوهش بیشتری در زمینه  
سازگاری این گیاه را طلب می کند. با توجه به تحمل  
نسبی کلزا به شوری از یک سو و وجود سطحی بالغ بر  
۲۳-۱۶ میلیون هکتار خاکهای شور و قلیایی در مناطق  
خشک و نیمه خشک کشور (Siadat, 1997) از سوی  
دیگر، ضرورت پژوهش در زمینه تعیین میزان تحمل به  
شوری ارقام این گیاه، ارزیابی آنها در کشور را  
دوچندان می سازد. در این آزمایش آستانه تحمل به  
شوری در دو رقم تجاری کلزا که دارای خصوصیات  
مطلوب زراعی می باشند، مورد ارزیابی قرار گرفته  
است.

### مواد و روش ها

این آزمایش بر روی ارقام دوصفر استقلال و طلایه  
و در داخل کرت های آزمایشی مزرعه ای  
(Rana, 1986) در محل مرکز تحقیقات کشاورزی و  
منابع طبیعی گلستان واقع در شهرستان گرگان با طول  
شرقی ۵۴ درجه و ۲۷ دقیقه و ۴۱ ثانیه و عرض شمالی  
۳۶ درجه و ۵۰ دقیقه و ۴۱ ثانیه انجام شد. این کرت ها  
حوضچه های سیمانی به ابعاد ۳ × ۱/۸ متر به عمق یک  
متر مجهز به زهکش شیب دار (سیستم شبه لایسیمتری)  
بودند. اجرای آزمایش در سال های زراعی ۷۷-۱۳۷۶ و  
۷۸-۱۳۷۷ در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در  
محیط های مختلف با شوری آب آبیاری در سطوح ۰/۶،  
۰/۸، ۱/۰، ۱/۲، ۱/۴ دسی زیمنس بر متر و آب با کیفیت

آماری ضرایب بدست آمده محاسبه شد. نمودار رگرسیونی خطی و برازش عملکرد دانه در شوری‌های مختلف نیز براساس روش وان گنوختن و هوفمان (Van-Genuchten and Hoffman, 1984) ترسیم شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SAS و SPSS انجام شد و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن انجام گرفت.

### نتایج و بحث

در زمان شروع تیمار آبیاری با آب شور، گیاهان در همه کرت ها از نظر ارتفاع و تعداد برگ تقریباً مشابه بودند. پس از اعمال تیمارهای شوری، مشخصات گیاهی و شاخص‌های فیزیولوژیکی اندازه گیری شدند. رقم استقلال در تمام مقادیر شوری آب آبیاری حدود ۹ روز زودتر از طلایه وارد مرحله گلدهی شد و ۷ تا ۱۳ روز (به ترتیب تیمارها) زودتر از آن وارد مرحله رسیدگی شد. شوری موجب تسریع حدود ۵ روز در گلدهی در هر دو رقم و نیز ۸/۵ و ۱۴/۶ روز تسریع در رسیدگی به ترتیب برای ارقام طلایه و استقلال شد. طول مدت گلدهی در اثر تیمارهای شوری، تغییرات اندکی داشت (جدول ۱). کاهش طول دوره روز تا رسیدگی عمدتاً مربوط به کاهش مدت تشکیل

کلریدمتر (Jenways PCLM3, UK) در برگ های همسن (برگ سوم یا چهارم از بالا) اندازه گیری گردید. محتوی نسبی آب برگ (RWC) و شاخص ناپایداری غشاء (آزمون هدایت الکتریکی بر حسب نشت یونی از سلول بر اساس هدایت الکتریکی که با واحد دسی زیمنس بر متر بیان می شود) با استفاده از دیسک های برگی (به قطر ۶ میلیمتر) از برگهای فوق اندازه گیری شدند.

در زمان برداشت، ارتفاع بوته و اجزای عملکرد (وزن هزار دانه، تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین) و تعداد شاخه زایا در ۱۰ بوته که به صورت تصادفی انتخاب شده بودند، اندازه گیری شدند. عملکرد و شاخص برداشت نیز در ۴ خط وسط و با حذف بوته های حاشیه‌ای، اندازه گیری شدند. براساس نسبت میزان عملکرد دانه بر مقدار کل آب مصرفی در هر تیمار، کارآیی مصرف آب برای هر رقم در هر تیمار محاسبه شد. شاخص تحمل به شوری (Chopra and Chopra, 1993) به صورت میانگین عملکرد کل تیمارهای شوری به شاهد محاسبه گردید. میزان روغن دانه با استفاده از دستگاه سوکسله اندازه گیری شد. ضرایب همبستگی پیرسون صفات مختلف گیاهی با عملکرد و شاخص تحمل و سطح اطمینان

جدول ۱- مقایسه مراحل فنولوژیک دو رقم کلزا (طلایه و استقلال) در سطوح مختلف شوری آب آبیاری و خاک طی دو سال (۷۸-۱۳۷۶)

Table 1. Comparison of developmental stages periods of rapeseed cultivars (Talaye and Esteghlal) in salinity levels of irrigation and soil over 2 years (1997-1999)

