Archive of SID

نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار
جلد هشتم، شماره دوم، ۱۳۹۷
http://ejsms.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/ejsms.2017.10968.1639

تأثیر کاربرد نیتروژن و فسفر بر عملکرد اندام هوایی و ریشه گیاه روناس در شرایط شور استان فارس

*محمدجواد روستا[۱]، فاطمه رسولی[۲]، مصطفی میرابزاده اردکانی[۳]، کوکب عنایتی[۴] و لادن جوکار[۵]

[۱]دانشیار بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران، [۲]پژوهشگر بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران، [۳]کارشناس سابق مدیریت جهاد کشاورزی اردکان، [۴]کارشناس‌ارشد بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران، [۵]مربی پژوهشی بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

تاریخ دریافت: ۹۶/۸/۲۲؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۳/۲۲

چکیده

سابقه و هدف: برای موفقیت در بهره‌برداری از خاک‌های شور، تأمین مناسب عناصر غذایی مورد نیاز گیاه لازم است. به‌این‌معنی که با فراهم نمودن صحیح عناصرغذایی در مقدار و نسبت بهینه، شرایط خاک باید به‌گونه‌ای تغییر داده شود که رشد گیاه بهبود یافته و محصول مناسبی به‌دست آید. نیتروژن و فسفر از مهم‌ترین عناصر غذایی گیاهان محسوب می‌شوند و نقش به‌سزایی در افزایش عملکرد گیاهان زراعی دارند. نیتروژن، عنصری ضروری در فرآیندهای حیاتی گیاه است که افزایش جذب و کاربرد آن در سازوکارهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی شرایط را برای تحمل شوری بهبود می‌بخشد. فسفر کافی سبب زیاد شدن رشد گیاه و توسعه و گسترش ریشه می‌شود. برای این منظور گیاه می‌تواند از حجم بیش‌تری از خاک به‌منظور جذب عناصر غذایی و رطوبت استفاده کند. پژوهشگران متعددی گزارش کردند مصرف فسفر باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک ریشه گیاه می‌شود و افزایش فسفر قابل‌جذب در خاک، رشد گیاه در خاک شور را تسهیل نموده و تا اندازه‌ای اثرات منفی شوری را تعدیل می‌کند. پژوهش بر روی گیاه روناس در زمینه‌های مختلف به‌طور محدودی انجام شده است و مطالعه اثر کودهای اوره و فسفردار روی جذب عناصر معدنی و صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه تاکنون صورت نگرفته است. امروزه، مصرف کودهای شیمیایی برای تولید محصولات کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک که سطح حاصلخیزی خاک پایینی دارند، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. کشت و تولید روناس به‌عنوان یک گیاه صنعتی و متحمل به شوری در ایران از قدیم رواج داشته ولی پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه تغذیه این گیاه بسیار اندک است. این بررسی با هدف ارزیابی تأثیر کاربرد کودهای اوره و سوپرفسفات‌تریپل بر عملکرد اندام هوایی و ریشه گیاه روناس در استان فارس انجام گرفت.

مواد و روش‌ها: آزمایش سه‌ساله به‌صورت فاکتوریل با سه تکرار و دو فاکتور در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی اجرا گردید. فاکتور اول کود اوره با ٤ سطح صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و فاکتور دوم کود سوپرفسفات‌تریپل با ٤ سطح صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بود. آزمایش در شرایط خاک شور و آب‌شور

* مسئول مکاتبه: mjrousta@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

انجام شد. در همه تیمارها، کود دامی به‌میزان ٤٠ تن در هکتار قبل از کاشت مصرف شد. حدود ۲۵ بذر به‌صورت کپه‌ای در چاله‌هایی با عمق ۵ سانتی‌متر و با فاصله چاله‌ها روی ردیف به‌میزان ٤٠ سانتی‌متر و فاصله ردیف‌ها ٤٠ سانتی‌متر کاشته شدند. کرت‌های آزمایشی به ابعاد ۳ متر در ٤ متر بود. عملکرد اندام‌هوایی طی سه سال و عملکرد ریشه در سال سوم اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثرات متقابل کود اوره و کود فسفردار در سال سوم بر عملکرد اندام هوایی در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. اثرات متقابل کود اوره و کود فسفردار بر عملکرد ریشه در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردید. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد در سال سوم، بیش‌ترین عملکرد اندام هوایی به‌میزان ۲/۷۱۳۳ کیلوگرم در مترمربع با کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و بیش‌ترین عملکرد وزن خشک ریشه به‌میزان ۱/٦۱۳۳ کیلوگرم در مترمربع با کاربرد توأم ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و سوپرفسفات‌تریپل به‌دست آمد.

نتیجه‌گیری: به‌طورکلی می‌توان گفت کاربرد سطوح بالای کودهای اوره و سوپرفسفات‌تریپل، تولید وزن خشک ریشه گیاه روناس در شرایط شور را افزایش می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: آب‌شور، اوره، سوپرفسفات‌تریپل، روناس، خاک‌شور

