

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

سمیرا تندیس‌بنا^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 ۱۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، در سه سطح شوری خاک (شاهد=0، C₁=5 و C₂=1۰ 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 کارایی 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

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 بر غلظت کلر، بر غلظت سایر عناصر غذایی مثل کلسیم و پتاسیم نیز مؤثر بوده (Yuncaı 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 برگ 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*

در کشور ایران، شوری خاک از مهم‌ترین عوامل محدودکننده کشاورزی بوده، به‌طوری‌که از نظر وسعت زمین‌های شور 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; Homae *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

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

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) ۱۱ ساعت در نظر گرفته شد و میانگین دمای روز و شب به ترتیب 20 ± 4 و 12 ± 4 درجه 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 به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شده و سپس وزن خشک آن‌ها تعیین و پس از آسیاب کردن و عبور از الک 0.5 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 حالی که 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 (جدول ۳ 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^- به دلیل 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; Irshad et al., 2009; Razavinasab 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

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 ۴۵ درصد روغن و ۲۰ تا ۲۵ درصد 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 به دلیل 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 به منظور 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 به صورت 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 ۱۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) در سه سطح شوری خاک (شاهد $C_0=5$ ، $C_1=10$ و $C_2=10$ دسی‌زیمنس بر متر) بود. خاک آزمایشی از عمق ۳۰-۳ 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 میلی‌اکی‌والانسی (۱:۲/۵:۲/۵) Ca:Mg:Na در هشت لوله‌ی پلی‌اتیلنی با ظرفیت ۱۰ کیلوگرم به مدت ۵۰ روز 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 زارعی در عمق یک سانتی‌متری

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

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 (meq. l ⁻¹) Soluble Na	5.41	5.64	16.65	26.28
کلسیم محلول (meq. l ⁻¹) Soluble Ca	2.2	5.22	18.8	5.45
کلسیم + منیزیم محلول (meq. l ⁻¹) Soluble Ca+Mg	5.29	10.05	32.35	71.19
پتاسیم محلول (meq. l ⁻¹) Soluble K	0.3	0.5	0.7	0.7
کلر محلول (meq. l ⁻¹) Soluble Cl	3.6	2.8	27.2	88.39
کربنات محلول (meq. l ⁻¹) Soluble CO ₃	0.2	-	-	-
بی کربنات محلول (meq. l ⁻¹) Soluble HCO ₃	2.6	4.2	3.6	4.6
نیتروژن کل (mg. kg ⁻¹) Total Nitrogen		533.7	525	525
فسفر قابل دسترس (mg. kg ⁻¹) available P		14.73	14.31	14.15
پتاسیم قابل دسترس (mg. kg ⁻¹) available K		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		

در کود سولفات آمونیوم، کاهش pH خاک شور و افزایش جذب عناصر غذایی نسبت دادند. در سطح شوری C₀ (خاک شاهد) کود نترات کلسیم ماده خشک بیش‌تری تولید کرد (جدول ۳) در حالی که 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 نترات کلسیم بود (جدول ۳ و ۵). با افزایش شوری خاک و کاربرد کود نترات 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 (جدول ۳) و جذب نیتروژن را نسبت به شاهد به‌طور معنی‌دار کاهش

کاربرد کود سولفات آمونیوم موجب افزایش معنی‌دار وزن خشک گیاه و جذب نیتروژن نسبت به کود نترات کلسیم شد (جدول ۳ و ۵) در حالی که 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 نترات کلسیم، توانسته است وزن خشک گیاه بیش‌تری در شرایط شوری خاک تولید کند. بنابراین جذب نیتروژن را به‌طور معنی‌داری نسبت به نترات کلسیم افزایش داده است. به‌علاوه افزایش معنی‌دار جذب نیتروژن با کاربرد کود سولفات آمونیوم نسبت به کود نترات 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