شوری Salinity		تعداد روز تا گلدهی Days to flowering		طول مدت گلدهی Flowering duration		تعداد روز تا رسیدگی Days to maturity	
Soil, $E_c$ ( $dS.m^{-1}$ )	Water, $E_c$ ( $dS.m^{-1}$ )	طلایه Talaye	استقلال Esteghlal	طلایه Talaye	استقلال Esteghlal	طلایه Talaye	استقلال Esteghlal
1.2	0.7	145.5	136.5	14.8	19	188.3	181.3
4.8	6	144.8	136.3	15.5	18.8	187	179.5
5.7	8	143.3	134.5	16.3	18.3	183.5	177
7.2	10	143.8	135.0	16.5	18.5	185.5	179.8
7.6	12	144.3	135.5	15.3	19	181.8	175.8
9.6	14	139.7	131.5	15.5	17.3	179.8	166.7

Means represent of 3 replications over two years

نتایج به صورت میانگین سه تکرار برای دو سال ارائه شده است

نشان داد که اثرات شوری بر عملکرد و شاخص برداشت، به ترتیب در سطح ۰/۰۰۱ و ۰/۰۱ معنی دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین صفات در دو سال نشان داد که رقم استقلال در مجموع دو سال در همه تیمارها بصورت معنی داری ( $P \leq 0.001$ ) از عملکرد و شاخص برداشت بالاتری برخوردار بود، اگرچه میزان کاهش عملکرد این رقم به ازای افزایش سطح شوری بیشتر بوده است (جدول ۳).

خورجین و پر شدن دانه به ویژه در رقم استقلال است که با نتایج سایر محققان در این زمینه مطابقت دارد (Boem *et al.*, 1994; Francois, 1994). شوری موجب کاهش عملکرد و شاخص برداشت ارقام کلزا در طی دو سال شد. در پایان دو سال بعد از تایید یکنواختی واریانس با استفاده از آزمون بارتلت از تجزیه واریانس مرکب برای بررسی بیشتر استفاده شد. نتایج تجزیه واریانس مرکب سال در شوری در رقم

جدول ۲ - تجزیه واریانس مرکب صفات عملکرد و شاخص برداشت دو رقم کلزا (استقلال و طلایه) طی دو سال (۷۸-۱۳۷۶)

Table 2. Combined analysis of variance for grain yield and harvest index of two rapeseed cultivars (Esteghlal and Talaye) over two years (1997-99)

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات (MS)	
			عملکرد دانه Grain yield	شاخص برداشت Harvest index
Year (Y)	سال	1	86909 <sup>***</sup>	0.0001 <sup>ns</sup>
Y × replication	تکرار در سال	4	1403.9 <sup>ns</sup>	0.005 <sup>***</sup>
Salinity (S)	شوری	5	11210.4 <sup>***</sup>	0.005 <sup>**</sup>
Y × S	سال × شوری	5	2462.5 <sup>°</sup>	0.001 <sup>ns</sup>
Error	خطا	20	668.9	0.0001
Cultivar (C)	رقم	1	136857 <sup>***</sup>	0.064 <sup>***</sup>
C × S	رقم × شوری	5	1676.0 <sup>**</sup>	0.001 <sup>ns</sup>
Y × C × S	سال × رقم × شوری	5	1262.2 <sup>*</sup>	0.0001 <sup>ns</sup>
Error	خطا	24	407.32	0.001
CV (%)	ضریب تغییرات		14.97	12.66

بترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج، یک و یک دهم درصد \*\*\* و \*\* و \* غیر معنی دار. ns: Non significant. \*, \*\*, and \*\*\*, significant at 5%, 1% and 0.1% probability levels, respectively.

جدول ۳ - مقایسه میانگین عملکرد دانه و شاخص برداشت دو رقم کلزا (استقلال و طلایه) در دو سال آزمایش (۷۸-۱۳۷۶)

Table 3. Mean comparison of grain yield and harvest index of rapeseed cultivars (Esteghlal and Talaye) over two years (1997-99)

تیمارهای آزمایشی Treatments	Salinity		عملکرد دانه Grain yield (g.m <sup>-2</sup> )	شاخص برداشت Harvest index (%)
	شوری Water EC <sub>i</sub> (dS.m <sup>-1</sup> )	شوری Soil EC <sub>e</sub> (dS.m <sup>-1</sup> )		
Salinity شوری	0.7	1.2	162.0ab	21.2a
	6	4.8	173.2a	22.1a
	8	5.7	143.1bc	21.7a
	10	7.2	124.8cd	21.5a
	12	7.6	113.8de	19.4a
Cultivar رقم	14	9.6	91.9e	16.6b
	Esteghlal	استقلال	178.4a	23.4a
	Talaye	طلایه	91.2b	17.4b
Year سال	1997-98	1377-78	100.1b	20.6a
	1998-99	1378-79	169.6a	20.3a

در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی داری ندارند. Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 1% probability level, using Duncan's Multiple Range test

در بررسی حاضر، تنش شوری اعمال شده به قدری شدید بود که روی تعداد خورجین نیز تأثیر داشته است. علیرغم کاهش عملکرد، میزان روغن دانه هر دو رقم در اثر شوری تغییرات چندانی نداشت ولی رقم استقلال به صورت معنی داری از روغن بیشتری در دانه نسبت به طلایه برخوردار بود (جدول ۴ و شکل ۱). فرانکوئیس نیز تغییری در میزان روغن و میزان پروتئین در دو رقم دیگر کلزا در شرایط تنش شوری بکار گرفته شده، مشاهده نمود (Francois, 1994).

