Archive of SID

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، فروردین – اردیبهشت ۱۳۹۴، ص. ۲۲۴-۲۱۰

Journal of Water and Soil
Vol. 29, No. 1, Mar.-Apr. 2015, p. 210-224

تأثیر منابع نیتروژن و فسفر بر خصوصیات شیمیایی خاک و غلظت عناصر در آفتابگردان(*Helianthus annuus* L.)

علیرضا یدوی[1*]- زینب یوسف پور[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۶/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۲۳

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر خصوصیات شیمیایی خاک و غلظت عناصر در برگ و دانهٔ آفتابگردان، آزمایشی به صورت اسپلیت فاکتوریل، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در تابستان ۱۳۹۰ در مزرعه‌ای در ایوانغرب (استان ایلام) اجرا شد. فاکتور اصلی شامل چهار سطح کود شیمیایی نیتروژن و فسفر (۰، ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن و فسفر مورد نیاز) و فاکتور فرعی شامل فاکتوریل کاربرد کود زیستی نیتروکسین و فسفات بارور۲ هرکدام در دو سطح (تلقیح و عدم تلقیح) بود. نتایج نشان داد که برهمکنش کود شیمیایی و فسفات بارور۲ بر غلظت پتاسیم دانه اثر معنی‌داری داشت، به طوری‌که در سطوح ۰، ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ درصد کود شیمیایی به ترتیب با کاربرد فسفات بارور۲ افزایش ۲۳/۳۰، ۳۱/۲۸، ۳۱/۳۱ و ۱۱/۴۱ درصدی در مقدار پتاسیم بذر نسبت به عدم کاربرد آن ایجاد شد. کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی و نیتروکسین بر میزان فسفر بذر اثر افزایشی معنی‌داری داشتند، به طوری‌که بیش‌ترین میزان این عنصر (۱۱۰۸/۲۸ میلی‌گرم در کیلوگرم) مربوط به سطح کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و تلقیح با نیتروکسین بود. کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی مورد نیاز و همچنین کود زیستی فسفات بارور۲ به ترتیب باعث افزایش ۱۰/۶ و ۳/۷ درصدی نیتروژن بذر شدند. نیتروکسین و فسفات بارور۲ بر میزان فسفر قابل جذب خاک تأثیر معنی‌داری داشتند، به طوری‌که کاربرد نیتروکسین و فسفات بارور۲ به ترتیب باعث افزایش ۱۲/۷۵ و ۲۳/۶۴ درصدی میزان فسفر قابل جذب در خاک نسبت به عدم کاربرد آن‌ها شده است. در نهایت نتایج نشان داد که کاربرد کودهای زیستی نیتروکسین و فسفات بارور ۲ به همراه کودهای شیمیایی از طریق تأمین بخشی از عناصر مورد نیاز گیاه باعث کاهش مصرف کودهای شیمیایی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آفتابگردان، عناصر بذر، فسفات بارور۲، کود زیستی، کود شیمیایی، نیتروکسین

مقدمه

مدیریت صحیح حاصلخیزی خاک از عوامل اصلی در نیل به کشاورزی پایدار محسوب می‌شود. مصرف کودهای زیستی یکی از روش هایی است که بدون نگرانی از اثرات سوء زیست محیطی با بهبود شرایط شیمیایی و زیستی خاک حاصلخیزی خاک را افزایش می‌دهد. باکتری‌های موجود در کودهای زیستی، از طریق فعالیت‌های متابولیکی خود، مواد معدنی و آلی خاک را از شکلی به شکل دیگر تغییر داده و قابلیت استفادهٔ عناصر غذایی ضروری از قبیل نیتروژن، گوگرد و فسفر را برای گیاهان و دیگر موجودات زنده‌ی خاک، تغییر می‌دهند و در تجزیهٔ مواد آلی، چرخهٔ مواد غذایی و تشکیل خاک نقش مهمی را ایفا می‌کنند (۲۵). از جمله کودهای زیستی که حاوی ریزجانداران متعددی است، می‌توان به نیتروکسین اشاره کرد. نیتروکسین حاوی مجموعه‌ای از مؤثرترین سوش‌های باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن از جنس آزوسپریلیوم و ازتوباکتر می‌باشد. این باکتری‌ها، با تثبیت نیتروژن هوا و متعادل کردن جذب عناصر پرمصرف و کم مصرف مورد نیاز گیاه، موجب رشد و توسعه ریشه و قسمت‌های هوایی گیاه می‌شود (۹). پژوهش های انجام شده در استفاده از کودهای زیستی و ترکیب آن‌ها با کودهای شیمیایی نشان می دهد که این کودها افزون بر اثرات مثبت بر صفات کمی و کیفی گیاهان موجب کاهش مصرف کودهای شیمیایی نیز می شود (۱۷). طبق گزارش محمودی و همکاران (۱۵)، تلقیح بذر با ازتوباکتر به همراه مصرف کود دامی، سبب افزایش درصد جذب نیتروژن، فسفر،

۱ و ۲- دانشیار و دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج
(*- نویسنده مسئول: (Email: yadavi@yu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

روی و وزن اندام‌های هوایی و ریشه‌ی گندم می‌شود. نارولا و همکاران (۱۹) نیز گزارش کردند که تحت شرایط گلخانه‌ای، نژادهایی از ازتوباکتر منجر به افزایش تولید زیست‌تودهٔ ریشه و در نتیجه افزایش جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم در گندم شدند. فسفات بارور۲ نیز یکی دیگر از کودهای زیستی می‌باشد که شامل مجموعه‌ای از باکتری‌های حل‌کنندهٔ فسفات از جنس‌های مختلف باسیلوس و سودوموناس بوده و می‌تواند فسفر غیر قابل جذب در خاک را به شکل قابل دسترس گیاه تبدیل کنند. کمبود فسفر به شدت در میزان رشد گیاهان اثرات منفی داشته و تشکیل گل، میوه، بذر و کیفیت آن‌ها را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۳). در آزمایش درزی و همکاران (۶) بیشترین غلظت نیتروژن دانه (۲/۶۴ درصد)، با کاربرد ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات زیستی و بالاترین غلظت فسفر (۱/۲۰ درصد) و پتاسیم در دانه (۱/۵۲ درصد) و عملکرد دانه (۱۳۱۶ کیلوگرم در هکتار) با کاربرد ۳۰ کیلوگرم از آن در گیاه رازیانه، به دست آمد. به طوری که کود فسفات زیستی از طریق افزایش فعالیت باکتری‌های حل کنندهٔ فسفات در خاک و بهبود حلالیت فسفر در ریزوسفر، قادر به تأمین مناسب عناصر مورد نیاز گیاه رازیانه در مراحل مختلف رشدی گردید.

از آن‌جا که بخش زیادی از روغن مصرفی کشور از خارج وارد می‌شود، کشت دانه‌های روغنی و مدیریت صحیح آن‌ها در جهت افزایش عملکرد، از اهمیت بالایی برخوردار است. آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) یکی از چهار گیاه دانه روغنی مهم است که در بسیاری از نقاط دنیا برای تولید روغن‌های خوراکی کشت می‌شود. این گیاه توقع بالایی برای عناصر خاک دارد و وجود تعادل عناصر غذایی برای به حداکثر رسیدن عملکرد دانه‌ی آن مطلوب می‌باشد (۱۲).

مطالعات و تلاش اندکی در زمینهٔ کاربرد کودهای زیستی در آفتابگردان انجام شده است. هدف از این پژوهش بررسی بعضی خصوصیات شیمیایی خاک و غلظت عناصر غذایی در برگ و دانهٔ آفتابگردان تحت تاثیر کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژن و فسفر به منظور کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی و بهبود صفات کیفی آفتابگردان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در تابستان ۱۳۹۰ در مزرعه‌ای در ایوانغرب واقع در ۲۵ کیلومتری ایلام، با مختصات جغرافیایی ۳۳ درجه و ۴۵ دقیقه عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۳۵ دقیقه طول شرقی به صورت آزمایش اسپلیت فاکتوریل، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. کرت‌های اصلی شامل چهار سطح کود شیمیایی فسفر و نیتروژن (۰، ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ درصد کود شیمیایی فسفر و نیتروژن مورد نیاز) و کرت‌های فرعی شامل فاکتوریل کاربرد کود زیستی نیتروکسین (تلقیح و عدم تلقیح) و کاربرد کود زیستی فسفات بارور۲ (تلقیح و عدم تلقیح) بود. کود شیمیایی مورد نیاز گیاه بر اساس نتایج آنالیز خاک (جدول ۱)، نیتروژن به صورت کود اوره به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و کودهای فسفاته به صورت سوپر فسفات تریپل به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد. کود زیستی نیتروکسین (۱ لیتر در هکتار) که حاوی مجموعه‌ای از فعال‌ترین سوش‌های باکتری‌های تثبیت کننده‌ی نیتروژن شامل Azotobacter sp. و Azospirillium sp. می‌باشد و کود فسفات بارور۲ (۱۰۰ گرم در هکتار) که شامل مجموعه‌ای از باکتری‌های حل‌کنندهٔ فسفات از جنس‌های مختلف Pseudomonas و Bacillus می‌باشد، به صورت بذرمال در زمان کاشت مورد استفاده قرار گرفتند. نحوه‌ی کاشت به صورت جوی و پشته بود. هر کرت آزمایشی شامل ۵ پشته به فاصله‌ی ۶۰ سانتیمتر و طول ۶ متر و فاصله‌ی بوته‌ها در ردیف نیز ۲۰ سانتیمتر بود. فاصله‌ی بین کرت‌های اصلی ۲ پشته (۱۲۰ سانتیمتر) و فاصلهٔ بین کرت‌های فرعی ۶۰ سانتیمتر بود. فاصله بین تکرارها نیز ۳ متر در نظر گرفته شد. تاریخ کاشت نیز ۲۵ خرداد ماه و رقم به کار رفته، یوروفلور بود. عملیات داشت شامل آبیاری،کنترل علفهای هرز (به صورت دستی و به دفعات مورد نیاز)، و پوشاندن طبق‌ها در زمان مورد نیاز صورت گرفت. برداشت برگ برای اندازه گیری عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، روی و منگنز در زمان گلدهی صورت گرفت. پس از برداشت محصول، از خاک مزرعه نیز برای اندازه‌گیری خصوصیات خاک نمونه برداری شد و مقدار نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم قابل جذب و اسیدیته (pH) خاک و همچنین غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، روی و منگنز بذر، اندازه‌گیری شد.

