

واکنش ذرت سینگل کراس ۶۴۰ به منابع شیمیایی، زیستی و تلفیقی نیتروژن

فرشاد سرخی

تاریخ دریافت: ۹۵/۴/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۰/۴

استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد میاندوآب، دانشگاه آزاد اسلامی، میاندوآب، ایران

*مسئول مکاتبه: Email: farsorkhy@yahoo.com

چکیده

جهت مطالعه واکنش ذرت هیبرید سینگل کراس ۶۴۰ به کود زیستی، مقادیر مختلف کود شیمیایی و برهمکنش آنها، آزمایشی بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل تیمار کود شیمیایی اوره در پنج سطح صفر، ۷۵، ۱۵۰، ۲۲۵ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار و کود زیستی نیتروکسین در دو سطح تلقیح و عدم تلقیح بودند. برهمکنش کود زیستی با کود شیمیایی اوره بر روی عملکرد دانه، تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه و ارتفاع بوته اثر معنی دار داشت. بالاترین عملکرد دانه به مقدار ۱۰۴۲۵/۱۴ کیلوگرم در هکتار از کود زیستی نیتروکسین همراه با ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی اوره و کمترین عملکرد دانه نیز در تیمار شاهد (صفر کیلوگرم کود شیمیایی اوره) و عدم تلقیح با کود زیستی نیتروکسین با مقدار ۵۷۱۲/۴۹ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. همچنین بین کود زیستی نیتروکسین بعلاوه ۲۲۵ کیلوگرم کود شیمیایی اوره با کود زیستی نیتروکسین بعلاوه ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی اوره از لحاظ عملکرد دانه اختلاف معنی داری مشاهده نشد. به نظر می رسد تلفیق کودهای شیمیایی با کودهای زیستی حداکثر تولید را به همراه دارد که می تواند به دلیل تأثیر توأم کود شیمیایی و باکتری های محرک رشد در فراهم نمودن عناصر غذایی برای ذرت باشد.

واژه های کلیدی: اوره، حاصلخیزی، ذرت، عملکرد، نیتروکسین

Reaction of Corn Single Cross 640 to Chemical, Biological and Integrated Source of Nitrogen

Farshad Sorkhi

Received: July 18, 2016 Accepted: December 24, 2016

Assist. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Miandoab Branch, Islamic Azad University, Miandoab, Iran.

Corresponding Author: Email: farsorkhy@yahoo.com

Abstract

The response of corn single cross 640 to chemical fertilizers, biofertilizers and their interactions were studied. The experiment was conducted as a factorial arranged in completely randomized block design with three replications. Treatments consisted of combined application levels of urea fertilizer at five levels (0, 75, 150, 225 and 300 kg pure nitrogen per hectare as urea fertilizer) and two levels of biological fertilizer (inoculated and non-inoculated). The results showed that the interaction of biofertilizer with urea fertilizer had significant effect on traits such as grain yield, number of grains per ear and thousand grain weight and plant height. The highest grain yield ($10425.14 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) was obtained with 300 kg urea and inoculated with biological fertilizer and the lowest ($5712.49 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) grain yield obtained in control level (no urea fertilizer) and non-inoculated with biological fertilizer. There is no difference between biological fertilizer with 225 kg of urea and biological fertilizer plus 300 kg of urea related to grain yield. It seems that the combination of chemical fertilizers with organic fertilizers can produce maximum yield that due to provide nutrients for plants.

Keywords: Corn, Fertilizer, Nitroxin, Urea, Yield

مقدمه

ذرت (*Zea mays*) پس از گندم و برنج مهم ترین منبع تامین غذا برای جمعیت در حال افزایش جهان می باشد. ذرت به دلیل قابلیت هایی مانند قدرت سازگاری با شرایط اقلیمی گوناگون، مقاومت نسبی به خشکی و عملکرد زیاد در بسیاری از کشورها به طور گسترده کشت می شود (ایجزل و همکاران ۲۰۱۵).

