Archive of SID

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۴، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۵، ص. ۵۸۶-۵۷۵

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 14, No. 4, Winter. 2017, p. 575-586

تأثیر شوری خاک، نوع و مقدار کود نیتروژن بر عملکرد و ویژگی‌های بیوشیمیایی شاخساره گیاه خردل (*Brassica rapa* L.)

سمیرا تندیسه‌بنا[۱] - علی‌رضا آستارایی[۲*] - حجت امامی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۳/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۹/۰۷

چکیده

شوری خاک از مهم‌ترین عوامل محدودکننده کشاورزی در کشور ایران است. جذب نیتروژن تحت تنش شوری بیش از سایر عناصر غذایی کاهش می‌یابد. بنابراین، گزینش درست نوع و مقدار کود نیتروژن برای رسیدن به عملکرد بهینه الزامی است. این آزمایش به‌منظور بررسی دو نوع کود نیتروژن (نیترات کلسیم و سولفات آمونیوم) هر کدام با سه سطح کود نیتروژن (۴۰ ، ۸۰ و ۱۲۰میلی‌گرم بر کیلوگرم)، در سه سطح شوری خاک (شاهد=C_0 ، C_1=۵ و C_2=۱۰ دسی‌زیمنس بر متر) بر وزن خشک، غلظت و جذب نیتروژن در گیاه خردل زراعی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا گردید. نتایج نشان داد که علی‌رغم کاهش معنی‌دار وزن خشک اندام هوایی گیاه با افزایش شوری خاک نسبت به شاهد، وزن خشک و جذب نیتروژن با افزایش کاربرد کود نیتروژن افزایش و غلظت نیتروژن کاهش یافت، اما واکنش گیاه به نوع و مقدار کود نیتروژن مصرفی در سطوح مختلف شوری خاک متفاوت بود. به‌طور کلی در شرایط شوری خاک، سولفات آمونیوم در همه‌ی سطوح مصرفی در افزایش وزن خشک و جذب نیتروژن کارآیی به‌مراتب بهتری نسبت به نیترات کلسیم داشت، اما با توجه به ایجاد شوری بیش‌تر در خاک نسبت به نیترات کلسیم، مقدار مصرف آن تا حدی محدودکننده بود.

واژه‌های کلیدی: شوری خاک، کود سولفات آمونیوم، کود نیترات کلسیم، گیاه

مقدمه

در کشور ایران، شوری خاک از مهم‌ترین عوامل محدودکننده کشاورزی بوده، به‌طوری‌که از نظر وسعت زمین‌هایشور در رده سوم آسیا و پنجم جهان قرار دارد (Szabolcs, 1989). جذب و تجمع عناصر غذایی توسط گیاهان در شرایط شور، در نتیجه‌ی فرآیند رقابتی بین عناصر غذایی و گونه‌های اصلی نمک کاهش یافته که به نوع عنصر غذایی و ترکیب محلول خاک بستگی دارد (Maas and Grattan, 1999; Grattan and Grieve, 1999; Homaee *et al*., 2002). جذب نیتروژن تحت تنش شوری بیش از سایر عناصر کاهش یافته و عوامل زیادی قابلیت استفاده از نیتروژن توسط گیاه را در شرایط شور کاهش داده که می‌توان به کاهش جذب نیتروژن در محیط شور به‌علت کاهش تراوایی ریشه گیاه، کاهش فعالیت میکروبی خاک و به‌دنبال آن کاهش معدنی شدن ترکیبات آلی و کاهش جذب نیترات در اثر غلظت زیاد آنیون کلر در محیط ریشه گیاه اشاره نمود (Kafkafi *et al*., 1982).

با توجه به نقش چشم‌گیر نیتروژن در تولید فرآورده‌های کشاورزی مناطق خشک و نیمه‌خشک، گزینش درست نوع و مقدار کود نیتروژن برای رسیدن به عملکرد بهینه الزامی می‌باشد. زیرا شکل نیتروژن مصرفی برای گیاهان تحت تنش شوری علاوه بَر غلظت کلر، بر غلظت سایر عناصر غذایی مثل کلسیم و پتاسیم نیز مؤثر بوده (Yuncai and Schmidhalter, 2005) و مقاومت گیاهان به تنش شوری، معمولاً به توانایی تنظیم جذب سدیم و کلر توسط گیاه و انتقال آن به اندام هوایی و غلظت بیش‌تر عناصر ضروری (به‌ویژه کلسیم و پتاسیم) در بافت‌های برگی بستگی دارد (Nathawat *et al*., 2007).

یکی از دانه‌های روغنی که در سال‌های اخیر در کشور، توجه بسیاری را به‌خود جلب کرده و در طرح کاهش واردات روغن گیاهی نیز سهم فراوانی داشته کلزا (*Brassica napus*) است (Arvin *et*

۱- دانشجوی دکتری گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: astaraei@ferdowsi.um.ac.ir)
DOI: 10.22067/gsc.v14i4.22231

www.SID.ir

Archive of SID

al., 2009). این محصول در میان دانه‌های روغنی در جهان بیش‌ترین میزان تولید را در دهه‌های اخیر داشته و امروزه مقام سوم را پس از سویا (*Glycine max*) و نخل روغنی (*Elaeis guineensis*) در فرآورده‌های روغن نباتی احراز کرده است (Berry and Spink, 2006). خردل زارعی (*Brassica rapa L.*) یکی از گونه‌های جنس براسیکا بوده که دانه‌های آن حاوی ۴۰ تا ۴۵درصد روغن و ۲۰ تا ۲۵درصد پروتئین بوده (Hasanuzzaman *et al*., 2008) و به‌عنوان یک دانه روغنی مناسب برای شرایط اقلیمی ایران مورد توجه قرار گرفته (Bonyadi Baladeh, 2001) و مقاوم به شوری است (Francois, 1994). روغن کلزا به‌دلیل ترکیب مناسب اسیدهای چرب غیر اشباع و درصد پایین اسیدهای چرب اشباع جزو باکیفیت‌ترین روغن‌های خوراکی بوده، پایداری روغن کلزا در برابر حرارت (تا ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد) مزیت دیگر این روغن نسبت به سایر روغن‌های نباتی است (Shahraki, 2001).

با توجه به سازگاری خوب این گیاه به خصوصیات آب‌وهوایی کشور (Bonyadi Baladeh, 2001) و نیاز شدید کشور به روغن‌های نباتی و از طرف دیگر فراوانی خاک‌های شور در ایران، این تحقیق به‌منظور بررسی نوع و مقدار کود نیتروژن بر رشد و عملکرد گیاه خردل زارعی در شرایط شوری خاک انجام شد تا بین کودهای نیترات کلسیم و سولفات آمونیوم بهترین منبع نیتروژن در شرایط شور تعیین گردد.