میزان نیتروژن بر اساس روش کجلدال (۸)، فسفر با روش کاربرد نیترووانادو مولیبدات (۸) با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل (Lambda EZ201) و پتاسیم نیز با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر(مدل PFP7) (۸) اندازه گیری شد. اسیدیته خاک با استفاده از دستگاه pH متر و با به کارگیری مخلوط ۱:۲/۵ خاک و آب مقطر اندازه‌گیری شد. میزان عناصر مس، منگنز، آهن و روی دراندام هوایی گیاهان به روش خاکستر خشک و حل کردن در اسید کلریدریک ۲ نرمال و با دستگاه جذب اتمی (مدل هیتاچی Z-CAST2300) اندازه‌گیری شد (۲۲).

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS صورت گرفت. مقایسه میانگین اثر سادهٔ تیمارها بر اساس آزمون دانکن و مقایسه میانگین برهمکنش تیمارها از طریق برش‌دهی اثر کودهای زیستی در هر سطح کود شیمیایی و به روش L.S.Means در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Soil physical and chemical properties of experimental location

عمق نمونه Dept (cm)	اسیدیته گل اشباع (pH)	هدایت الکتریکی Ec $(dS/m)\times 10^3$	کربن آلی OC ٪	نیتروژن N ٪	فسفر قابل جذب P $mg\ kg^{-1}$	پتاسیم قابل جذب K $mg\ kg^{-1}$	رس Clay %	سیلت Silt %	شن Sand %	بافت خاک Soil Texture
0-30	7.63	1.07	1.81	0.18	10.5	550	26	49	25	لومی Lom

نتایج و بحث

نیتروژن کل باقیمانده خاک

براساس نتایج به دست آمده اثر هیچ یک از عامل‌های مورد آزمایش برای این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). این نتیجه گویای آن است که بخش عمده نیتروژن قابل استفاده در خاک توسط گیاه زراعی کشت شده، برداشت گردیده و باقیمانده نیتروژن در اثر فرایندهایی چون آبشویی، تصعید آمونیاک و یا جذب ریزجانداران خاک از دسترس ریشه خارج شده است و لذا میزان نیتروژن باقیمانده در خاک در بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری نداشتند. البته با توجه به کشت تابستانه این محصول، بدلیل نبود بارندگی تابستانه و همچنین بافت لومی خاک، در این منطقه احتمال آبشوی نیتروژن باقیمانده منتفی بوده و احتمال جذب ریزجانداران بیشتر می باشد. کندراگاما (۱۱) مشاهده نمود که اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای کود آلی و شیمیایی به جهت نیتروژن باقیمانده در خاک وجود ندارد، اگرچه نیتروژن اضافه شده به خاک توسط کود شیمیایی به مراتب بیشتر از نیتروژن آلی بود. طبق گزارش نورقلی‌پور و همکاران (۲۱) در گندم، از لحاظ مقدار نیتروژن کل خاک پس از برداشت محصول، تفاوت آماری بین تیمارهای کودی مختلف مشاهده نشد. دلیل این امر را فرایند محبوس شدن نیتروژن و شستشوی نیترات از خاک در طی فصل رشد گزارش کردند.

فسفر قابل جذب باقیمانده خاک

نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر کود شیمیایی، نیتروکسین و فسفات بارور۲ برای صفت فسفر قابل جذب خاک معنی‌دار شد ولی برهمکنش آنها برای این صفت معنی‌دار نگردید (جدول ۲). با افزایش سطح کود شیمیایی مصرفی، فسفر قابل جذب خاک افزایش یافت به طوری که بیشترین (۵۴/۴۵ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خاک) و کم‌ترین (۴۰/۰۲ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خاک) میزان فسفر قابل جذب خاک به سطوح مصرف ۱۰۰ درصد کود شیمیایی مورد نیاز و سطح شاهد کود شیمیایی اختصاص داشت که البته بین تیمارهای ۶۶ و ۱۰۰ درصد، ۳۳ و ۶۶ درصد و هم چنین تیمارهای صفر و ۳۳ درصد کاربرد کود شیمیایی از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۷). به نظر می‌رسد کودهای شیمیایی با فراهمی عناصر فسفر خاک، ذخیره فسفر در خاک را افزایش داده‌اند. نگی و همکاران (۲۰) اظهار داشتند که کارایی استفاده از کود فسفر برای یک گیاه زراعی به طور متوسط ۱۵ درصد است و باقیمانده آن در خاک برای گیاه بعدی باقی می‌ماند. در همین راستا براهیمی و همکاران (۴) با مقایسه اثر مقادیر مختلف کودهای آلی (لجن فاضلاب، کمپوست زباله شهری و کود گاوی) و کود شیمیایی فسفر و نیتروژن به کار رفته در مزرعه گندم نسبت به شاهد بدون مصرف کود اظهار داشتند که این تیمارهای کودی نسبت به شاهد بدون مصرف کود باعث افزایش میزان فسفر باقیمانده خاک پس از برداشت گندم شده است که البته این افزایش در مورد کودهای آلی معنی دار بوده است. محمدی و سهرابی (۱۸) نیز با بررسی روش‌های تلفیقی کود دهی بر غلظت نیتروژن، فسفر و خواص زیستی خاک و گیاه کلزا اظهار داشتند که کاربرد کوهای شیمیایی و آلی و تلفیقی، همگی نسبت به شاهد بدون مصرف کود باعث افزایش غلظت فسفر خاک بعد از برداشت محصول شده اند که علت آن را عدم مصرف کامل عناصر حاصل از کودهای مصرفی توسط گیاه کلزا عنوان کرده‌اند.

کاربرد نیتروکسین و فسفات بارور۲ به ترتیب باعث افزایش ۱۲/۷۵ و ۲۳/۶۴ درصدی میزان فسفر قابل جذب در خاک نسبت به عدم کاربرد آن‌ها شده است (جدول ۷). فسفر در داخل خاک به دو شکل آلی و معدنی وجود دارد که شکل معدنی آن به صورت انواع کانی های مختلف شامل ترکیبات کلسیم، آهن، آلومینیوم و فلوئور می باشد. انواعی از میکروارگانیسم های خاک نظیر بعضی باکتری‌های گروه باسیلوس و سودوموناس و هم‌چنین بعضی قارچها در خاک توانایی خود را در تبدیل فسفات غیر محلول به محلول از طریق تولید آسیدهای آلی نشان داده‌اند (۲۷) باکتری‌های موجود در کودهای زیستی به کار رفته در این تحقیق نیز از طریق فعالیتهای آنزیمی، تولید اسیدهای آلی و تغییر اسیدیته اطراف خود باعث شدند که فسفر نامحلول خاک را به اسیدهای آلی فسفره و فسفر سبک آزاد کرده و تحرک این عنصر را در خاک افزایش دهند. با افزایش فعالیت‌های

www.SID.ir

Archive of SID

میکروبی و تولید اسیدهای آلی باعث آزادسازی عناصر غذایی موجود در سطح کلوئیدهای خاک، بویژه فسفر، افزایش قابلیت جذب این عناصر را فراهم می‌سازند. روستی و همکاران (۲۳) گزارش کردند که وجود جمعیت‌های میکروبی در خاک سبب ایجاد چرخه مواد غذایی و قابل دسترس ساختن و افزایش جذب آن‌ها می‌شود.

پتاسیم باقیمانده خاک

براساس تجزیه آماری نتایج حاصل شده، تنها عامل کود شیمیایی با سطح احتمال یک درصد برای میزان پتاسیم خاک اثر معنی‌دار ایجاد کرده است (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش مصرف کود شیمیایی نیتروژن و فسفر مورد نیاز، میزان پتاسیم خاک کاهش یافته، به نحوی که بیشترین میزان پتاسیم خاک (۶۲۴/۸۹ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خاک) مربوط به سطح شاهد کود شیمیایی بود. کم‌ترین مقدار این صفت (۵۱۴/۳۹ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خاک) نیز مربوط به سطح کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی مصرفی بود که با سطح کاربرد ۶۶ درصد کود شیمیایی تفاوت معنی‌داری نداشت. بین سطوح کاربرد ۳۳ و ۶۶ درصد کود شیمیایی از لحاظ این صفت نیز تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۷). تولید هر تن دانه‌ی آفتابگردان موجب خروج ۴۰ تا ۶۰ کیلوگرم نیتروژن، ۵ تا ۱۰ کیلوگرم فسفر و ۶۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم از خاک می‌گردد (۱۲). لذا با توجه به افزایش حاصله در رشد و عملکرد گیاه آفتابگردان ناشی از افزایش مصرف کودهای شیمیای فسفره و نیتروژنه در سطوح بالای مصرف این کودها (نتایج نشان داده نشده است) می توان اظهار داشت تخلیه عناصر غذایی بیش‌تری از خاک صورت گرفته و کاهش عنصر پتاسیم نیز دور از انتظار نیست.

