Archive of SID

تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد دهم، شماره سوم، پائیز ۱۳۹۶
۴۴۵-۴۵۷
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2017.302.1062

تأثیر سطوح مختلف شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام بهاره کلزا (*Brassica napus* L.) و خردل‌هندی (*B. juncea* L.)

سمیرا مروجی[1*]، غلامرضا زمانی[2]، محمد کافی[3]، زهره علیزاده[4]

۱. دانشجوی دکتری زراعت دانشگاه بیرجند، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، بیرجند، ایران.
۲. دانشیار دانشگاه بیرجند، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، بیرجند، ایران.
۳. استاد دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، مشهد، ایران.
۴. استادیار دانشگاه بیرجند، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، بیرجند، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۵/۵/۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۰/۷

چکیده

به‌منظور بررسی اثرات شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه و روغن دو رقم بهاره کلزا (*Brassica napus* L.) و خردل هندی (*B. juncea* L.) آزمایشی در سال ۱۳۹۴ در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه بیرجند، به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی (بلوک‌بندی به علت عدم یکنواختی نور) با سه تکرار اجرا شد. عامل اول شوری آب آبیاری در چهار سطح شامل: ۱/۹۲ (محلول هوگلند به‌عنوان شاهد)، ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر (حاصل از کلرید سدیم در محلول هوگلند) و عامل دوم ژنوتیپ در سه سطح شامل: دو رقم بهاره کلزا (Hyola 401 و RGS003) و توده بومی خردل هندی بود. کشت به‌صورت شن کاشت بود و در مرحله چهار برگی، با افزودن تدریجی کلرید سدیم به محلول هوگلند اعمال شوری شروع گردید و تا پایان مرحله رسیدگی ادامه یافت. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از عدم معنی‌داری اثر اصلی شوری و ژنوتیپ بر صفت درصد پروتئین و اثرات متقابل شوری و ژنوتیپ بر عملکرد بیولوژیک و درصد پروتئین بود درحالی‌که در سایر صفات مورد بررسی در سطح یک درصد معنی‌دار شد. رقم Hyola 401 با اختلاف معنی‌داری با رقم RGS003 و خردل هندی، در صفات تعداد غلاف در بوته و تعداد غلاف بارور در بوته کمترین مقدار و در تعداد دانه در غلاف، صفات وزن هزار دانه و درصد روغن بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد. خردل هندی با اختلاف معنی‌داری نسبت به ارقام کلزا کمترین مقدار تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه را به خود اختصاص داد. کمترین مقدار عملکرد دانه در تمامی ژنوتیپ‌های مورد آزمایش مربوط به آخرین سطح شوری اعمال‌شده با افت ۷۳/۳۱، ۵۵/۱۵ و۶۷/۶۱ درصدی نسبت به شاهد به ترتیب در ارقام Hyola 401 ، RGS003 و خردل هندی بود. عملکرد دانه و روغن رقم Hyola 401 در مقایسه با دو ژنوتیپ دیگر در سطوح پایین شوری از برتری معنی‌داری برخوردار بود؛ ولی با افزایش سطح شوری اختلاف عملکرد بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی سیر نزولی به خود گرفته و در سطح dS/m ۱۵ تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید.

واژه‌های کلیدی: براسیکا، تعداد دانه در غلاف، تنش شوری، درصد روغن، شاخص برداشت

مقدمه

شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیر زیستی بوده که مساحت زیادی از اراضی قابل‌کشت را متأثر یا تا حدی بی‌حاصل نموده‌است (Ashraf and McNeilly, 2004). آثار منفی تنش شوری بر رشد گیاهان زراعی باعث افزایش تحقیقات درزمینه تحمل به شوری با هدف بهبود تحمل گیاهان شده است (Tajali et al., 2011). محیط‌های شور از طرق مختلف، از قبیل کاهش جذب آب، افزایش سمیت یونی و کاهش فراهمی مواد غذایی روی رشد گیاه تأثیر می‌گذارند (Rameeh, 2012). شوری به‌طور عمومی سرعت رشد گیاه را کاهش می‌دهد و باعث کوچک‌تر شدن برگ‌ها،

* نگارنده پاسخگو: سمیرا مروجی. پست الکترونیک: semiramoravveji@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

کاهش ارتفاع و عملکرد اقتصادی می‌شود (Steppuhn and Raney, 2005). برای مدیریت شوری دو روش اولیه توصیه می‌شود: الف) اصلاح خاک‌های شور به‌وسیله مکمل‌های شیمیایی ب) اختصاص آن‌ها برای رشد گیاهان متحمل به شوری. در طول چند دهه اخیر محققین علوم گیاهی بر استراتژی دوم که دیدگاه‌زیستی[1] نامیده می‌شود؛ تأکید داشته‌اند؛ زیرا در مقایسه با استراتژی اول، اقتصادی، امکان‌پذیر و کارآمدتر می‌باشد (Ashraf and McNeilly, 2004).

دانه‌های روغنی بعد از غلات دومین ذخایر غذایی جهان را تشکیل می‌دهند و در این میان کانولا[2] به‌عنوان یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی در سطح جهان مطرح است (Azimi Gandomani ؛ Ashraf and McNeilly, 2004 et al., 2012). واریته‌های کانولا می‌تواند متعلق به یکی از گونه‌های خانواده شب بو شامل کلزا (*Brassica napus* L.)، شلغم روغنی (*B. rapa* (*campestris*) L.) و خردل هندی (*B. juncea* L.) باشد (Barthet, 2016). به دلیل نگرانی‌های مسئله سلامت در رژیم غذایی انسان روغن کانولا به دلیل داشتن مقادیر بالای اسیدهای چرب غیراشباع و مقادیر پایین اسیدهای چرب اشباع (۷ درصد یا کمتر) یک منبع روغن خوراکی بسیار مهم و سالم بشمار می‌آید (Barthet, ؛ Gerzhova et al., 2016؛ Francois, 1994 Gul and Ahmad, 2004؛ 2016). دو گونه روغنی آمفی‌دیپلوئید براسیکا شامل کلزا با ژنوم AACC (n=19) و خردل هندی با ژنوم AABB (n=18) به دلیل والد دیپلوئید مشترک شلغم روغنی با ژنوم AA (n=10) دارای قرابت سیتوژنتیک می‌باشند (Ashraf, M., 2001). اشرف و مک نیلی (Ashraf and McNeilly, 2004) بر اساس آزمایش‌های خود پیشنهاد کرده‌اند که مقاومت به شوری از ژنوم A و C به دست می‌آید؛ بنابراین انتظار می‌رود کلزا از مقاومت به شوری بیشتری نسبت به خردل هندی برخوردار باشد. گزارش‌شده است که ارقام کلزا تا شوری کمی بیش از ۷ دسی‌زیمنس بر متر را تحمل می‌کنند (Gul et al., 2014؛ Akhyani et al., 2010) و پیشنهاد شده است که در بین گیاهان دانه روغنی کلزا بهترین گزینه برای خاک‌های شور و سدیمی است (Ashraf and McNeilly, 2004؛ Azari et al., 2012). لاین‌های خردل هندی نیز از تحمل بالایی به تنش‌های رطوبتی و گرما برخوردار می‌باشند و می‌توانند عملکرد خوبی در مناطق کم آب تولید نمایند (Fanaei et al., 2014).

