نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۷، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۱۲۶-۱۲۰

Journal of Agroecology
Vol. 7, No. 1, Spring 2015, p. 120-126

تأثیر سطوح نیتروژن و روی بر عملکرد، شاخص‌های کیفی و جذب عناصر غذایی کلزا (*Brassica napus* L. var. Okapi) در شرایط تنش شوری

الناز ابراهیمیان[1*]، احمد بای‌بوردی[2]، سید محمد سیدی[1] و رضا محمدی کیا [3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۹/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۰۵

چکیده

در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان، از جمله ایران، شوری آب یا خاک یکی از مهم‌ترین مشکلات در توسعه کشاورزی است. به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف عناصر نیتروژن و روی بر عملکرد، شاخص‌های کیفی و جذب عناصر غذایی کلزا (*Brassica napus* L.) رقم اکاپی تحت تنش شوری، آزمایشی در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. در این مطالعه نیتروژن در سه سطح (۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و بدون کاربرد نیتروژن)، روی در سه سطح (پنج و ۱۰ کیلوگرم در هکتار و بدون کاربرد روی) و شوری آب آبیاری در دو سطح (هشت و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر) عوامل آزمایش بودند. بر اساس نتایج به دست آمده، کاربرد نیتروژن و روی اثر معنی‌داری در افزایش ارتفاع، تعداد غلاف در بوته و نیز عملکرد دانه کلزا داشت. با این وجود، افزایش سطح شوری (از هشت به ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر) منجر به کاهش معنی‌دار شاخص‌های ذکر شده گردید. افزایش شوری تا سطح ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر همچنین باعث افزایش درصد گلیکوزینولات در دانه تا ۹/۵ درصد شد (از ۲۷/۴۹ به ۳۰/۱۱ درصد). علاوه بر این، با افزایش میزان شوری، درصد جذب نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم به طور معنی‌دار کاهش و میزان سدیم و کلر در دانه کلزا به طور معنی‌داری رو به افزایش گذاشت. در مجموع می‌توان فراهمی عناصر غذایی به ویژه نیتروژن را به عنوان راهکاری جهت کاهش اثرات منفی تنش شوری در نظر گرفت.

واژه‌های کلیدی: درصد روغن، سدیم، کلر، گلیکوزینولات

مقدمه

کلزا (*Brassica napus* L.) از خانواده شب بویان [4] گیاهی یک-ساله است که به طیف وسیعی از شرایط آب و هوایی سازگار بوده و در این شرایط مورد کشت قرار می‌گیرد. در ایران نیز این گیاه می‌تواند تا ارتفاع کمتر از ۲۵۰۰ متر از سطح دریا تولید شود (Khajehpour, 2005). سطح زیر کشت کلزا در کشور حدود ۹۳ هزار هکتار بوده که ۶۱/۸ درصد آن شامل اراضی آبی می‌باشد. استان مازندران و گلستان به ترتیب با ۲۷/۴ و ۱۷/۳ درصد، بیشترین سطح زیر کشت کلزا را به خود اختصاص داده‌اند. میزان تولید این گیاه روغنی در کشور نیز حدود ۱۹۰ هزار تن برآورد شده که ۶۶ درصد آن حاصل کشت آبی می‌باشد.

به طور کلی، کلزا جزء گیاهان غیر مقاوم به شوری به ویژه در مراحل جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه می‌باشد (Alizadeh et al., 2005; Khajehpour, 2005). از این رو، وجود املاح زیاد در خاک یا آب آبیاری می‌تواند با ایجاد تنش به گیاه، پتانسیل عملکرد کلزا را تحت تأثیر قرار دهد (Francois, 1994; Abdolzadeh et al., 2006). تنش شوری اساساً به دلیل تجمع بیش از حد کاتیون‌ها و آنیون‌ها در محلول خاک بروز می‌کند که در درجه اول شامل سدیم، کلر و سپس بی‌کربنات‌ها، سولفات‌ها، کلسیم، منیزیم، بر و به ندرت نیترات‌ها می‌باشند (Valdiani et al., 2006; Ebrahimian et al., 2011). شوری خاک می‌تواند در مراحل اولیه رشد سبب کاهش ظهور برگ‌های کلزا شده و در مراحل بعدی، منجر به کاهش ارتفاع بوته، تعداد غلاف و نیز تعداد دانه در بوته شود (Boem et al., 1994; Ahmadi & Ardekani, 2006). در کنار تأثیر شوری آب یا خاک،