اسیدیته خاک (pH)

براساس تجزیه آماری نتایج حاصل شده، اثر کود شیمیایی، نیتروکسین و هیچ یک از برهمکنش بین تیمارها برای این صفت معنی‌دار نشده و تنها تیمار کود زیستی فسفات بارور۲ در سطح احتمال ۵ درصد توانست تاثیر معنی‌داری بر pH خاک ایجاد کند (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس برخی خصوصیات شیمیایی خاک و غلظت عناصر غذایی نیتروژن و فسفر برگ و بذر آفتابگردان تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی

Table 2- The analysis of variance of some soil chemical properties and concentration of nitrogen and phosphorus of seed and leaf of sunflower affected by experimental treatments

منابع تغییر S. O. V	درجه آزادی D F	میانگین مربعات Mean Squares								
		نیتروژن باقیمانده خاک Remaining soil nitrogen	فسفر قابل جذب باقیمانده خاک Remaining soil phosphorus	پتاسیم باقیمانده خاک Remaining soil potassium	اسیدیته خاک Soil pH	نیتروژن برگ Leaf nitrogen	نیتروژن بذر Seed nitrogen	فسفر برگ Leaf phosphorus	فسفر بذر Seed phosphorus
تکرار Rep	2	0.0004 ns	66.9 ns	3752.3 ns	0.2 ns	0.001 ns	0.009 ns	9221.3 ××	15322.6 ××
کود شیمیایی Fertilizer(a)	3	0.0007 ns	477.1 ××	2940.6 ××	0.1 ns	0.3 ××	0.168 ××	262959.0 ××	360599.1 ××
خطای اصلی Main error	6	0.0008	37.9	2210.8	0.1	0.01	0.009	1607.5	276.7
نیتروکسین (b) Nitroxin	1	0.0002 ns	374.6 ×	159.0 ns	0.07 ns	0.07 ×	0.024 ns	6188.4 ××	16978.2 ××
فسفات بارور۲ Phosphate Barvar2 (c)	1	0.0003 ns	1161.3 ××	9300.7 ns	1.5 ×	0.01 ns	0.107 ××	114082.8 ××	179963.5 ××
a×b	3	0.0007 ns	13.8 ns	559.8 ns	0.09 ns	0.007 ns	0.0009 ns	2175.6 ns	7868.9 ×
a×c	3	0.0004 ns	190.3 ns	19125.3 ns	0.3 ns	0.03 ns	0.021 ns	2064.0 ns	1185.4 ns
b×c	1	0.0006 ns	0.9 ns	713.1 ns	0.1 ns	0.01 ns	0.002 ns	992.0 ns	630.9 ns
a×b×c	3	.0007 ns	51.4 ns	21045.6 ns	0.07 ns	0.01 ns	0.01 ns	1180.3 ns	3434.5 ns
خطا Error	24	0.0009	71.8	7264.3	0/2	0.01	0.007	1016.7	1839.6
ضریب تغییرات CV (%)		17.2	18.1	15.2	6.8	5.3	3.2	4.2	4.8

ns، ××و×: به ترتیب نشانگر عدم معنی‌دار، معنی دار بودن در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد می باشد.

ns, ×× and × indicates non-significant, significant at 1% and 5% probability levels, respectively

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- تجزیه واریانس غلظت برخی عناصر غذایی در برگ و بذر آفتابگردان تحت تاثیر تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی

Table 3- The analysis of variance of some nutrient in leaf and seed of sunflower affected by experimental treatments

میانگین مربعات Mean Squares						درجه آزادی D.F.	منابع تغییر S. O. V
منگنز برگ Leaf manganese	منگنز بذر Seed manganese	روی برگ Leaf zinc	روی بذر Seed zinc	پتاسیم برگ Leaf potassium	پتاسیم بذر Seed potassium		
0.0009 ns	0.0009 ns	0.01 ns	0.2 ns	5501348.2 ××	1044334.6 ×	2	تکرار Rep
2.3 ××	0.4 ns	0.2 ns	0.2 ns	189026558.8 ××	233082049.3 ××	3	کود شیمیایی Fertilizer(a)
0.1	0.1	0.1	0.1	1793097.2	857644.4	6	خطای اصلی Main error
0.1 ns	3.3 ××	2.5 ××	0.3 ns	6743806.4 ××	8138856.4 ××	1	نیتروکسین (b) Nitroxin
8.9 ××	4.1 ××	0.4 ns	2.0 ××	27325937.8 ××	58895855.2 ××	1	فسفات بارور۲ Phosphate Barvar2 (c)
0.4 ns	0.07 ns	0.4 ns	0.02 ns	383551.1 ns	699561.8 ns	3	a×b
0.1 ns	0.3 ××	0.08 ns	0.4 ×	1214779.7 ××	2421960.0 ××	3	a×c
6.5 ××	0.1 ns	0.2 ns	0.01 ns	79469.2 ns	65328.5 ns	1	b×c
0.1 ns	0.05 ns	0.2 ns	0.3 ns	214814.2 ns	24760.5 ns	3	a×b×c
0.2	0.06	0.1	0.1	193303.0	246236.5	24	خطا Error
18.2	15.4	17.1	17.5	4.1	4.5		ضریب تغییرات CV (%)

ns، ××و×: به ترتیب نشانگر عدم معنی‌دار، معنی دار بودن در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد می باشد.

ns, ×× and × indicates non-significant, significant at 1% and 5% probability levels, respectively

جدول ٤- تجزیه واریانس برش دهی اثر نیتروکسین در سطوح مختلف کود شیمیایی برای فسفر بذر آفتابگردان

Table 4- The analysis of variance slicing effect of Nitroxin at different levels of chemical fertilizer on sunflower seed phosphorus

میانگین مربعات Mean squares	درجه آزادی	کود شیمیایی نیتروژن و فسفر (درصدی از مقدار مورد نیاز)
فسفر بذر Seed phosphorus	D. F.	Chemical nitrogen and phosphorus fertilizer (Percent of requirement amount)
640.9 ns	1	0
5137.3 ns	1	33
470.5 ns	1	66
××34336	1	100

ns، ××و×: به ترتیب نشانگر عدم معنی‌دار، معنی دار بودن در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد می باشد.

ns, ×× and × indicates non-significant, significant at 1% and 5% probability levels, respectively

جدول۵-تجزیه واریانس برش‌دهی اثر فسفات بارور۲ در سطوح مختلف کود شیمیایی برای صفات مختلف آفتابگردان

Table 5- The analysis of variance slicing effect of Phospheat Barvar2 at different levels of chemical fertilizer on different traits of sunflower

میانگین مربعات Mean squares				درجه آزادی D F	کود شیمیایی نیتروژن و فسفر (درصدی از مقدار مورد نیاز) Chemical nitrogen and phosphorus fertilizer (Percent of requirement amount)
روی بذر Seed zinc	منگنز بذر Seed manganese	پتاسیم بذر Seed potassium	پتاسیم برگ Leaf potassium		
0.2 ns	1.0 ××	1954845 ××	5145392 ××	1	0
0.01 ns	3.6 ××	3980920 ××	17208147 ××	1	33
0.2 ns	0.3 ×	14115028 ××	34404097 ××	1	66
2.9 ××	0.3 ×	10919484 ××	9404099 ××	1	100

ns، ××و×: به ترتیب نشانگر عدم معنی‌دار، معنی دار بودن در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد می باشد.

ns, ×× and × indicates non-significant, significant at 1% and 5% probability levels, respectively

www.SID.ir

Archive of SID

جدول٦- تجزیه واریانس برش دهی اثر فسفات بارور۲ در سطوح نیتروکسین برای منگنز برگ آفتابگردان

Table 6- The analysis of variance slicing effect of Phosphate Barvar2 at different levels of Nitroxin on Leaf Manganese of sunflower

نیتروکسین Nitroxin		درجه آزادی D F	میانگین مربعات Mean squares
			منگنز برگ Leaf manganese
تلقیح	Inoculation	1	0.09 ns
عدم تلقیح	Non-inoculation	1	15.3 ××

ns، ××و×: به ترتیب نشانگر عدم معنی‌دار، معنی دار بودن در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد می باشد.

ns, ×× and × indicates non-significant, significant at 1% and 5% probability levels, respectively

جدول۷- مقایسه میانگین اثرات ساده‌ی کودهای شیمیایی و زیستی برای خصوصیات شیمیایی خاک

Table 7- The mean comparison of the effect of chemical and biological fertilizer on soil chemical properties

تیمارهای آزمایشی Experimental treatments			فسفر قابل جذب باقیمانده خاک Remaining soil phosphorus (mg kg^{-1})	پتاسیم قابل جذب باقیمانده خاک Remaining soil potassium (mg kg^{-1})	اسیدیته خاک Soil pH
کود شیمیایی نیتروژن و فسفر (درصدی از مقدار مورد نیاز) Chemical nitrogen and phosphorus fertilizer (Percent of requirement amount)		0	40.0 c	624.8 a	7.8 a
		33	43.2 bc	567.0 b	7.8 a
		66	48.3 ab	528.0 bc	7.6 a
		100	54.4 a	514.3 c	7.6 a
نیتروکسین Nitroxin	تلقیح Inoculation		49.3 a	560.4 a	7.8 a
	عدم تلقیح Non-inoculation		43.7 b	556.7 a	7.7 a
فسفات بارور۲ Phosphate Barvar2	تلقیح Inoculation		51.4 a	572.5 a	7.5 b
	عدم تلقیح Non-inoculation		41.6 b	544.6 a	7.9 a

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.05) نمی‌باشند

In each column, numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05)

جدول ۸- مقایسه میانگین اثرات ساده‌ی کود های شیمیایی و زیستی برای عناصر ماکرو بذر و برگ آفتابگردان

Table 8- The mean comparison of the effect of chemical and biological fertilizer on macronutrient of sunflower seed and leaf