عظیمی گندمانی و همکاران (Azimi Gandomani et al., 2009) در آزمایش خود بر روی ارقام بهاره کلزا مشاهده نمودند که اثرات منفی و معنی‌دار شوری از سطح شوری ۹/۸۷ به بعد، در اکثر صفات موردبررسی مشاهده گردید. استفان و رانی (Steppuhn and Raney, 2005) بر اساس آزمایش خود مقاومت به شوری ارقام کلزا را با جو (*Hordeum vulgare* L.) برابر اعلام کردند و گزارش نمودند که کشاورزان قادر خواهند بود که در مناطق شور کلزا را در تناوب بدون کاهش اضافی عملکرد دانه نسبت به کشت جو جایگزین نمایند و همچنین علف‌های هرز باریک برگ را با کشت این محصول پهن‌برگ کنترل نمایند.

بر اساس نتایج آزمایش‌های مختلف مشاهده شد که ارقام خردل هندی دامنه گسترده‌ای در تحمل شوری نشان دادند که از ۶ تا ۱۰ دسی زیمنس متغیر بود که این‌گونه را یکی از متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها به شوری می‌سازد (Ashraf and McNeilly, 2004). تحقیقات نشان داد تنش شوری سبب کاهش ماده خشک، عملکرد دانه و ارتفاع بوته ارقام کلزا شد (Akhyani et al., 2010). اشرف و مک نیلی (Ashraf and McNeilly, 2004) بر اساس تحقیقات خود اعلام کردند که بیشترین تأثیر منفی شوری بر گونه‌های روغنی براسیکا کاهش ارتفاع گیاه، وزن خشک بوته و عملکرد است. در مطالعه‌ای بر روی کلزا و شلغم روغنی در شرایط تنش شوری مشخص شد که کاهش تعداد دانه با افزایش سطوح شوری به دلیل کاهش تولید ترکیبات فتوستنزی؛ ناشی از کاهش سطح فتوسنتزکننده گیاه می‌باشد و علی‌رغم کاهش عملکرد دانه با افزایش شوری میزان روغن دانه و پروتئین کنجاله تحت تأثیر شوری قرار نگرفت (Francois, 1994).

یکی از راهکارهای اساسی و صحیح در بهره‌برداری از خاک‌های مناطق شور، کاشت محصولات و ارقام مقاوم به شوری است، زیرا اصلاح این خاک‌ها به زمان زیادی نیاز داشته و مقرون‌به‌صرفه نیست. انتخاب دقیق و اصلاح نباتات برای تحمل به شوری، نیازمند شناخت صفات مؤثر بر عملکرد اقتصادی می‌باشد. با توجه به لزوم غیرقابل‌انکار برنامه‌ریزی بلندمدت و منسجم باهدف نیل به خودکفایی و سلامت غذایی

[1] - Biotic approach

[2] - Canola

www.SID.ir

Archive of SID

در تولید روغن خوراکی و بهره‌وری هر چه بیشتر و کاهش محدودیت استفاده از منابع آب و خاک شور، این پژوهش با هدف بررسی عملکرد اقتصادی و تشخیص و شناسایی صفات مهم و مؤثر بر عملکرد دانه و روغن دو رقم بهاره کلزا (RGS003 و Hyola401) و خردل هندی و مقایسه این دو گونه تحت تأثیر آبیاری با سطوح مختلف شوری اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۴ در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه بیرجند، به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. با توجه به جهت گلخانه و عدم یکنواختی نور در بخش‌های مختلف گلخانه بلوک‌بندی بر اساس میزان نور در گلخانه و عمود بر شیب تغییرات انجام‌شد. عامل اول شوری آب آبیاری در چهار سطح شامل: ۱/۹۲ (محلول هوگلند به‌عنوان شاهد)، ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر (حاصل از کلرید سدیم در محلول هوگلند با احتساب هدایت الکتریکی محلول غذایی) و عامل دوم ژنوتیپ در سه سطح شامل: دو رقم بهاره کلزا (Hyola 401 و RGS003) و توده بومی خردل هندی می‌باشد. واحدهای آزمایش شامل گلدان‌هایی به ابعاد داخلی ۳۵×۳۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر و سطح کشت ۰/۱۲۳ مترمربع بود. کشت به‌صورت شن کاشت[1] بود. برای این منظور شن رودخانه ابتدا با الک دو میلی‌متری الک شده و سپس با اسیدکلریدریک ۰/۱ مولار اسیدشویی و درنهایت ۳ مرتبه با آب مقطر شستشو داده شد (جدول ۱). کاشت بذور ضدعفونی شده با هیپوکلریت‌سدیم پنج‌درصد، دراول اردیبهشت‌ماه در گلخانه تحقیقاتی با دوره‌نوری ۱۶ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی، شدت‌نوری ۷۰۰ میکرومول فوتون بر متر مربع بر ثانیه، درجه حرارت ۲۰/۲۵ درجه سانتی‌گراد (روز/ شب) و میانگین رطوبت نسبی ۶۰ درصد انجام شد. در هر گلدان ۲۴ عدد بذر در عمق حدود یک سانتی‌متر کشت شدند.

گلدان‌ها از مرحله کاشت تا سبزشدن با آب مقطر آبیاری شده و پس از ثبت تاریخ دقیق سبزشدن (زمانی که ۵۰ درصد سبزشدن انجام شد)، گلدان‌ها با محلول غذایی هوگلند (جدول۲) آبیاری شدند (Hoagland and Arnon, 1950). آبیاری گلدان‌ها با استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای ثقلی در طول فصل رشد صورت گرفت. این سیستم شامل چهار مخزن ۱۰۰ لیتری، لوله‌های انشعاب اصلی، لوله‌های انشعاب فرعی، شیرهای کنترل، قطره‌چکان‌ها (۲ قطره‌چکان به ازای هر گلدان) بوده و کالیبراسیون آن از طریق تنظیم و کنترل دبی خروجی در طول فصل رشد به‌صورت روزانه انجام شد. دو هفته بعد پس از استقرار کامل گیاهان، عملیات تنک به‌منظور ایجاد تراکم ۸ بوته در گلدان انجام شد. در مرحله چهار برگی، با افزودن تدریجی کلرید سدیم به محلول هوگلند اعمال شوری شروع گردید، به نحویکه در نوبت اول آبیاری، کلیه گلدان‌ها به‌جز سطح شاهد، با شوری ۵ دسی زیمنس بر متر آبیاری شده و در نوبت‌های بعدی، این مقادیر افزایش یافت و درنهایت سطوح شوری موردنظر بعد از گذشت پنج روز لحاظ گردید. آبیاری گلدان‌ها روزانه طی دو نوبت صبح و عصر انجام شد و اعمال تیمارهای شوری تا پایان مرحله رسیدگی با نسبت‌های ذکرشده ادامه یافت و گلدان‌ها در پایان هر دو هفته به‌منظور جلوگیری از تجمع بیش‌ازحد نمک، آبشویی شدند.