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی دکتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی و محقق مؤسسه تحقیقات خاک وآب، تبریز
(*- نویسنده مسئول: Email: elnaz.ebrahimian@stu-mail.um.ac.ir)

4- Brassicaceae

کسب عملکرد قابل قبول از کلزا وابسته به تأمین نیازهای غذایی خاص این گیاه می‌باشد؛ به طوری‌که افزایش عملکرد کمی و کیفی کلزا در واحد سطح وابستگی زیادی به فراهمی متعادل عناصر غذایی مانند نیتروژن دارد (Bybordi & Malakouti, 2003; Abdolzadeh et al., 2006). مدیریت صحیح کودهای حاوی نیتروژن، می‌تواند ضمن بهبود عملکرد کلزا (Bybordi & Ebrahimian, 2013)، افزایش بهره‌وری اکوسیستم زراعی را ممکن سازد (Ankumah et al., 2003). نیتروژن پر مصرف‌ترین عنصر در تغذیه گیاهی بوده و از این‌رو، مصرف بهینه کودهای نیتروژن‌دار، یکی از فاکتورهای مهم به‌زراعی در افزایش عملکرد و نیز کاهش هزینه‌های تحمیلی به ازای هر واحد تولید محسوب می‌شود (Salvagiotti et al., 2009; Elwan & Abd El-Hamed, 2011).

در کنار نیتروژن، روی نیز از عناصر کم‌مصرف بوده که در کمبود آن در خاک‌های مناطق خشک، شور و قلیایی به وفور مشاهده می‌شود (Foroughifar & Poor-Kasmani, 2002; Hacisalihoglu & Kochian, 2003)؛ به طوری‌که تا ۳۰ درصد خاک‌های جهان با کمبود این عنصر مواجه هستند (Beygi et al., 2012). اسیدیته بالای خاک در مناطق ذکر شده از عوامل اصلی در تثبیت عنصر روی در خاک بوده که سبب کاهش حلالیت آن در خاک و جذب آن توسط گیاه می‌شود (Foroughifar & Poor-Kasmani, 2002). از این رو کاربرد این عنصر کم‌مصرف در مناطق ذکر شده می‌تواند در افزایش هر چه بیشتر عملکرد دانه، درصد و عملکرد روغن و پروتئین دانه‌های کلزا مفید باشد (Morshedi & Naghibi, 2004).

به طور کلی، با توجه به این‌که میزان مصرف کودهای شیمیائی مانند نیتروژن یا روی در شرایط شور متفاوت از شرایط غیر شور می‌باشد، از این رو این مطالعه به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و روی بر کمیت و خواص کیفی کلزا پاییزه در شرایط شور انجام شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی (با طول جغرافیایی ۴۶ درجه و سه دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۵۸ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۳۲۰ متری از سطح دریا) در سال ۸۹-۱۳۸۸ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و ۱۶ تیمار انجام شد. نیتروژن در سه سطح (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار)، روی در سه سطح (صفر، پنج و ۱۰ کیلوگرم در هکتار) و شوری در دو سطح (هشت و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر) به ترتیب عامل اول، دوم و سوم آزمایش در نظر گرفته شدند.

قبل از اجرای آزمایش، جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی زمین مورد نظر، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک محل انجام آزمایش نمونه‌برداری تصادفی صورت گرفت (جدول ۱).