تیمارهای آزمایشی Experimental treatments			نیتروژن برگ Leaf nitrogen %	نیتروژن بذر Seed nitrogen %	فسفر برگ Leaf phosphorus (mg kg^{-1})	فسفر بذر Seed phosphorus (mg kg^{-1})	پتاسیم برگ Leaf potassium (mg kg^{-1})	پتاسیم بذر Seed potassium (mg kg^{-1})
کود شیمیایی نیتروژن و فسفر (درصدی از مقدار مورد نیاز) Chemical nitrogen and phosphorus fertilizer (Percent of requirement amount)		0	2.1 b	2.63 c	549.0 d	667.8 d	6275.7 d	6539.1 d
		33	2.2 b	2.72 bc	763.1 c	826.1 c	8853.9 c	8253.1 c
		66	2.5 a	2.80 b	839.1 b	988.4 b	12509.2 b	12003.6 b
		100	2.5 a	2.91 a	881.3 a	1054.7 a	16391.5 a	15426.6 a
نیتروکسین Nitroxin	تلقیح Inoculation		2.4 a	2.79 a	762.7 a	903.1 a	10930.5 a	11419.4 a
	عدم تلقیح Non-inoculation		2.3 b	2.74 a	740.0 b	865.5 b	10180.8 b	10595.8 b
فسفات بارور۲ Phosphate Barvar2	تلقیح Inoculation		2.3 a	2.82 a	800.1 a	945.5 a	11310.1 a	12115.3 a
	عدم تلقیح Non-inoculation		2.3 a	2.72 b	702.6 b	823.0 b	9801.1 b	9899.9 b

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.05) نمی‌باشند

In each column, numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۹- مقایسه میانگین اثرات ساده‌ی کود شیمیایی و نیتروکسین برای عناصر میکرو بذر و برگ آفتابگردان

Table 9- The mean comparison of the effect of chemical fertilizer and Nitroxin on micronutrient of sunflower seed and leaf

منگنز برگ Seed manganese (mg kg^{-1})	منگنز بذر Seed manganese (mg kg^{-1})	روی برگ Leaf Zinc (mg kg^{-1})	تیمارهای آزمایشی Experimental treatments	
2.4 c	1.4 b	2.3 a	0	کود شیمیایی نیتروژن و فسفر (درصدی از مقدار مورد نیاز) Chemical nitrogen and phosphorus fertilizer (Percent of requirement amount)
3.0 b	1.6 ab	2.5 a	33	
2.8 bc	1.7 ab	2.7 a	66	
3.4 a	1.8 a	2.6 a	100	
3.0 a	1.9 a	2.8 a	تلقیح Inoculation	نیتروکسین Nitroxin
2.8 a	1.4 b	2.3 b	عدم تلقیح Non-inoculation	

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.05) نمی‌باشند

In each column, numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05)

به علت خاصیت تامپونی خاک بر اثر وجود کربنات کلسیم در اکثر خاک‌ها، تفاوتی بین تیمارهای سیستم تغذیه شیمیایی مشاهده نمی‌شود که عدم تغییرات معنی دار اسیدیته خاک در تیمارهای مختلف کود شیمیایی این آزمایش نیز تأیید کننده همین مطلب می باشد. از سوی دیگر نتایج نشان داد که کاربرد کود زیستی فسفات بارور۲، کاهش معنی‌داری در pH خاک ایجاد کرد، به طوری‌که میزان pH خاک از ۷/۹۴ در شرایط عدم تلقیح به ۷/۵۸ در شرایط تلقیح کاهش پیدا کرده است. (جدول ۷). با توجه به توانایی تولید اسیدهای آلی توسط باکتری‌های موجود در کود زیستی فسفات بارور۲ کاهش اسیدیته خاک دور از انتظار نیز نمی‌تواند باشد. در همین راستا بالیان و همکاران (۳) نیز با بررسی اثر کودهای شیمیایی، آلی و بیولوژیک بر تعادل عناصر غذایی خاک در کشت ذرت اظهار داشتند که باکتری‌های موجود در کودهای بیولوژیک از طریق تغییر در pH خاک، بر تعادل بین عناصر غذایی خاک و میزان دسترسی آنها برای گیاه زراعی تاثیر معنی‌داری ایجاد می‌کنند.

نیتروژن برگ

نتایج جدول تجزیه واریانس، حاکی از معنی‌دار بودن اثر کود شیمیایی و نیتروکسین بر میزان نیتروژن برگ آفتابگردان است. فسفات بارور۲ و هیچ یک از برهمکنش بین تیمارها بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۲). با افزایش میزان کود شیمیایی مصرفی، میزان نیتروژن برگ گیاه افزایش یافت، به طوری که بیشترین میزان نیتروژن برگ (۲/۵۳ درصد) مربوط به سطح کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی مصرفی بود که با سطح کاربرد ۶۶ درصد کود شیمیایی تفاوت معنی‌داری نداشت. کم‌ترین میزان این صفت (۲/۱۷ درصد) نیز مربوط به سطح شاهد کود شیمیایی بود که با سطح کاربرد ۳۳ درصد کود شیمیایی تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۸). مصرف سطوح بالای کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر، با افزایش دسترسی بیشتر نیتروژن برای گیاه باعث جذب بیشتر نیتروژن خاک توسط گیاه و در نتیجه افزایش ذخیره‌سازی بیش‌تر نیتروژن در اندام‌های هوایی آفتابگردان می‌شود. طبق گزارشات درداس و سیولاس (۷) کود نیتروژن، غلظت نیتروژن را در سطح کل گیاه گلرنگ درمرحله گلدهی افزایش داد. با توجه به جدول (۷)، تلقیح با کود زیستی نیتروکسین نیز باعث افزایش ۳/۴۴ درصدی نیتروژن برگ نسبت به عدم تلقیح آن شده است. باکتری‌های موجود در کودهای زیستی از طریق تولید اسیدهای آلی و همچنین تثبیت بیولوژیکی نیتروژن، قابلیت استفاده‌ی مواد غذایی ضروری از قبیل نیتروژن و فسفر را برای گیاهان افزایش داده و در نتیجه میزان نیتروژن اندام‌های هوایی گیاه را افزایش می‌دهند. طبق گزارش وینال و همکاران (۳۲)، باکتری‌های موجود در کودهای زیستی، با اسیدی کردن محیط اطراف ریشه، باعث حل شدن عناصر خاک می‌گردند و بنابراین از طریق انحلال این مواد معدنی، باعث افزایش مقدار این عناصر در گیاه می‌گردند. در همین راستا زهیر و همکاران (۳۳) نیز افزایش ۴۰ درصدی جذب نیتروژن در ذرت در تیمارهای حاوی ازتوباکتر اشاره کرده و اظهار داشتند این باکتریها از طریق تثبیت بیولوژیک نیتروژن دسترسی ذرت به نیتروژن را بیشتر می‌کنند. کاپور و همکاران (۱۰) گزارش کرده‌اند که همزیستی ریشه رازیانه با نوعی کود زیستی متشکله از دو گونه قارچ مایکوریزا از طریق افزایش جذب عناصری نظیر نیتروژن و فسفر به طور معنی‌داری سبب بهبود عملکرد و اجزای عملکرد رازیانه شد.

نیتروژن بذر

نتایج به‌دست آمده از آزمایش نشان داد در بین فاکتورهای آزمایشی، تنها اثر کود شیمیایی و کود فسفات بارور ۲ بر میزان نیتروژن بذر تاثیر معنی‌داری داشت و اثر هیچ یک از برهمکنش های بین تیمارهای آزمایشی نیز بر این صفت معنی داری نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین ها نشان داد که با افزایش کود شیمیایی مصرفی

www.SID.ir

Archive of SID

میزان نیتروژن بذر نیز افزایش یافت به طوری که بیش‌ترین (۲/۹۱) و کمترین (۲/۶۳) درصد نیتروژن بذر به ترتیب به سطوح کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و عدم کاربرد کود شیمیایی اختصاص یافت (جدول ۸). با توجه به روند مشابه تغییرات نیتروژن بذر و برگ این نتیجه حاکی از آن است که با افزایش مصرف کود شیمیایی (نیتروژن و فسفر) نیتروژن برگ افزایش یافته که از طریق بهبود فتوسنتز ترکیبات نیتروژنه بیشتر به بذر منتقل شده و هم‌چنین بخشی از این نیتروژن افزوده شده به برگ از طریق انتقال مجدد می تواند به بذر منتقل شده و باعث افزایش درصد نیتروژن بذر گردد. با توجه به جدول ۸ مشاهده می شود که کاربرد کود نیتروکسین نیز باعث افزایش درصد نیتروژن بذر شده است که البته از لحاظ آماری معنی‌دار نیست. مقایسه میانگین اثر تلقیح فسفات بارور ۲ نیز حاکی از افزایش معنی دار ۳/۷ درصدی نیتروژن بذر در اثر تلقیح با این کود بیولوژیک می باشد. در همین راستا درزی و همکاران (۶) نیز افزایش درصد نیتروژن دانه رازیانه در اثر کاربرد کود فسفات زیستی را معنی‌دار گزارش نمودند.