شوری همچنین موجب افزایش معنی دار پایداری غشاء شد (جدول ۵). شاخص پایداری غشاء با میزان نشت یونی از غشاء در نتیجه خسارت ناشی از سمیت یونی بر غشاء و در واقع بر هم خوردن پایداری آن متناسب است. بطور کلی رقم استقلال در همه تیمارها میزان نشت یونی بیشتر و پایداری غشاء کمتری نشان می‌دهد. محتوی نسبی آب برگ (RWC)، که نشان‌دهنده تعادل روابط آبی در گیاه می‌باشد، در گیاهان کلزای تحت تیمار در سطوح بالای شوری کاهش یافت ( $P \leq 0.01$ )، و رقم استقلال بطور کلی در همه تیمارها از RWC بیشتر و کارآیی نگهداری آب بالاتری برخوردار بوده است (جدول ۵).

بررسی تجمع عناصر معدنی نشان داد که شوری موجب افزایش تجمع کلر و سدیم و کاهش نسبت پتاسیم به سدیم برگ به ازای افزایش تیمار شوری شد و اثرات شوری بر این صفات و نیز اختلاف بین ارقام کلزا معنی دار بود ( $P \leq 0.001$ )، جدول تجزیه واریانس ارائه نشده است). با افزایش سطح شوری، میزان پتاسیم تغییرات مشخصی را نشان نداد. اثرات متقابل شوری تنها در مورد نسبت پتاسیم به سدیم در برگ معنی دار بوده است ( $P \leq 0.001$ ). گزارشات دیگر نیز (Francois, 1994; Huang and Redmann, 1995) حاکی از تجمع مقدار زیادی سدیم و کلردر اثر شوری است. اعضای خانواده شب بو از جمله کلزا جمع کننده سدیم (Sodium Includer)

شوری موجب کاهش معنی دار ( $P \leq 0.01$ ) ارتفاع بوته، تعداد شاخه زایا، تعداد خورجین در شاخه اصلی و فرعی، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه در گیاهان تحت تیمار شد (جدول ۴). ارقام کلزا نیز دارای اختلاف معنی داری بودند (جدول تجزیه واریانس ارائه نشده است). نتایج نشان داد که رقم استقلال از عملکرد دانه، تعداد شاخه زایا، تعداد خورجین در شاخه اصلی و فرعی و شاخص برداشت بالاتری برخوردار بود و رقم طلایه دارای ارتفاع بوته و تعداد خورجین در شاخه اصلی بیشتری بود. بین دو رقم از نظر تعداد دانه در خورجین اختلاف معنی داری وجود نداشت (جدول ۴). از نظر واکنش ارقام در شوری های مختلف، اثرات متقابل شوری در رقم برای عملکرد و تعداد خورجین در بوته معنی دار بود (جدول تجزیه واریانس ارائه نشده است).

صفات اندازه گیری شده در شوری های مختلف برای دو رقم کلزا شامل عملکرد دانه، شاخص برداشت، ارتفاع بوته، میزان روغن دانه، وزن هزاردانه، تعداد شاخه زایا، تعداد دانه در خورجین و تعداد خورجین در بوته در شکل یک مورد مقایسه قرار گرفته اند. روند کاهش عملکرد دانه و تعداد خورجین در بوته در اثر شوری در رقم استقلال شدیدتر از طلایه بود. اثر تنش شوری در تیمارهای اعمال شده بر روی کلیه اجزای عملکرد معنی دار بود. نتایج حاضر مشابه نتایج بدست آمده از یک آزمایش روی دو رقم دیگر کلزا (Francois, 1994) است، با این تفاوت که در آزمایش مذکور به طور کلی شوری برصفت تعداد دانه در واحد سطح اثر داشته است ولی بر وزن هزار دانه بی تأثیر بوده است. در گیاه کلزا، بطور کلی بین دانه های تشکیل شده و دانه های در حال تشکیل در خورجین های جوان رقابت شدید برای دسترسی به مواد غذایی حاصل از فتوسنتز وجود دارد. در شرایط تنش های محیطی این رقابت شدیدتر شده و منجر به کاهش تعداد دانه ها و عقیم شدن خورجین ها می شود (Wright et al., 1988).

" تعیین آستانه تحمل به شوری....."