پس از آماده‌سازی زمین مورد نظر (شخم اولیه، دیسک زنی و تسطیح زمین)، کرت‌هایی با ابعاد ۳ × ۸ متر و با فاصله بین ردیف نیم متر ایجاد شد. فاصله بین کرت‌ها و بلوک‌ها از یکدیگر یک متر در نظر گرفته شد. کودهای پتاسیم و فسفات به همراه یک سوم کود نیتروژن هنگام کشت مصرف شدند و بقیه کود نیتروژن در دو مرحله (در زمان خروج از رزت و گل‌دهی) استفاده گردید. رقم مورد استفاده در این آزمایش، رقم اکاپی[1] بود که در پاییز کشت گردید. بر اساس تیمارهای آزمایش، آبیاری در سطح ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر توسط آب حاصل از چاه شور در منطقه شبستر (هدایت الکتریکی: ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر، pH: ۸/۱، میزان بی‌کربنات، سولفات، کلر، سدیم و کلسیم+ منیزیم: به ترتیب، ۳/۶، ۱۶/۵، ۱۴۰، ۱۰۵ و ۵۵ میلی‌اکی‌والان در لیتر) انجام گرفت. همچنین آبیاری در سطح هشت دسی‌زیمنس بر متر نیز پس از رقیق نمودن آب چاه انجام شد. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کشت و سایر آبیاری‌ها تا زمان رسیدگی فیزیولوژیک (زرد شدن بوته ها) هر هفته اعمال شد. در طول مراحل اجرای آزمایش نیز از هیچ گونه آفت‌کش و علف‌کش شیمیایی استفاده نشد.

همزمان با مرحله رسیدگی، عملکرد دانه در کل مساحت هر کرت و با رعایت اثر حاشیه اندازه‌گیری شد. پیش از برداشت اجزای عملکرد با انتخاب تصادفی هشت بوته از هر کرت تعیین شد. با تعیین عملکرد دانه، میزان پروتئین (۶/۲۵ × درصد نیتروژن کل)، درصد روغن (روش سوکسله) مقدار گلوکوزینولات (با استفاده از روش کروماتوگرافی) اندازه‌گیری شد (Francois, 1994). همچنین در این مرحله عناصر پرمصرف و کم‌مصرفی مانند نیتروژن، فسفر، سدیم و کلر اندازه‌گیری شدند.

تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش با نرم‌افزار SAS 9.3 و

1- Okapi

MSTAT-C انجام گرفت. میانگین‌ها نیز بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

عملکرد، اجزای عملکرد و عملکرد کیفی

سطوح نیتروژن، روی و نیز شوری تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته کلزا داشتند (جدول ۲).

با افزایش سطوح کاربرد نیتروژن و روی، ارتفاع بوته کلزا به طور معنی‌دار افزایش و نیز در نتیجه اعمال شوری در سطح ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر، ارتفاع بوته کاهش یافت (جدول ۳). همچنین بر اساس نتایج جدول ۴، کمترین ارتفاع بوته در نتیجه اعمال ۱۶ دسی‌زیمنس شوری آب + عدم کاربرد نیتروژن به دست آمد.

در این ارتباط گزارش شده است که کاربرد نیتروژن نقش مثبتی بر افزایش وزن خشک و ارتفاع بوته کلزا داشته است (Jafarnejadi, 2005). در این ارتباط، کاهش ارتفاع بوته، سطح برگ و نیز وزن خشک بوته کلزا تحت تأثیر شوری آب آبیاری توسط دیگر محققین نیز گزارش شده است (Abdolzadeh et al., 2006). بر اساس نتایج به دست آمده، تعداد غلاف در بوته کلزا تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه قرار نگرفت (جدول ۲). به نظر می‌رسد که در رقم Okapi، تعداد غلاف در بوته احتمالاً تحت تأثیر شرایط محیطی نبوده و وابسته به ژنوتیپ رقم می‌باشد.

در نتیجه کاربرد کود نیتروژن و روی، تعداد دانه در غلاف و نیز عملکرد دانه کلزا به طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۲). به طوری‌که بیشترین عملکرد دانه در هکتار به ترتیب در سطوح ۱۰۰ و ۱۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و روی به دست آمد (جدول ۳). ابراهیمیان و بای بوردی (Ebrahimian & Bybordi, 2012) نیز به نقش مؤثر تأمین نیتروژن در بهبود تعداد دانه در غلاف و عملکرد دانه کلزا اشاره کردند.