جهت تعیین عملکرد و اجزای عملکرد دانه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک هر رقم، دو بوته‌ای که به‌صورت تصادفی در هر گلدان انتخاب‌شده بودند، به‌صورت کف‌بر برداشت‌شده و صفات عملکرد بیولوژیک (ترازوی با دقت ۰/۰۱) برحسب گرم در مترمربع، تعداد غلاف در بوته، تعداد غلاف بارور در بوته، اندازه‌گیری شد. به‌منظور تعیین تعداد دانه در غلاف و عملکرد دانه، بوته‌های کف‌بر شده جهت خشک شدن نهایی به مدت یک هفته در هوای آزاد نگهداری و پس از جداسازی دانه‌ها از غلاف، وزن دانه‌ها با ترازوی ۰/۰۰۱ توزین و عملکرد دانه برحسب گرم در مترمربع محاسبه شد. شاخص برداشت، براساس عملکرد نهایی دانه در هر نمونه نسبت به‌کل ماده خشک تولیدی گیاه (کاه و کلش و دانه) به‌وسیله معادله (۱) محاسبه گردید (Arvin and Azizi, 2009):

شاخص برداشت =

(وزن خشک اندام‌های هوایی/ وزن خشک دانه) × ۱۰۰ [۱]

[1] - Sand culture

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. خصوصیات شیمیایی شن بستر کشت

Table 1. Chemical characteristics of sand seedbed

مرحله اندازه‌گیری Measurement stage	EC(dS/m)	pH
قبل از اسیدشویی و آبشویی Before acid washing and distilled washing	2.89	7.8
بعد از اسیدشویی و آبشویی After acid washing and distilled washing	1.04	7.7

جدول ۲. ترکیب محلول غذایی هوگلند برای رشد گیاهان

Table 2. Composition of Hogland nutrient solution for growing plants

ترکیبات Compound		Macronutrients				Micronutrients
		KNO_3	$Ca(NO_3)_2$	$NH_4H_2PO_4$	$MgSO_4.7H2O$	NaFeDTPA
وزن مولکولی Molecular weight ($gmol^{-1}$)		101.10	236.16	115.08	246.48	468.20
غلظت محلول استوک Concentration of stock solution	(mM)	1000	1000	1000	1000	64
	(gL^{-1})	101.10	236.16	115.08	246.48	30.0
حجم محلول استوک در هر لیتر محلول نهایی Volume of stock solution per liter of final solution (mL)		6	4	2	1	0.3-1.0

ادامه جدول ۲. ترکیب محلول غذایی هوگلند برای رشد گیاهان

Continuous Table 2. Composition of Hogland nutrient solution for growing plants

ترکیبات Compound		Micronutrients					
		KCl	H_3BO_3	$MnSO_4.H_20$	$ZnSO_4.7H_2O$	$CuSO_4.5H_2O$	H_2MoO_4
وزن مولکولی Molecular weight ($gmol^{-1}$)		74.55	61.83	169.01	287.54	249.68	161.97
غلظت محلول استوک Concentration of stock solution	(mM)	25	12.5	1.0	1.0	0.25	0.25
	(gL^{-1})	1.864	0.773	0.169	0.288	0.062	0.040
حجم محلول استوک در هر لیتر محلول نهایی Volume of stock solution per liter of final solution (mL)		2.0					

برای تعیین وزن هزار دانه، ۲ نمونه ۱۰۰ تایی از بذرهای هر بوته (مجموعاً ۴ نمونه در هرگلدان) به‌طور تصادفی انتخاب و با میانگین‌گیری وزن آن‌ها (ترازو با دقت ۰/۰۰۱)، وزن هزار دانه برحسب گرم محاسبه شد. درصد روغن دانه‌های هر گلدان با استفاده از دستگاه سوکسله مدل Avani با حلال هگزان اندازه‌گیری (AOAC, 1990) و از

www.SID.ir

Archive of SID

حاصل‌ضرب درصد روغن دانه در عملکرد دانه، عملکرد روغن برحسب گرم در مترمربع محاسبه شد. درصد پروتئین دانه از روش کجلدال و با استفاده از دستگاه Kjeltec8100 و برحسب معادله (۲) محاسبه گردید (Licitra et al., 1996).

$$\%protein = \frac{v \times 0.14 \times F}{m} \qquad [۲]$$

که در آن v حجم اسید مصرفی، m وزن نمونه (گرم) و F فاکتور پروتئینی است و برای مواد خوراکی مختلف، متفاوت است که معمولاً عدد ۶/۲۵ را در معادله قرار می‌دهند. تجزیه داده‌ها و محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS و EXCEL صورت گرفت. مقایسه‌ی میانگین‌ها توسط آزمون FLSD در سطح احتمال پنج درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که در کلیه صفات مورد بررسی به استثنای درصد پروتئین دانه، اثر اصلی رقم و شوری در سطح یک درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل شوری و رقم بر کلیه صفات مورد بررسی به استثنای عملکرد بیولوژیک و درصد پروتئین دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

تعداد غلاف و غلاف بارور در بوته

نتایج نشان داد که در بین اجزای عملکرد، تعداد غلاف و تعداد غلاف بارور در بوته به ترتیب با ۵۲/۶۲ و ۵۳/۷۸ درصد کاهش در سطح ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به شاهد، بیشترین تأثیر را از افزایش شوری آب آبیاری نشان دادند. مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل شوری و رقم بر تعداد غلاف و تعداد غلاف بارور در بوته نشان داد که رقم هیبرید Hyola 401 کمترین مقدار صفات فوق را در کلیه سطوح شوری به خود اختصاص داد (جدول۴). در صفت تعداد غلاف در بوته در سطح ۱۰ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر و در صفت تعداد غلاف بارور در بوته در سطح ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر، اختلاف معنی‌داری بین خردل هندی و رقم RGS003 مشاهده نگردید ولی در سایر سطوح شوری، خردل هندی از برتری معنی‌داری نسبت به ارقام کلزا برخوردار بود. حداکثر میزان کاهش تعداد غلاف در بوته و تعداد غلاف بارور در بوته با افزایش شوری تا سطح ۱۵دسی‌زیمنس بر متر نسبت به شاهد در رقم Hyola 401 ۵۴/۶۰ و ۶۱/۱۵ درصد می‌باشد که این مقادیر در رقم RGS003 به ترتیب ۴۲/۴۴ و ۳۴/۳۷ درصد و در خردل هندی ۵۸/۵۸ و ۶۱/۱۵ درصد بود. در این رابطه، گان و همکاران بر اساس نتایج آزمایش‌های خود اعلام کردند که گونه *B. juncea* نسبت به *B. napus* در مواجه با تنش شوری غلاف بیشتری تولید می‌کند؛ اما به دلیل کاهش تعداد دانه در غلاف و وزن دانه منتج به عملکرد دانه محسوسی نمی‌شود (Gan et al., 2004). عملکرد دانه تا حد زیادی وابسته به تعداد غلاف در بوته است. وراثت‌پذیری این صفت پایین است و تا حد زیادی توسط عوامل محیطی کنترل می‌شود (Diepenbrock, 2000). در کلزا تعداد غلاف در بوته در زمان تولید گل تعیین می‌شود و از آنجائیکه تنش اعمال‌شده از یک‌طرف موجب تسریع در گلدهی و کاهش طول دوره گلدهی و از طرف دیگر سبب رشد رویشی کمتر و درنتیجه تولید مواد فتوسنتزی کمتر می‌شود، گیاه در این شرایط بقای خود را به هزینه کاهش تعداد غلاف تضمین می‌کند.