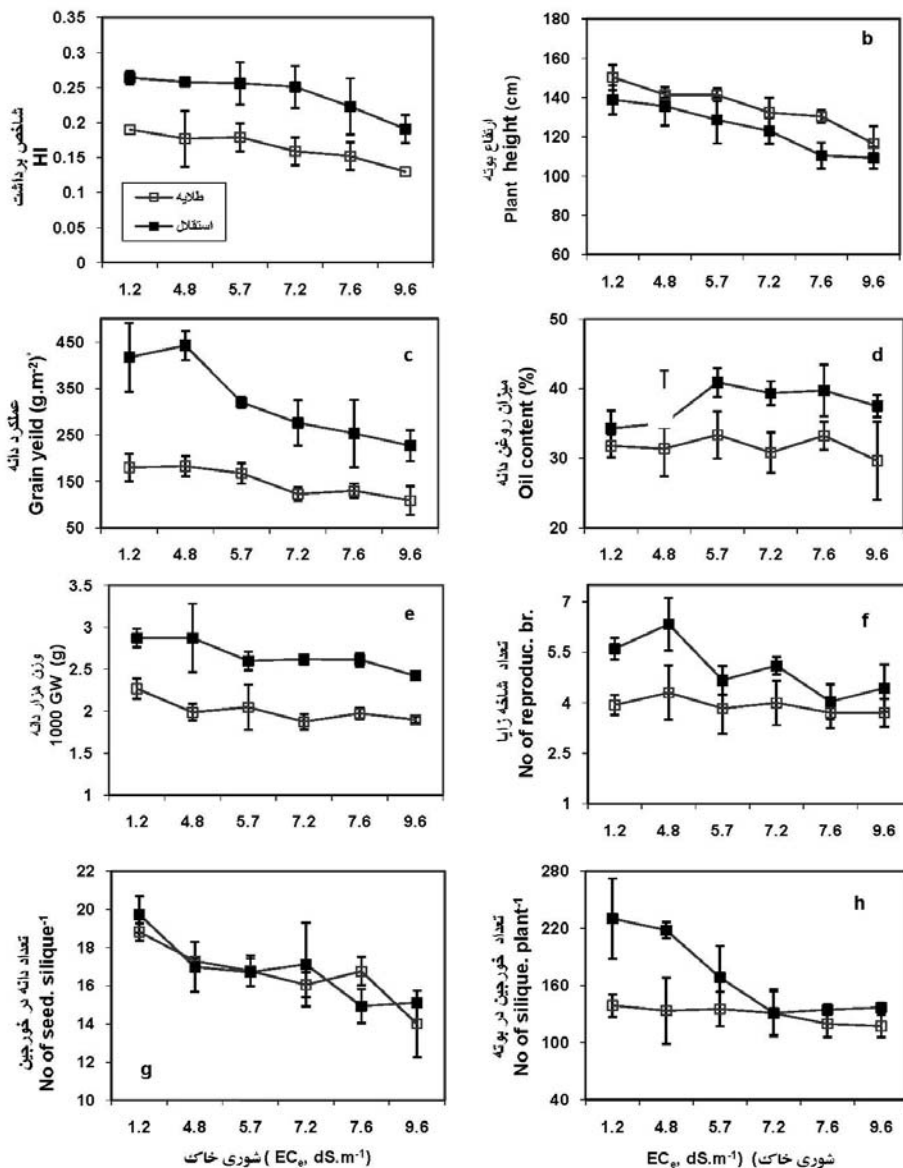
جدول ۴- مقایسه میانگین ارتفاع بوته، اجزای عملکرد و میزان روغن دورقم کلزا (استقلال و طلایه) در تیمارهای شوری در سال دوم آزمایش (۱۳۷۷-۷۸)

Table 3. Mean comparison of plant height, grain yield components and oil content of two rapeseed cultivars (Esteghlal and Talaye) in salinity treatments in second year (1998-99).

تیمارهای آزمایشی Treatments	شوری Salinity		میزان روغن Oil content (%)	وزن هزار دانه 1000 KW (g)	دانه در خورجین Grain.Silique <sup>-1</sup>	خورجین در شاخه فرعی Silique.Br. <sup>-1</sup>	خورجین در شاخه اصلی Silique.Main.Br. <sup>-1</sup>
	Water EC <sub>i</sub> (dS.m <sup>-1</sup> )	Soil EC <sub>e</sub> (dS.m <sup>-1</sup> )					
	0.7	1.2	33.0a	2.6a	19.3a	124.7a	55.6a
شوری	6	4.8	33.2a	2.4ab	17.1b	120.9a	53.0ab
Salinity	8	5.7	37.1a	2.3bc	16.74b	101.3ab	47.7ab
	10	7.2	35.1a	2.2c	16.6b	87.1b	46.9ab
	12	7.6	36.5a	2.3bc	15.8bc	80.6b	47.1ab
	14	9.6	33.6a	2.2c	14.6c	82.9b	44.5c
رقم	Esteghlal	استقلال	37.8a	2.7a	16.8a	125.9a	43.3b
Cultivar	Talaye	طلایه	31.7a	2.0b	16.6a	73.3b	55.0a

در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 1% probability level, using Duncan's Multiple Range test



شکل ۱- عملکرد دانه، شاخص برداشت، میزان روغن و اجزای عملکرد دو رقم کلزا (استقلال و طلایه) در شوری های مختلف خاک در دو سال آزمایش (۷۸-۱۳۷۶)

Fig. 1. Grain yield, harvest index, oil content and yield components of two rapeseed cultivars (E: Esteghlal and T: Talaye) in different soil salinity over two years (1997-99)

جذب سدیم و پتاسیم که گزارش شده بود. (He and Cramer, 1992)، مشاهده نشد و از این جهت نتایج حاضر با نتایج (Francois, 1994) همسو و سازگار می باشد. رقم استقلال به صورت معنی داری از تجمع سدیم و کلر و محتوای نسبی آب برگ بیشتری

محسوب می شوند، ولی گزارشات متناقضی از اثر میزان شوری روی میزان پتاسیم وجود دارد (Francois, 1994; Huang and Redmann, 1995). در پژوهش حاضر، از آنجایی که با افزایش شوری، میزان پتاسیم، تغییرات اندکی داشته است، ضدیت



" تعیین آستانه تحمل به شوری....."