فسفر برگ

با توجه به جدول تجزیه واریانس مشاهده می‌شود که اثر کود شیمیایی، نیتروکسین و فسفات بارور۲ برای این صفت معنی‌دار شد (جدول ۲). هر چهار سطح کاربرد کود شیمیایی، از لحاظ آماری حروف متفاوتی را به خود اختصاص دادند که حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار بین مقادیر مصرف کود شیمیایی می‌باشد به طوری که بیش‌ترین میزان فسفر برگ (۸۸۱/۳۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک برگ) از تیمار کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و کمترین میزان این صفت (۵۴۹/۰۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک برگ) از تیمار شاهد کود شیمیایی حاصل شد. (جدول ۸). در آزمایش غلامحسینی و همکاران (۹) روی آفتابگردان، عدم تفاوت معنی‌دار بین غلظت پتاسیم و فسفر برگ و دانه در تیمارهای کود شیمیایی را می‌توان به فراهمی اولیه‌ی این عناصر در خاک و جذب سریع آن‌ها در اوایل رشد نسبت داد. با توجه به جدول ۸ مشاهده می‌شود که تلقیح با کود زیستی نیتروکسین و فسفات بارور۲ نیز تأثیر مثبت و معنی‌داری بر میزان فسفر برگ داشته است. مدنی و همکاران (۱۴) در تحقیقی روی سیب‌زمینی رقم آگریا دریافتند که به کارگیری باکتری‌های حل کنندهٔ فسفات برای بهبود جذب فسفر و کاهش مصرف کودهای فسفره، یکی از راهکارهای اساسی برای جبران کمبود فسفر مورد نیاز گیاهان است. در تحقیقی دیگر که توسط ساندارا و همکاران (۲۹) در گیاه نیشکر انجام شد، مشاهده شد که کاربرد یک گونه از باکتری‌های حل کنندهٔ فسفات به نام *Bacillus megatherium* همراه با سنگ فسفات، صفت غلظت فسفر در غلاف برگ را در مقایسه با شاهد به طور معنی‌داری افزایش داد.

فسفر بذر

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که مقدار فسفر بذر گیاه، به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای کود شیمیایی، نیتروکسین و فسفات بارور۲ و همچنین برهمکنش کود شیمیایی و نیتروکسین قرار گرفت (جدول ۲). با توجه به جدول ۸ مشاهده می‌شود کاربرد فسفات بارور۲، افزایش ۱۴/۸۲ درصدی در میزان فسفر بذر گیاهان تلقیح شده نسبت به گیاهان تلقیح نشده، ایجاد کرده است. باکتری باسیلوس موجود در کود فسفات بارور ۲ با تولید اسیدهای آلی باعث آزادسازی فسفر از فرم‌های غیرقابل دسترس برای گیاه شده و در نتیجه سبب افزایش فراهمی و جذب فسفر می‌گردد (۲۴). سودوموناس نیز با ترشح آنزیم فسفاتاز باعث آزادسازی یون فسفات از ترکیبات حاوی فسفات نامحلول می‌گردد (۳۱). مطابق با نتایج این تحقیق درزی و همکاران (۶)، گزارش کردند که کود فسفات زیستی از طریق افزایش فعالیت باکتری‌های حل کننده‌ی فسفات در خاک و بهبود حلالیت فسفر در ریزوسفر، قادر به تأمین مناسب فسفر مورد نیاز گیاه رازیانه در مراحل مختلف رشدی و بهبود غلظت فسفر در دانه‌ی آن بوده است. بررسی جدول برش‌دهی اثر نیتروکسین در سطوح مختلف کود شیمیایی مصرفی (جدول ۴)، نشان داد که تنها در سطح کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن و فسفر مورد نیاز، کاربرد نیتروکسین اثر افزایشی معنی‌داری بر میزان فسفر بذر گیاه داشته است، به طوری که باعث افزایش ۱۰/۶۸ درصدی در این صفت شد ولی در سطوح ۰، ۳۳ و ۶۶ درصد مصرف کود شیمیایی مورد نیاز، نیتروکسین از لحاظ این صفت تفاوت معنی‌داری ایجاد نکرد (شکل ۱). این نتیجه حاکی از آن است که در مقادیر بالای کاربرد کود شیمیای همراهی فعالیت باکتری های موجود در کود نیتروکسین از طریق بهبود رشد ریشه توانسته به حدی دسترسی به عنصر فسفر را افزایش دهد که منجر به تغییر معنی‌دار غلظت این عنصر در برگ شده است. ولی در مقادیر کمتر کود شیمیایی فسفر اضافی حاصل نشده که فسفر بذر را افزایش دهد. توحیدی‌مقدم و همکاران (۳۰) بیشترین درصد فسفر دانه‌ی سویا را بر اثر تلقیح بذر با کودهای زیستی همراه با مصرف ۲۵ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل و ۱۵ کیلوگرم در هکتار اوره به دست آوردند.

پتاسیم برگ

اثر فاکتورهای کود شیمیایی، نیتروکسین، فسفات بارور۲ و برهمکنش کود شیمیایی و فسفات بارور۲ بر این صفت معنی‌دار گردیده است (جدول۳). مقایسه میانگین تیمارها برای میزان پتاسیم برگ نیز نشان‌دهندهٔ روند کاملاً مشابه با پتاسیم بذر می‌باشد، به

www.SID.ir

Archive of SID

طوری که مقایسات میانگین نیتروکسین برای این صفت نشان داد کاربرد کود زیستی نیتروکسین باعث افزایش معنی‌دار ۷/۳۶ درصدی پتاسیم برگ آفتابگردان شده است (جدول ۸). نارولا و همکاران (۱۹) گزارش کردند که تحت شرایط گلخانه‌ای، نژادهایی از ازتوباکتر منجر به افزایش تولید زیست‌تودهٔ ریشه و در نتیجه افزایش جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم شدند.

برش‌دهی کود زیستی فسفات بارور۲ در سطوح مختلف کود شیمیایی (جدول ۵) نشان داد که در هر چهار سطح کود شیمیایی، کاربرد فسفات بارور۲ از لحاظ این صفت تفاوت معنی‌داری ایجاد کرده است. با توجه به شکل ۳، با افزایش کود شیمیایی نیتروژن و فسفر مورد نیاز، مقدار پتاسیم برگ افزایش یافت و در سطوح صفر، ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ درصد کود شیمیایی، کاربرد فسفات بارور۲ به ترتیب باعث افزایش ۱۳/۱۵، ۱۵، ۱۹/۸۶ و ۱۳/۱۸ درصدی در مقدار پتاسیم برگ شده است. طبق گزارش عسکری و همکاران (۲) باکتری آزوسپریلیوم باعث افزایش جذب عناصر NPK می‌شود. کودهای شیمیایی و زیستی استفاده شده در این تحقیق، علاوه بر فراهمی نیتروژن و فسفر مورد نیاز گیاه، باعث افزایش فراهمی پتاسیم نیز می‌شوند.

پتاسیم بذر

نتایج تجزیه آماری داده‌ها نشان داد که اثر کود شیمیایی، نیتروکسین و فسفات بارور۲ و همچنین برهمکنش کود شیمیایی و فسفات بارور۲ بر میزان پتاسیم بذر آفتابگردان معنی‌دار شده است (جدول ۳). مقایسات میانگین نشان داد کاربرد نیتروکسین باعث افزایش ۷/۷۷ درصدی پتاسیم بذر گیاه نسبت به عدم کاربرد آن شده است (جدول ۸). این نتیجه با توجه به اثر مثبت این کود زیستی، در افزایش جذب پتاسیم و سایر عناصر ریز مغذی دور از انتظار نیست. در آزمایش سبطی و همکاران (۲۸) روی گندم، استفاده از ازتوباکتر در خاک با افزایش تراکم ریشه، موجب افزایش غلظت پتاسیم در ناحیه‌ی ریزوسفری و جذب این عنصر توسط گیاه گردید. با توجه به معنی‌دار شدن برهمکنش کود شیمیایی و فسفات بارور۲ بر مقدار پتاسیم بذر آفتابگردان و با توجه به جدول برش‌دهی اثر فسفات بارور۲ در سطوح مختلف کود شیمیایی نیتروژن و فسفر مورد نیاز (جدول ۵)، مشاهده شد که در هر چهار سطح کود شیمیایی، بین کاربرد و عدم کاربرد فسفات بارور۲ از لحاظ این صفت تفاوت معنی‌داری وجود دارد. همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، با افزایش کود شیمیایی مورد نیاز، مقدار پتاسیم بذر نیز افزایش یافت و در سطوح صفر، ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ درصد کود شیمیایی به ترتیب با کاربرد فسفات بارور۲ افزایش ۲۳/۳۰، ۳۱/۲۸، ۳۱/۳۱ و ۱۱/۴۱ درصدی در مقدار پتاسیم بذر نسبت به عدم کاربرد آن ایجاد شد. استفاده از کود فسفات بارور۲ در کنار کود شیمیایی باعث بهبود وضعیت تغذیه‌ای گیاه گردید و پتاسیم بیشتری جذب گیاه می‌شود. در همین راستا محققانی نظیر سابیر و هماکران (۲۶) و همچنین آرودا و همکاران (۱) گزارش کردند که تلقیح بذور ذرت با باکتریهای محرک رشد (ازتوباکتر، آزسپریلیوم و سودودوموناس)باعث افزایش محتوای فسفر،نیتروژن و پتاسیم ریشه و اندام هوایی در این گیاه شده اند. ده مرده (۵) نیز غلظت بالاتر پتاسیم را در بذور کلزا در تیمارهای کود زیستی نسبت به شاهد بدون کاربرد کود زیستی بیان کرد. در آزمایش درزی و همکاران (۶) روی رازیانه، بالاترین غلظت پتاسیم در دانه (۱/۵۲ درصد) با کاربرد ۳۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات زیستی به دست آمد.

روی برگ

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان دهنده‌ی تأثیر کود زیستی نیتروکسین در سطح احتمال یک درصد بر میزان روی برگ آفتابگردان بود. کود شیمیایی، کود زیستی فسفات بارور۲ و هیچ یک از برهمکنش بین تیمارها بر این صفت معنی‌دار نگردید (جدول ۳). مقایسه میانگین کود زیستی نیتروکسین برای این صفت نشان داد کاربرد نیتروکسین باعث افزایش ۱۹/۵۷ درصدی میزان روی برگ آفتابگردان نسبت به عدم کاربرد آن شده است (جدول ۹). به نظر می‌رسد ترشح اسیدهای آلی توسط باکتری‌های موجود در کود زیستی نیتروکسین و آزادسازی این عنصر غذایی از ترکیبات مختلف خاک، مهم‌ترین دلیل افزایش روی برگ باشد. به عبارت دیگر افزایش در میزان جذب عناصر غذایی گیاه توسط باکتری‌های موجود در کودهای زیستی، می‌تواند منجر به افزایش مواد معدنی در ساقه‌ها و برگ‌های گیاه شود. طبق گزارش محمودی و همکاران (۱۵)، تیمار بذر با ازتوباکتر به همراه کود دامی، سبب افزایش عملکرد دانه و درصد جذب نیتروژن و فسفر و روی و عملکرد اندام‌های هوایی و ریشهٔ گندم نیز شده است.