تعداد دانه در غلاف

مقایسه میانگین اثرات متقابل شوری و رقم بر تعداد دانه در غلاف نشان داد که با افزایش شوری از ۱/۹ به ۱۵ دسی زیمنس بر متر، مقدار این صفت در رقم RGS003 ۲۸/۲۱ درصد کاهش یافت در حالیکه این کاهش در رقم Hyola 401 و خردل هندی به‌ترتیب ۱۷/۲۹ و ۱۳/۸۹ درصد بود (جدول۴). در کلیه سطوح شوری، بیشترین و کمترین مقدار این صفت بترتیب در هیبرید Hyola 401 و خردل هندی، با اختلاف معنی‌داری نسبت به رقم RGS003، مشاهده گردید. کاهش در عملکرد به دلیل آبیاری با آب شور ممکن است به دلیل کاهش تعداد گل، تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف و وزن دانه باشد (Gul and Ahmad, 2004). احتمالاً تداوم مدت تنش شوری از طریق محدودیت در فراهمی اسیمیلات فتوسنتزی در فاز رویشی بر گرده‌افشانی و باروری گلچه‌ها تأثیر گذاشته و سبب سقط گلچه و درنهایت کاهش تعداد دانه در غلاف گردیده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۳. تجزیه واریانس صفات عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کلزا و خردل هندی در پاسخ به سطوح مختلف شوری

Table 3. Analysis of variance of yield and yield components in canola cultivars and Indian mustard in response to different salinity levels.

منابع تغییر SOV	درجه آزادی DF	میانگین مربعات MS: تعداد غلاف در بوته Number of Pods per Plant	تعداد غلاف بارور در بوته Fertile Pods per Plant	تعداد دانه در غلاف Number of Seeds per Pod	وزن هزار دانه (گرم) 1000-seed weight (g)	عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Seed yield (g/m^2)
بلوک Replication	2	93516.549**	30026.757**	2.382*	0.029^{ns}	49095.229**
تیمار شوری Salt treatment	3	223159.266**	71908.211**	31.824**	1.249**	528059.788**
ژنوتیپ Genotype	2	309166.361**	123049.715**	293.049**	4.126**	100538.207**
شوری × ژنوتیپ Salt× Genotype	6	23296.620**	7612.863**	4.789**	0.139**	24763.655**
خطا Error	22	2304.647	512.257	0.450	0.026	2990.044
ضریب تغییرات (٪) CV (%)	-	*9.17*	*8.17*	*4.20*	*4.88*	*10.73*

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and ** means non-significant, and significant at the 5% and 1% levels, respectively.

ادامه جدول۳. تجزیه واریانس صفات عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کلزا و خردل هندی در پاسخ به سطوح مختلف شوری

Continuous Table 3- Analysis of variance of yield and yield components in canola cultivars and Indian mustard in response to different salinity levels.

منابع تغییر SOV	درجه آزادی DF	میانگین مربعات MS: عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع) Biological Yield (g/m^2)	شاخص برداشت Harvest Index (%)	درصد روغن دانه Seed oil percentage	عملکرد روغن (گرم درمترمربع) Oil yield (g/m^2)	درصد پروتئین دانه Seed protein percentage
بلوک Replication	2	155234.876^{ns}	76.299**	11.307**	2152.344**	2.018^{ns}
تیمار شوری Salt treatment	3	8662509.389**	65.491**	17.002**	41853.647**	4.875^{ns}
ژنوتیپ Genotype	2	6828561.692**	109.980**	198.138**	22379.360**	1.769^{ns}
شوری × ژنوتیپ Salt× Genotype	6	342690.752^{ns}	22.458**	6.789**	3202.502**	1.976^{ns}
خطا Error	22	212708.576	4.019	1.062	290.115	2.957
ضریب تغییرات (٪) CV (%)	-	15.37	11.84	4.01	13.01	5.37

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and ** means non-significant, and significant at the 5% and 1% levels, respectively

www.SID.ir

Archive of SID

وزن هزار دانه

نتایج نشان داد که رقم Hyola 401 در پاسخ به سطوح مختلف تنش شوری با اختلاف معنی‌داری نسبت به رقم RGS003 و خردل هندی بیشترین مقدار وزن هزار دانه را به خود اختصاص داد و خردل هندی با اختلاف معنی‌داری نسبت به رقم RGS003 از کمترین مقدار برخوردار بود (جدول۴). وزن هزار دانه در رقم Hyola 401 تنها تحت تأثیر سطح ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر افت معنی‌داری نسبت به شاهد به میزان ۱۰/۸۳ درصد داشت. مقدار کاهش این صفت در خردل هندی و رقم RGS003 در سطح آخر شوری نسبت به شاهد، بترتیب ۳۱/۰۶ و ۲۶/۷۸ درصد بود. نتایج آزمایش تجلی و همکاران (Tajali et al., 2011) بر روی ارقام پاییزه کلزا نشان داد که افزایش سطح شوری از صفر به ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر باعث کاهش وزن هزار دانه در ساقه اصلی و فرعی گردید.

کاهش معنی‌دار وزن هزار دانه با افزایش شوری می‌تواند به دلایل کاهش مواد فتوسنتزی در مرحله‌ی پرشدن دانه، کاهش شدت رشد در اثر پتانسیل اسمزی و یا کاهش طول دوره‌ی پرشدن دانه‌ها باشد (Tajali et al., 2011). اختلال در انتقال کربوهیدرات‌ها به دانه که نتیجه تجمع املاح مضر در گیاه و همچنین بر هم خوردن تعادل یونی می‌باشد، ممکن است مهم‌ترین دلیل کاهش وزن دانه در شرایط تنش باشد. علی‌رغم وجود واریانس ژنتیکی در وزن هزار دانه انتخاب برای وزن دانه بالاتر ممکن است باعث تأثیر منفی بر سایر اجزای عملکرد شود (Diepenbrock, 2000).