مواد و روش‌ها

آزمایشی گلخانه‌ای به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در بهمن‌ماه ۱۳۹۰ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل دو نوع کود نیتروژن (نیترات کلسیم و سولفات آمونیوم) هر کدام با سه سطح نیتروژن (۴۰ ، ۸۰ و ۱۲۰میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) در سه سطح شوری خاک (شاهد =C_0، ۵ = C_1 و ۱۰= C_2 دسی‌زیمنس بر متر) بود. خاک آزمایشی از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تهیه شد (جدول ۱). برای تهیه خاک‌های شور، خاک آزمایشی (شاهد) با استفاده از محلول‌های نمک حاوی نمک‌های کلرید کلسیم، کلرید منیزیم و سولفات سدیم با غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌اکی‌والان بر لیتر با نسبت‌های میلی‌اکی‌والانی (۱ :۲/۵: ۲/۵) Ca:Mg:Na در هشت لوله‌ی پلی‌اتیلنی با ظرفیت ۱۰کیلوگرم به‌مدت ۵۰روز آب‌شویی گردید، تا زه‌آب خروجی معادل شوری موردنظر شده و به تعادل رسید. پس از خارج کردن خاک‌ها و هواخشک نمودن آن‌ها، ۲ کیلوگرم از هر خاک با شوری مشخص به هر گلدان اضافه شده و تیمارهای کودی با خاک هر گلدان مخلوط شد. ۱۰ بذر خردل زراعی در عمق یک سانتی‌متری خاک هر گلدان کشت و آبیاری با آب معمولی تا حد ظرفیت زراعی (به روش وزنی) انجام و در مرحله سه برگی، گیاهان هر گلدان به سه گیاه تُنک شد. در طول دوره رشد گیاه در گلخانه، مدت‌زمان روشنایی با نور تکمیلی (لامپ‌های جیوه‌ای و سدیمی) ۱۱ساعت در نظر گرفته شد و میانگین دمای روز و شب به‌ترتیب ۵± ۲۰ و ۴± ۱۲درجه سانتی‌گراد بود. خصوصیات شیمیایی خاک‌ها و آب آبیاری قبل از آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

گیاهان بعد از پنج ماه، قبل از گل‌دهی برداشت و پس از توزین وزن تازه، نمونه‌های گیاهی به آون منتقل و به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شده و سپس وزن خشک آن‌ها تعیین و پس از آسیاب‌کردن و عبور از الک ۰/۵ میلی‌متری، غلظت نیتروژن گیاه به روش کجلدال (Jones *et al*., 1991) اندازه‌گیری شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها پس از برداشت گیاه نیز تعیین گردید.

آنالیز داده‌ها با نرم‌افزار آماری MSTAT-C انجام و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج‌درصد انجام شد.

تأثیر شوری خاک، نوع کود نیتروژن و برهم‌کنش آن‌ها بر وزن خشک، غلظت و جذب نیتروژن گیاه

اثر شوری خاک بر غلظت نیتروژن گیاه در سطح احتمال پنج‌درصد معنی‌دار نبود (جدول ۲)، در حالی‌که با افزایش سطوح شوری خاک، وزن خشک گیاه و جذب نیتروژن نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، هرچند بین دو سطح C_1 و C_2 در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جداول۳ و ۵). به‌طور کلی شوری از طریق محدودیت جذب آب توسط گیاهان با کاهش پتانسیل اسمزی و پتانسیل کل آب خاک (Sarwar and Aslam, 2011) و هم‌چنین کاهش فعالیت یونی عناصر غذایی و افزایش نسبت یون‌های Mg^{2+}/Ca^{2+} ، Na^{+}/K^{+} ، Na^{+}/Ca^{2+} ، Cl^{-} ، NO_3^{-}/ به‌دلیل غلظت زیاد سدیم و کلر در محلول خاک موجب صدمات بیش‌تر به گیاه از طریق پتانسیل اسمزی، سمیت ویژه یونی و نارسایی تغذیه‌ای شده، عملکرد و کیفیت گیاه را کاهش می‌دهد (Grattan and Grieve, 1994)، کاهش سطح برگ و میزان مواد فتوسنتزی برای رشد سبزینه‌ای گیاه نیز از جمله دلایل کاهش پارامترهای رشدی گیاه می‌باشند (Qasim *et al*., 2003). بسیاری از محققان کاهش وزن خشک و عملکرد گیاهان را در اثر افزایش شوری خاک گزارش کرده‌اند (Esmaili *et al*.، Nathawat *et al*., 2007، Razavinasab *et al*., 2009; Irshad *et al*., 2009; *al*., 2008; Absalan *et al*., 2011). کاهش جذب نیتروژن را می‌توان به کاهش وزن خشک گیاه تحت تنش شوری خاک، کاهش تراوایی ریشه گیاه، کاهش فعالیت میکروبی خاک و به‌دنبال آن کاهش معدنی‌شدن

www.SID.ir

Archive of SID

ترکیبات آلی و فرآیند نیتریفیکاسیون (Kafkafi *et al*., 1982) و رقابت یون‌های سدیم و کلر با آمونیوم و نیترات به‌هنگام جذب نسبت داد (Malakooti, 2000). مطالعات Esmaili *et al*. (2008) نیز نشان داد که افزایش شوری جذب نیتروژن را توسط سورگوم (*Sorghum bicolor L.*) کاهش داد.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها و آب آبیاری قبل از آزمایش
Table1- Selected physical and chemical properties of used soils and water

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی Selected physical and chemical properties	آب آبیاری Irrigation water	سطوح شوری خاک Soil salinity levels (dSm^{-1})		
		C_0	C_1	C_2
هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک Electrical conductivity of soil saturated extract ($dS\ m^{-1}$)	1.1	1.62	4.97	9.82
نسبت جذب سدیم (SAR)	3.33	2.52	4.40	4.40
اسیدیته عصاره اشباع خاک (pH_s)	-	7.75	7.61	7.53
سدیم محلول Soluble Na ($meq.\ l^{-1}$)	5.41	5.64	16.65	26.28
کلسیم محلول Soluble Ca ($meq.\ l^{-1}$)	2.2	5.22	18.8	5.45
کلسیم + منیزیم محلول Soluble Ca+Mg ($meq.\ l^{-1}$)	5.29	10.05	32.35	71.19
پتاسیم محلول Soluble K($meq.\ l^{-1}$)	0.3	0.5	0.7	0.7
کلر محلول Soluble Cl ($meq.\ l^{-1}$)	3.6	2.8	27.2	88.39
کربنات محلول Soluble CO_3 ($meq.\ l^{-1}$)	0.2	-	-	-
بی کربنات محلول Soluble HCO_3 ($meq.\ l^{-1}$)	2.6	4.2	3.6	4.6
نیتروژن کل Total Nitrogen ($mg.\ kg^{-1}$)		533.7	525	525
فسفر قابل دسترس available P ($mg.\ kg^{-1}$)		14.73	14.31	14.15
پتاسیم قابل دسترس available K ($mg.\ kg^{-1}$)		559.5	423.8	432.97
درصد اشباع SP (٪)		36.30	36.55	36.85
بافت خاک Soil texture		Loam		
درصد ماده آلی OM (٪)		1.0		
جرم مخصوص ظاهری Bulk density ($g.\ cm^{-3}$)		1.46		
درصد آهک $CaCO_3$ (٪)		23.2		