عملکرد ذرت در بیشتر مناطق خشک و نیمه خشک کشور به دلیل پایین بودن مقدار مواد آلی خاک و کمبود نیتروژن پایین است. نتایج بررسی های وانین و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که واکنش هیبریدهای ذرت به سطوح مختلف کود نیتروژن متفاوت است. ورکو و همکاران

(۲۰۰۷) و بویر و همکاران (۲۰۱۵) طی بررسیهای جداگانه اعلام داشتند که عملکرد و اجزای عملکرد دانه هیبریدهای ذرت به واسطه افزایش نیتروژن مصرفی بیشتر می گردد. راجا (۲۰۰۱) گزارش کرد که کاربرد ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به طور معنی داری تعداد دانه در بلال و عملکرد دانه را افزایش میدهد. سیمپیتی و وین (۲۰۱۲) افزایش عملکرد دانه ذرت را به واسطه مصرف نیتروژن به افزایش تعداد دانه در بلال و افزایش وزن دانه در هر بلال نسبت دادند. فوریتال و همکاران (۲۰۱۲) معتقدند که افزایش عملکرد دانه تک بوته بواسطه مصرف نیتروژن، ممکن است با افزایش

تعداد دانه در هر بلال و افزایش وزن هر دانه در ارتباط باشد.

مصرف کود باید علاوه بر افزایش تولید، کیفیت محصولات کشاورزی را ارتقاء دهد و موجب آلودگی محیط زیست مخصوصاً آب های زیرزمینی و تجمع آلایندهایی نظیر نیترات در محصولات کشاورزی نشود. مجموعه این مسائل، ضرورت تجدید نظر در روش های افزایش تولید محصول و لزوم فراهم سازی شرایط برای استفاده بیشتر از فرآیندهای مفید طبیعی و تولید مواد و کودهای بیولوژیک را ایجاب می کند (علی عسگرزاده و همکاران ۲۰۰۶). کودهای بیولوژیک اکثر اً به صورت مواد نگهدارنده با جمعیت انبوه از یک یا چند ارگانسیم مفید خاکزی و یا از فرآورده متابولیک آنها می باشند که به منظور تامین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان استفاده می شوند (یاسمین و زمانی ۲۰۰۷).

در دو دهه گذشته طیف گسترده ای از باکتری های خاکزی در ریزوسفر شناخته شده اند، که می توانند رشد بسیاری از گونه های گیاهی مهم از نظر زراعی را بهبود بخشند. این گروه پراکنده از نظر سیستماتیکی، ریزوباکتری های تحریک کننده رشد گیاهان خوانده می شوند (گوسلینگ و همکاران ۲۰۰۶). در میان این باکتریها، آزوسپیریوم و ازتوباکتر به دلیل پراکنش وسیع جغرافیایی، گستردگی دامنه گیاهان میزبان و به ویژه توان برقراری ارتباط همیاری با گیاهان مهم زراعی مانند برنج، گندم، ذرت، سورگوم و نیشکر توجه بیشتری را به خود جلب کرده و به عنوان یک پتانسیل در تهیه کودهای بیولوژیک شناخته شده اند (باریا و همکاران ۲۰۰۵). پژوهش های بسیاری نشان می دهد که حضور باکتری در ریزوسفر و اندوریزوسفر گیاهان میزبان آثار معنی داری در بهبود شاخص های رشد گیاه و در نتیجه ازدیاد محصول پدید می آورد به گونه ای که رابطه متقابل گیاهان با آزوسپیریوم و ازتوباکتر را از حیث آثار مفید باکتری بر رشد گیاه مفید می دانند. پاسخ گیاهان به آلودگی با آزوسپیریوم و ازتوباکتر، بیشتر به

صورت افزایش وزن خشک گیاه، ازدیاد میزان نیتروژن دانه، افزایش پنجه ها و گل آذین های بارور و شمار سنبله ها، افزایش شمار دانه های هر سنبله و وزن هزار دانه، ازدیاد ارتفاع گیاه و طول برگ، تسریع در مراحل جوانه زنی و گل دهی گزارش شده است (بودونگ و همکاران ۲۰۰۴ و میگاهید و همکاران ۲۰۰۴).

جزئیات مکانیسم عمل این باکتری ها برای تقویت رشد گیاهان هنوز کاملاً شناخته نشده و مورد بحث است ولی نتایج بیشتر پژوهش ها گویای آن است که آزوسپیریوم و ازتوباکتر با توان تثبیت زیستی نیتروژن، گسترش سطح ریشه، کمک به جذب بهینه آب و عناصر غذایی و تولید هورمون های رشد و برخی ویتامین ها، رشد کیفی و کمی گیاهان را تقویت می کنند که نتیجه آن به صورت افزایش عملکرد نمایان می گردد (چاکماک و همکاران ۲۰۰۷).