عملکرد بیولوژیک

افزایش سطح شوری تا ۵ دسی‌زیمنس بر متر تأثیر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک ژنوتیپ‌های موردبررسی نداشت ولی افزایش شوری تا ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر باعث کاهش معنی‌دار این صفت در مقایسه با سطح شاهد به میزان ۳۳/۸۷ درصد گردید (جدول ۵).

جدول ۴. مقادیر میانگین صفات گیاهی (عملکرد و اجزای عملکرد) بین ژنوتیپ و شوری

Table 4. Mean values of plant characteristics (yield and yield components) between genotype and salinity.

ژنوتیپ Genotype	شوری Salinity (dS/m)	تعداد غلاف در بوته Number of Pods per Plant	تعداد غلاف بارور در بوته Fertile Pods per Plant	تعداد دانه در غلاف Number of Seeds per Pod	وزن هزار دانه (گرم) 1000-seed weight (g)
Hyola401	1.9	511.00ef	259.50d	22.17a	4.09a
	5	448.83fg	235.00de	22.67a	4.09a
	10	222.67h	123.33f	20.00b	3.92a
	15	232.00h	100.83f	18.33c	3.65bc
RGS003	1.9	657.83bc	304.00c	19.50b	3.89ab
	5	557.00de	319.50c	18.00c	3.43c
	10	586.00cde	253.50d	13.33d	3.08d
	15	378.67g	199.50e	14.00d	2.85de
Indian Mustard	1.9	955.17a	541.83a	12.00e	3.51c
	5	720.67b	434.50b	11.17ef	2.70ef
	10	618.67cd	340.17c	10.17f	2.44fg
	15	395.67g	210.50e	10.33f	2.42g

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون FLSD در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means in each column followed by the similar letter(s), are not significantly different at 5% probability level, according to FLSD Test.

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول ۴. مقادیر میانگین صفات گیاهی (عملکرد و اجزای عملکرد) بین ژنوتیپ و شوری

Continuous Table 4- Mean values of plant characteristics (yield and yield components) between genotype and salinity.

ژنوتیپ Genotype	شوری Salinity (dS/m)	عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Seed yield (g/m²)	شاخص برداشت Harvest Index (%)	درصد روغن دانه Seed oil percentage	عملکرد روغن (گرم در مترمربع) Oil yield (g/m²)
Hyola401	1.9	866.38a	22.49a	30.34a	255.61a
	5	877.73a	21.45abc	30.93a	262.22a
	10	414.31cd	20.06abc	29.70a	118.69c
	15	231.30f	13.29efg	29.35a	65.42ef
RGS003	1.9	697.13b	15.97de	26.76b	181.26b
	5	688.64b	14.83ef	27.24b	180.79b
	10	365.78de	10.87g	22.65cd	80.03de
	15	312.67ef	12.44fg	23.07cd	69.76def
Indian Mustard	1.9	684.92b	21.87ab	23.80c	157.81b
	5	474.54c	18.41cd	21.58d	96.93cd
	10	277.61ef	12.78efg	19.46e	52.03ef
	15	221.86f	18.75bcd	23.40c	50.29f

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون FLSD در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means in each column followed by the similar letter(s), are not significantly different at 5% probability level, according to FLSD Test.

بیشترین میزان افت عملکرد بیولوژیک با افزایش غلظت نمک آب آبیاری تا آخرین سطح اعمال تنش در مقایسه با شاهد ۵۲/۱۵ درصد بود. رقم RGS003 در صفت عملکرد بیولوژیک با اختلاف معنی‌داری نسبت به دو رقم دیگر بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد و خردل هندی با اختلاف معنی‌داری نسبت به رقم Hyola 401 کمترین مقدار عملکرد بیولوژیک را دارا بود (جدول ۵). بر اساس نتایج آزمایشی بر روی وزن‌تر و خشک اندام هوایی کلزا، گزارش شد که کمبود آب باعث کاهش رشد می‌شود که در این حالت آبیاری با آب‌شور باعث افزایش بازدارندگی رشد می‌شود (Gul et al., 2014). عظیمی گندمانی و همکاران (Azimi Gandomani et al., 2009) در آزمایش خود بر روی ارقام بهاره کلزا مشاهده نمودند که با افزایش شوری تا سطح ۱۹/۶ دسی‌زیمنس بر متر، عملکرد بیولوژیک ارقام Hyola 401 و RGS003 به ترتیب ۵۱/۹۳ و ۵۲/۷۷ درصد نسبت به شاهد افت داشت. کاهش جذب آب و عناصر غذایی درنتیجه بهم‌خوردن تعادل عناصر غذایی در شرایط تنش شوری می‌تواند یکی از دلایل کاهش عملکرد بیولوژیک باشد.

عملکرد دانه

مقایسه میانگین اثرات متقابل شوری و رقم بر عملکرد دانه نشان داد که افزایش سطح شوری تا ۵ دسی‌زیمنس بر متر تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه ارقام کلزا نداشت درحالی‌که باعث کاهش ۳۰/۷۲ درصدی در خردل هندی گردید (جدول۴). با افزایش سطح شوری از ۱۰ به ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر تنها در رقم Hyola 401 کاهش معنی‌دار ۴۴/۱۷ درصدی (نسبت به سطح ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر) مشاهده شد. کمترین مقدار عملکرد دانه در تمامی ژنوتیپ‌های مورد آزمایش مربوط به آخرین سطح شوری اعمال‌شده با افت ۷۳/۳۱، ۵۵/۱۵ و ۶۷/۶۱ درصدی نسبت به شاهد به ترتیب در ارقام Hyola 401 ، RGS003 و خردل هندی بود. نکته قابل‌توجه دیگر؛ کاهش اختلاف عملکرد ژنوتیپ‌های مورد آزمایش با افزایش سطوح شوری می‌باشد. در سطح شاهد و ۵ دسی‌زیمنس بر متر عملکرد دانه هیبرید Hyola 401 از برتری معنی‌داری برخوردار بود ولی در سطح شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های مورد آزمایش مشاهده نگردید. اشرف و مک‌نیلی (Ashraf and McNeilly, 2004) کاهش عملکرد دانه را در خانواده شب