داد (جدول ۵). در کود سولفات آمونیوم، کاهش pH خاک شور و افزایش جذب به‌طور کلی بیش‌ترین وزن خشک گیاه در خاک شاهد (C₀) 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 قبلاً اشاره شد، (2011) Absalan *et al.* علت ارجحیت جذب آمونیوم توسط ذرت در شرایط شور را به وجود سولفور

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

فاکتورها (Factors)	درجه آزادی df	وزن خشک گیاه Dry weight of Plant	میانگین مربعات (MS)	
			غلظت نیتروژن در گیاه Nitrogen concentration in plant	جذب نیتروژن در گیاه Nitrogen uptake in plant
شوری خاک (Soil salinity)	2	0.28**	0.005 ^{ns}	96.6**
نوع کود نیتروژن (Nitrogen fertilizer type)	1	0.39**	0.002 ^{ns}	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**	0.003 ^{ns}	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	
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 = C₀، شوری = ۵ dS m⁻¹، C₁، شوری = ۱۰ dS m⁻¹، C₂
Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05)

جدول ۴- 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 پنج درصدی باشد. شاهد=C₀، شوری C₁= ۵ dS m⁻¹، شوری C₂=۱۰ dS m⁻¹
 Numbers followed by the same letter are not significantly different (P<0.05)

جدول ۵- اثر شوری خاک و نوع کود نیتروژن و برهم‌کنش آن‌ها بر جذب نیتروژن گیاه (میلی گرم 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 پنج درصدی باشد. شاهد=C₀، شوری C₁= ۵ dS m⁻¹، شوری C₂=۱۰ dS m⁻¹
 Numbers followed by the same letter are not significantly different (P<0.05)

به‌دست آمد، در حالی که در شوری C₂ بیش‌ترین وزن خشک گیاه با مصرف ۱۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم کود نیتروژن به‌دست آمد. بنابراین در شرایط شوری متوسط (C₂) نیاز درونی گیاه به نیتروژن و واکنش مثبت گیاه به مصرف کود نیتروژن تا سطح ۱۲۰ میلی‌گرم 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 ۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص به کود توصیه شده در شرایط غیر شور اضافه شود (Malakooti, 2000 ; MohajerMilani et al., 1999).

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

با افزایش سطوح کود نیتروژن مصرفی، وزن خشک گیاه افزایش داشت (جدول ۶). 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 (جدول ۶). در خاک شاهد و شوری C₁ بیش‌ترین وزن خشک گیاه با مصرف ۸۰ میلی‌گرم کود نیتروژن

جدول ۶- 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
C ₀ (شاهد)	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=C₀، شوری=۵ dS m⁻¹، C₁، شوری=۱۰ dS m⁻¹، C₂
Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05)

خاک با افزایش مقدار مصرف کود نیتروژن تا سطح ۸۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم غلظت نیتروژن گیاه به‌طور معنی‌دار کاهش یافت. بیش‌ترین غلظت نیتروژن گیاه در همه‌ی تیمارها با کاربرد ۴۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم کود نیتروژن به‌دست آمد (جدول ۷).

با توجه به جدول ۸، جذب نیتروژن در شاهد و تیمار C₁ با افزایش سطوح کود نیتروژن تا سطح ۸۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، در حالی‌که در تیمار C₂ تا سطح ۱۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جذب نیتروژن گیاه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، چراکه نیاز درونی گیاه به نیتروژن با افزایش شوری خاک افزایش یافته است.

با افزایش سطوح کود نیتروژن به سطح ۸۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم، غلظت نیتروژن کاهش، ولی جذب نیتروژن 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 ۱۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در سطح شوری C₁ غلظت نیتروژن گیاه نسبت به شاهد به‌طور معنی‌دار کاهش یافت، در همه‌ی سطوح شوری

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
C ₀ (شاهد)	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 پنج‌درصد می‌باشد. شاهد=C₀، شوری=۵ dS m⁻¹، C₁، شوری=۱۰ dS m⁻¹، C₂
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
C ₀ (شاهد)	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=C₀، شوری=۵ dS m⁻¹، C₁، شوری=۱۰ dS m⁻¹، C₂
Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05)