مقدمه

مواد رنگزای طبیعی گروه بسیار مهم و گسترده‌ای از مواد رنگ‌رزی هستند که قابلیت رنگ‌کردن کالاهای طبیعی و مصنوعات بشری را به رنگ‌های مختلف دارند. ازآن‌جا که مقدار مواد رنگ‌زا و نیز ثبات ایجاد شده روی کالا از یک منبع به منبع دیگر متفاوت است، از همه این ترکیبات نمی‌توان به‌عنوان مواد رنگ‌زای نساجی استفاده کرد (٤ و ۳۳). این نوع رنگ‌زاها اغلب از گیاهان، گلسنگ‌ها، قارچ‌ها، حشرات و نرم‌تنان به‌دست آمده و براساس ساختار شیمیایی و روشی که روی کالا به‌کار می‌روند، دسته‌بندی می‌شوند (۳۲ و ۳۳). بر خلاف مواد رنگ‌زای مصنوعی که در فرایند تولید و مصرف آن‌ها مقادیر بسیار زیادی مواد شیمیایی خطرناک تولید و روانه محیط زیست می‌شود، مواد رنگ‌زای طبیعی دوست‌دار محیط زیست هستند (۹)، به‌همین دلیل مطالعه و شناسایی مواد رنگزای طبیعی جزو پژوهش‌های گسترده‌ای است که امروزه در حال انجام است (۲۸). یکی از مهم‌ترین مواد رنگ‌زای طبیعی که برای رنگ‌رزی الیاف پشم، پنبه و ابریشم به‌کار می‌رود، مواد رنگ‌زای موجود در ریشه گیاه روناس است. روناس در تمام زبان‌ها مترادف رنگ قرمز است. از قرن‌ها پیش روناس برای تهیه مواد رنگ‌زای قرمز طبیعی در اروپا، آسیا و آمریکا کشت می‌شده است (٤، ٦، ۸ و ۳۳). گیاه روناس می‌تواند به‌عنوان گیاه دارویی، صنعتی و علوفه‌ای مناسب در مناطقی که آب آبیاری از کیفیت مناسبی برخوردار نباشد مطرح شود. این گیاه می‌تواند با تحمل شوری خاک و آب، عملکرد مناسبی داشته باشد. نیتروژن، عنصری ضروری در فرآیندهای حیاتی گیاه است که افزایش جذب و کاربرد آن در سازوکارهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی شرایط را برای تحمل شوری بهبود می‌بخشد. از طرفی، تأثیر نیتروژن روی رشد و توسعه ریشه شرایط لازم برای جذب آب و عناصر غذایی را به‌وجود آورده و سبب ممانعت از کاهش بیش‌ازحد فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای می‌گردد. میزان اثر نیتروژن بر بهبود تحمل به شوری، به گونه گیاهی و قابلیت

www.SID.ir

Archive of SID

واکنش آن به نیتروژن بستگی دارد. ضمن این‌که عامل‌هایی مانند وضعیت توسعه ریشه و توزیع آن در خاک، مراحل رشد گیاه، نیاز غذایی گیاه، رطوبت و دمای خاک، میزان عناصر غذایی خاک و اثرات متقابل عناصر غذایی نیز باید مورد توجه قرار گیرد.

نیتروژن ازجمله عناصر غذایی مهم در تولید ماده خشک و محتوی پروتئین گیاهی می‌باشد که در شرایط تنش شوری، جذب آن بیش از سایر عناصر غذایی محدود می‌شود در نتیجه تغییرات این عنصر در گیاهان موجود در محیط‌های شور، می‌تواند به‌عنوان معیاری در ارزیابی مقاومت به شوری گیاهان در نظر گرفته شود (۱۸). کارایی نیتروژن در کم‌کردن اثرات مضر شوری در گیاهان، به اثرات بهبوددهنده این عنصر روی توان اولیه رشد، فعالیت آنزیم‌های نیترات‌ردوکتاز و کربنیک‌انیدراز، نفوذپذیری غشاء و کارایی مصرف نیتروژن نسبت داده می‌شود (۲۳). در شرایط شور، گیاهان می‌بایست عناصر غذایی مورد نیاز خود را برای فرآیندهای حیاتی جذب کرده و تا حدی مانع ورود یون‌های ناخواسته به اندام‌ها و بافت‌های هوایی شوند. ممکن است شوری با اثر روی قابلیت استفاده از برخی عناصر، جذب یا انتقال و توزیع عناصر غذایی درون گیاه مشکل‌ساز شود و یا با غیرفعال نمودن نقش فیزیولوژیکی عنصر غذایی مصرف شده منجر به افزایش ذاتی نیاز غذایی گیاه گردد (۱۹). در خاک‌هایی که کمبود نیتروژن دارند نشان داده شده است که اضافه‌کردن نیتروژن، رشد و عملکرد تعداد زیادی از گیاهان مانند گندم، یونجه، جو، لوبیا، هویج، گوجه‌فرنگی، ذرت، شبدر، حبوبات، ارزن و برنج را هنگامی که درجه شوری خیلی شدید نبوده بهبود بخشیده است (۱۲). ایزابلا و همکاران (۲۰۰۱)، آواد و همکاران (۱۹۹۰)، چمپاگنول (۱۹۷۹) هیرل و گردمن (۱۹۸۰)، پاس و همکاران (۱۹۸۵) و رویيز- لوزانو و همکاران (۱۹۹٦) گزارش کردند مصرف فسفر افزایش معنی‌داری در وزن خشک ریشه در گیاه را به‌همراه دارد و افزایش فسفر قابل‌جذب خاک رشد گیاه در خاک شور را تسهیل نموده و تا اندازه‌ای اثرات منفی شوری را تعدیل می‌کند. زمانی و همکاران (۲۰۱٤) گزارش کردند که با کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات‌تریپل در رودشت اصفهان، بیش‌ترین میزان عملکرد اندام هوایی گیاه روناس به‌میزان ۱/۷٤ کیلوگرم در مترمربع و با کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره، بیش‌ترین وزن خشک ریشه به‌میزان ۱۸۱ گرم در مترمربع به‌دست آمد. مصرف ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره همراه با ٦۰ کیلوگرم فسفر خالص از منبع سوپرفسفات‌تریپل، میزان آلیزارین موجود در ریشه روناس را در مقایسه با شاهد (عدم مصرف کودهای نیتروژن‌دار و فسفردار) به‌میزان ۲/۷۷ برابر افزایش داد. استفاده از ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره و ٦۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار فسفر خالص از منبع سوپرفسفات‌تریپل، باعث افزایش میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم در ریشه روناس گردید (سالک و همکاران، ۲۰۱۵).