جدول ۵ - مقایسه مقادیر میانگین عناصر معدنی برگ، محتوی نسبی آب برگ و ناپایداری غشاء سلول برگ در دو رقم کلزا (استقلال و طلایه) در تیمارهای شوری در سال دوم آزمایش (۷۸-۱۳۷۷)

Table 5. Mean comparison of leaf cell Na, K, Cl, relative water content and membrane instability means of two rapeseed cultivars (Esteghlal and Talaye) over two years (1998-99)

تیمارهای آزمایشی Treatments	شوری Salinity		نسبت پتاسیم به سدیم برگ K <sup>+</sup> :Na <sup>+</sup>	سدیم Sodium	پتاسیم Potassium	کلر Chloride	محتوی نسبی آب برگ RWC (%)	ناپایداری غشاء Membrans instability EC (dS.m <sup>-1</sup> )
	Water EC <sub>i</sub> (dS.m <sup>-1</sup> )	Soil EC <sub>e</sub> (dS.m <sup>-1</sup> )						
	0.7	1.2	14.76a	0.319c	4.46a	2.65b	75.4ab	92.3bc
شوری	6	4.8	4.99b	0.891b	4.01ab	4.23a	75.5ab	95.8bc
Salinity	8	5.7	2.72c	1.552a	3.96ab	4.05a	78.0a	84.8c
	10	7.2	2.63c	1.538a	4.04ab	4.58a	75.6ab	107.4b
	12	7.6	2.83c	1.528a	4.04ab	4.83a	72.3bc	105.0b
	14	9.6	2.77c	1.604a	3.97ab	4.50a	69.c	127.2a
رقم	Esteghlal	استقلال	3.49b	1.459a	3.42b	5.04a	78.7a	123.3a
Cultivar	Talaye	طلایه	6.74a	0.985b	4.52a	3.24b	68.9b	80.9b

در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 1% probability level, using Duncan's Multiple Range test

معنی دار با سدیم برگ می باشد (جدول ۷). کاهش نسبت  $K^+ : Na^+$  در برگ در تیمارهای شوری نسبت به شاهد در هر دو رقم معنی دار بود و بین این نسبت و میزان تحمل نسبی ارقام با شوری ارتباط مثبت و معنی داری ( $P \leq 0.05$ ) دیده شد. همسو با نتایج حاضر، گزارش شده است (Ashraf and Mc Neilly, 1990) که نسبت بالای  $K^+ : Na^+$  در اندام هوایی گونه های *B. carinata*, *B. napus* در تحمل به شوری این گونه ها نقش اصلی دارد (Ashraf and Mc Neilly, 1990). در مقابل، نتایج سایرین (Huang and Redmann, 1995) نشان می دهد که نسبت  $K^+ : Na^+$  یا گزینش  $K^+ - Na^+$  نمی تواند یک معیار انتخاب معقول برای تحمل به شوری در گونه های این جنس باشد و همبستگی بین تحمل به شوری و این نسبت وجود ندارد. با استناد به عملکرد دانه ارقام کلزا در تیمارهای مختلف شوری، معادله خطی ساده تابع عملکرد با شوری ترسیم و نیز بر اساس روش وان گنوختن و هوفمان (Van Genuchten and Hoffman, 1984)، آستانه کاهش عملکرد و شیب نمودار پس از آستانه محاسبه گردید که نتایج آن در جدول ۸ ارائه شده است. تغییرات عملکرد دانه به صورت درصد نسبت به شاهد در شوری های مختلف خاک و تابع رگرسیونی خطی ساده و برازش داده شده برای ۹۹ درصد داده ها

برخوردار بود، از سوی دیگر در این رقم، میزان نشت یونی بر حسب دسی زیمنس بر متر (ناپایداری غشاء) در شاهد و در همه تیمارها از رقم طلایه بیشتر بود. بالا بودن میزان نشت یونی غشاء می تواند ناشی از میزان تجمع سدیم و کلر بالا در این رقم باشد (جدول ۵). بنظر می رسد که بالا بودن میزان تجمع کاتیون ها و آنیون ها با افزایش فشار اسمزی در سلول منجر به افزایش قدرت نگهداری آب گیاه و محتوی نسبی آب برگ در استقلال شده است.

میزان آب مصرفی در کرت شاهد و هر یک از تیمارها (به ترتیب ۳۷۱۲/۸، ۳۶۴۰، ۳۴۱۲/۸، ۳۳۲۷/۳ و ۳۰۳۴/۶، ۳۰۲۷/۳ متر مکعب در هکتار برای شاهد و تیمارهای ۶، ۸، ۱۰، ۱۲ و ۱۴ دسی زیمنس بر متر آب آبیاری) و کارآیی مصرف آب هر یک از ارقام در هر تیمار و برای دو سال محاسبه گردید که نتایج آن در جدول ۶ ارائه شده است. به طور کلی رقم استقلال کارآیی مصرف آب بالایی در کلیه تیمارها داشت، ولی کاهش کارآیی مصرف آب در اثر شوری در این رقم نیز به مراتب بیشتر بوده است (جدول ۶).