کاربرد کود سولفات آمونیوم موجب افزایش معنی‌دار وزن خشک گیاه و جذب نیتروژن نسبت به کود نیترات کلسیم شد (جداول۳ و ۵) در حالی‌که نوع کود نیتروژن بر غلظت نیتروژن گیاه اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۲). به نظر می‌رسد با توجه به آهکی بودن خاک آزمایشی، کود سولفات آمونیوم به‌دلیل داشتن خاصیت اسیدی، وجود گوگرد و آب‌شویی کمتر نسبت به نیترات کلسیم، توانسته است وزن خشک گیاه بیش‌تری در شرایط شوری خاک تولید کند. بنابراین جذب نیتروژن را به‌طور معنی‌داری نسبت به نیترات کلسیم افزایش داده است. به‌علاوه افزایش معنی‌دار جذب نیتروژن با کاربرد کود سولفات آمونیوم نسبت به کود نیترات کلسیم می‌تواند در افزایش مقاومت گیاه به تنش شوری مؤثر باشد. Absalan *et al*. (2011) نیز علت ارجحیت جذب آمونیوم توسط ذرت در شرایط شور را به وجود سولفور در کود سولفات آمونیوم، کاهش pH خاک شور و افزایش جذب عناصر غذایی نسبت دادند.

در سطح شوری C_0 (خاک شاهد) کود نیترات کلسیم ماده خشک بیش‌تری تولید کرد (جدول۳) در حالی‌که غلظت و جذب نیتروژن با کاربرد کود سولفات آمونیوم بیش‌تر بود (جدول ۴ و ۵). در خاک‌های شور، کود سولفات آمونیوم در تولید وزن خشک گیاه و جذب نیتروژن مؤثرتر از نیترات کلسیم بود (جداول۳ و ۵). با افزایش شوری خاک و کاربرد کود نیترات کلسیم، وزن خشک گیاه و جذب نیتروژن نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، هرچند اختلاف معنی‌داری بین دو سطح شوری خاک مشاهده نشد. ولی با کاربرد سولفات آمونیوم، افزایش شوری خاک اثر معنی‌داری بر وزن خشک گیاهان نداشت (جدول۳) و جذب نیتروژن را نسبت به شاهد به‌طور معنی‌دار کاهش

www.SID.ir

Archive of SID

داد (جدول ۵).

به‌طور کلی بیش‌ترین وزن خشک گیاه در خاک شاهد (C_0) همراه با کود نیترات کلسیم به‌دست آمد. در شرایط شوری خاک کود سولفات آمونیوم در افزایش وزن خشک گیاه مؤثرتر از نیترات کلسیم بود. همان‌طور که قبلا اشاره شد، Absalan *et al.* (2011) علت ارجحیت جذب آمونیوم توسط ذرت در شرایط شور را به وجود سولفور در کود سولفات آمونیوم، کاهش pH خاک شور و افزایش جذب عناصر غذایی نسبت دادند. در این تحقیق نیز خاصیت اسیدی، درصد نیتروژن بیش‌تر، آب‌شویی کم‌تر و حضور گوگرد در کود سولفات آمونیوم دلایل اصلی برتری این کود به نیترات کلسیم در شرایط شور می‌باشند.

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) وزن خشک، غلظت و جذب نیتروژن گیاه خردل

Table2- Variance Analysis (Mean Square) of dry weight, Nitrogen concentration and uptake

		میانگین مربعات (MS)		
فاکتورها (Factors)	درجه آزادی df	وزن خشک گیاه Dry weight of Plant	غلظت نیتروژن در گیاه Nitrogen concentration in plant	جذب نیتروژن در گیاه Nitrogen uptake in plant
شوری خاک (Soil salinity)	2	0.28**	0.005ns	96.6**
نوع کود نیتروژن (Nitrogen fertilizer type)	1	0.39**	0.002ns	84.33**
شوری خاک * نوع کود نیتروژن (Soil salinity* nitrogen fertilizer type)	2	0.26**	0.073*	15.88**
مقدار کود نیتروژن (Nitrogen fertilizer levels)	2	0.45**	0.128*	21.22**
شوری خاک * مقدار کود نیتروژن (Soil salinity* nitrogen fertilizer levels)	4	0.12**	0.009*	25.84**
نوع * مقدار کود نیتروژن (Nitrogen fertilizer levels * type)	2	0.18**	0.003ns	38.54**
شوری خاک * نوع * مقدار کود نیتروژن (Nitrogen fertilizer levels*nitrogen fertilizer type*soil salinity)	4	0.039**	0.012**	3.61*
خطا (Error)	36	0.003**	0.003*	1.06**
مجموع (Total)	53			
ضریب تغییرات (CV)	2.7		3.54	3.64

ns = معنی‌دار نبودن (No significant)، *= معنی‌دار در سطح پنج‌درصد(Significant at p<0.05) **= معنی‌دار در سطح یک‌درصد(Significant at p<0.01)

جدول ۳- اثر شوری خاک، نوع کود نیتروژن و برهم‌کنش آن‌ها بر وزن خشک خردل (گرم بر گلدان)

Table3- The effect of soil salinity, nitrogen fertilizer type and their interactions on mustard dry weight (g/ pot)

سطوح شوری خاک soil salinity levels	نوع کود نیتروژن (Nitrogen fertilizer type)		میانگین Average
	نیترات کلسیم Calcium nitrate	سولفات آمونیوم Ammonium sulfate	
C_0 (شاهد)	2.06a	1.96bc	2.013 A
C_1	1.62d	1.98b	1.802 B
C_2	1.66d	1.91c	1.79 B
میانگین(average)	1.78 B	1.96 A	

حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج‌درصد می‌باشد. شاهد= C_0 ، شوری C_1= ۵ dS m^{-1}، شوری C_2 =۱۰ dS m^{-1}