www.SID.ir

Archive of SID

بو در شرایط تنش شوری گزارش داده‌اند و علت آن را در کاهش فتوسنتز جاری در اثر کاهش بخش فتوسنتزکننده و نهایتاً کاهش اجزا عملکرد دانسته‌اند. بر اساس نتایج رامه (Rameeh, 2012) بر روی چند ژنوتیپ مختلف کلزا مشخص شد که عملکرد دانه به مقدار ۵۴/۹۳ درصد در شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به شاهد صفر کاهش یافت. همچنین رقم Hyola 401 به دلیل داشتن عملکرد دانه بالا (۳/۰۹ گرم در گلدان) به‌عنوان ژنوتیپ مناسب برای کشت در مناطق شور معرفی گردید. آروین و عزیزی (Arvin and Azizi, 2009) بر اساس نتایج آزمایشی روی ارقام بهاره کلزا، شلغم روغنی و خردل هندی نشان دادند که هیبرید Hyola 401 با متوسط ۱۲۷۴ کیلوگرم در هکتار و رقم BP18 خردل هندی با متوسط ۱۲۷۷ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را دارا بود و برتری در عملکرد نهایی هیبریدهای هایولا را در مقایسه با سایر ارقام کلزا به بالا بودن شاخص برداشت آن‌ها مرتبط دانستند. هیبریدهای کلزا اخیراً به‌عنوان وسیله‌ای برای افزایش عملکرد به دلیل هتروزیس معرفی‌شده‌اند (Diepenbrock, 2000). عملکرد دانه در کلزا تابعی از اجزای عملکرد یعنی تعداد غلاف بارور در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه است که مقادیر این اجزاء تحت تأثیر ژنوتیپ تغییر می‌کند. شرایط محیطی بر توانایی بروز پتانسیل ژنتیکی ارقام تأثیر می‌گذارد. کاهش مقادیر اجزای عملکرد ناشی از تنش شوری، منجر به افت عملکرد نهایی می‌شود و به نظر می‌رسد که تجمع یون‌ها در بافت‌های گیاهی در مراحل مختلف رشد دلیل اصلی این امر می‌باشد (Zamani et al., 2010). نتایج نشان‌داد که در رقم RGS003، تعداد دانه در غلاف به میزان بیشتر و برخلاف آن تعداد غلاف و غلاف بارور در بوته به میزان کمتر در مقایسه با رقمHyola 401 و خردل هندی تحت تأثیر افزایش شوری قرارگرفته است. همچنین به نظر می‌رسد که تعداد دانه در غلاف در خردل هندی در مقایسه با ارقام بهاره کلزا و وزن هزار دانه در رقم Hyola 401 بیشتر تحت تأثیر پارامترهای ژنتیکی است و کمتر تحت تأثیر پارامترهای محیطی قرارمی‌گیرد. ازآنجاکه اعمال تنش شوری از مرحله چهاربرگی و قبل از مرحله زایشی گیاه آغاز گردید؛ واکنش گیاه به تنش شوری بیشتر با کاهش تعداد غلاف و تعداد غلاف بارور مشخص شد و تأثیر آن بر تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه علی‌الخصوص در رقم Hyola 401 کمتر از بقیه اجزای عملکرد بود.

نتایج حاصل از تجزیه همبستگی (جدول ۶) نشان داد که بیشترین تأثیر شوری بر عملکرد دانه ارقام کلزا و خردل هندی از طریق تغییر در عملکرد بیولوژیک (r= ۰/۷۸**)، وزن هزار دانه (r= ۰/۶۸**)، تعداد دانه در غلاف (r= ۰/۶۱**) و شاخص برداشت (r= ۰/۶۱**) اعمال گردیده است که همسو با یافته‌های تجلی و همکاران (Tajali et al., 2011)، زمانی و همکاران (Zamani et al., 2010) می‌باشد. در آزمایشی بر روی خردل در شرایط تنش و عدم تنش عملکرد دانه با اکثر ویژگی‌های زراعی و کیفی ازجمله با عملکرد روغن، تعداد غلاف در بوته و وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد (Fanaei et al.,2014). در مطالعه‌ای دیگر بر روی ارقام بهاره کلزا، شلغم روغنی و خردل هندی نتایج همبستگی نشان داد که عملکرد با شاخص برداشت دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری بود (Arvin and Azizi, 2009). تعداد غلاف در بوته را نیز می‌توان یکی از مهم‌ترین اجزای تشکیل‌دهنده عملکرد دانه به‌حساب آورد، زیرا غلاف‌ها حاوی دانه هستند و در مراحل اولیه پر شدن دانه از طریق انجام فتوسنتز در رشد و تکامل مشارکت دارند (Zabet et al., 2016). در شرایط شور با کاهش تعداد غلاف در بوته و تعداد غلاف بارور در بوته و افزایش تعداد غلاف پوک در بوته، عملکرد نهایی کاهش محسوسی پیدا می‌کند (Azimi Gandomani et al., 2012).

جدول ۵. مقایسه میانگین اثرات ساده شوری و ژنوتیپ برعملکرد بیولوژیک در ارقام کلزا و خردل هندی

Table 5. Mean comparison of salt and genotype simple effects on biological yield in canola cultivars and Indian mustard

صفت Trait	ژنوتیپ Genotype			سطوح شوری Salinity levels (dS/m)			
	Hyola401	RGS003	Indian mustard	1.9	5	10	15
عملکرد بیولوژیک Biological yield (g/m^2)	2945.59b	3781.20a	2275.52c	3839.89a	3786.41a	2539.27b	1837.52c

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون FLSD در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means followed by the similar letter(s), are not significantly different at 5% probability level, according to FLSD Test .

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶. تجزیه همبستگی صفات مختلف ارقام کلزا و خردل هندی در سطوح مختلف شوری.

Table 6. Correlation analysis for different traits in canola cultivars and Indian mustard under different salinity levels.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	عملکرد دانه Seed yield	1									
2	عملکرد بیولوژیک Biological yield	0.778**	1								
3	شاخص برداشت Harvest Index	0.613**	0.024ns	1							
4	تعداد غلاف در بوته Number of Pods per Plant	0.422*	0.358*	0.260ns	1						
5	تعداد غلاف بارور در بوته Number of Fertile Pods per Plant	0.407*	0.283ns	0.340*	0.949**	1					
6	تعداد دانه در غلاف Number of Seeds per Pod	0.610**	0.514**	0.287ns	-0.382*	-0.410*	1				
7	وزن هزار دانه 1000-Seed weight	0.677**	0.543**	0.385*	-0.120ns	-0.196ns	0.877**	1			
8	درصد روغن Seed oil percentage	0.477**	0.339*	0.313ns	-0.489**	-0.472**	0.901**	0.848**	1		
9	عملکرد روغن Oil yield	0.973**	0.749**	0.595**	0.222ns	0.213ns	0.740**	0.760**	0.643**	1	
10	درصد پروتئین Seed protein percentage	0.088ns	0.205ns	-0.112ns	0.182ns	0.211ns	-0.063ns	-0.079ns	-0.110ns	0.075ns	1

ns ، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and ** means non-significant, and significant at the 5% and 1% levels, respectively