بررسی ضرایب همبستگی بین صفات بیانگر وجود همبستگی مثبت و معنی دار میزان تحمل نسبی ارقام به شوری با تعداد شاخه فرعی، تعداد دانه در خورجین و نسبت پتاسیم به سدیم برگ و همبستگی منفی و

جدول ۶- کارآیی مصرف آب دو رقم کلزا (استقلال و طلایه) در تیمارهای مختلف شوری در طی دو سال

(۷۸-۱۳۷۶)

Table 6. Comparisons of water use efficiency of rapeseed varieties in different salinity treatments over two years (1998-99)

تیمارهای آزمایشی Treatments	Salinity شوری		Water Use Efficiency (kg.m <sup>-3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	
	Water EC <sub>i</sub> (dS.m <sup>-1</sup> )	Soil EC <sub>e</sub> (dS.m <sup>-1</sup> )	استقلال Esteghlal	طلایه Talaye
	0.7	1.2	1.12	0.48
شوری	6	4.8	1.21	0.50
Salinity	8	5.7	0.94	0.49
	10	7.2	0.91	0.40
	12	7.6	0.76	0.39
	14	9.6	0.75	0.36

" تعیین آستانه تحمل به شوری....."

جدول ۷- مقایسه ضریب همبستگی پیرسون بین میزان تحمل نسبی به شوری و عملکرد دانه با سایر صفات گیاهی در دو رقم کلزا (استقلال و طلایه)

Table 7. The Pierson's correlation index between grain yield and relative salt tolerance with the other plant characteristics in two rapeseed cultivars (Esteghlal and Talaye)

Plant characteristics	صفات گیاهی	عملکرد دانه Grain yield	تحمل نسبی به شوری Relative salt tolerance
Harvest index	شاخص برداشت	0.930 <sup>***</sup>	0.307 <sup>ns</sup>
Plant height	ارتفاع بوته	0.121 <sup>ns</sup>	0.878 <sup>ns</sup>
No. of Branch	تعداد شاخه فرعی	0.814 <sup>**</sup>	0.632 <sup>**</sup>
No. of reproductive branch	تعداد شاخه زایا	0.932 <sup>***</sup>	0.438 <sup>*</sup>
Siliqua.Plant <sup>-1</sup>	تعداد خورجین در بوته	0.896 <sup>***</sup>	0.608 <sup>ns</sup>
Grain.Siliqua <sup>-1</sup>	تعداد دانه در	0.448 <sup>***</sup>	0.769 <sup>*</sup>
1000 GW	وزن هزار دانه	0.946 <sup>***</sup>	0.213 <sup>**</sup>
Dry matter	ماده خشک گیاهی	0.621 <sup>*</sup>	0.013 <sup>ns</sup>
Leaf RWC	محتوی نسبی آب برگ	0.795 <sup>***</sup>	0.062 <sup>ns</sup>
Membrane instability	ناپایداری غشاء	0.432 <sup>ns</sup>	-0.522 <sup>ns</sup>
Leaf Cl content	میزان کلر برگ	0.392 <sup>ns</sup>	-0.523 <sup>ns</sup>
Leaf Na content	میزان سدیم برگ	-0.048 <sup>ns</sup>	-0.754 <sup>**</sup>
Leaf K content	میزان پتاسیم برگ	-0.519 <sup>ns</sup>	0.389 <sup>ns</sup>
Leaf K <sup>+</sup> :Na <sup>+</sup>	نسبت پتاسیم به سدیم برگ	-0.019 <sup>ns</sup>	0.581 <sup>*</sup>

ns : Non significant

:ns غیر معنی دار

\*، \*\* و \*\*\*: بترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج، یک و یک دهم درصد

\*, \*\*, and \*\*\*, significant at 5%, 1% and 0.1% probability levels, respectively

کمتری از شوری به نصف رسید (شکل ۲). میزان شاخص تحمل به تنش (Salt Tolerance Index)، که به صورت نسبت میانگین عملکرد رقم در کلیه تیمارهای شوری به عملکرد در شاهد محاسبه می شود، در رقم طلایه اندکی بر رقم استقلال برتری داشت.

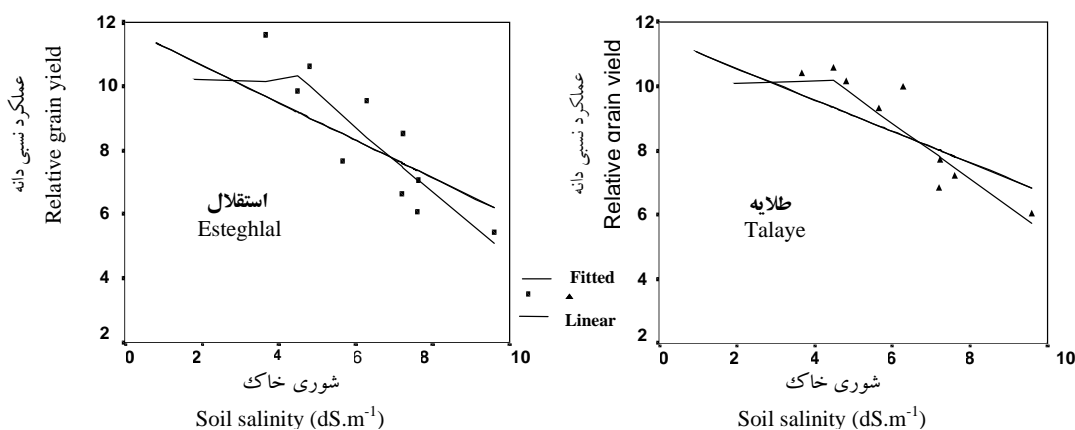
هر دو رقم با داشتن آستانه کاهش عملکرد ۴/۸ دسی زیمنس بر متر در گروه گیاهان نسبتاً متحمل به شوری قرار گرفتند. به طور کلی در مورد آستانه تحمل به شوری کلزا گزارشات متناقضی وجود دارد.