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05)

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- اثر شوری خاک و نوع کود نیتروژن و برهم‌کنش آن‌ها بر غلظت نیتروژن گیاه (درصد)

Table 4- The effect of soil salinity and nitrogen fertilizer type and their interaction on plant nitrogen concentration (%)

سطوح شوری خاک Soil salinity levels	نوع کود نیتروژن (Nitrogen fertilizer type)		میانگین Average
	نیترات کلسیم Calcium nitrate	سولفات آمونیوم Ammonium sulfate	
C_0 (شاهد)	1.56c	1.67a	1.61 A
C_1	1.66ab	1.51d	1.58 A
C_2	1.6c	1.61bc	1.60 A
میانگین(average)	1.60 A	1.59 A	

حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج‌درصدمی‌باشد. شاهد= C_0 ، شوری C_1= ۵ dS m^{-1}، شوری C_2 =۱۰ dS m^{-1}

Numbers followed by the same letter are not significantly differents (P<0.05)

جدول ٥- اثر شوری خاک و نوع کود نیتروژن و برهم‌کنش آن‌ها بر جذب نیتروژن گیاه (میلی‌گرم بر گلدان)

Table 5- The effect of soil salinity and Nitrogen fertilizer type and them interaction on plant Nitrogen uptake ((mg per pot

سطوح شوری خاک Soil salinity levels	نوع کود نیتروژن (Nitrogen fertilizer type)		میانگین Average
	نیترات کلسیم Calcium nitrate	سولفات آمونیوم Ammonium sulfate	
C_0 (شاهد)	32.21a	32.58a	1.61 A
C_1	26.59c	29.79b	1.58 A
C_2	26.64c	30.75b	1.60 A
میانگین(average)	28.4 B	31.0 A	

حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج‌درصدمی‌باشد. شاهد= C_0 ، شوری C_1= ۵ dS m^{-1}، شوری C_2 =۱۰ dS m^{-1}

Numbers followed by the same letter are not significantly differents (P<0.05)

تأثیر سطوح کود نیتروژن و بر همکنش سطوح شوری خاک و کود نیتروژن

با افزایش سطوح کود نیتروژن مصرفی، وزن خشک گیاه افزایش داشت (جدول۶). به‌طور کلی کاربرد کود نیتروژن به‌دلیل تحریک رشد ریشه و اندام هوایی موجب افزایش عملکرد گیاهان می‌شود (Nielsen and Halvorson, 1991). Rabiee (2000) نیز مشاهده کرد افزایش سطوح نیتروژن موجب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد کلزا به‌غیر از درصد روغن شد. Esmaili *et al*.(2008) نیز نشان دادند که در مقادیر شوری متوسط آب آبیاری، وزن خشک و تازه گیاه سورگوم با کاربرد کود نیتروژن به‌طور معنی‌داری افزایش یافت.

با افزایش شوری خاک در هر سه سطح کود نیتروژن، وزن خشک گیاه روند کاهشی داشت (جدول۶). در خاک شاهد و شوری C_1، بیش‌ترین وزن خشک گیاه با مصرف ۸۰ میلی‌گرم کود نیتروژن به‌دست آمد، در حالی‌که در شوری C_2 بیش‌ترین وزن خشک گیاه با مصرف ۱۲۰میلی‌گرم بر کیلوگرم کود نیتروژن به‌دست آمد. بنابراین در شرایط شوری متوسط (C_2) نیاز درونی گیاه به نیتروژن و واکنش مثبت گیاه به مصرف کود نیتروژن تا سطح ۱۲۰میلی‌گرم بر کیلوگرم افزایش یافته و افزایش سطوح کود نیتروژن توانسته است، آثار سوء شوری را بر وزن خشک گیاه کاهش دهد. مشخص شده که نیاز درونی گیاه به یک عنصر غذایی توسط غیرفعال شدن فیزیولوژیکی آن عنصر در اثر نارسایی‌های تغذیه‌ای ناشی از شوری افزایش می‌یابد (Grattan and Grieve, 1994). به‌طوری‌که به‌طور متوسط به‌ازای افزایش هر واحد شوری آب آبیاری (شوری بیش‌تر از چهار دسی‌زیمنس بر متر) باید حدود ۲۰کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص به کود توصیه شده در شرایط غیر شور اضافه شود (Malakooti, 2000 ; MohajerMilani *et al*., 1999).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦- اثر سطوح کود نیتروژن و برهم‌کنش سطوح شوری خاک و کود نیتروژن بر وزن خشک خردل (گرم بر گلدان)

Table 6- The effect of nitrogen fertilizer levels and interaction of soil salinity and nitrogen fertilizer levels on mustard dry weight (g/pot)

سطوح شوری خاک **Soil salinity levels**	سطوح نیتروژن **Nitrogen fertilizer levels (mg kg^{-1})**		
	40	**80**	**120**
(شاهد) **C_0**	1.84d	2.19a	2.01bc
C_1	1.58f	1.96c	1.86d
C_2	1.63f	1.70a	2.03b
میانگین **(average)**	1.58 C	1.85 B	1.98 A

حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج‌درصد می‌باشد. شاهد= C_0 ، شوری C_1= ۵ dS m^{-1}، شوری C_2 =۱۰ dS m^{-1}

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05)

با افزایش سطوح کود نیتروژن به سطح ۸۰میلی‌گرم بر کیلوگرم، غلظت نیتروژن کاهش، ولی جذب نیتروزن در گیاه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (جداول ۷ و ۸) که با توجه به افزایش ماده خشک گیاه، این کاهش غلظت احتمالاً به‌دلیل اثر رقت می‌باشد. Esmaili *et al*. (2008) گزارش نمودند که در همه‌ی سطوح شوری، با کاربرد کود نیتروژن غلظت و جذب نیتروژن در گیاه سورگوم افزایش یافت.

افزایش شوری خاک در سطوح مختلف کود نیتروژن، تأثیر معنی‌داری بر غلظت نیتروژن گیاه نداشت و فقط در سطح ۱۲۰میلی‌گرم بر کیلوگرم در سطح شوری C_1 غلظت نیتروژن گیاه نسبت به شاهد به‌طور معنی‌دار کاهش یافت، در همه‌ی سطوح شوری خاک با افزایش مقدار مصرف کود نیتروژن تا سطح ۸۰میلی‌گرم بر کیلوگرم غلظت نیتروژن گیاه به‌طور معنی‌دار کاهش یافت. بیش‌ترین غلظت نیتروژن گیاه در همه‌ی تیمارها با کاربرد ۴۰میلی‌گرم بر کیلوگرم کود نیتروژن به‌دست آمد (جدول ۷).