روی بذر

طبق نتایج تجزیه واریانس، کود زیستی فسفات بارور۲ و برهمکنش کود شیمیایی و فسفات بارور۲ بر میزان روی بذر معنی‌دار بودند (جدول ۳). با توجه به معنی‌دار شدن برهمکنش کود شیمیایی و کود زیستی فسفات بارور۲ بر میزان روی بذر و با توجه به جدول ۵ مشاهده شد که تنها در سطح ۱۰۰ درصد کاربرد کود شیمیایی نیتروژن و فسفر مورد نیاز، تلقیح فسفات بارور۲ از لحاظ این صفت تفاوت معنی‌داری ایجاد کرد، به طوری که کاربرد فسفات بارور۲ در این سطح کود شیمیایی، باعث افزایش ۶۳/۴۶ درصدی در میزان روی دانهٔ آفتابگردان شده است. اگر چه در سطوح ۰، ۳۳ و ۶۶ درصد کود شیمیایی،کود زیستی فسفات بارور۲ از لحاظ این صفت تفاوت معنی‌داری ایجاد نکرد اما کاربرد فسفات بارور۲ در این سطوح نیز به

www.SID.ir

Archive of SID

ترتیب افزایش ۱۷/۲۶، ۳/۷۰ و ۱۴/۶۴ درصدی در میزان روی دانه ایجاد کرده است (شکل ۴).

افزایش قابلیت دسترسی گیاه به عناصر غذایی، با مصرف توأم کود شیمیایی و کود زیستی فسفات بارور۲ از عوامل افزایش میزان روی دانه در آفتابگردان می‌باشد. اسیدهای آلی آزاد شده از میکروارگانیسم‌هایی نظیر باسیلوس و سودوموناس علاوه بر فسفر، منجر به آزادسازی منگنز، روی، آهن و منیزیم از کمپلکس‌های موجود در خاک می‌گردند (۲۵). همچنین گزارش شده با افزایش کودهای آلی، قابلیت جذب روی، مس، منگنز، فسفر و پتاسیم برای گیاهان افزایش پیدا می‌کند (۱۶). طبق گزارش نورقلی‌پور و همکاران (۲۱)، تأثیر تیمارهای مختلف کود شیمیایی بر جذب عناصر فسفر، پتاسیم، آهن، روی، منگنز و مس دانه در گندم معنی دار بود و با افزایش جذب نیتروژن، جذب این عناصر نیز نسبت به تیمار بدون کود نیتروژن افزایش یافت.

منگنز برگ

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که منگنز برگ به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای کود شیمیایی، فسفات بارور۲ و همچنین برهمکنش نیتروکسین و فسفات بارور۲ در سطح احتمال ۱ درصد، قرار گرفت (جدول ۳). مقایسه میانگین کود شیمیایی برای این صفت نشان داد که بیش‌ترین میزان منگنز برگ (۳/۴۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک برگ) مربوط به سطح کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی مصرفی بود. کمترین مقدار این صفت (۲/۴۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک برگ) نیز مربوط به تیمار شاهد کود شیمیایی بود که با سطح کاربرد ۶۶ درصد کود شیمیایی مصرفی تفاوت معنی‌داری نداشت. بین سطوح کاربرد ۳۳ و ۶۶ درصد کود شیمیایی نیز از لحاظ این صفت تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۹). افزایش غلظت منگنز برگ آفتابگردان در اثر کاربرد کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر را می‌توان به افزایش ظرفیت فتوسنتزی و تولید مواد پرورده بیشتر و به تبع آن گسترش ریشه نسبت داد که از این طریق باعث بهبود جذب عناصر معدنی خاک می‌شود.

بررسی جدول برش‌دهی اثر فسفات بارور۲ در سطوح مختلف نیتروکسین (جدول ۶)، نشان داد که تنها در سطح عدم کاربرد نیتروکسین، کاربرد فسفات بارور۲ توانسته از لحاظ این صفت تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد ایجاد کند به طوری که در صورت عدم حضور نیتروکسین، با کاربرد فسفات بارور۲، افزایش ۷۷/۲۹ درصدی در میزان منگنز برگ ایجاد شده است. اگر چه در حضور نیتروکسین، کاربرد فسفات بارور۲، تفاوت معنی‌داری بر این صفت ایجاد نکرده است اما توانسته افزایش ۴/۰۸ درصدی در منگنز برگ ایجاد کند (شکل ۵). در رابطه با اثر باکتری‌های حل کننده فسفر بر میزان عناصر گیاه، رودرش و همکاران (۲۵) اظهار داشتند که کاربرد باکتری‌های باسیلوس و سودوموناس، میزان آهن، روی، منگنز و منیزیم گیاه نخود را افزایش می‌دهد.

منگنز بذر

نتایج تجزیه آماری داده‌ها نشان داد که بر این صفت، فاکتورهای نیتروکسین و فسفات بارور۲ و همچنین برهمکنش کود شیمیایی و فسفات بارور۲ تأثیر معنی‌دار داشته‌اند (جدول ۳). با توجه به جدول ۹، کاربرد نیتروکسین افزایش ۳۷/۱۴ درصدی در منگنز بذر آفتابگردان نسبت به عدم کاربرد آن ایجاد کرده است. دلیل این امر افزایش رشد ریشه ناشی از تأمین بیشتر سایر عناصر و همچنین افزایش آزادسازی این عنصر غذایی از ترکیبات مختلف خاک توسط باکتری‌های موجود در کود زیستی می‌باشد. برش‌دهی فسفات بارور۲ در سطوح مختلف کود شیمیایی (جدول ۵) نشان داد که در هر چهار سطح کود شیمیایی، بین کاربرد و عدم کاربرد فسفات بارور۲ از لحاظ این صفت تفاوت معنی‌داری وجود دارد. در سطوح صفر، ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ درصد کود شیمیایی مصرفی، کاربرد فسفات بارور۲ به ترتیب باعث افزایش ۵۱/۷۸، ۹۹/۰۹، ۲۱/۱۵ و ۲۰/۲۳ درصدی در میزان منگنز دانه شده است (شکل ۶). به نظر می‌رسد استفاده توأم کود شیمیایی و فسفات بارور۲ منجر به فراهمی منگنز برای گیاه شده است. در توجیه علت تأثیر کودهای زیستی فسفره بر میزان عناصر دانه، می‌توان اظهار داشت که باکتری‌ها و قارچها با اسیدی کردن محیط اطراف ریشه باعث حل شدن فسفات و کاتیون‌های ریزمغذی منگنز و منیزیم می‌گردند و بنابراین از طریق انحلال این مواد معدنی، باعث افزایش مقدار این عناصر در دانه می‌گردند (۳۲).

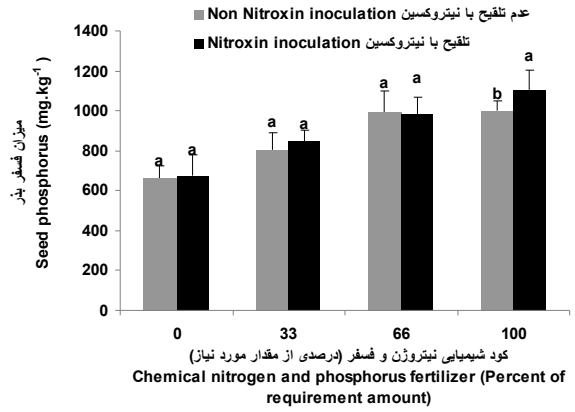
نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج به دست آمده، بیش‌ترین افزایش در میزان عناصر برگ و دانه‌ی آفتابگردان و خاک مزرعه، در شرایط حضور کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژن و فسفر بود. اگرچه کودهای شیمیایی نقش فزاینده و مشخصی در صفات کمی و کیفی گیاهان زراعی دارند، لیکن مدیریت کودی خاک با کودهای زیستی یک امر مهم در کشاورزی پایدار محسوب می‌شود. با توجه به نقش مهم کودهای زیستی در خصوص بهبود حاصلخیزی خاک به نظر می‌رسد در جهت نیل به کشاورزی پایدار نسبت به تأمین سطوح مناسب این مواد در خاک به جهت افزایش توان گیاه برای جذب بیش‌تر عناصر غذایی و در نتیجه افزایش عملکرد اقدام شود. هر چند استفاده از کودهای زیستی نسبت به کودهای معدنی هزینه‌ی بیشتری را تحمیل می‌کنند، ولی به دلیل اثرات بلندمدتی که بر بهبود ویژگی‌های خاک، تأمین عناصر غذایی کم مصرف و پرمصرف و حفظ ویژگی‌های

www.SID.ir

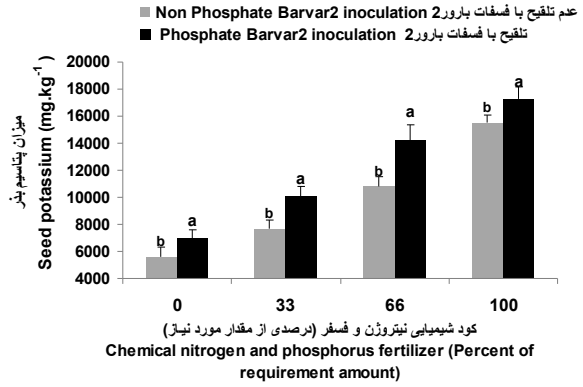
Archive of SID

بیولوژی خاک دارند می‌تواند از لحاظ اقتصـادی قابـل توجیـه باشـد و هزینه تهیه و استفاده از این کودها را جبران و بنابراین استفاده متوالی و بهینه از زمین‌های کشاورزی را ممکن سازد.