برای موفقیت در بهره‌برداری از خاک‌های شور، تأمین مناسب عناصرغذایی مورد نیاز گیاه لازم است. به‌این‌معنی که با فراهم‌نمودن صحیح عناصر غذایی در مقدار و نسبت بهینه، شرایط خاک باید به‌گونه‌ای تغییر داده شود که رشد گیاه بهبود یافته و محصول مناسبی به‌دست آید. اغلب خاک‌های شور حاصل‌خیزی کم و اثرات زیان‌بار زیادی دارند. املاح محلول در خاک را می‌توان با فراهم نمودن مواد غذایی ضروری با افزودن کودهای شیمیایی و کمک به گیاه برای تحمل تنش، تا حدودی تعدیل نمود. بنابراین، تغذیه گیاه در این شرایط اهمیت بیش‌تری پیدا می‌کند. این پژوهش، با هدف ارزیابی تأثیر کاربرد کود شیمیایی نیتروژن‌دار اوره و کود فسفردار

www.SID.ir

Archive of SID

سوپرفسفات‌تریپل بر وزن خشک اندام هوایی و ریشه گیاه روناس در شرایط شور انجام گردید.

مواد و روش‌ها

منطقه رامجرد از توابع شهرستان مرودشت و اراضی زیردست سد درودزن در استان فارس می‌باشد. این اراضی از رسوب‌ها دوران چهارم زمین‌شناسی پوشیده شده است و حاصل فعالیت رودخانه کر در گذشته است. این منطقه از لحاظ فیزیوگرافی جزء اراضی پست محسوب می‌شود. جدول ۱ تجزیه شیمیایی آب آبیاری را نشان می‌دهد.

جدول ۱- ویژگی‌های شیمیایی آب آبیاری مورد استفاده.

Table 1. Chemical properties of used irrigation water.

مقدار Value	ویژگی آب Property
11.02	قابلیت هدایت الکتریکی $EC(dS.m^{-1})$
7.3	پ‌هاش pH
14.7	کلسیم محلول $Ca^{2+}(meq.l^{-1})$
31	منیزیم محلول $Mg^{2+}(meq.l^{-1})$
76.2	سدیم محلول $Na^{+}(meq.l^{-1})$
0.33	پتاسیم محلول $K^{+}(meq.l^{-1})$
122.23	مجموع کاتیون های محلول Sum cations $(meq.l^{-1})$
94.1	کلر محلول Cl^{-} $(meq.l^{-1})$
5.5	بی‌کربنات محلول HCO_3^{-} $(meq.l^{-1})$
-	کربنات محلول CO_3^{2-} $(meq.l^{-1})$
21.2	سولفات محلول $SO_4^{2-}(meq.l^{-1})$
120.8	مجموع آنیون‌های محلول Sum Anions $(meq.l^{-1})$
15.9	نسبت جذب سدیم $SAR(meq.l^{-1})^{1/2}$

www.SID.ir

Archive of SID

در رهنمودهای جهانی (فائو) ارزیابی کیفیت آب، شوری بیش از ۳ دسی‌زیمنس بر متر دارای محدودیت شدید برای مصارف آبیاری است و استفاده از آن باید با اعمال روش‌های مدیریتی صورت گیرد. شوری آب آبیاری در مزرعه مورد مطالعه، ۳/۷ برابر مقدار فوق بود. از این‌رو در دسته آب‌های دارای محدودیت بسیار شدید طبقه‌بندی شد. با در نظر گرفتن استانداردهای فائو، محدودیت نفوذپذیری ناشی از SAR آب مطرح نبود. مسأله نفوذ با توجه به غلظت نمک‌ها و SAR مورد سنجش قرار می‌گیرد. در صورتی‌که غلظت کل نمک در آب آبیاری بیش از مقدار لازم برای حفظ هم‌آوری ذرات خاک باشد، نفوذپذیری در سطح قابل‌قبول حفظ می‌گردد. طبق استانداردهای فائو در صورتی‌که شوری آب بیش از ۵ دسی‌زیمنس بر متر باشد SAR خاک می‌تواند بدون ایجاد مشکل نفوذ تا ٤٠ هم افزایش یابد. SAR آب مزرعه، معادل ۱۵/۹ بود که در جدول فائو در محدوده (SAR=۱۲-۲۰) قرار می‌گیرد. در این میزان SAR، شوری ۲/۹ دسی‌زیمنس بر متر کافی است تا از اثرات زیان‌بار یون‌های سدیم بر نفوذپذیری خاک ممانعت نماید. بی‌کربنات آب مزرعه، ۵/۵ میلی‌اکی‌والان در لیتر بود که در دامنه محدودیت متوسط (۸/۵-۱/۵ میلی‌اکی‌والان در لیتر) قرار داشت. نسبت کلسیم به منیزیم در آب معادل ۰/٤۷ بود. نسبت‌های کم‌تر از یک، تأثیر منفی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک داشته و از طریق تغییر توازن تغذیه‌ای، باعث کاهش عملکرد گیاهان می‌شود.

برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه در جدول ۳ نشان داده شده است. خاک مزرعه مورد آزمایش دارای بافت سنگین و در کلاس سیلتی‌کلی‌لوم (Si.C.L) قرار داشت. میزان کربنات‌کلسیم خاک زیاد بود. چگالی ظاهری خاک ۱/٤۱ گرم بر سانتی‌مترمکعب و مقدار گچ آن ناچیز بود. کربن آلی خاک، کم و از ۰/۸٦ درصد در لایه سطحی تا ۰/۱۳ درصد در لایه عمقی آن متغیر بود (جدول ۲).

جدول ۲- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش.

Table 2. Physico chemical properties of the studied soil.