اگرچه امروزه ذرت به طور گسترده در ایران کشت می شود ولی دستیابی به دانش فنی تولید بهینه این گیاه ارزشمند ضروری می باشد. با توجه به اهمیت مطالعه در زمینه اثر کودهای زیستی بر گیاه ذرت و همچنین ضرورت کاهش مصرف کودهای شیمیایی در راستای تولید ارگانیک گیاهان، لذا در این در این تحقیق علاوه بر بررسی اثرات اصلی کود زیستی نیتروکسین و کود شیمیایی اوره بر ذرت، اثر متقابل این دو عامل نیز به منظور تعیین واکنش ذرت به اثرات مثبت و منفی برهمکنش آن ها مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش ها

به منظور بررسی واکنش ذرت هیبرید سینگل کراس ۶۴۰ به کود زیستی، مقادیر مختلف کود شیمیایی و برهمکنش آنها، آزمایش مزرعه ای در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی میانوآب اجرا شد. خاک مزرعه مورد آزمایش جزو خاک های شن لومی و اسیدیته آن ۷/۵ بود. طرح آزمایشی به صورت آزمایشات فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا

Y_N : عملکرد در کرتی که کود نیتروژنی دریافت کرده است.

Y_0 : عملکرد در کرتی که کود نیتروژنی دریافت نکرده است.

N_f : مقدار کود نیتروژن مصرف شده است.

جهت تجزیه و تحلیل تیمارها از نرم افزار SPSS

و MSTATC برای رسم نمودارها از نرم افزار EXCEL و برای مقایسه میانگین ها از آزمون دانکن (۵٪) استفاده شد.

نتایج و بحث

تعداد دانه در بلال

تعداد دانه در بلال یکی از اجزای مهم تشکیل دهنده عملکرد ذرت به شمار می آید. با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس، اثرات اصلی کود شیمیایی اوره و کود زیستی نیتروکسین و همچنین اثر متقابل آنها بر تعداد دانه در بلال معنی دار بود (جدول ۱). اثر تلفیقی کود شیمیایی اوره تا سطح ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار با کود زیستی نیتروکسین باعث افزایش معنی دار تعداد دانه در بلال ذرت شد و مصرف مقادیر بالاتر کود شیمیایی اوره تاثیری بر تعداد دانه ذرت نداشت. بطوریکه بیشترین تعداد دانه در بلال به اثر متقابل ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی اوره و تلفیق با کود زیستی نیتروکسین با مقدار ۶۳۱/۹۵ عدد تعلق داشت که از لحاظ آماری با تیمار تلفیقی ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی اوره و تلفیق با کود زیستی نیتروکسین با مقدار ۶۱۸/۹۶ عدد اختلاف معنی دار نداشت. البته مصرف ۳۰۰ کیلوگرم کود شیمیایی اوره و عدم تلفیق با کود بیولوژیک نیتروکسین با مقدار ۵۶۴/۲۲ عدد از لحاظ آماری در سطح پایین تری قرار داشت (جدول ۳). نتایج این بخش از تحقیق نشان می دهد که کاربرد کود بیولوژیک نیتروکسین باعث تاثیر مثبت بر اجزای عملکردی از جمله تعداد دانه پر شده گردیده است و چنین نتیجه ای توسط آدیوان (۲۰۰۴) گزارش شده است. نتایج ونین و همکاران (۲۰۱۲) نشان

شد. فاکتورهای آزمایش شامل تیمار کود شیمیایی اوره در پنج سطح شاهد (صفر)، ۷۵، ۱۵۰، ۲۲۵ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار و کود زیستی نیتروکسین در دو سطح (تلفیق و عدم تلفیق) بودند. قبل از کاشت یک شخم ۳۰ سانتی متری زده شد و سپس برای خرد کردن کلوخ ها از دو دیسک عمود بر هم استفاده شد.