تأثیر نوع و مقدار کود نیتروژن

برهم‌کنش نوع و مقدار کود نیتروژن بر غلظت نیتروژن گیاه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نشد (جدول ۲). با افزایش سطوح کود نیترات کلسیم تا سطح ۱۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم، وزن خشک گیاه و جذب نیتروژن به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، در حالی که با افزایش سطوح کود سولفات آمونیوم تا سطح ۸۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم، وزن خشک گیاه و جذب نیتروژن به‌طور معنی‌داری افزایش و سپس کاهش یافت (جدول 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 نوع و مقدار کود نیتروژن بر غلظت نیتروژن گیاه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نشد (جدول ۲). با افزایش سطوح کود نیترات کلسیم تا سطح ۱۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم، وزن خشک گیاه و جذب نیتروژن به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، در حالی که با افزایش سطوح کود سولفات آمونیوم تا سطح ۸۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم، وزن خشک گیاه و جذب نیتروژن به‌طور معنی‌داری افزایش و سپس کاهش یافت (جدول 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

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

Table 9- 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 پنج درصد 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 پنج درصد می‌باشد.

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

رقابت کلر در مقابل نیترات و سولفات در منطقه‌ی ریشه دانستند. در خاک شاهد و تیمار C₁، افزایش سطوح کود سولفات آمونیوم تا سطح ۸۰ میلی‌گرم 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 C₀ و C₁، 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، درحالی که در شرایط شوری C₂، قابلیت دسترسی نیتروژن کاهش یافته و نیاز درونی گیاه به نیتروژن برای رسیدن به عملکرد بهینه افزایش می‌یابد و با مصرف ۱۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم تامین می‌شود. چراکه نیاز درونی گیاه به یک عنصر ضروری ممکن است توسط

برهم‌کنش شوری خاک، نوع و مقدار کود نیتروژن

برهم‌کنش شوری، نوع و مقدار کود نیتروژن بر وزن خشک گیاه در سطح احتمال پنج درصد 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 همان‌طور که 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

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 آهکی بودن خاک و غلظت اولیه‌ی نیتروژن خاک آزمایشی و افزایش نیاز درونی گیاه به نیتروژن در شرایط شور به علت کاهش جذب نیتروژن در اثر کاهش تراوایی ریشه گیاه، کاهش فعالیت میکروبی خاک و به دنبال 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 به دلیل 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 بیشتر در شرایط شوری خاک تولید کند. به علاوه افزایش معنی‌دار جذب نیتروژن توسط کاربرد کود سولفات آمونیوم نسبت به نیترات کلسیم می‌تواند در افزایش مقاومت گیاه به تنش شوری مؤثر باشد.

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

به طور کلی بیش‌ترین وزن خشک گیاه با مصرف ۸۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم کود سولفات آمونیوم به ترتیب در تیمارهای شاهد و شوری C₁ مشاهده شد و در سطح شوری C₂ با کاربرد ۱۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم کود سولفات آمونیوم به دست 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 این وجود در این تحقیق بیش‌ترین وزن خشک گیاه در شرایط شور با مصرف کود سولفات آمونیوم به دست 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 به طور کلی به نوع گیاه زراعی، وضعیت خاک و تناوب بستگی دارد (Absalan *et al.*, 2011). به علاوه ماهیت محیط کشت (خاک، شن یا کشت محلول)، حد شوری و سدیمی (سطح شوری)،

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

Table 11- 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 پنج درصدی باشد. شاهد = C₀، شوری = C₁ = ۵ dS m⁻¹، شوری = C₂ = ۱۰ dS m⁻¹

Numbers followed by the same letter are not significantly different (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 Oilseed Rape Species. *Seed and Plant Improvement 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.

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 Homae, 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. Pessaraki, 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. Pessaraki 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. Pessaraki 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. Homae, 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. Kaffafi, 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. Pessaraki 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.

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., Schubert, 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., Schubert, 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.



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

S. Tandisseh¹- A. R. Astaraei^{2*} - H. Emami³

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)

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