عمق خاک Soil Depth (cm)	0-30	30-60	60-90
رس Clay (%)	22.2	31	33.7
سیلت Silt (%)	53	51.6	50.0
شن Sand (%)	24.8	17.4	16.3
بافت خاک Soil Texture	Silt Loam	Silty Clay Loam	Silty Clay Loam
کربن آلی Organic Carbon (%)	0.86	0.48	0.13
کربنات‌کلسیم معادل Calcium Carbonate Equivalent (%)	44.5	44.3	46.4
گچ Gypsum (%)	0.13	0.12	0.09
قابلیت هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	12.7	8.8	9.2
نسبت جذبی سدیم SAR $(meq/l)^{1/2}$	14.6	15.3	17.1

www.SID.ir

Archive of SID

قابلیت هدایت الکتریکی خاک در لایه سطحی (۰ تا ۳۰ سانتی‌متر) ۱۲/۷ دسی‌زیمنس بر متر و نسبت جذبی سدیم در این لایه، برابر با ۱٤/٦ بود. با افزایش عمق، شوری خاک کم و نسبت جذبی سدیم بیش‌تر شد. بر اساس طبقه‌بندی آزمایشگاه شوری آمریکا، خاک مورد مطالعه شور- سدیمی بود.

بذرهای سالم روناس، از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی یزد تهیه شد. زمین مورد آزمایش شخم زده شد و به آن ٤۰ تن در هکتار کود دامی اضافه شده و زمین بر اساس نقشه طرح کرت‌بندی شد که شامل ٤۸ کرت (به تعداد تکرارها) در سه ردیف ١٦ تایی (به تعداد تیمارها) بود. ابعاد هر کرت ٤×۳ متر و مساحت زمین ۸۰۰ مترمربع، فاصله بین کرت‌ها یک متر و فاصله بین تکرارها دو متر در نظر گرفته و فاصله بین بوته‌ها در هر ردیف ٤۰ سانتی‌متر منظور شد. حدود ۲۵ بذر به‌صورت کپه‌ای در جاله‌هایی با ۵ سانتی‌متر عمق کاشته شدند. فاکتورهای مورد بررسی شامل چهار سطح کود اوره (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) و چهار سطح کود فسفردار (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) به‌ترتیب از منبع اوره و سوپرفسفات‌تریپل بود. کود فسفردار قبل از کاشت و در سال‌های بعد قبل از رشد به زمین داده شد. کود اوره در طی هر سال در دو نوبت یک زمان قبل از شروع رشد و دوم در طی مرحله رشد سریع رویشی داده شد. به‌دلیل این‌که پس از آماده‌سازی زمین و قبل از کاشت بذرها، کود دامی به‌میزان ٤۰ تن در هکتار اضافه گردید از سایر کودهای شیمیایی استفاده نشد. آبیاری زمین در شش ماه اول سال هر ۱۲ روز یک‌بار و در شش ماه دوم سال هر ۲٤ روز انجام شد. قابلیت هدایت الکتریکی آب آبیاری بین ۱۰ تا ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر بود. آزمایش به‌صورت فاکتوریل با دو فاکتور و سه تکرار در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. برای اندازه‌گیری مقدار عملکرد اندام هوایی، از هر کرت به اندازه یک مترمربع اندام هوایی گیاه برداشت شد و با ترازو وزن گردید و اعداد بر حسب کیلوگرم یادداشت گردید. برای برداشت ریشه‌ها، از بیل مخصوص استفاده شد و خاک تا عمق نفوذ ریشه‌ها زیر و رو گردید و ریشه‌ها به‌دقت جمع‌آوری شدند به‌طوری‌که اطمینان حاصل شد ریشه‌ای در خاک باقی نمانده است. پس از شست‌وشوی گل و لای ریشه با آب ولرم، وزن تر ریشه‌ها بر حسب کیلوگرم ثبت شد. سپس ریشه‌ها به‌مدت ٤۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و وزن خشک آن‌ها بر حسب کیلوگرم تعیین شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها براساس آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد و میانگین‌ها با آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

با توجه به نتایج تجزیه واریانس، اثرات متقابل کود اوره و کود فسفردار بر عملکرد اندام هوایی در سال سوم در سطح ۱ درصد و اثرات متقابل کود اوره و کود فسفردار بر عملکرد ریشه در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۳).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- میانگین مربعات ویژگی‌های مورد مطالعه در گیاه روناس.

Table 3. Mean squares for studied traits in madder.

منابع تغییرات Sources of variations	درجه آزادی Degrees of freedom	عملکرد اندام‌هوایی (سال اول) Shoot dry weight (first year)	عملکرد اندام هوایی (سال دوم) Shoot dry weight (second year)	عملکرد اندام هوایی (سال سوم) Shoot dry weight (third year)	عملکرد ریشه (سال سوم) Root dry weight (third year)
تکرار Replication	2	0.071269	0.190165	0.104690	0.24852
نیتروژن Nitrogen	3	0.848958*	0.219208	0.912991**	0.694658**
کود فسفردار Phosphorous Fertilizer	3	0.233081	0.253263	0.081919	0.161552*
نیتروژن * فسفردار Nitrogen * Phosphorous	9	0.514697	0.084887	0.448898**	0.090234*
خطا Error	30	0.246567	0.128402	0.094178	0.039379
ضریب تغییرات Coefficient of variation		21.81	15.15	15.60	18.98