با توجه به جدول ۸، جذب نیتروژن در شاهد و تیمار C_1 با افزایش سطوح کود نیتروژن تا سطح ۸۰میلی‌گرم بر کیلوگرم به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، در حالی‌که در تیمار C_2 تا سطح ۱۲۰میلی‌گرم بر کیلوگرم جذب نیتروژن گیاه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، چراکه نیاز درونی گیاه به نیتروژن با افزایش شوری خاک افزایش یافته است.

جدول ۷- اثر سطوح کود نیتروژن و برهم‌کنش سطوح شوری خاک و کود نیتروژن بر غلظت نیتروژن خردل(درصد)

Table 7- The effect of nitrogen fertilizer levels and interaction of soil salinity and nitrogen fertilizer levels on mustard nitrogen concentration (%)

سطوح شوری خاک **Soil salinity levels**	سطوح نیتروژن **Nitrogen fertilizer levels (mg kg^{-1})**		
	40	**80**	**120**
(شاهد) **C_0**	1.68a	1.58b	1.59b
C_1	1.73a	1.52bc	1.49c
C_2	1.69a	1.57bc	1.56bc
میانگین **(average)**	1.7 A	1.5 B	1.54B

حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج‌درصدمی‌باشد. شاهد= C_0 ، شوری C_1= ۵ dS m^{-1}، شوری C_2 =۱۰ dS m^{-1}

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05)

جدول ۸- اثر سطوح کود نیتروژن و برهم‌کنش سطوح شوری خاک و کود نیتروژن بر جذب نیتروژن خردل (میلی‌گرم بر گلدان)

Table 8- The effect of nitrogen fertilizer levels and interaction of soil salinity and nitrogen fertilizer levels on mustard nitrogen uptake (mg/ pot)

سطوح شوری خاک **Soil salinity levels**	سطوح نیتروژن **Nitrogen fertilizer levels(mg kg^{-1})**		
	40	**80**	**120**
(شاهد) **C_0**	30.72bc	34.59a	31.87b
C_1	27.13d	29.53c	27.9d
C_2	27.58d	26.68d	31.55b
میانگین (average)	28.48 B	30.26 A	30.44A

حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج‌درصد می‌باشد. شاهد= C_0 ، شوری C_1= ۵ dS m^{-1}، شوری C_2 =۱۰ dS m^{-1}

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05)

www.SID.ir

Archive of SID

تأثیر نوع و مقدار کود نیتروژن

برهم‌کنش نوع و مقدار کود نیتروژن بر غلظت نیتروژن گیاه در سطح احتمال پنج‌درصد معنی‌دار نشد (جدول۲). باافزایش سطوح کود نیترات کلسیم تا سطح ۱۲۰میلی‌گرم بر کیلوگرم، وزن خشک گیاه و جذب نیتروژن به‌طورمعنی‌داری افزایش یافت، در حالی‌که با افزایش سطوح کود سولفات آمونیوم تا سطح۸۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم، وزن خشک گیاه و جذب نیتروژن به‌طور معنی‌داری افزایش و سپس کاهش یافت (جداول ۹ و ۱۱). بنابراین، در شرایط شوری خاک کود سولفات آمونیوم مصرفی باید کنترل شده باشد، زیرا این کود موجب افزایش بیش‌تر شوری خاک نسبت به نیترات کلسیم شده و آمونیوم ممکن است برای گیاهان ایجاد سمیت کند. گزارش شده است که برهم‌کنش مثبت کود سولفات آمونیوم با شوری خاک و سمیت آمونیوم برای گیاه، رشد گیاه را در سطح مصرف ۱۲۰میلی‌گرم بر کیلوگرم محدود می‌کند (Nathawat *et al*., 2007). کود سولفات آمونیوم در هر سه سطح کودی، وزن خشک گیاه و جذب نیتروژن را به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از نیترات کلسیم افزایش داد اما در سطح مصرف۱۲۰میلی‌گرم بر کیلوگرم اختلاف معنی‌داری بین دو کود مشاهده نشد (جداول ۹ و ۱۱). بنابراین بدون در نظر گرفتن میزان شوری خاک، کود سولفات آمونیوم تا سطح ۸۰میلی‌گرم بر کیلوگرم در افزایش وزن خشک گیاه و جذب نیتروژن مؤثرتر از نیترات کلسیم می‌باشد، اما در سطح کودی ۱۲۰میلی‌گرم بر کیلوگرم نوع کود نیتروژن اثر معنی‌داری بر وزن خشک گیاه و جذب نیتروژن نداشت.

جدول ۹- برهم‌کنش نوع و مقدار کود نیتروژن بر وزن خشک گیاه خردل

Table9- The Interaction of nitrogen fertilizer type and amount on mustard dry weight (g/pot)

نوع کود نیتروژن **Nitrogen fertilizer type**	سطوح نیتروژن **Nitrogen fertilizer levels (mg kg^{-1})**		
	40	**80**	**120**
نیترات کلسیم **(Calcium nitrate)**	1.63d	1.75c	1.96b
سولفات آمونیوم **(Ammonium sulfate)**	1.74c	2.15a	1.97b

حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج‌درصد می‌باشد.

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05)

جدول ۱۰- برهم‌کنش نوع و مقدار کود نیتروژن بر جذب نیتروژن گیاه خردل در خاک شور

Table 10- The interaction of nitrogen fertilizer type and amount on mustard nitrogen uptake in saline soil (mg/pot)

نوع کود نیتروژن **Nitrogen fertilizer type**	سطوح نیتروژن **Nitrogen fertilizer levels (mg kg^{-1})**		
	40	**80**	**120**
نیترات کلسیم **(Calcium nitrate)**	27.31c	27.51c	30.61b
سولفات آمونیوم **(Ammonium sulfate)**	29.65b	33.01a	30.27b

حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج‌درصد می‌باشد.

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05)

برهم‌کنش شوری خاک، نوع و مقدار کود نیتروژن

برهم‌کنش شوری، نوع و مقدار کود نیتروژن بر وزن خشک گیاه در سطح احتمال پنج‌درصد معنی‌دار بود (جدول ۱۱). در همه سطوح کود نیترات کلسیم، وزن خشک گیاه با افزایش شوری خاک نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، اما با افزایش سطوح نیتروژن این نوع کود در همه‌ی سطوح شوری خاک، وزن خشک گیاه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، که نشان‌دهنده افزایش کارایی کود نیترات کلسیم در کاهش اثرات سوء شوری با افزایش شوری خاک می‌باشد و همان‌طورکه اشاره شد، به‌دلیل افزایش نیاز درونی گیاه به نیتروژن در شرایط شوری خاک می‌باشد. Mohajer Milani *et al*. (1999) علت افزایش نیاز گندم به کود نیتروژن با افزایش شوری آب آبیاری را رقابت کلر در مقابل نیترات و سولفات در منطقه‌ی ریشه دانستند.