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک مزرعه

Table 1- Some of physical and chemical properties of field soil in experiment

بافت Texture	نیتروژن کل (٪) Total N (%)	میلی گرم بر کیلوگرم (mg.kg^{-1})						اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC (dS.m^{-1})
		فسفر P	پتاسیم K	روی Zn	آهن Fe	مس Cu	منگنز Mn		
لومی- سیلتی Silty loam	0.02	13.9	325	1.56	2.21	2.21	8.64	7.96	6.8

جدول ۲- تجزیه واریانس شاخص‌های مربوط به اجزای عملکرد، عملکرد دانه و عملکرد کیفی کلزا تحت تأثیر کاربرد تیمارهای آزمایش

Table 2- Analysis of variance for some yield components, seed and quality yield of canola affected by experimental treatments

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	تعداد غلاف در بوته Pod number per plant	تعداد دانه در غلاف Seed number per pod	عملکرد دانه Grain yield	روغن Oil	گلیکوزینولات Glucosinolate	پروتئین Protein
بلوک Block	2	122.52 **	2.07 ns	7.46 ns	46629.90 **	1.77 ns	0.05 ns	0.59 ns
نیتروژن (N) Nitrogen (N)	2	6680.43 **	1.24 ns	254.74 **	252859.80 **	3.22 ns	0.03 ns	18.43 **
روی (Z) Zinc (Z)	2	538.80 **	0.24 ns	117.62 **	309639.55 **	4.01 *	0.12 ns	4.17 ns
شوری (S) Salinity (S)	1	5012.99 **	2.66 ns	567.12**	591345.75 **	166.60 **	92.48 **	16.84 **
N×Z	4	36.55 ns	0.93 ns	16.96 ns	20337.23 ns	1.34 ns	0.31 ns	2.11 ns
N×S	2	334.29 **	0.72 ns	31.62 *	28563.59 *	3.78 *	0.05 ns	0.44 ns
Z×S	2	45.82 ns	0.72 ns	20.96 ns	20192.22 ns	2.52 ns	0.38 ns	2.94 ns
N×Z×S	4	12.51 ns	1.36 ns	10.79 ns	17188.49 ns	0.42 ns	0.17 ns	3.16 ns
خطا Error	34	20.27	1.54	6.99	6145.07	1.08	0.18	1.77

*، ** و ns: به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد، یک درصد و عدم اختلاف معنی‌دار.

*, ** and ns: significant at the 0.05 and 0.01 levels of probability and no significant, respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین شاخص‌های مربوط به اجزای عملکرد، عملکرد دانه و عملکرد کیفی کلزا تحت تأثیر کاربرد تیمارهای آزمایش
Table 3- Mean comparison for some yield components, seed and quality yield of canola affected by experimental treatments

سطوح نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) Nitrogen levels ($kg.ha^{-1}$)	سطوح روی (کیلوگرم در هکتار) Zinc levels ($kg.ha^{-1}$)	سطوح شوری (دسی-زیمنس بر متر) Salinity levels ($dS.m^{-1}$)	ارتفاع بوته (سانتی-متر) Plant height (cm)	تعداد غلاف در بوته Pod number per plant	تعداد دانه در غلاف Seed number per pod	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	روغن (درصد) Oil (%)	پروتئین (درصد) Protein (%)	گلیکوزینولات (درصد) Glucosinolate (%)
0	-	-	50.87^{c*}	11.06	25.39^{c}	2519.89^{c}	37.56^{b}	8.98^{b}	28.79
50	-	-	76.22^{b}	11.17	28.17^{b}	2657.35^{b}	38.24^{ab}	10.31^{a}	28.74
100	-	-	88.67^{a}	11.56	32.83^{a}	2755.87^{a}	38.33^{a}	10.96^{a}	28.65
-	0	-	66.57^{c}	11.17	26.28^{c}	2500.81^{c}	37.69^{b}	9.54	28.84
-	5	-	71.70^{b}	11.22	28.72^{b}	2674.38^{b}	37.86^{b}	10.21	28.65
-	10	-	77.50^{a}	11.39	31.39^{a}	2757.92^{a}	38.58^{a}	10.48	28.69
-	-	8	81.56^{a}	11.48	32.04^{a}	2749.01^{a}	39.80^{a}	10.64^{a}	27.49^{b}
-	-	16	62.29^{b}	11.04	25.56^{b}	2539.72^{b}	36.29^{b}	9.52^{b}	30.11^{a}

* در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

* Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level using Duncan's Multiple Rang Test.