**، * و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۱ درصد، ۵ درصد و غیرمعنی‌دار.

**, *, ns are significant at 0.01, 0.05 probability level and not significant respectively.

مقایسه میانگین اثرات متقابل کودهای اوره و فسفردار نشان داد که دامنه تغییرات عملکرد اندام‌های هوایی در سال اول، بین ۱/۳۳٦۷ تا ۲/۸۳۳۳ کیلوگرم در مترمربع متغیر بوده است. بیش‌ترین عملکرد به‌میزان ۲/۸۳۳۳ کیلوگرم در مترمربع مربوط به تیمار کاربرد توأم ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفردار و کم‌ترین عملکرد به‌میزان ۱/۳۳٦۷ مربوط به تیمار کاربرد توأم ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفردار بوده است. در سال دوم، دامنه تغییرات عملکرد اندام‌های هوایی، بین ۱/۹٦۰۰ تا ۲/۸۳٦۷ کیلوگرم در مترمربع متغیر بوده است. بیش‌ترین عملکرد به‌میزان ۲/۸۳٦۷ کیلوگرم در مترمربع مربوط به تیمار کاربرد توأم ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفردار بوده است. کم‌ترین میزان عملکرد اندام‌هوایی در تیمار عدم کاربرد کودهای اوره و فسفردار به‌میزان ۱/۹٦۰۰ کیلوگرم در مترمربع حاصل شد (جدول ٤). در سال سوم، دامنه تغییرات عملکرد اندام‌های هوایی، بین ۱/۱۲۰۰ تا ۲/۷۱۳۳ کیلوگرم در مترمربع متغیر بود. کم‌ترین میزان عملکرد اندام‌هوایی در تیمار عدم کاربرد کود اوره و کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفردار به‌میزان ۱/۱۲۰۰ کیلوگرم در مترمربع حاصل شد (جدول ٤). مقایسه وزن خشک اندام هوایی در سال‌های مختلف نشان داد که در سال دوم، بیش‌ترین مقدار عملکرد به‌میزان ۲/۸۳٦۷ کیلوگرم در مترمربع و در سال سوم، کم‌ترین مقدار عملکرد به‌میزان ۱/۱۲۰۰ کیلوگرم در مترمربع تولید شد (جدول ٤).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- مقایسه میانگین اثرات متقابل کود اوره و فسفردار بر عملکرد اندام هوایی گیاه روناس.

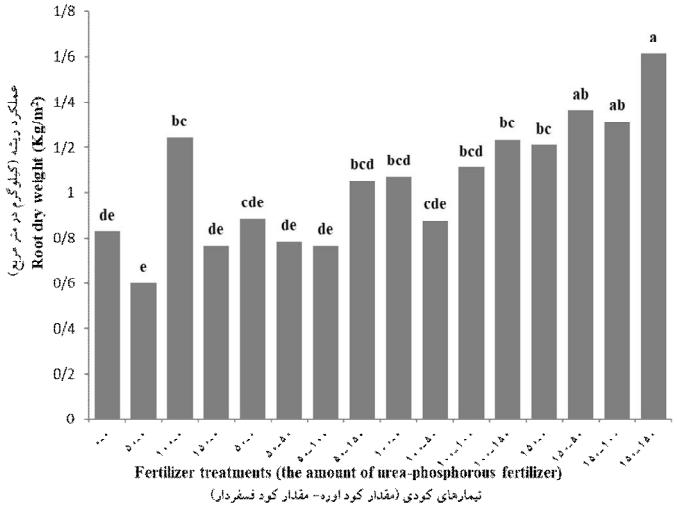
Table 4. Means comparison of interactions of urea and phosphorus fertilizers on the yield of shoots of madder.

عملکرد اندام هوایی (سال سوم) Shoot dry weight (third year) (kg/m^2)	عملکرد اندام هوایی (سال دوم) Shoot dry weight (second year) (kg/m^2)	عملکرد اندام هوایی (سال اول) Shoot dry weight (first year) (kg/m^2)	فسفردار- اوره Urea-phosphorous (kg/ha)
1.1433 d	1.9600 b	2.5833 ab	0-0
1.1200 d	2.2067 ab	2.2667 abc	0-50
2.2133 abc	2.2967 ab	2.4000 ab	0-100
1.9400 bc	2.4800 ab	2.6000 ab	0-150
2.0067 bc	2.2700 ab	1.9100 abc	50-0
2.3733 ab	2.4267 ab	2.3933 ab	50-50
1.7633 c	2.1033 b	2.7400 a	50-100
1.9533 bc	2.2833 ab	2.8333 a	50-150
1.9100 bc	2.0967 b	2.5400 ab	100-0
1.8367 bc	2.5667 ab	2.6900 ab	100-50
2.0867 bc	2.5900 ab	2.1267 abc	100-100
2.0400 bc	2.8367 a	1.7300 bc	100-150
2.7133 a	2.4100 ab	2.7367 bc	150-0
2.1133 bc	2.3200 ab	2.3033 ab	150-50
2.0900 bc	2.4400 ab	2.2300 abc	150-100
2.1733 abc	2.5567 ab	1.3367 c	150-150

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک، از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪ با آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

Similar letters in each column present insignificant differences by LSD test at P<0.05.

مقایسه میانگین اثرات متقابل کودهای اوره و فسفردار نشان داد که دامنه تغییرات عملکرد ریشه در سال سوم، بین ۰/٦۰۰۰ تا ۱/٦۱۳۳ کیلوگرم در مترمربع متغیر بوده است. بیش‌ترین عملکرد به‌میزان ۱/٦۱۳۳ کیلوگرم در مترمربع مربوط به تیمار کاربرد توأم ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفردار بوده است. کم‌ترین میزان عملکرد ریشه در تیمار عدم کاربرد کود اوره و کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفردار به‌میزان ۰/٦۰۰۰ کیلوگرم در مترمربع حاصل شد (شکل ۱).



شکل ۱- اثرات متقابل کودهای اوره و فسفردار بر عملکرد ریشه روناس.