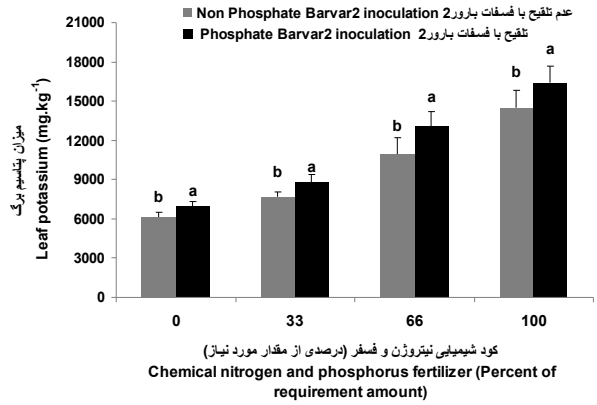
شکل ۱- مقایسه میانگین برهمکنش کود شیمیایی و نیتروکسین برای میزان فسفر بذر

Figure 1- The mean comparison of the interaction of chemical fertilizer and Nitroxin on seed phosphorus



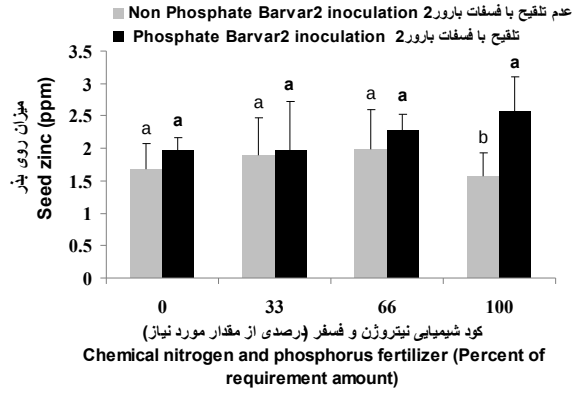
شکل ۲- مقایسه میانگین برهمکنش کود شیمیایی و فسفات بارور۲ برای میزان پتاسیم بذر

Figure 2- The mean comparison of the interaction of chemical fertilizer and Phosphate Barvar2 for seed potassium



شکل ۳- مقایسه میانگین برهمکنش کود شیمیایی و فسفات بارور۲ برای میزان پتاسیم برگ

Figure 3- The mean comparison of the interaction of chemical fertilizer and Phosphate Barvar2 for leaf potassium

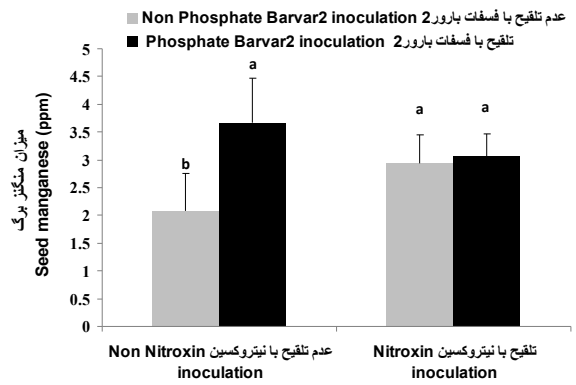


شکل ٤- مقایسه میانگین برهمکنش کود شیمیایی و فسفات بارور۲ برای میزان روی بذر

Figure 4- The mean comparison of the interaction of chemical fertilizer and Phosphate Barvar2 for seed zinc

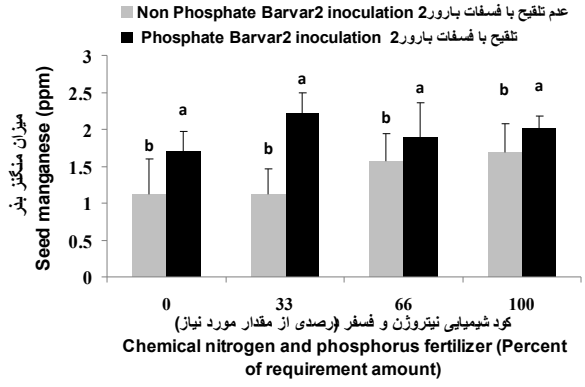
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- مقایسه میانگین برهمکنش نیتروکسین و فسفات بارور۲ برای میزان منگنز برگ

Figure 5- The mean comparison of the interaction of Nitroxin and Phosphate Barvar2 for leaf manganese



شکل ٦- مقایسه میانگین برهمکنش کود شیمیایی و فسفات بارور۲ برای میزان منگنز بذر

Figure 6- The mean comparison of the interaction of chemical fertilizer and Phosphate Barvar2 for seed manganese

منابع

1-Aruda L., Beneduzi A., Martins A., Lisboa B., Lopes C., Bertolo F., Maria L., Pasaglia P. and Vargas L.K. 2013. Screning of rhizobacteria isolated from maize (Zea mays L.) in Rio Grande do Sul State (South Brazil) and analysis of their potential to improve plant growth. Applied Soil Ecology, 63: 15– 2.

2-Askari M., Mostajeran A. Amooaghaei R. and Mostajeran M. 2009. Influence of the Co-inoculation *Azospirillum brasilense* and *Rhizobium meliloti* plus 2,4-D on grain yeild and N,P,K content of *Triticum aestivum* (Cv.Baccros and Mahdavi). American- Eurasian Journal Agriculture and Environmental Science, 5(3): 296-307.

3-Balyan J.K., Puspendra S., Kumpawat B.S. and Jat M.L. 2008. Effect of organic manure, fertilizer level and biofertilizers on soil nutrients balance in maize (Zea mays L.). Research on Crops, 9(2): 308-310.

4-Barahimi N., Afyuni M., Karami M., and Rezaee Nejad Y. 2009. Cumulative and Residual Effects of Organic Amendments on Nitrogen, Phosphorus and Potassium Concentrations in Soil and Wheat. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources (Water and Soil Science), 12 (46) :803-812. (in Persian with English abstract)

5-Dahmardeh, M. 2013. Effect of different bio fertilizers on growth and yield of canola (*Brassica napus* L) var RGS 003. Journal of Agricultural Science; 5(9):143-147. (in Persian with English abstract)

6-Darzi M.T., Ghalavand A., and Rejali F. 2009.The effects of biofertilizers application on N, P, K assimilation and seed yield in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 25(1): 1-19. (in Persian with English abstract)

7-Dordas C.A. and Sioulas C. 2008. Safflower yield, chlorophyll content, photosynthesis, and water use efficiency response to nitrogen fertilization under rainfed conditions. Field Crops Research, 27(1): 75-85.

8-Emami, A. 1996. Methods of plant analysis. J. Res. Organ., Edu. and Agric Extension. 982: 11-28. (in Persian)

9-Gholamhoseini M., Ghalavand A. and Jamshidi E. 2008. The Effect of irrigation regimes and fertilizer treatments on grain yield and elements concentration in leaf and grain of sunflower (Helianthus annuus L.) Pajouhesh and Sazandegi, 79: 91-100. (in Persian)

10-Kapoor R. Giri B. and Mukerji K.G. 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in *Foeniculum vulgare* mill on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. Bioresource Technology, 93: 307 – 11.

11-Kendaragama K.M.A. 2002. Evaluation of the effectiveness of selected nitrogen fertility indicators for assessing crop rotation effects in a vertisol. Annals of the Sri Lanka Department of agriculture. 4: 83-88.

12-Khajehpoor M.R. 2008. Industrial Crop. Esfahan Jahad Daneshgahi Press. 564 pp. (in Persian)

13-Koochaki A., Tabrizi L. and Ghorban R. 2008. Effect of biofertilizers on agronomic and quality criteria of Hyssop (*Hyssopus officinalis*). Journal of Iranian Field Crop Research, 6(1): 127-137. (in Persian)

14-Madani H., Melbobi M., and Hasan Abadi H. 2003. Effect of Phosphate Barvar 2 bio fertilizer on yield and other agronomical trait of potato (Agria variety). Proceedings of the Third National Conference of the use of biological materials and efficient use of fertilizers and pesticides in agriculture. 291 pp. (in Persian)

15-Mahmoodi H., Khosravi H., and Asgharzadeh A. 2004. Effect of Azetobacter bio fertilizer on yield of dryland

www.SID.ir

Archive of SID

wheat. Proceeding of 8th Iranian Crop Science Congress, Agricultural Faculty of Gilan University, 429 pp. (in Persian)

16-Marinuri S., Masciandro G., Ceccanti B. and Grego S. 2000. Influence of organic and mineral fertilizer on soil chemical. Biological and Physical Properties, 72: 9-17.

17-Mirzakhani M., Ardekani M.R., Aeene Band A., Rejali F. and. Shirani Rad A.H. 2009. Response of spring safflower to co-inoculation with Azotobacter chroococcum and Glomus intraradices under different level of nitrogen and phosphorus. American Journal of Agricultural and Biological Sciences, 4(3): 255-261.

18-Mohamadi Kh. and Sohrabi Y. 2014. Effect of integrated Fertilization on nitrogen, phosphorus and biological properties of soil and yield of oilseed rape. Soil Research (Soil and water Science), 28(1):27-38. (in Persian with English abstract)

19-Narula N., Kumar V., Behl R.K., Deuble A., Gransee A., and Merbach W. 2000. Effect of P-solubilizing *azotobacter chroococcum* on N.P.K. uptake in P-responsive wheat genotypes grown under greenhouse conditions. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 163: 393-398.