کاشت در نیمه اول اردیبهشت انجام شد. کود شیمیایی اوره بر حسب تیمارها، در سه مرحله کاشت، ۵ الی ۶ برگی و قبل از ظهور تاسل ذرت اعمال شد و در هر مرحله یک سوم کل میزان کود اوره هر تیمار به زمین داده شد. تیمار تلفیق بذرها با کود بیولوژیک نیتروکسین با تعداد سلولهای زنده در هر میلی لیتر 10^8 انجام شد. تلفیق با کودهای بیولوژیک به علت حساس بودن باکتریها به نور و گرما در سایه انجام گرفت و پس از این مرحله بذور به مدت یک ساعت در سایه قرار داده شدند تا کاملا خشک شوند. تعداد ردیف های کاشت در هر پلات ۶ ردیف بوده و طول ردیف های کاشت در هر پلات ۱۰ متر در نظر گرفته شد. فواصل بین ردیف های کاشت ۷۵ سانتی متر بود. جهت اطمینان از استقرار یکنواخت بوته ها در هر کپه سه بذر کاشته شد و عملیات تنک کردن در مرحله ۳ الی ۴ برگی انجام شد. آبیاری زمین آزمایش با روش نشتی و استفاده از سیفون و دور ۷ روز انجام گردید. آبیاری اول به دلیل حساس بودن باکتریهای محرک رشد به خشکی، بلافاصله پس از کاشت انجام گرفت.

در انتهای فصل رشد و با رسیدگی فیزیولوژیک در نیمه دوم مردادماه نمونه برداری با حذف دو ردیف کاشت کناری و با انتخاب تصادفی ۱۰ بوته برای اندازه گیری صفات شامل عملکرد دانه، تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه، طول و قطر بلال و ارتفاع بوته انجام شد. در این تحقیق برای ارزیابی کارایی زراعی مصرف نیتروژن از روابط زیر استفاده شد:

$$AE_N = (Y_N - Y_0) / N_f$$

باعث افزایش تعداد دانه در بلال گردید (رحمتی ۲۰۱۲). مطالعات یاسمین و زمانی (۲۰۰۷) نشان داد که میان میزان کود نیتروژن و تعداد دانه در سنبله ارتباط معنی داری وجود دارد.

داد که کاهش نیتروژن از ۸۰ کیلوگرم در هکتار به صفر، از طریق افزایش تعداد گل‌های عقیم، موجب کاهش تعداد دانه در بلال شد. در پژوهشی دیگر مشخص شد که افزایش نیتروژن از طریق افزایش تعداد دانه در ردیف

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی در ذرت سینگل کراس ۶۴۰

میانگین مربعات							منابع تغییر
ارتفاع بوته	قطر بلال	طول بلال	وزن هزار دانه	تعداد دانه در بلال	عملکرد دانه	درجه آزادی	
۲۸۰/۲۵ ^{ns}	۸/۱۷ ^{ns}	۳۴/۰۹ ^{ns}	۳۹۰/۳۵ ^{ns}	۷۱/۸۶ ^{ns}	۵۲۷/۸۲ ^{ns}	۲	تکرار
۳۳۲/۷۸ ^{**}	۱۶/۳۶ [*]	۸۷/۸۵ ^{**}	۷۲۶/۳۹ [*]	۲۴۶/۱۴ [*]	۹۰۴/۲۵ ^{**}	۴	کود شیمیایی
۱۸/۰۹ [*]	۲۴/۵۵ [*]	۸۳/۹۱ [*]	۸۳۵/۷۰ [*]	۵۹۵/۹۷ [*]	۱۰۶۵/۳۲ [*]	۱	کود بیولوژیک
۴۵۶/۰۳ ^{**}	۷/۶۵ ^{ns}	۹/۷۳ ^{ns}	۱۰۶۲/۲۹ ^{**}	۳۴۵/۷۱ [*]	۱۱۲۰/۶۶ ^{**}	۴	برهمکنش
۹۳/۴۵	۵/۲۸	۱۷/۱۶	۱۷۶/۳۱	۸۲/۰۹	۲۰۸/۴۴	۱۸	خطا
۱۰/۳۹	۴/۴۱	۶/۲۷	۱۲/۹۴	۸/۴۷	۱۱/۰۳		ضریب تغییرات (%)

ns، * و ** به ترتیب به مفهوم غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می باشد.

بنابراین هر چه تعداد دانه بیشتر باشد، گیاه دارای مخزن بالاتری برای دریافت مواد فتوسنتزی می باشد که در نهایت سبب افزایش عملکرد گیاه خواهد شد.