Figure 1. The interaction effects of urea and triple superphosphate on root dry weight of madder.

www.SID.ir

Archive of SID

گیاه روناس واکنش مناسبی به کودهای اوره و سوپرفسفات‌تریپل در شرایط شوری نشان داد اما به‌نظر می‌رسد مصرف این کودها و انتخاب مقدار بهینه آن‌ها باید با دقت بیش‌تری انجام گیرد. به‌طورکلی، عملکرد تحت‌تأثیر عوامل گوناگون از جمله ژنوتیپ، عوامل محیطی و عملیات زراعی قرار می‌گیرد. زمانی که این عوامل به درستی انتخاب شوند گیاه عملکرد مناسب را خواهد داشت. مصرف کودهای شیمیایی به هنگام کاشت و پرورش گیاهان با مقدار و میزان صحیح می‌تواند باعث حفظ حاصل‌خیزی خاک و تولید بیش‌تر گردد و استفاده زیاد از کود شیمیایی، خسارت بیش‌تری نسبت به عدم مصرف آن دارد. بنابراین، میزان دقیق کود و مصرف صحیح آن تأثیر بسیار مهمی در امر تولید و افزایش مواد مؤثره خواهد داشت (۳۶).

بر اساس نتایج به‌دست آمده از این پژوهش، مشخص شد که با اضافه کردن نیتروژن به بستر گیاه، رشد و میزان محصول افزایش یافت. همچنین، بر اساس پژوهش‌های گذشته ثابت شده است که اگر درجه شوری شدید نباشد، افزودن نیتروژن باعث افزایش رشد و محصول در سیب (۱۰ و ۲۷)، هویج و لوبیا چشم‌بلبلی (۲۷)، ذرت (۱۵)، انگور (۳٤)، گوجه‌فرنگی (۲۵) و اسفناج (۱۷) شده است. در این پژوهش، نیتروژن باعث افزایش عملکرد و وزن خشک ریشه و اندام هوایی گیاه روناس گردید. نیتروژن باعث افزایش فرایندهای رشد، ارتفاع و عملکرد ماده خشک می‌شود (۲٤). اثر متقابل نیتروژن و فسفر بستگی زیادی به گونه و مرحله رشد گیاه دارد. مارکار (۱۹۹۵) نشان داد که افزایش نیتروژن سبب افزایش بیوماس و ارتفاع در گونه شورزیست *Spergularia maritime* شد. اندرسون و ترشو (۱۹۸۰) بیان داشتند نیتروژن سبب فراهمی نیترات در خاک‌های شور و افزایش ارتفاع در گونه شورزیست *Spartina alterniflora* شد، در حالی‌که فسفر اثر معنی‌داری روی آن نداشت. در خاک‌هایی که میزان فسفر قابل‌دسترس آن زیاد است، شوری سبب افزایش جذب فسفر شده و ممکن است گیاه دچار سمیت ناشی از افزایش این عنصر شود. درزی (۲۰۰۲) نشان داد که نیتروژن باعث افزایش رشد رویشی و اندام‌های سبزینه‌ای گیاه می‌شود. کاربرد بیش از حد نیتروژن باعث رشد رویشی زیاد و به‌تعویق افتادن گلدهی در گیاه می‌شود. نتایج به‌دست آمده از این پژوهش با نتایج به‌دست آمده توسط ایزابلا و همکاران (۲۰۰۱)، آواد و همکاران (۱۹۹۰)، چمپاگنول (۱۹۷۹) هیرل و گردمن (۱۹۸۰)، پاس و همکاران (۱۹۸۵) و روییز-لوزانو و همکاران (۱۹۹٦) که گزارش کردند مصرف فسفر افزایش معنی‌داری در وزن خشک ریشه در گیاه را به‌همراه دارد و افزایش فسفر قابل‌جذب خاک رشد گیاه در خاک شور را تسهیل نموده و تا اندازه‌ای اثرات منفی شوری را تعدیل می‌کند، مطابقت دارد.

فسفر کافی سبب زیاد شدن رشد گیاه و توسعه و گسترش ریشه می‌شود. برای این منظور گیاه می‌تواند از حجم بیش‌تری از خاک به‌منظور جذب عناصر غذایی و رطوبت استفاده کند که در چنین شرایطی جذب و کارایی استفاده از بیش‌تر عناصر غذایی افزایش می‌یابد (۱۱ و ۲۲).

کورکوت و نیلسون (۲۰۰۰) نشان دادند که با افزایش میزان کود اوره، سطح برگ افزایش یافت ولی این افزایش تا سطح مشخصی از کود اوره مشاهده شد. نیتروژن در زیر حد مطلوب سبب کاهش هدایت هیدرولیکی می‌شود، در نتیجه گیاه برای توسعه پهنک برگ با کمبود آب مواجه می‌شود (۲۱). این اثر با فشار ریشه‌ای ارتباط مستقیم دارد. تأثیرات کمبود نیتروژن بر توسعه برگ در گونه‌های مختلف متفاوت است. این تفاوت به تنوع مورفولوژیکی گونه‌ها و مطابق با آن به تمایز در رقابت برای آب در دسترس

www.SID.ir

Archive of SID

گیاه به‌منظور تعرق و توسعه سلولی مربوط می‌شود (۲۱). کریدمن (۱۹۸٦) بیان نمود که توسعه برگ منوط به طویل‌شدن سلول‌ها می‌باشد و مصرف کود نیتروژنه هم تعداد و هم طویل‌شدن سلول‌ها را افزایش می‌دهد. زینلی و همکاران (۲۰۱٤) در پژوهش خود دریافتند که افزایش مصرف فسفر باعث افزایش وزن تر گیاه شد. اثر متقابل نیتروژن و فسفر نشان داد که عملکرد اندام هوایی در سطوح ثابت مصرف نیتروژن با افزایش سطح کاربرد کود سوپرفسفات‌تریپل کاهش یافت. این نکته نشان داد که میزان فسفر در خاک برای تأمین نیاز غذایی گیاه، کافی بوده و مصرف بالاتر آن در حضور مصرف کود اوره اثر کاهشی روی عملکرد گیاه داشت. صنایعی و همکاران (۲۰۱٤) بیان داشتند مصرف کود نیتروژن سبب افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی از جمله کلروفیل‌ها و کاروتنوییدها شده که به‌دنبال آن سبزینگی، توانایی جذب نور خورشید، تولید مواد فتوسنتزی و در نهایت رشد و عملکرد گیاه افزایش می‌یابد.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی می‌توان گفت کاربرد سطوح بالای نیتروژن و فسفر، تولید وزن خشک ریشه گیاه روناس در شرایط شور را افزایش می‌دهد. این امر بیانگر ضرورت توجه به تغذیه بهینه گیاه روناس برای دستیابی به عملکرد مناسب ریشه در شرایط تنش ناشی از شوری می‌باشد.