20-Negi S.C., Singh K. and Thakur R.C. 1992. Economics of phosphorus , and farmyard manure application in wheat-maize sequence. Indian Journal of Agronomy, 37: 30- 33.

21-Noorgholi Poor F., Bagheri Y.R. and Lotfolahi M. 2009. Effect of different sources of nitrogen fertilizer on yield and quality of wheat. Journal of Research in Agricultural Science, 4(2):120-129.

22-Patterson B., Macrae E. and Ferguson I. 1984. Estimation of hydrogen peroxide in plant extracts using titanium (IV). Annual Biochemical. 139: 487-492.

23-Roesty D., Gaur R., and Johri B.N. 2006. Plant growth stage, fertilizer management and bio-inoculation of *arbuscularmycorrhiza* fungi and plant growth promoting rhizobacteria affect the rhizobacterial community structure in rain-fed wheat fields. Journal of Plant Science, 38: 1111-1120.

24-Rosas, S.B., G.A. Andres, M. Rovera and N.S. Correa. 2006. Phosphate solubilizing Pseudomonas putida can influence the rhizobia legume symbiosis. Soil Biology and Biochemistry, 38: 3502-3505.

25-Rudresh D.L., Shivaprakash M.K. and Prasad R.D. 2005. Effect of combined application of Rhizobium , phosphate solubilizing bacterium and Trichoderma spp. On growth, nutrient uptake and yield of chickpea (*Ciceraritenium* L.). Applied Soil Ecology, 28: 139-146.

26-Sabir S., Asghar H.N., Kashif S.U.R., Khan M.Y. and Akhtar M.J. 2013. Synergistic effect of plant growth promoting rhizobacteria and kinetin on maize. Journal of Animal and Plant Sciences, 23(6): 1750-1756

27-Sarokhani A., Olia P., Yakhchali B., and Melbobi, M.A. 2000. Phosphate solubilizing bacteria isolated from different parts of Iran. Proceeding of 6Th Iranian Crop Science congress, Babolsar, Iran, 459 pp. (in Persian)

28-Sebti M., Movahedi Naeini S.A., Ghorbani Nasrabadi R., Roshani Gh., Shahriari Gh. and Movahedi M. 2009. A suitable soil plant available potassium extractant for a loess soil with illite dominance in clay fraction and the effects of Azotobacter and illite dominance in clay fraction and the effects of Azotobacter and vermicompost on wheat yield, potassium uptake and tissue concentration. Journal of Plant Production, 16(4):59-75. (in Persian with English abstract).

29-Sundara B., Natarajan V. and Hari K. 2002. In fluence of phosphorus solubilizing bacteria on thein soil available phosphorus and Sugarcane and sugar yields. Field Crops Research, 77: 43-49.

30-Tohidi Moghadam H.R., Ghoushchi R.F., Hamidi A., and Kasraee P. 2008. Effect of bio fertilizer application on qualitative and quantitative characteristics of soybean (Wiliams variety). Journal of Sustainable Agriculture and Production Science, 4(2): 205-216. (in Persian with English abstract).

31-Villegas J. and Fortin J.A. 2002. Phosphorus solubilization and pH changes as result of the interactions between soil bacteria and *arbuscularmycorrhizal* fungi on a medium containing NO_3 as nitrogen source. Canadian Journal of Botany, 80: 571-576.

32-Vinale, F., Sivasithamparam K., Ghisalberti E.L., Woo S.L. and Lorito M. 2008. Trichoderma-plant-pathogen interactions. Soil Biology and Biochemistry, 40: 1-10.

33-Zahir A.Z., Asghar H.N., Akhtar M.J., and Arshad M. 2005. Precursor (L-tryptophan)-Inoculum (Azotobacter) Interaction for improving yield and nitrogen uptake of maize. Journal of plant nutrition, 28(5): 805-817

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Water and Soil
Vol. 29, No. 1, Mar.-Apr. 2015, p. 210-224

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، فروردین – اردیبهشت ۱۳۹۴، ص. ۲۲۴-۲۱۰

Effect of Nitrogen and Phosphorus Sources on Soil Chemical Properties and Elements Concentration in Sunflower (*Helianthus annuus* L.)

A. Yadavi[1*]- Z. Yuosepur

Received: 16-09-2013
Accepted: 13-01-2015

Introduction: Soil fertility management is a key factor in achieving sustainable agriculture. Use of organic fertilizers is one of the methods that without environmental harmful effects with improvement of chemical and biological conditions increases soil fertility. Nitroxin contains a collection of the best strains of nitrogen fixation bacteria of the genus Azospirillum and Azotobacter. These bacteria through atmospheric nitrogen fixation and the balance of macro and microelements needed for plant uptake, stimulate the growth and development of roots and aerial parts of the plant. Phosphate Barvar2 is another bio-fertilizer which contains set of phosphate solubilizing bacteria of different genera Bacillus and Pseudomonas that can change soil insoluble phosphorus into available forms for plants. The purpose of this study was to evaluate some chemical properties of soil and nutrient concentrations in leaves and seeds of sunflower under the influence of chemical and biological form of nitrogen and phosphorus fertilizers to reduce the use of chemical inputs and to improve quality traits in sunflower.

Material and Methods : The experiment was carried out in a split factorial based on RCBD with three replications in a field in Eivanegharb (Ilam province) in summer of 2011. The main plot included four levels of phosphorus and nitrogen chemical fertilizer (0, 33, 66 and 100% of nitrogen and phosphorus fertilizer requirements) and subplot included factorial of Nitroxin bio-fertilizer application with two levels (inoculation and non inoculation) and Phosphate Barvare2 bio fertilizer with two levels (inoculation and non inoculation). Each plot consisted of 5 rows at a distance of 60 cm and a length of 6 m and 20 cm plant spacing. At the time of flowering, leaves were harvested for measurement of nitrogen, phosphorus, potassium, zinc and manganese. After harvesting, the amount of total nitrogen, phosphorus and potassium and pH of the soil and the concentrations of nitrogen, phosphorus, potassium, zinc and manganese seed were measured.

Results and Discussion: *The residual soil nitrogen:* Based on these results, the effect of any of the factors tested for the residual soil nitrogen was not significant.

The remaining soil phosphorus: With the increased use of chemical fertilizer, soil phosphorus increased so that the maximum (54.5 mg kg^{-1} soil) and minimum (40 mg kg^{-1} soil), available soil phosphorus levels were recorded in consumption of 100% of the required fertilizer and control treatments. Nitroxin and Phosphate Barvare2 applications increased percentage of soil phosphorus, i.e. 12.7 and 23.6 %, respectively, compared to no fertilizer application.

The remaining soil potassium: Comparison of mean values showed that the increase in use of nitrogen and phosphorus fertilizer requirements reduced potassium levels in the soil, so that the maximum amount of soil potassium (624.9 mg kg^{-1} soil) belonged to control chemical fertilizer treatment and the minimum value of this attribute (514.4 mg per kg of soil) was related to the use of 100% chemical fertilizer consumption with no significant difference with use of 66% chemical fertilizers treatment.

Soil pH: Among the experimental factors studied only bio-fertilizer Phosphate Barvar2 had a significant effect on soil pH at 5% probability so that the use of bio-fertilizer Phosphate Barvar2 significantly decreased soil pH.

Leaf nitrogen: By increasing the amount of chemical fertilizer used, leaf nitrogen content increased, so that the maximum amount of leaf nitrogen (2.5%) was observed in the use of 100% chemical fertilizer consumption treatment. However, no significant difference was recorded in the use of 66% chemical fertilizers tratment. The lowest of this trait (2.2%) belonged to control chemical fertilizer treatment without significant difference with use of 33% chemical fertilizers consumption treatment.

Seed nitrogen: Chemical fertilizer and Phosphate Barvar2 had significant effects on the amount of seed nitrogen content. With the increasing use of chemical fertilizers seed nitrogen increased so that the maximum (2.9%) and minimum (2.6%) seed nitrogen content belonged to use 100% of the chemical fertilizer and non-application of fertilizer, respectively. Mean comparison effect of Phosphate Barvar2 inoculation revealed that

1, 2- Associate Professor and M.Sc. Student of Agronomy and Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture, Yasouj University
(*- Corresponding Author Email: yadavi@yu.ac.ir)

www.SID.ir

Archive of SID

seed nitrogen increased by 3.7%.

Seed phosphorus: Analysis of variance showed that the amount of seed phosphorus significantly was affected by the treatments, i.e. Nitroxin and Phosphate Barvare2 as well as the interaction of chemical fertilizer and Nitroxin. Application of Phosphate Barvar2 increased the amount of seed phosphorus by 14.8%.

Seed potassium: Increasing application of chemical fertilizer requirement increased seed potassium. Among the 0, 33, 66 and 100% chemical fertilizer application treatments, Phosphate Barvare2 inoculation increased seed potassium by 23.3, 31.2, 31.3 and 11.4%, respectively.

Seed zinc: According to the analysis of variance, effect of bio-fertilizer Phosphate Barvar2 and interaction of Phosphate Barvar2 and chemical fertilizer on the amount of seed zinc were significant different. However, only in 100% chemical fertilizer requirement, Phosphate Barvare2 inoculation showed significant difference in this trait (63.4% increase).

Seed manganese: The results showed that factors of Nitroxin and Phosphate Barvar2 and also the interaction of Phosphate Barvar2 and chemical fertilizer had significant effects on seed manganese content. Sunflower seed inoculation with Nitroxin increased the amount of seed manganese by 37%.

Conclusion: According to the results, the maximum increase in the amount of nutrients studied in leaves and seeds of sunflower and soil was obtained in combined use of chemical and biological fertilizers.

Keywords: Biofertilizer, Chemical Fertilizer, Nitroxin, Phosphate Barvare2, Seed Elements, Sunflower

www.SID.ir