جدول ٤- مقایسه میانگین شاخص‌های مربوط به اجزای عملکرد، عملکرد دانه و عملکرد کیفی کلزا تحت تأثیر کاربرد تیمارهای آزمایش
Table 4- Mean comparison for some yield components, gain and quality yields of canola affected by experimental treatments

سطوح نیتروژن ($kg.ha^{-1}$) Nitrogen levels ($kg.ha^{-1}$)	سطوح شوری (دسی‌زیمنس بر متر) Salinity levels ($dS.m^{-1}$)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	تعداد دانه در غلاف Seed number per plant	عملکرد دانه ($kg.ha^{-1}$) Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	روغن (درصد) Oil (%)
0	8	56.84^{e*}	27.56^{cd}	2665.16^{c}	39.83^{a}
	16	44.90^{f}	23.22^{e}	2374.62^{e}	35.28^{c}
50	8	84.77^{b}	31.00^{b}	2745.69^{b}	39.84^{a}
	16	67.67^{d}	25.33^{de}	2569.01^{d}	36.65^{b}
100	8	103.01^{a}	37.56^{a}	2836.20^{a}	39.73^{a}
	16	74.29^{c}	28.11^{c}	2675.53^{bc}	36.92^{b}

* در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

* Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level using Duncan's Multiple Rang Test.

همچنین مصرف روی در سطوح ۱۰ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با عدم مصرف آن، درصد روغن کلزا را به طور معنی‌داری افزایش داد (جدول ۳). با این وجود شوری خاک نقش منفی در کاهش تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه کلزا و نیز درصد روغن کلزا داشت. به طوری‌که در سطح شوری ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر، تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه و نیز درصد روغن کلزا در مقایسه با شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب تا ۲۰/۲، ۷/۶ و ۸/۸ درصد کاهش یافت (جدول ۳). با وجود تأثیر منفی شوری خاک در سطح ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر، کاربرد نیتروژن تا حدودی منجر به کاهش اثرات منفی شوری بر عملکرد دانه و نیز درصد روغن شد (جدول ۴). به عبارت دیگر، در شرایط اعمال شوری ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر، کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در مقایسه با عدم کاربرد آن منجر به افزایش ۱۲/۷ درصدی عملکرد دانه (از ۲۳۷۴/۶ به ۲۶۷۵/۵ کیلوگرم در هکتار) شد (جدول ۴). در این ارتباط، گزارش شده است که در خاک‌های شور و دارای حاصلخیزی پایین، تأمین متعادل عناصر غذایی مانند نیتروژن می‌تواند منجر به افزایش مقاومت گیاه به شوری و نیز جذب هر چه بیشتر عناصر غذایی از خاک شود (Singh, 1998; Ghollar-Atta et al., 2008). از این‌رو، می‌توان اظهار داشت که مصرف عناصر غذایی شامل نیتروژن یکی از راهکارهای مؤثر در افزایش عملکرد کمی و کیفی کلزا در شرایط آبیاری با آب شور می‌باشد.

به جز شوری خاک، کاربرد سطوح نیتروژن و روی بر درصد گلیکوزینولات دانه کلزا معنی دار نبود (جدول ۲). طبق نتایج جدول ۳، درصد گلیکوزینولات دانه کلزا در سطح شوری ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر از ۲۷/۴۹ درصد به ۳۰/۱۱ درصد در سطح هشت دسی‌زیمنس بر

متر افزایش یافت (جدول ۳).

مقدار گلیکوزینولات (ترکیبی سمی از گروه تیوگلیکوسیدها) در دانه کلزا به عنوان یک صفت کیفی نامطلوب شناخته می‌شود (Bybordi & Malakouti, 2003; Khajehpour, 2005). با این-وجود، چگونگی تأثیر شوری آب یا خاک بر میزان گلیکوزینولات چندان شناخته شده نیست. گزارش شده است که وقوع تنش‌های رطوبتی و نیز دمایی سبب افزایش میزان گلیکوزینولات و در نتیجه سمیت هر چه بیشتر کنجاله در کلزا می‌شود (Khajehpour, 2005). از این رو به نظر می‌رسد که افزایش شوری آب آبیاری و یا خاک، احتمالاً از جمله عوامل کاهش‌دهنده و یا ضدکیفی در دانه کلزا باشد.