منابع

1.Anderson, C.M., and Treshow, M. 1980. A review of environmental and genetic factors that affect height in Spartina alterniflora loisel (salt marsh cord grass). Estuanes and Coasts, 3: 3. 168-176.

2.Awad, A.S., Edwards, D.G., and Campbell, L.C. 1990. Phosphorus enhancement of salt tolerance of tomato. Crop Sci. Soc. Amer. J. 30: 123-128.

3.Champagnol, F. 1979. Relationships between phosphate nutrition of plants and salt toxicity. Phosphorus in Agric. 76: 35-43.

4.Clementi, C., Nowik, W., Romani, A., Cibin, F., and Favaro, G. 2007. A spectrometric and chromatographic approach to the study of ageing of madder (*Rubia tinctorium* L.) dyestuff on wool, Analytica. Chimica. Acta J. 596: 46-54.

5.Courcut, D.M., and Nilsen, E.T. 2000. Salinity stress, in: Physiology of plants under stress. 696p. John Willey and Sons, Inc. New York.

6.Cuoco, G., Mathe, C., Archier, P., Chemat, F., and Vieillescazes, C. 2009. A multivariate study of the performance of an ultrasound assisted madder dyes extraction and characterization by liquid chromatography-photodiode array detection, Ultrasonics Sonochem. J. 16: 75-82.

7.Darzi, M., and Haj Seyed Hadi, M.R. 2002. Study of agronomic and ecological issues of chamomile and fennel. Zeitun Magazine. 152: 43-49.

8.De Santis, D., and Moresi, M. 2007. Production of alizarin extracts from Rubia tinctorum and assessment of their dyeing properties, Ind. Crop. Prod. J. 26: 151-162.

9.Dutta, P.K. 1996. Hazards of dyes, Ind. J. Fibre Text. Res. CVIII. 1: 68-69.

10.El-Siddig, K., and LuÈdders, P. 1994. Interactive effects of nitrogen nutrition and salinity on reproductive growth of apple trees. Gartenbauwiss. 59: 127-131.

11.Gourley, C.J.P., Allan, D.L., and Russell, M.P. 1993. Defining phosphorus efficiency in plants. Plant and Soil. 156: 29-37.

12.Heidari, M., Bakhshandeh, A.M., Nadeyan, H.A., Fathi, G.A., and Alami-Saeed, K. 2006. Effects of salinity and nitrogen rates on seed yield, osmotic adjustment and sodium and potassium uptake in Chamran wheat cultivar. Iran. J. Agric. Sci. 3: 513-501. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

13.Hirrell, M.C., and Gerdemann, J.W. 1980. Improved growth of onion and bell pepper in saline soils by two vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. Soil Sci. Soc. Am. J. 44: 654-656.
14.Isabella, C., Cantrell, G., and Robert, G. 2001. Preinoculation of lettuce and onion with VA mycorrhizal fungi reduces deleterious effects of soil salinity. Plant and Soil. 233: 269-281.
15.Khalil, M.A., Amer, F., and Elgabaly, M.M. 1967. A salinity+fertility interaction study on corn and cotton. Soil Sci. Soc. of Am. J. Proc. 31: 683-686.
16.Kriedeman, J. 1986. Stomatal and photosynthetic Limitation of leaf growth. Aust. J. Plant Physiol. 13: 15-23.
17.Langdale, G.W., Thomas, J.R., and Littleton, T.G. 1971. Influence of soil salinity and nitrogen fertilizer on spinach growth. J. Rio Grande Valley Hort. Soc. 25: 61-66.
18.Leidi, E.O., Silberbush, M., and Lips, S.H. 1991. Wheat growth as affected by nitrogen type, pH and salinity, Biomass production and mineral composition. J. Plant Nutr. 14: 3. 235-246.
19.Malakooti, M.J., and Homaei, M. 2003. The fertility of soils of arid and semi-arid areas (problems and solutions). Tarbiat Modarres University Press, 518p. (In Persian)
20.Marcar, N.E. 1995. Fodder values of salt tolerant Australian Acacias. P 20-25, In: International workshop, Nitrogen fixing trees for fodder. Pune, India.
21.Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, 889p. London.
22.Marschner, H. 2002. Mineral Nutrition of Higher Plant. Elsevier Science Ltd. Academic Press, 912p. London.
23.Mass, E.V., and Hoffman, G.I. 1976. Crop salt tolerance, evaluating existing data. P 107-120. In: International Salinity Conference Pub. Book.
24.Nasiry Mahallati, M., Kochaki, A., Rezvani, P., and Beheshti, A. 2001. Agroecology (translated), Ferdowsi University of Mashhad Publishing. 118p. (In Persian)
25.Papadopoulos, I., and Rendig, V.V. 1983. Interactive effects of salinity and nitrogen on growth and yield of tomato plants. Plant and Soil. 73: 47-57.
26.Poss, J.A., Pond, E., Menge, J.A., and Jarrell, W.M. 1985. Effect of salinity on mycorrhizal onion and tomato in soil with and without additional phosphate. Plant and Soil. 88: 307-319.
27.Ravikovitch, S., and Porath, A. 1967. The effect of nutrients on the salt tolerance of crops. Plant and Soil. 26: 49-71.
28.Rosenberg, E. 2008. Characterisation of historical organic dyestuffs by liquid chromatography-mass spectrometry, Analy. and Bioanaly. Chem. J. 391: 33-57.
29.Ruiz-Lozano, J.M., Azcon, R., and Gomez, M. 1996. Alleviation of salt stress by arbuscular-mycorrhizal *Glomus* species in *Lactuca Sativa* plants. Physiol. Plantarum. 98: 767-772.
30.Salek, M., Saadatmand, S., and Khavari-Nejad, R.A. 2015. Investigation of the Alizarin content in Medicinal-industrial Madder (*Rubia tictorum* L.) Root. Adv. Biores. 6: 4. 58-65.
31.Sanayeei, S., Ebadi, A., Parmon, Gh., and Gholizdeh, L. 2014. The effect of mineral nitrogen on changes in fluorescence of photosynthetic pigments alfalfa under drought stress. J. Crop Physiol. 6: 23. 5-20. (In Persian)
32.Shams-Nateri, A. 2011. Reusing wastewater of madder natural dye for wool dyeing, J. Clean. Prod. 19: 775-81.
33.Surowiec I., Szostek, B., and Trojanowicz, M. 2007. HPLC-MS of anthraquinolds, flavonoids, and their degradation products in analysis of natural dyes in archeological objects, J. Separation Sci. 30: 2070-2079.
34.Taylor, R.M., Fenn, L.B., and Pety, C.A. 1987. Nitrogen uptake by grapes with divided roots growing in differentially salinized soils. Hort. Sci. 22: 4. 664.
35.Zamani, Z., Zeinali, H., Masood Sinaki, J., and Madani, H. 2014. Effect of nitrogen and phosphorous fertilizers on the yield and secondary metabolites of medicinal plant *Rubia tinctorum* L. under saline conditions. Iranian J. Plant Physiol. 4: 2. 949-955. (In Persian)
36.Zeinali, H., Moslehiyazddly, A., Safai, L., Jaberalansar, Z., Akhondi, A., and Eskandari, Z. 2014. The effect of different amounts of nitrogen, phosphorus and potassium on quantitative and qualitative characteristics of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iran. J. Med. Arom. Plant. Sci. Res. 3: 4. 511-518. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