شاخص برداشت

مقایسه میانگین اثرات متقابل شوری و رقم بر شاخص برداشت نشان داد که بیشترین میزان کاهش شاخص برداشت نسبت به شاهد در رقم Hyola 401 به میزان ۴۰/۹۳ درصد مربوط به سطح ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر و در رقم RGS003 و خردل هندی به ترتیب به میزان ۳۱/۹۵ و ۴۱/۵۸ درصد مربوط به سطح ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر بود (جدول۴). بیشترین میزان این صفت مربوط به رقم Hyola 401 در سطح شاهد و کمترین مقدار مربوط به رقم RGS003 در سطح ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر بود. در سطح شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر، خردل هندی از برتری معنی‌داری برخوردار بود و تفاوت معنی‌داری بین ارقام کلزا مشاهده نگردید. در آزمایشی که بر روی ارقام کلزا و خردل هندی انجام شد هیبریدهای هایولا در مورد شاخص برداشت، دارای برتری نسبت به سایر ارقام بودند (Arvin and Azizi, 2009). فاصله موجود بین میانگین عملکردهای به‌دست‌آمده توسط کشاورزان و پتانسیل عملکرد را می‌توان از طریق توانایی تولید عملکرد، توسط ارقام و هیبریدهای موجود از گیاهان زراعی و نیز درجه‌ای از تأثیر که عملیات مدیریتی گیاه و خاک بر ظهور پتانسیل ژنتیکی گیاه زراعی دارند تعیین نمود (Diepenbrock, 2000). شاخص برداشت یک پارامتر مهم در محدود کردن عملکرد است و این‌گونه استنتاج شده که افزایش‌های بیشتر در عملکرد دانه‌های روغنی بسیار وابسته به افزایش شاخص برداشت می‌باشد. در کلزا شاخص برداشت تقریباً ۳۰-۲۵ درصد است که برای افزایش شاخص برداشت نیاز به کارهای اصلاحی زیادی می‌باشد.

درصد روغن

از میان صفات اندازه‌گیری‌شده، درصد روغن دانه کمترین افت معنی‌دار ناشی از افزایش شوری آب آبیاری را نشان داد. نتایج نشان داد که درصد روغن در رقم Hyola 401، تحت تأثیر سطوح مختلف شوری قرار نگرفت و با اختلاف معنی‌داری نسبت به رقم RGS003 و خردل هندی بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد (جدول۴). در رقم RGS003

www.SID.ir

Archive of SID

و خردل هندی کمترین مقدار درصد روغن در سطح ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر ، بترتیب با کاهش ۱۵/۳۴ و ۱۸/۲۵ درصدی نسبت به شاهد مشاهده گردید. در یک آزمایش بر روی کلزا و شلغم روغنی در شرایط تنش شوری مشخص شد که علی‌رغم کاهش عملکرد دانه با افزایش شوری میزان روغن دانه تحت تأثیر شوری قرار نگرفت (Francois, 1994). در مطالعه‌ای بر روی سه رقم کلزای آرژانتینی شامل Quantum، Hyola 401 و InVigor 2573 در شرایط تنش شوری، درصد روغن از سطح شوری ۷ دسی زیمنس افت شدیدی نشان داد و احتمال می‌رود که رقم Hyola 401 نسبت به دو رقم دیگر در سطوح شوری شدید به دلیل بالاتر بودن درصد روغن از تحمل بیشتری برخوردار است (Steppuhn and Raney, 2005). نتایج مطالعه‌ای نشان‌داد که رقم Hyola 401 در هر دو شوری آب آبیاری ۵/۵ و ۸/۳ دسی‌زیمنس بر متر دارای برتری نسبی در خصوص عملکرد و درصد روغن دانه نسبت به رقم PF بود بنابراین رقم Hyola 401 به‌عنوان رقمی مناسب برای شرایط مورد آزمایش توصیه شد (Mirzapour et al., 2014).

عملکرد روغن

مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل شوری و رقم بر عملکرد روغن نشان داد که تغییر معنی‌داری در این صفت در ارقام کلزا با افزایش سطح شوری از ۱/۹ به ۵ دسی‌زیمنس بر متر برخلاف کاهش معنی‌دار ۳۸/۵۸ درصدی در خردل هندی، مشاهده نگردید (جدول۴). درصد کاهش عملکرد روغن با افزایش شوری از سطح شاهد تا ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر برای ارقام Hyola 401، RGS003 و خردل هندی به ترتیب برابر ۷۴/۴۰، ۶۱/۵۱ و ۶۸/۱۴ بود. در خردل هندی به‌طور میانگین به ازای هر واحد افزایش شوری از سطح شاهد تا سطح ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر، ۸/۲۱ درصد کاهش عملکرد روغن مشاهده گردید. در آزمایشی که بر روی ارقام بهاره کلزا انجام شد افزایش شوری از سطح شاهد به ۲۱/۹۴ دسی‌زیمنس بر متر باعث کاهش معنی‌دار عملکرد روغن به میزان ۴۸/۱۱ درصد گردید (Azimi Gandomani et al., 2009). شایان‌ذکر می‌باشد که در سطح ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر اختلاف معنی‌داری ازنظر عملکرد روغن بین ژنوتیپ‌های مورد آزمایش وجود نداشت و در سایر سطوح، هیبرید Hyola 401 از برتری معنی‌داری برخوردار بود. با توجه به رابطه مستقیم عملکرد روغن با درصد روغن و عملکرد دانه، می‌توان نتیجه گرفت که عدم برتری عملکرد روغن رقم Hyola 401 در سطح ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر تا حد زیادی به دلیل عدم اختلاف معنی‌دار عملکرد دانه بین ژنوتیپ‌های مورد آزمایش بود. همچنین بالا بودن عملکرد روغن در سطوح پایین شوری مربوط به بالا بودن عملکرد دانه بود. در یک بررسی بر روی ارقام بهاره کلزا در شرایط تنش شوری وجود همبستگی فوق‌العاده بالا و معنی‌دار بین عملکرد دانه و عملکرد روغن ($r= ۰/۹۸^{**}$) و همبستگی نسبتاً بالا عملکرد روغن و درصد روغن ($r= ۰/۶۸^{**}$) مؤید این مطلب می‌باشد که افزایش عملکرد دانه ، منجر به افزایش عملکرد روغن می‌گردد (Azimi Gandomani et al., 2009). نتایج تجزیه همبستگی نشان داد که همبستگی مثبت در سطح احتمال یک درصد بین درصد روغن با عملکرد روغن وجود دارد (جدول۶). نتایج نشان می‌دهد که بیشترین تأثیر شوری بر عملکرد روغن ارقام کلزا و خردل هندی از طریق تغییر در عملکرد دانه ($r= ۰/۹۷^{**}$)، عملکرد بیولوژیک ($r= ۰/۷۵^{**}$)، وزن هزار دانه ($r= ۰/۷۶^{**}$)، تعداد دانه در غلاف ($r= ۰/۷۴^{**}$)، درصد روغن ($r= ۰/۶۴^{**}$) و شاخص برداشت ($r= ۰/۵۹^{**}$) اعمال گردیده است.