وزن هزار دانه

کود بیولوژیک نیتروکسین و تیمارهای مختلف کود شیمیایی اوره و برهمکنش آن‌ها تاثیر معنی داری بر وزن هزاردانه ذرت داشتند (جدول ۱). تمامی تیمارهای کودی مورد استفاده وزن هزاردانه ذرت را نسبت به تیمار شاهد (عدم مصرف کود شیمیایی اوره) و تیمار عدم تلقیح با کود زیستی نیتروکسین افزایش معنی داری دادند. بررسی اثر برهمکنش تیمارها نشان داد اثر متقابل تیمار کود بیولوژیک نیتروکسین با ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی اوره بیشترین وزن هزاردانه را با مقدار ۳۰۱/۸۴ گرم داشت. با افزایش مصرف کود

تحقیقاتی که بر اثر نیتروکسین روی رشد گیاه صورت گرفته همگی نشان‌دهنده این مطلب بوده اند که نیتروکسین به طور معنی داری موجب افزایش توان رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گیاه می گردد (بودونگ و همکاران ۲۰۰۴). در این خصوص ماریا و همکاران (۲۰۱۲) گزارش نمودند کاربرد کود بیولوژیکی نیتروکسین می‌تواند تاثیر مثبتی بر تعداد دانه در بلال داشته باشد و سبب افزایش آنها گردد. همچنین علی عسگرزاده و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند استفاده از کود آلی باعث افزایش معنی دار تعداد دانه در سویا می شود. دلفی و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند کود نیتروکسین از طریق فراهم آوری عنصر غذایی کم مصرف بویژه، آهن، روی و منگنز موجب افزایش تعداد دانه در بلال ذرت و در نهایت افزایش عملکرد می شود. تعداد دانه در سنبله ظرفیت مخزن را تعیین میکند،

مصرف ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن با کود زیستی نیتروکسین و کمترین عملکرد دانه با مقدار ۵۷۱۲/۴۹ کیلوگرم در هکتار در تیمار برهمکنش شاهد (عدم مصرف اوره) با عدم تلقیح با کود بیولوژیک نیتروکسین بدست آمد. همچنین مشاهده گردید که در تیمار ترکیبی مصرف ۲۲۵ کیلوگرم کود اوره با کود زیستی نیتروکسین اختلاف معنی داری با ترکیب تیماری مصرف ۳۰۰ کیلوگرم کود اوره با کاربرد کود زیستی نیتروکسین نداشت (جدول ۳). بنابراین میتوان نتیجه گرفت که با کاهش مصرف کود شیمیایی و جایگزینی آن توسط کود زیستی، میتوان از مصرف بی رویه کودهای شیمیایی جلوگیری کرد.

باکتری های مفید موجود در نیتروکسین (ازتوباکتر و آزوسپیریلوم) قادرند با ترشح هورمون های رشد به افزایش عملکرد کمک کنند (ماریناری و همکاران ۲۰۰۰). نتایج مشابه توسط محققین دیگر در مورد افزایش عملکرد دانه در گندم (زایدی و خان ۲۰۰۵)، نخود فرنگی (جوسیف و همکاران ۲۰۰۷) و ذرت (بودونگ و همکاران ۲۰۰۴) گزارش شده است. آزمایشی که در رابطه با کاربرد نیتروکسین در گیاه برنج انجام گرفت، نشان داد تلقیح در خزانه و در زمین اصلی باعث افزایش میزان محصول می شود (کیسیکیس و همکاران ۲۰۱۶). نارولا و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که اثرات متقابل باکتری های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم موجب افزایش جذب عناصر Fe, Na, N, P, K, Cu, Mn و Zn می شود و این جذب بیشتر عناصر غذایی می تواند در افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گیاه موثر باشد. در تحقیقی بیان کردند که باکتری آزوسپیریلوم تاثیر معنی داری بر افزایش تعداد دانه در سنبله جو نسبت به شاهد داشت (چاکماک و همکاران ۲۰۰۷).

شیمیایی اوره به ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار وزن هزار دانه کاهش یافت (جدول ۳). تعداد دانه و وزن دانه از اجزای عملکرد گندم محسوب می شوند و افزایش تعداد دانه می تواند کاهش وزن آن را در پی داشته باشد. لذا در این تحقیق در تیماری که تعداد دانه بالاتری مشاهده گردید، وزن هزاردانه کاهش نشان داد (جدول ۳).