J. of Soil Management and Sustainable Production, Vol. 8(2), 2018
http://ejsms.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/ejsms.2017.10968.1639

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Effects of nitrogen and phosphorous application on shoot and root yield of madder in saline conditions of Fars province

***M.J. Rousta[1], F. Rasouli[2], M. Mirabzadeh Ardekani[3], K. Enayati[4] and L. Jowkar[5]**

[1]Associate Prof. of Soil Science, Department of Soil Conservation and Watershed Management Research, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Shiraz, Iran, [2]M.Sc. of Soil Science, Department of Soil and Water Research, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Shiraz, Iran, [3]Previous Agronomy Expert of Ardakan Jahad-e-Keshavarzi Management, Yazd, Iran, [4]M.Sc. of Soil Science, Department of Soil Conservation and Watershed Management Research, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Shiraz, Iran, [5]Research Coach of Seed and Plant Improvement Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Shiraz, Iran

Received: 11.13.2017; Accepted: 06.12.2018

Abstract

Background and Objectives: To succeed in exploiting salt affected soils, proper nutrient supply is required. That is, by providing the correct elements in the optimum amount and ratio, soil conditions should be changed so that the growth of the plant is improved and the product is obtained. N and P are the most important nutrients in plants and they have a significant role in increasing the yield of crops. Nitrogen is an essential element in the plant's vital processes, which improves its absorption and application in biochemical and physiological mechanisms of the condition to tolerate salinity. Sufficient phosphorus increases the growth of the plant and develops and extends the root. For this purpose, the plant can use a larger amount of soil to absorb nutrients and moisture. Several researchers have reported that the use of phosphorus significantly increases the root dry weight of the plant, and increasing the amount of phosphorus absorbed in the soil facilitates plant growth in saline soil and to some extent, moderates the negative effects of salinity. Research on madder plant in different fields has been limited and the study of the effect of urea and phosphorus fertilizers on the absorption of mineral elements and morphological and physiological traits of the plant has not been done so far. Today, the use of chemical fertilizers for the production of agricultural products in arid and semi-arid areas with a low fertility level is inevitable. The cultivation and production of madder as an industrial plant, that has been tolerant to salinity in Iran has long been widespread, but research on the nutrition of this plant is very scarce. The aim of this study was to evaluate the effect of urea and triple superphosphate fertilizers application on shoot and root yield of madder plant in Fars province.

Materials and Methods: A three years' factorial experiment with three replications and two-factor design was a randomized complete block design. The first factor was urea with 4 levels of zero, 50, 100 and 150 kg/ha and the second factor was triple super phosphate fertilizer with 4 levels of zero, 50, 100 and 150 kg/ha. This investigation was carried out in saline water and soil conditions. In all treatments, the manure at the rate of 40 T/ha was applied before planting. About 25 seeds in rows at 5 cm depth for bulk and at a distance of 40 cm were planted. Experimental plots measuring, was 3 m by 4 m. Shoot yields were measured during three years and root yield were measured in the third year.

* Corresponding Author; Email: mjrousta@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

Results: Data analysis of variance showed that the effect of urea fertilizer in the first year at $P<0.05$ and the effect of urea fertilizer and interactions of urea and phosphorus fertilizers in the third year was significant on shoot dry matter at $P<0.01$. The effect of urea fertilizer on root yield at $P<0.01$ and effect of phosphorus fertilizer and interactions of urea and phosphorus fertilizers on root dry matter was significant at $P<0.05$. Means comparisons showed that the highest biomass equal to 2.7133 kg/m^2 was achieved due to application of 150 kg/ha urea and the maximum root yield equal to 1.6133 kg/m^2 by application of 150 kg/ha urea and triple superphosphate, together.
Conclusion: It can be concluded that application of high levels of nitrogen and phosphorus (150 kg/ha) increases the production of root dry weight of madder plant in saline conditions.

Keywords: Saline water, Urea, Triple superphosphate, Madder, Saline soil

www.SID.ir

www.SID.ir