در خاک شاهد و تیمار C_1، افزایش سطوح کود سولفات آمونیوم تا سطح ۸۰میلی‌گرم بر کیلوگرم، وزن خشک گیاه را به‌طور معنی‌داری افزایش داد، اما مصرف بیش‌تر این کود، وزن خشک گیاه را کاهش داد. بنابراین، در شرایط شوری C_0 و C_1، نیاز نیتروژنی گیاه با مصرف ۸۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم کود سولفات آمونیوم تامین می‌شود و اثرات سوء شوری و سمیت آمونیوم با مصرف بیش‌تر این کود غالب می‌شود، درحالی‌که در شرایط شوری C_2، قابلیت دسترسی نیتروژن کاهش یافته و نیاز درونی گیاه به نیتروژن برای رسیدن به عملکرد بهینه افزایش می‌یابد و با مصرف ۱۲۰میلی‌گرم بر کیلوگرم تامین می‌شود. چراکه نیاز درونی گیاه به یک عنصر ضروری ممکن است توسط

www.SID.ir

Archive of SID

غیرفعال شدن فیزیولوژیکی آن عنصر در اثر نارسایی‌های تغذیه‌ای ناشی از اثر شوری افزایش یابد (Grattan and Grieve, 1994).

به‌طور کلی بیش‌ترین وزن خشک گیاه با مصرف ۸۰میلی‌گرم بر کیلوگرم کود سولفات آمونیوم به‌ترتیب در تیمارهای شاهد و شوری C_1 مشاهده شد و در سطح شوری C_2 با کاربرد ۱۲۰میلی‌گرم بر کیلوگرم کود سولفات آمونیوم به‌دست آمد. شواهد بسیاری نشان می‌دهد که تحت تنش شوری کم، کمبود عنصر غذایی رشد گیاه را بیش‌تر از شوری محدود کرده و در شوری‌های متوسط و بالا، شوری این اثر را تشدید می‌کند (Grattan and Grieve, 1999) و حساسیت بسیاری از گیاهان از جمله گندم (*Triticum aestivum*) و ذرت (*Zea mays*) (Botella *et al*., 1997; Leidi *et al*., 1991) و گیاه خردل هندی (*Brassica juncea*) (Nathawat *et al*., 2007) نسبت به تنش شوری در حضور آمونیوم نسبت به نیترات افزایش می‌یابد. با این‌وجود در این تحقیق بیش‌ترین وزن خشک گیاه در شرایط شور با مصرف کود سولفات آمونیوم به‌دست آمد و با افزایش شوری خاک واکنش مثبت گیاه به مصرف کود نیتروژن افزایش یافت. چراکه اثر مطلوب یا نامطلوب آمونیوم یا نیترات بین گونه‌ها متفاوت بوده و به غلظت، اسیدیته، ظرفیت بافری و غلظت سایر عناصر غذایی در محیط و به‌طور کلی به نوع گیاه زراعی، وضعیت خاک و تناوب بستگی دارد (Absalan *et al*., 2011). به‌علاوه ماهیت محیط کشت (خاک، شن یا کشت محلول)، حد شوری و سدیمی (سطح شوری، نسبت جذب سدیم یا درصد سدیم تبادلی و اسیدیته)، الگوی توزیع شوری و سدیمی تحت شرایط زراعی، ماهیت نمک‌های مورد استفاده برای ایجاد شوری و سدیمی در محیط رشد (نمک کلرید سدیم یا مخلوطی از نمک‌ها) ، شرایط محیطی (دما، شدت نور و غیره) و مدت‌زمان آزمایش (از روز تا سال) همگی بر نتایج آزمایش مؤثر هستند (Qadir *et al*., 2006) و می‌توانند عامل اختلاف نتایج آزمایش‌ها با یک‌دیگر باشند.

بنابراین با توجه به آهکی‌بودن خاک و غلظت اولیه‌ی نیتروژن خاک آزمایشی و افزایش نیاز درونی گیاه به نیتروژن در شرایط شور به‌علت کاهش جذب نیتروژن در اثر کاهش تراوایی ریشه گیاه، کاهش فعالیت میکروبی خاک و به‌دنبال آن کاهش معدنی شدن ترکیبات آلی و کاهش جذب نیترات در اثر غلظت زیاد آنیون کلر در محیط ریشه گیاه (Kafkafi *et al*., 1982) و غیرفعال شدن فیزیولوژیکی این عنصر در شرایط شور (Grattan and Grieve, 1994)، کود سولفات آمونیوم به‌دلیل داشتن خاصیت اسیدی و گوگرد و درصد نیتروژن بیش‌تر و آب‌شویی کمتر نسبت به نیترات کلسیم، علی‌رغم ایجاد شوری بیش‌تر در خاک توانست وزن خشک گیاه بیش‌تری در شرایط شوری خاک تولید کند. به‌علاوه افزایش معنی‌دار جذب نیتروژن توسط کاربرد کود سولفات آمونیوم نسبت به نیترات کلسیم می‌تواند در افزایش مقاومت گیاه به تنش شوری مؤثر باشد.

جدول ۱۱- برهم‌کنش نوع و مقدار کود نیتروژن و شوری خاک بر وزن خشک گیاه خردل (گرم بر گلدان)

Table11- The interaction of nitrogen fertilizer type and amount and soil salinity on mustard dry weight (g/pot)

سطوح شوری خاک Soil salinity levels	سطوح نیترات کلسیم Calcium nitrate levels (mg kg^{-1})			سطوح سولفات آمونیوم Ammonium sulfate levels (mg kg^{-1})		
	40	**80**	**120**	**40**	**80**	**120**
C_0 (شاهد)	1.95d	2.07c	2.17b	1.73gh	2.31a	1.85def
C_1	1.38k	1.65hi	1.83ef	1.78fg	2.27a	1.90de
C_2	1.56ij	1.54j	1.89de	1.71gh	1.86def	2.16b

حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج‌درصدی‌باشد. شاهد= C_0 ، شوری C_1= ۵ dS m^{-1}، شوری C_2 =۱۰ dS m^{-1}

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05)