با وجود عدم تأثیر کاربرد روی بر پروتئین دانه، اثر سطوح کاربرد نیتروژن بر شاخص ذکر شده معنی‌دار بود (جدول ۲). طبق نتایج جدول ۳، با افزایش سطوح کاربرد نیتروژن، درصد پروتئین دانه کلزا به طور معنی‌داری رو به افزایش گذاشت. افزایش درصد پروتئین دانه کلزا تحت تأثیر کاربرد نیتروژن توسط دیگر محققین نیز گزارش شده است (Bybordi & Malakouti, 2003).

جدول ۵- تجزیه واریانس شاخص‌های مربوط به جذب برخی عناصر غذایی در کلزا تحت تأثیر کاربرد تیمارهای آزمایش

Table 5- Analysis of variance for some nutrient uptake of canola affected by experimental treatments

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	نیتروژن N	فسفر P	پتاسیم K	کلسیم Ca	منیزیم Mg	سدیم Na	کلر Cl
بلوک Block	2	0.01 ns	0.00008 ns	0.00024 ns	0.00029 ns	0.000001 ns	0.025 ns	0.006 ns
نیتروژن (N) Nitrogen (N)	2	0.47 **	0.00086 **	0.00080 ns	0.00020 ns	0.000007 ns	0.197 ns	0.003 ns
روی (Z) Zinc (Z)	2	0.10 ns	0.00082 **	0.00159 ns	0.00002 ns	0.000006 ns	0.026 ns	0.026 ns
شوری (S) Salinity (S)	1	0.43 **	0.00038 *	0.28747 **	0.02986 **	0.000005 ns	1465.573 **	811.8515 **
N×Z	4	0.05 ns	0.00011 ns	0.00026 ns	0.00010 ns	0.000006 ns	0.196 ns	0.023 ns
N×S	2	0.01 ns	0.00011 ns	0.00160 ns	0.00016 ns	0.000001 ns	0.231 ns	0.009 ns
Z×S	2	0.07 ns	0.00037 **	0.00007 ns	0.00013 ns	0.000007 ns	0.007 ns	0.005 ns
N×Z×S	4	0.08 ns	0.00004 ns	0.00067 ns	0.00006 ns	0.000005 ns	0.092 ns	0.008 ns
خطا Error	34	0.04	0.00004	0.00062	0.00015	0.000023	0.177	0.019

*، ** و ns: به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد، یک درصد و عدم اختلاف معنی‌دار.

*, ** and ns: are significant at the 0.05 and 0.01 levels of probability and no significant, respectively.

جدول ٦- مقایسه میانگین شاخص‌های مربوط به جذب برخی عناصر غذایی در کلزا تحت تأثیر کاربرد تیمارهای آزمایش

Table 6- Mean comparison for some nutrient uptake of canola affected by experimental treatments

سطوح نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) Nitrogen levels ($kg.ha^{-1}$)	سطوح روی (کیلوگرم در هکتار) Zinc levels ($kg.ha^{-1}$)	سطوح شوری (دسی زیمنس بر متر) Salinity levels ($dS.m^{-1}$)	(درصد) (Percentage)					(میلی گرم در صد گرم) ($mg.100g^{-1}$)	
			نیتروژن N	فسفر P	پتاسیم K	کلسیم Ca	منیزیم Mg	سدیم Na	کلر Cl
0	-	-	1.44^{b*}	0.118^{c}	2.33	1.29	0.339	9.59	10.42
50	-	-	1.65^{a}	0.124^{b}	2.34	1.30	0.338	9.38	10.43
100	-	-	1.75^{a}	0.132^{a}	2.34	1.30	0.338	9.48	10.45
-	0	-	1.53	0.117^{b}	2.33	1.30	0.339	9.49	10.46
-	5	-	1.63	0.127^{a}	2.34	1.30	0.338	9.52	10.39
-	10	-	1.68	0.30^{a}	2.35	1.30	0.339	9.44	10.45
-	-	8	1.70^{a}	0.127^{a}	2.41^{a}	1.32^{a}	0.338	4.27^{b}	6.56^{b}
-	-	16	1.52^{b}	0.122^{b}	2.27^{b}	1.27^{b}	0.339	14.69^{a}	14.31^{a}

* در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

* Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level using Duncan's Multiple Rang Test.