کود نیتروژن بدلیل افزایش مقدار ماده خشک و دوام سطح برگ میتواند باعث افزایش وزن هزار دانه گردد (شریفی و تقی زاده ۲۰۰۹). تلقیح بذور ذرت با کود بیولوژیک نیتروکسین به دلیل افزایش سرعت و مدت فتوسنتز، راندمان انتقال مواد به دانه و تجمع ماده خشک افزایش یافته که منجر به افزایش وزن هزار دانه و عملکرد دانه می شود (میگاهد و همکاران ۲۰۰۴). زایدی و خان (۲۰۰۵) اثرات تلقیح توام دو باکتری ازتوباکتر و آزوسپیریلوم را بر وزن هزار دانه گندم بررسی کرده و افزایش معنی داری را گزارش نمودند. تلقیح گیاه گندم با آزوسپیریلوم در شرایط مزرعه و آزمایشات گلخانه ای، نتایج معنی داری در چندین مشخصه گیاه از جمله در ماده خشک، عملکرد دانه و وزن دانه ها بر جای گذاشت (نارولا و همکاران ۲۰۰۰). در تحقیقی که جاسمی و همکاران (۲۰۱۳) بر روی اثر نیتروژن (۱۰۰، ۱۶۰ و ۲۲۰ کیلوگرم اوره در هکتار) بر عملکرد دانه ذرت انجام دادند، مشخص گردید که با افزایش نیتروژن بطور معنی داری وزن هزار دانه و تعداد دانه در بلال افزایش می یابد.

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود زیستی، شیمیایی و برهمکنش آنها بر عملکرد دانه معنی دار است (جدول ۱). تأثیر کود بیولوژیک نیتروکسین بر عملکرد دانه در سطح آماری پنج درصد معنی دار شد بطوریکه مصرف نیتروکسین نسبت به عدم مصرف آن در تمام تیمارهای کود شیمیایی اوره دارای عملکرد دانه بیشتری بود (جدول ۳). بیشترین عملکرد دانه با مقدار ۱۰۴۲۵/۱۴ کیلوگرم در هکتار در تیمار برهمکنش

ارتفاع ساقه

نتایج تجزیه واریانس انجام شده نشان داد که اثرات اصلی کود زیستی نیترواکسین، کود شیمیایی اوره و برهمکنش آن‌ها بر ارتفاع ساقه معنی داری است (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین ارتفاع ساقه با میانگین ۲۱۶/۳۷ سانتی متر به برهمکنش ۳۰۰ کیلوگرم کود اوره و کاربرد کود نیترواکسین تعلق داشت که با برهمکنش ۲۲۵ کیلوگرم کود اوره در هکتار و کاربرد کود زیستی نیترواکسین با مقدار ۲۱۳/۰۲ اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۳)

کیسین و همکاران (۲۰۰۵) گزارش نمودند که با افزایش مصرف نیتروژن تا ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، ارتفاع ساقه بطور معنی داری افزایش یافت اما با افزایش بیشتر از آن افزایش معنی داری در ارتفاع ساقه مشاهده نشد. مطالعاتی که توسط ورتمن و

همکاران (۲۰۱۱) با مقدار ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار انجام شد، مشخص کردند که افزایش اوره تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش معنی دار ارتفاع ساقه را به همراه دارد. دلفی و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کرد که استفاده از کود بیولوژیک نیترواکسین باعث ترشح هورمون‌های رشد در گیاه می‌شود و این موضوع بطور مستقیم یا غیر مستقیم باعث افزایش ارتفاع گیاه می‌گردد. طبق نتایج آزمایشات مختلف، تأثیر تلقیح با کود نیترواکسین نسبت به تیمار عدم مصرف آن در جو (چاکماک و همکاران ۲۰۰۷)، کلزا (یاسیری و پاتواردان ۲۰۰۷) و ذرت (بودونگ و همکاران ۲۰۰۴) باعث افزایش ارتفاع گیاه گردید.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس کارایی زراعی نیتروژن در ذرت سینگل کراس ۶۴۰

منابع تغییر	درجه آزادی	کارایی زراعی نیتروژن (AEN)
تکرار	۲	۵/۶۸ ^{NS}
کود شیمیایی	۳	۱۰۷/۱۵ ^{**}
کود بیولوژیک	۱	۳۸/۵۷ ^{NS}
برهمکنش	۳	۱۹/۳۶ ^{NS}
خطا	۱۴	۱۱/۸۴
ضریب تغییرات (%)		۷/۷۸