References

1. Absalan, A. A., Armin, M., Asgharipour, M. R., and Karimi-Yazdi, S. 2011. Effects of different forms of nitrogen application on yield response of corn under saline conditions. Journal of Advances in Environmental Biology 5(4): 719-724.
2. Arvin, P., Azizi, M., Soltani, A. 2009. Comparison of Yield and Physiological Indices of Spring Cultivars of Oliseed Rape Species. Seed and Plant Improvment Journal 25 (3):401-417. (In Persian)
3. Ashraf, M. Y., Khan, A. H., and Azmi, A. R. 1992. Cell membrane stability and its relation with some physiological processes in wheat. Acta Agronomy Hungary 41: 183–191.
4. Ashraf, M. Y., and Sarwar, G. 2002. Salt tolerance potential in some membrane Physiological studies on water relations and minerals contents. PP 237–245 in R. Ahmad, and K. A. Malik eds. Prospects for saline Agriculture. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, the Netherlands.

www.SID.ir

Archive of SID

5. Ashraf, M., and McNeilly, T. 2004. Salinity tolerance in Brassica oilseeds, Journal of Plant Sciences 23: 157-174.
6. Benlloch, M., Ojeda, M. A., Ramos, J., and Rodriguesnavarro, A. 1994. Salt sensitivity and low discrimination between potassium and sodium in plant and soil. Journal of Plant and Soil 166: 117-123.
7. Berry, M. P., and Spink, J. H. 2006. A physiological analysis of oilseed rape yield, past and future (Review). Journal of Agricultural Science 199: 381-392.
8. Black, C. A. 1968. Soil-Plant Relationships. J. Wiley. New York. USA.
9. Bohra, J. S. and Doerffling, K. 1993. Potassium nutrition of rice (*Oryza sativa* L.) Varieties under NaCl salinity. Journal of Plant and Soil 152: 299-303.
10. Bonyadi Baladeh, T. 2001. Canola (*Brassica napus*) cultivation. Ministry of Jahad-e-Keshavarzi, Jahad-e-Keshavarzi Organization, Guilan Province, Iran, Extension and Technical Publications Unit. (In Persian)
11. Botella, M. A., Martinez, J. Pardines and A. Cerda. 1997. Salinity induced potassium deficiency in maize plants. Journal of Plant Physiology 150: 200-205.
12. Bouwer, H. 2000. Integrated water management: emerging issues and challenges. Journal of Agricultural Water Management 45: 217–228.
13. Esmaili, E., Kapourchal, S. A., Malakouti, M. J., and Homaee, M. 2008. Interactive effect of salinity and two nitrogen fertilizers on growth and composition of sorghum. Journal of Plant, Soil and Environment 54(12): 537–546
14. Francois, L. E. 1994.Growth, seed yield, and oil content of canola grown under saline conditions. Agronomy Journal 86: 233-237.
15. Grattan, S. R., and Grieve, C. M. 1992. Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in Saline environments. PP 203-226 in M. Pessarakli, eds. Handbook of plant and cold stress.
16. Grattan, S. R., and Grieve, CM. 1994. Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environments. PP 203–229 in M. Pessarakli eds. Handbook of Plant and Crop Stress. Marcel Dekker, New York.
17. Grattan, S. R., and Grieve, C. M. 1999. Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environments. PP 203–229 in M. Pessarakli eds. Handbook of Plant and Crop Stress. Marcel Dekker, New York.
18. Gronwald, J. W., Suhayda, C. G., Tal, M., and Shannon, M. C.1990. Reduction in plasma membrane ATPase activity of tomato roots by salt stress. Journal of Plant Sciences 66: 145–153.
19. Gupta, R. K., Abrol, I. P. 2000. Salinity build-up and changes in the rice–wheat system of the Indo-Gangetic Plains. Journal of Experimental Agriculture 36: 273–284.
20. Hasanuzzaman, M., M. F. Karim and MJ. Ullah. 2008. Growth dynamic of rapeseed (*Brassica campestris* L.) cv. SAU Sarisha-1 as influenced by irrigation levels and row spacing. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 2(4): 794-799.
21. Homaee, M., Feddes, R. A., and Dirksen, C. 2002. A macroscopic water extraction model for nonuniform transient salinity and water stress. Soil Science Society of America journal 66: 1764–1772.
22. Hu, Y. and Schimdhalter, U. 1998. Spatial distributions and net deposition rates of mineral elements in the elongating Wheat (*Triticum aestivum* L.) leaf under saline soil conditions. Journal of Planta 204: 212-219.
23. Irshad, M., Eneji, A. E., Khattak, R. A., and Khan, A. 2009. Influence of Nitrogen and Saline Water on the Growth and Partitioning of Mineral Content in Maize. Journal of Plant Nutrition 32(3): 458-469.
24. Jones, J.B., Jr., B. Wolf, and H.A. Mills. 1991. Plant Analysis Handbook. PP. 30-34. Micro-Macro Pub., Athens, GA.
25. Kafkafi, U., Valores, N., and Letery, J. 1982. Chloride interaction with nitrate and P nutrition in tomato. Journal of Plant Nutrition 5:1369-1385.
26. Leidi, E. O., Silberbush, M. and Lips, S. H. 1991. Wheat growth as affected by nitrogen type, pH and salinity. 1. Biomass production and mineral-composition. Journal of Plant Nutrition 14: 235-246.
27. Lynch, J., and Lauchli, A.1984. Potassium transport in salt stressed barley roots. Journal of Planta 161: 295–301.
28. Maas, E. V., and Grattan, S. R. 1999. Crop yields as affected by salinity. PP 55–108.in M. Pessarakli eds. Handbook of Plant and Crop Stress. Marcel Dekker, New York.
29. Malakooti. M. 2000.Balanced nutrition of wheat, the way to self-sufficiency and community health. Articles Collections, Publication of Agricultural Education. Karaj. (In Persian).
30. Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd edition. Academic Press, London. UK. 901p.
31. Mohajer Milani, B., Saadat, S., Vakil, R. 1999. Nutrition of wheat in saline conditions of Qom province. Journal of Soil and Water (Special in Wheat), Institute of Soil and Water Research. 12(6): 187-196. (In Persian).
32. Nathawat, N. S., Kuhad, M. S., Goswami, C. L., Patel, A. L. and Kumar, Rakesh. 2007. Interactive Effects of Nitrogen Source and Salinity on Growth Indices and Ion Content of Indian mustard. Journal of Plant Nutrition 30(4): 569 - 598.
33. Nielsen, D. C., Halvorson, A. D. 1991. Nitrogen fertility influence on water stress and yield of winter wheat. Agronomy Journal 83: 1065-1070.
34. Olsen, S. R., C. V. Cole, F. S. Watanabe, and L. A Dean. 1954. Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium bicarbonate. United States Department of Agriculture 939: 1-19.