با این‌وجود، در نتیجه اعمال شوری ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر، درصد پروتئین دانه در مقایسه با سطح شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر به طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۳). نقش منفی اعمال شوری بر درصد پروتئین دانه کلزا می‌تواند ناشی از تأثیر منفی آن بر جذب نیتروژن باشد. این تأثیر در ادامه مورد بحث قرار گرفته است.

جذب عناصر غذایی

اثر کاربرد نیتروژن تنها بر درصد نیتروژن و فسفر دانه معنی‌دار بود. همچنین به جز درصد فسفر دانه، اثر سطوح کاربرد روی بر جذب سایر عناصر غذایی معنی‌دار نبود (جدول ۵).

با افزایش سطوح کاربرد کود نیتروژن و روی، درصد فسفر دانه کلزا به طور معنی‌داری رو به افزایش گذاشت (جدول ۶). در این ارتباط دوان و همکاران (Duan et al., 2004) نیز همبستگی مثبت بین مصرف نیتروژن و جذب فسفر در گندم بهاره را گزارش نمودند از سویی عدم تأثیر کاربرد نیتروژن و روی در افزایش جذب عناصر غذایی کم‌مصرف از خاک احتمالاً می‌تواند به دلیل میزان نسبتاً کافی این عناصر در خاک جهت تأمین نیاز گیاه باشد (جدول ۱). به جز منیزیم، اثر شوری بر جذب سایر عناصر غذایی معنی‌دار بود (جدول ۵). به طوری‌که با افزایش میزان شوری خاک، درصد جذب نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم کاهش و میزان جذب سدیم و کلر به طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۶).

در کنار پدیده «**اثر اسمزی**» که حاصل کاهش انرژی آزاد آب و صرف انرژی بیشتر توسط گیاه به منظور جذب آب می‌باشد، یون‌های مانند کلر و سدیم می‌توانند ضمن ایجاد سمیت در گیاه، بر مکانیسم جذب عناصر غذایی در گیاه اختلال ایجاد کنند. به طوری‌که وجود این یون‌ها سبب بر هم خوردن تعادل عناصر غذایی موجود در خاک شده و در نهایت جذب و انتقال عناصر ضروری مانند کلسیم و پتاسیم مختل می‌شود (Kafi & Mahdavi Damghani, 2007). در این ارتباط عبدل زاده و همکاران (Abdolzadeh et al., 2006) نیز کاهش جذب نیتروژن و پتاسیم و نیز افزایش جذب سدیم و کلر در اندام هوایی و ریشه کلزا را در نتیجه افزایش شوری گزارش کردند. فرانسویز (Francois, 1994) نیز به نتایج مشابهی دست یافت.

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش حاکی از نقش مؤثر کاربرد نیتروژن و روی در بهبود عملکرد، اجزای عملکرد و عملکرد کیفی دانه کلزا بود. با این وجود، افزایش شوری نقش منفی بر شاخص‌های ذکر شده داشت. همچنین با افزایش تنش شوری، میزان جذب عناصر غذایی در کلزا کاهش یافت. طبق نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد که تأمین عناصر غذایی شامل نیتروژن به عنوان راهکاری جهت کاهش اثرات منفی تنش شوری بر عملکرد کلزا باشد.

منابع

Abdolzadeh, A., Malekjani, Z., Galeshi, S., and Yaghmai, F. 2006. Effects of salinity and nitrogen interaction on growth of canola (*Brassica napus*). Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 13: 29-43. (In Persian with English Summary)

Ahmadi, S., and Ardekani, J. 2006. The effect of water salinity on growth and physiological stages of eight Canola (*Brassica napus*) cultivars. Irrigation Science 25: 11-20.

Alizadeh, B., Valizadeh, M., Moghaddam, M., Ghassemi-Golezani, K., and Ahmadi, M.R. 2005. Genetic analysis of NaCl salinity tolerance of rapeseed (*Brassica napus* L.) at germination stage. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 11: 47-58. (In Persian with English Summary)

Ankumah, R.O., Khan, V., Mwamba, K., and Kpomblekou-A.K. 2003. The influence of source and timing of nitrogen fertilizers on yield and nitrogen use efficiency of four sweet potato cultivars. Agriculture, Ecosystems and Environment 100: 201-207.