در دو رقم در شکل دو نمایش داده شده است. عملکرد حداکثر دانه (Ym) در محاسبات عملکرد ارقام برای شاهد (بدون شوری) در نظر گرفته شده است. آستانه کاهش عملکرد (EC<sub>t</sub>) ناشی از شوری در هر دو رقم طلایه و استقلال ۴/۸ دسی زیمنس بر متر شوری خاک و شیب کاهش عملکرد پس از آستانه (b) این ارقام به ترتیب ۸/۸ و ۱۰/۴ درصد به ازای افزایش هر واحد شوری برآورد گردید. شیب کاهش عملکرد به ازای افزایش شوری در رقم استقلال نسبت به رقم طلایه شدیدتر بود، بطوری که عملکرد این رقم در حد

جدول ۸ - مقایسه تحمل نسبی دو رقم کلزا (استقلال و طلایه) نسبت به شوری در تولید عملکرد دانه

Table 8. Relative salt tolerance of two rapeseed cultivars (Esteghlal and Talaye) in grain yield production

رقم کلزا Rapeseed cultivar	میزان تحمل نسبی به شوری Relative salt tolerance	عملکرد حداکثر Maximum yield, Ym (g.m <sup>-2</sup> )	شیب Rate, b	آستانه Threshold, EC <sub>t</sub>	تابع خطی ساده عملکرد به شوری Function
استقلال Esteghlal	0.83	416.8	-10.4	4.8	Y= X - 5.89 +118.4
طلایه Talaye	0.87	208.3	-8.8	4.8	Y= X - 5.65 +118.4



شکل ۲- تغییرات عملکرد دانه در تیمارهای شوری خاک، تابع رگرسیونی خطی ساده و برازش داده‌ها برای دو رقم کلزا (استقلال و طلایه)

Fig. 2. Grain yield variation in soil salinity treatments, simple linear regression function and fitted line for two rapeseed cultivars (Esteghlal and Talaye)

دیگر آستانه تحمل به شوری کلزا را مشابه گندم و برابر ۶ دسی زیمنس بر متر شوری خاک برآورد کرده اند (Adolphe, D. 1980; Shahbazi, 2000)، که با نتایج پژوهش حاضر نزدیک تر می باشد. بنظر می رسد که این تناقضات به دلیل وجود تنوع ژنتیکی بین گونه‌ای و درون گونه‌ای *Brassica* و شرایط آزمایشی می باشد.

#### سپاسگزاری

از همکاری ارزشمند خانم‌ها اشرف روشن و زرین تاج محقق دوست در انجام اندازه گیری‌های آزمایشگاهی و زحمات بی دریغ آقایان رحیم طبرسا، یحیی ابومردانی و یدالله ناصری در اعمال تیمارهای آبیاری و عملیات زراعی سپاسگزاری می نمایم.

فرانکوئیس آستانه کاهش عملکرد برای دو گونه مورد بررسی *B. campestris* و *B. napus* را به ترتیب ۱۱ و ۹/۷ دسی زیمنس بر متر شوری خاک و درصد کاهش عملکرد در بالای حد آستانه آنها را به ترتیب حدود ۱۳ و ۱۴/۳ درصد برآورد کرده است، که این درصد کاهش نسبت به گیاهانی که آستانه مشابهی دارند، شدیدتر است (Francois, 1994). در عین حال پژوهشگران دانشگاه یوتا در ایالات متحده آمریکا در سال ۱۹۹۷، آستانه تحمل به شوری کلزا را ۲/۵ دسی زیمنس بر متر شوری عصاره اشباع خاک و در شوری‌های ۳/۹، ۶ و ۹/۵ دسی زیمنس بر متر به ترتیب ۱۰، ۲۵ و ۵۰ درصد کاهش عملکرد را برای کلزا گزارش نموده‌اند (Kotuby-Amacher et al., 1997). ولی در بعضی منابع

#### References

- Adolphe, D. 1980. Canola rapeseed crop. Agriculture Canada CPS Foods, Ltd. University of Saskatchewan, Canada.
- Ashraf, M. and T. Mc Neilly. 1990. Responses of four *Brassica* species to sodium chloride. Environ. Exp. Bot. 30: 475-487.