www.SID.ir

Archive of SID

35. Omielan, J. A., Epstein, E., and Dvorak, P. 1991. Salt tolerance and ionic relations of *Lophopyrum elangatum*. Journal of Genome 34: 961-974.
36. Qadir, M., Noble, A. D., Schubet, S., Thomas, R. J., and Arslan, A. 2005. Sodicity-Induced Land Degradation and Its Sustainable Management: Problems and Prospects. Journal of land degradation & development. Published online in Wiley Inter Science (www.interscience.wiley.com).
37. Qadir, M., Noble, A. D., Schubet, S., Thomas, R. J., and Arslan, A. 2006. Sodicity-Induced Land degradation and its sustainable management: problems and prospects. Journal of land degradation & development 17(6): 661-676.
38. Qasim, M., Ashraf, M., Ashraf, M.Y., Rehman, S.U. and Rha, E.S. 2003. Salt – induced changes in two canola cultivars differing in salt tolerance. Journal of Biologia Plantarum 46(4): 692-632.
39. Rabiee, M. 2000. Effect of row spacing and nitrogen fertilizer rates on grain yield and agronomic characteristics of rapeseed cv. Hayola 308 as second crop in paddy fields of Guilan in Iran. Journal of Crops Seed and Plant 27(4): 399- 415. (In Persian).
40. Razavinasab, A., Tajabadi, A., Shirani, H., Dashti, H. 2009. Effect of nitrogen, salinity and organic matter on growth and root morphology of Pistachio. Journal of Water and Soil Science - Isfahan University of Technology 13 (47): 321-333. (In Persian).
41. Richards, L.A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Agricultural Hand Book 60. U.S. Dept. of Agriculture, Washington D.C., 160 p.
42. Sarwar, A., and Aslam, Z. 2011. Effect of root zone salinity on mineral nutrition and growth of beri (*Zizyphus mauritiana* lam) and jamun (*Eugenia jambolana* lam). Journal of Horticulture and Forestry 3(12): 366-371.
43. Shahraki. M., 2001. Publication of the Technical Guidelines of Canola Cultivation in the Province of Sistan and Baluchestan. Available from: http://www.sbagrijahad.ir/portal/File/ShowFile.aspx?ID=dd58ac2a-6461-4f67-bfd9-2c65c95dd332. (In Persian).
44. Szabolcs, I. 1989. Salt-affected soils. CRC Press, the University of California. p 274.
45. Yuncai, H., and Schmidhalter, U. 2005. Drought and Salinity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 168: 541–549.

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 14, No. 4, Winter. 2017, p. 575-586

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۴، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۵، ص. ۵۸۶-۵۷۵

Effect of Soil Salinity, Type and Amount of Nitrogen Fertilizer on Yield and Biochemical Properties of Mustard (*Brassica rapa* L.)

S. Tandisseh[1]- A. R. Astaraei[2*]- H. Emami[3]

Received: 27-05-2013
Accepted: 28-11-2015

Introduction

Soil salinity is a major limiting factor in agricultural development within Iran. Nitrogen is the most important nutrient that its uptake is limited over other elements under saline conditions due to decrease in the permeability of plant roots, soil microbial activity and mineralization of organic compounds and nitrate uptake by high concentrations of chloride anions in the root zone of the plant. Mustard plant has a good compatibility to weather conditions and since there is an extreme need of vegetable oilseed in our country and also wide extent of saline soils in Iran, this study was conducted to determine the best type and amount of nitrogen fertilizers between calcium nitrate and ammonium sulfate under saline conditions.

Materials and Methods

A greenhouse experiment was conducted in a completely randomized design (factorial) with three replications in February 2012 in the Research greenhouse of the Ferdowsi University of Mashhad. The treatments were consisted of two types of nitrogen fertilizer (calcium nitrate and ammonium sulfate), each with three levels of N (40, 80 and 120 mg per kg of soil) in three levels of soil salinity (C0= control, C1= 5 and C2= 10dS m-1). Experimental soil (control) collected from agricultural experimental station was leached by salt solutions containing salts of calcium chloride, magnesium chloride and sodium sulfate with specified concentrations and ratios during 50 days to reach the similar salt concentrations of leached water consisting the desired levels of salinity. The seeds of mustard were planted at a depth of one centimeter in soil of each pot and were irrigated with tap water to field capacity (by weight). Plants were harvested after 5 months and plant fresh and dry weights and nitrogen concentration and uptake of plant were measured by the Kjeldahl method. Irrigation water and physical and chemical properties of soil before and after harvest were determined. Data obtained were analyzed using statistical software MSTAT-C and the means were compared using Duncan's multiple range test at 5 % percent.

Results and Discussion

In this study, plant dry weight increased significantly with increasing levels of calcium nitrate fertilizer in all levels of soil salinity, due to increasing plant internal needs under saline soil. While the maximum dry weight was obtained with ammonium sulfate fertilizer in saline conditions and plant positive response to increasing fertilizer consumption increased with soil salinity. Positive or negative effect of ammonium or nitrate salt varied among plant varieties and generally it depended on the types of crop, soil conditions and crop density and rotation. In addition, the nature of the culture medium (soil, sand or liquid culture), salinity and sodium levels (salinity, sodium absorption ratio or percentage of exchangeable sodium and pH), salinity and sodium distribution under field conditions, the nature of the salts used to make salt and Sodium in growth medium (sodium chloride salt or mixture of salts), environmental conditions (temperature, light intensity, etc) and the duration of the experiment (from days to years), all were effective on experiments results and can cause differences in these results with each other. Therefore, in this study, ammonium sulfate fertilizer, resulted in more plant dry weight due to its acidic characteristic because of sulfur and more nitrogen and less leaching than calcium nitrate, despite its higher salinity index in a calcareous soil with less soil primary concentration of nitrogen. In addition, a significant increase in uptake of nitrogen by plant was observed by application of ammonium sulfate fertilizer over calcium nitrate that effectively increased plant resistance to soil salinity.

Conclusions

The results showed that plant dry weight and nitrogen uptake increased with increasing nitrogen fertilizer

1- PhD Student of Soil Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
2- Associate Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
3- Associate Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
(*- Corresponding Author Email: astaraei@ferdowsi.um.ac.ir)

www.SID.ir

Archive of SID

despite decreasing nitrogen concentrations in plant and the significant reduction in plant dry weight compared to control also increased due to increasing soil salinity. But the plant's response to the type and amount of nitrogen fertilizer was different at various levels of salinity in soil. In general, dry matter and nitrogen uptake efficiency increased by ammonium sulfate usage in all levels over calcium nitrate under soil salinity conditions, but its amounts were partly limited more than calcium nitrate amount due to increasing levels of salinity in soil.

Keywords: Ammonium sulfate fertilizer, *Brassica rapa* L., Calcium Nitrate fertilizer, Soil salinity

www.SID.ir