Beygi, M., Savaghebi, G., and Motesharezadeh, B. 2012. Study of zinc efficiency in selected common bean cultivars. Journal of Water and Soil 26: 33-41. (In Persian with English Summary)

Boem, F.H.G., Scheiner, J.D., and Lavadi, R.S. 1994. Some effect of soil salinity on growth, development and yield of rapeseed (*Brassica napus* L.). Journal of Agronomy and Crop Science 137: 182-187.

Bybordi, A., and Ebrahimian, E. 2013. Growth, yield and quality components of canola fertilized with urea and

zeolite. Communications in Soil Science and Plant Analysis 44: 2896-2915.

Bybordi, A., and Malakouti, M.J. 2003. The effects of rates of nitrogen and manganese on the yield and quality of two winter canola varieties in Ahar region, East Azarbayjan. Journal of Water and Soil 17: 1-8. (In Persian with English Summary)

Duan, Z., Xiao, H., Dong, Z., Li, X., and Wang, G. 2004. Combined effect of nitrogen–phosphorus–potassium fertilizers and water on spring wheat yield in an arid desert region. Communications in Soil Science and Plant Analysis 35: 161-175.

Ebrahimian, E., and Bybordi, A. 2012. Effects of organic and chemical fertilizer combinations on yield, yield components, oil and protein percentages of two canola cultivars. Journal of New Agricultural Sciences 8: 11-22. (In Persian with English Summary)

Ebrahimian, E., Roshdi, M., and Bybordi, A. 2011. Influence of salt stress on cations accumulation, quantity and quality of sunflower cultivars. Journal of Food, Agriculture and Environment 9: 469-476.

Elwan, M.W.M., and Abd El-Hamed, K.E. 2011. Influence of nitrogen form, growing season and sulfur fertilization on yield and the content of nitrate and vitamin C of broccoli. Scientia Horticulturae 127:181-187.

Foroughifar, H., and Poor−Kasmani, M.E. 2002. Soil Science and Management. Ferdowsi University of Mashhad Press, Mashhad, Iran 336 pp. (In Persian)

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

Ghollar-Atta, M., Raeesi, F., and Nadian, H. 2008. Salinity and phosphorus interaction on growth, yield and nutrient uptake by berseem clover (*Trifolium alexandrinum* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 6: 117-126. (In Persian with English Summary)

Hacisalihoglu, G., and Kochian, L.V. 2003. How do some plants tolerate low levels of soil zinc? Mechanisms of zinc efficiency in crop plants. New Phytologist 159: 341-350.

Jafarnejadi, A.R. 2005. Effect of sources and rated of nitrogen fertilizer on yield and canola oil. Journal of Water and Soil 19: 39-41. (In Persian with English Summary)

Kafi, M., and Mahdavi Damghani, A. 2007. Mechanisms of environmental stress resistance in plants. Ferdowsi University of Mashhad Press, Mashhad, Iran 467 pp. (In Persian)

Khajehpour, M.R. 2005. Industrial Crops. Jahade-e-Daneshghahi Isfahan Press, Isfahan, Iran 571 pp. (In Persian)

Morshedi, A., and Naghibi, H. 2004. Effects of foliar application of Cu and Zn on yield and quality of canola seed (*Brassica napus*). Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 11: 15-22. (In Persian with English Summary)

Salvagiotti, F., Castellarín, J.M., Miralles, D.J., and Pedrol, H.M. 2009. Sulfur fertilization improves nitrogen use efficiency in wheat by increasing nitrogen uptake. Field Crops Research 113: 170-177.

Singh, O. 1998. Effect of soil salinity and nitrogen on yield and nutrient uptake in okra (*Hibiscus esculantus*). Indian Journal of Agronomy 43: 333-337.

Valdiani, A.R., Hassanzadeh, A., and Tajbakhsh, M. 2006. Study on the effects of salt stress in germination and embryo growth stages of the four prolific and new cultivars of winter rapeseed (*Brassica napus* L.). Pajouhesh and Sazandegi 66: 23-32. (In Persian with English Summary)