#### منابع مورد استفاده

- Bande-Hagh, A., M. Toorchi, A. Mohammadi, N. Chaparzadeh, G.H. Salekdeh and H. Kazemnia. 2008.** Growth and osmotic adjustment of canola genotypes in response to salinity. J. Food Agric and Environ, 6(2): 201-208.
- Boem, F. H. G, J. D. Scheiner and R. S. Lavadi. 1994.** Some effects of soil salinity on growth, development and yield of rapeseed (*Brassica napus* L.). J. Agron. Crop Sci. 137: 182-187.
- Chopra N. and N. K. Chopra. 1993.** Tolerance of some sorghum varieties to salt stress in Marwar Tract. Annals of Arid Zones 32(1): 65-66.
- Francois, L. E. 1994.** Growth, seed yield and oil content of canola grown under saline conditions. Agron. J. 86: 233-237.
- He, T. and G. R. Cramer. 1992.** Growth and mineral nutrition of six rapid-cycling *Brassica* species in response to seawater salinity. Plant and Soil 139(2): 285-294.
- Huang, J. and R. E. Redmann. 1995.** Physiological responses of canola and wild mustard to salinity and contrasting calcium supply. J. Plant Nutr, 18(9): 1931-1949.
- Kotuby-Amacher J., R. Koeng and B. Kitchen. 1997.** Salinity and plant tolerance. Electronic Publishing, Utah University Extension.
- Lu, G., X. Wu, B. Chen, G. Gao and K. Xu. 2007.** Evaluation of genetic and epigenetic modification in rapeseed (*Brassica napus*) induced by salt stress. J. Integ. Plant Biol. 49(11): 1599-1607.
- Madan, S., H. S. Nainawatee, S. Jain, P. K. Jain, M. S. Malik and J. B. Chowdhury. 1994.** Leaf position-dependent changes in proline, pyrroline-5-carboxylate reductase activity, and water relations under salt stress in genetically stable salt tolerant somaclones of *Brassica juncea* L. Plant and Soil 163: 151-156.
- Rana, R. S. 1986.** Genetic diversity for salt stress resistance of wheat in India. Rachis, 5(1): 32-36.
- Rameeh, V., A. Rezai and G. Saeidi. 2004.** Study of salinity tolerance in rapeseed. Commun. in Soil Sci. and Plant Anal., 35(19-20): 2849-2866.
- Shahbazi, M. 2000.** Evaluation of the salinity tolerance of rapeseed. Agricultural and Natural Resources Research Center of Golestan, 76/522 (In Persian with English abstract).
- Siadat, H., M. Bybordi, and M. J. Malakouti. 1997.** Salt-affected soils of Iran: A country report. 1997. International symposium on "Sustainable Management of Salt Affected Soils in the Arid Ecosystem". Cairo. Egypt.
- Van Genuchten, M. Th. and G. J. Hoffman. 1984.** Analysis of crop salt tolerance data. P. 258-271, In I. Shainberg. Process and management. Ecological Studies 51, Springer-Verlag.
- Wright, G. C., C. J. Smith and M. R. Woodrooffe. 1988.** The effect of irrigation and nitrogen fertilizer on rapeseed (*Brassica napus* L.) production in south-eastern Australia: I. Growth and seed yield. Irrig. Sci. 9: 1-13.

## Determination of salinity tolerance threshold in two rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars

Shahbazi, M.<sup>1</sup>, A. R. Kiani<sup>2</sup> and S. Raeisi<sup>3</sup>

### ABSTRACT

Shahbazi, M., A. R. Kiani and S. Raeisi. 2011. Determination of salinity tolerance threshold in two rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 13 (1) 18-31. (In Persian)

Salinity effects on grain yield and some physiological characteristics of two rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars (Esteghlal and Talaye) were studied under saline conditions. Grain yield of cultivars was compared in a semi-controlled tested plots for two years. Six salinity levels were imposed on a silty loam soil using saline irrigation water. Electrical conductivity of irrigation water was 0.7, 6, 8, 10, 12 and 14 dS.m<sup>-1</sup>. Grain yield, yield components, harvest index (HI), relative water content (RWC), membrane instability (MIS), and leaf K:Na ratio reduced and leaf Na and Cl significantly (P< 0.01) increased in salinity treatments. Leaf K concentration showed a slight change with increasing salinity and the uptake antagonism between Na and K was not observed. Grain yield of Esteghlal severely decreased in salinity treatments. Relative salinity tolerance of these cultivars significantly correlated with plant height, branch number, siliques per plant, grain number.silique<sup>-1</sup>, leaf Na and leaf K:Na ratio. Results of this study revealed the relationship between leaf K:Na ratio, leaf sodium and relative salinity tolerance in these cultivars. Relative grain yield of the cultivars were unaffected by soil salinity 4.8 dS.m<sup>-1</sup> (EC<sub>e</sub>) in Talaye and Esteghlal. Each unit increase in salinity above the thresholds reduced the grain yield by 8.8% and 10.4% in Talaye and Esteghlal, respectively. Results of this experiment classified these two rapeseed cultivars in the moderately salt tolerant category.

Key words: Grain yield, Leaf K:Na ratio, Rapeseed, Salinity and Injury threshold.

---

Received: September, 2009 Accepted: April, 2010

1- Assistant Prof., Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran, Karaj, Iran (Corresponding author)  
(Email: mmshahbazi@yahoo.com)

2- Faculty member, Agricultural and Natural Resources Research Cenetr of Golestan Province, Gorgan, Iran

3- Faculty member, Agricultural and Natural Resources Research Cenetr of Golestan Province, Gorgan, Iran