درصد پروتئین

درصد پروتئین دانه تحت تاثیر شوری، رقم و اثر متقابل این دو عامل قرار نگرفت (جدول ۳) که با نتایج آزمایش فرانکویز (Francois, 1994) مطابقت داشت.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش بیان‌گر تأثیر شوری بر صفات عملکرد و اجزای عملکرد کلزای بهاره و خردل هندی بود. از بین تیمارهای شوری اعمال‌شده تیمار ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر بیشترین اثر را در کاهش صفات اندازه‌گیری شده داشت. بر اساس نتایج این تحقیق از بین اجزای عملکرد دانه و روغن، تعداد غلاف در بوته و تعداد غلاف بارور در بوته با افزایش شوری بیشترین درصد کاهش را نسبت به شاهد نشان دادند و درصد روغن دانه کمترین افت معنی‌دار ناشی از افزایش شوری آب آبیاری را نسبت به شاهد نشان داد . ازنقطه‌نظر عملکرد دانه و روغن، رقم Hyola 401 در مقایسه با دو ژنوتیپ دیگر در سطوح پایین شوری از برتری معنی‌داری برخوردار بود ولی با افزایش سطح شوری اختلاف عملکرد بین ژنوتیپ‌های موردبررسی سیر نزولی به خود گرفته و در سطح

www.SID.ir

Archive of SID

۱۵ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. با توجه به نتایج این آزمایش و شرایط حاکم بر تولید دانه کلزا در کشاورزی ایران، کشت و توسعه خردل هندی نیز قابل توصیه می‌باشد.

منابع

Akhyani, A., Rezaie, H., Froumadi, M., 2010. Studying the effects of salt stress on yield and physiological characteristics of winter rapeseed in Semnan province. Environmental Stresses in Agricultural Sciences. 2(2), 131-138. [In Persian with English Summary].

AOAC, 1990. Official methods of analysis, 15th ed. Official methods of analysis of AOAC international, Arington, Virginia, USA.

Arvin, P., Azizi, M., 2009. A Comparison of Yield, Harvest Index and Morphological Characters of Spring Cultivars of the Oilseed Rape Species. Electronic Journal of Crop Production. 2 (2), 1-14. [In Persian with English Summary].

Ashraf, M., 2001. Relationships between growth and gas exchange characteristics in some salt-tolerant amphidiploid Brassica species in relation to their diploid parents. Environmental and Experimental Botany. 45, 155–163.

Ashraf, M., McNeilly, T., 2004. Salinity Tolerance in Brassica Oilseeds. Critical Reviews in Plant Sciences. 23(2), 157–174.

Azari, A. Modarres Sanavi, S. A. M., Askari, H., Ghanati, F., Naji, A. M., Alizade, B., 2012. Effect of salt stress on morphological and physiological traits of two species of rapeseed (*Brassica napus* and *B. rapa*). Iranian Journal of Crop Sciences. 14(2), 121-135. [In Persian with English Summary].

Azimi Gandomani, M., Faraji, H., Dehdari, A., Movahhedi Dehnavi, M., Alinaghizadeh, M., 2009. Evaluation of the effect of salinity stress on ion accumulation, quantitative and qualitative yield of spring rapeseed cultivars. Environmental Stresses in Agricultural Sciences. 1(1), 27-37. [In Persian with English Summary].

Azimi Gandomani, M., Dehdari, A., Faraji, H., Movahhedi Dehnavi, M., Alinaghizadeh, M., 2012. Effects of salinity on some quantitative and qualitative characteristics of spring rapeseed cultivars. Electronic Journal of Crop Production. 5 (1), 53-70. [In Persian with English Summary].

Barthet, V. J. 2016. Canola: Overview. Reference Module in Food Science. Reviewed 8 January 2016. 5p.

Diepenbrock, W., 2000. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus L.*): A review. Field Crops Research. 67, 35-49.

Fanaei, H.R., Piree, E., Narouei, M.R., 2014. Assessing the effect of different rates of phosphorous fertilizer on grain and oil yield and some agronomic traits of Indian mustard (*Brassica juncea* L.) under drought stress. Environmental Stresses in Agricultural Sciences. 6(2), 147-157. [In Persian with English Summary].

Francois, L. E., 1994. Growth, seed yield, and oil content of canola grown under saline conditions. Agronomy Journal. 86, 233-237.

Gan, Y., Angadi, S. V., Cutforth, H., Potts, D., Angadi, V. V., McDonald C. L., 2004. Canola and mustard response to short periods of temperature and water stress at different developmental stages. Canadian journal of plant science. 84, 697-704.

Gerzhova, A., Mondor, M., Benali, M., Aider, M., 2016 .Study of total dry matter and protein extraction from canola meal as affected by the pH, salt addition and use of zeta-potential/turbidimetry analysis to optimize the extraction conditions. Food Chemistry. 201, 243–252.

Gul, H., Ahmad, R., 2004. Effect of different irrigation intervals on growth of canola (*Brassica napus* L.) under different salinity levels. Pakistan Journal of Botany. 36(2), 359-372.

Gul, H., Ahmad, R., Hamayun, M., Sayyed, A., Qasim, M., Shabeena, 2014. Growth performance of canola grown under different salinity regimes. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering. 8(4), 59-68.

www.SID.ir

Archive of SID

Hoagland, D. R., Arnon, D. I., 1950. The Water-Culture Method for Growing Plants without Soil. California Agricultural Experiment Station. 31-32.

Licitra, G., Hernandez, T. M., Van Soest, P.J., 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation feeds. Journal of Animal Feed Science and Technology. 57, 347-358.

Mirzapour, M. H., Khoshgoftarmanesh, A. H., Davoudi, M. H., Kochebaghi A. H., 2014. Effect of different nitrogen fertilizer on growth and yield of two canola cultivar in two saline soil. Iranian Journal of Soil Research. 28(1), 1-14. [In Persian with English Summary].

Rameeh, V., 2012. Ions uptake, yield and yield attributes of rapeseed exposed to salinity stress. Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 12 (4), 851-861.

Steppuhn, H., Raney, J. P., 2005. Emergence, height, and yield of canola and barley grown in saline root zones. Canadian Journal of Plant Science. 85, 815–827.

Tajali, T., Bagheri, A.R., Hosseini, M., 2011. Effect of salinity on yield and yield components of five canola cultivar. Journal of Plant Ecophysiology. 3, 77-90. [In Persian with English Summary].

Zabet, M., Seddigh, S., Samadzade, A., 2016. The effect of drought stress on yield and yield components in 10 genotypes of rapeseed under Birjand climate conditions. Environmental Stresses in Agricultural Sciences. 9(2), 121-137. [In Persian with English Summary].

Zamani, S., Nezami, M.T., Habibi, D., Baybordi, A., 2010. Study of yield and yield components of winter rapeseed under salt stress coditions. Journal of crop production research (Environmental stresses in plant sciences). 1(2), 109-121. [In Persian with English Summary].

Zamani, S., Nezami, M.T., Habibi, D., Khorshidi, M.B., 2010. Effect of quantitative and qualitative performance of four canola cultivars (*Brassica napus* L.) to salinity conditions. Advances in Environmental Biology. 4(3), 422-427.

www.SID.ir