NS، * و ** به ترتیب به مفهوم غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد آریایی در ذرت سینگل کراس ۶۴۰

ارتفاع بوته (cm)	وزن هزار دانه (g)	تعداد دانه در بلال	عملکرد دانه (Kg. ha ⁻¹)	کود نیتروکسین	کود اوره (Kg.ha ⁻¹)
۱۶۳/۰۸ h	۲۱۱/۹۸ g	۳۵۱/۴۹ f	۵۷۱۲/۴۹ g	عدم تلقیح	شاهد
۱۶۹/۷۸ g	۲۲۹/۴۷ F	۴۸۶/۲۳ de	۶۶۳۱/۰۸ f	تلقیح	
۱۷۷/۴۶ f	۲۴۱/۴۲ E	۴۵۴/۹۳ e	۷۶۴۴/۸۳ e	عدم تلقیح	۷۵
۱۸۴/۸۱ e	۲۶۰/۹۷ cd	۵۱۶/۶۴ d	۸۵۴۲/۴۴ d	تلقیح	
۱۹۱/۷۵ d	۲۵۳/۶۹ d	۵۲۲/۰۵ d	۸۴۴۷/۱۰ d	عدم تلقیح	۱۵۰
۲۰۰/۵۳ c	۲۸۱/۲۲ bc	۵۵۹/۳۳ c	۹۴۳۰/۳۷ bc	تلقیح	
۲۰۱/۸۵ c	۲۷۱/۵۹ c	۵۳۷/۵۳ cd	۹۱۸۳/۷۶ c	عدم تلقیح	۲۲۵
۲۱۴/۰۲ a	۳۰۱/۸۴ a	۶۱۸/۹۶ ab	۱۰۳۱۱/۲۴ a	تلقیح	
۲۰۹/۱۷ b	۲۸۵/۲۶ b	۵۶۴/۲۲ c	۹۶۴۳/۳۶ b	عدم تلقیح	۳۰۰
۲۱۶/۳۷ a	۲۹۷/۷۴ a	۶۳۱/۹۵ a	۱۰۴۲۵/۱۴ a	تلقیح	

حروف غیرمشابه بیانگر تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

طول و قطر بلال

طبق جدول تجزیه واریانس اثر کود بیولوژیک نیتروکسین و مقادیر کود شیمیایی اوره بر طول و قطر بلال معنی دار هستند ولی برهمکنش آن ها غیرمعنی دار است (جدول ۱). با مصرف کود شیمیایی اوره بیشترین طول و قطر بلال به ترتیب ۲۲/۴۱ و ۵/۱۲ سانتی متر مربوط به تیمار ۳۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار بود که با تیمار ۲۲۵ کیلوگرم اوره در هکتار اختلاف معنی داری نداشتند (شکل های ۱- الف و ۲- الف). مقایسه میانگین تلقیح و عدم تلقیح با نیتروکسین نیز نشان داد که در عدم تلقیح، طول و قطر بلال به ترتیب ۱۷/۶۲ و ۴/۰۹ سانتی متر بود و با تلقیح به ترتیب به مقدار ۲۱/۳۴ و ۴/۸۴ سانتی متر رسیدند (شکل های ۱- ب و ۲- ب).

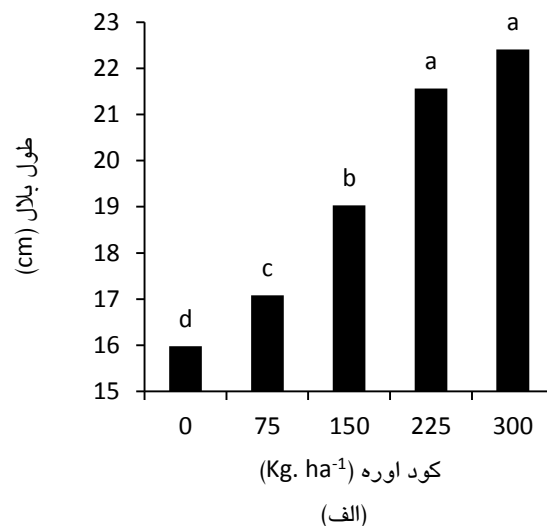
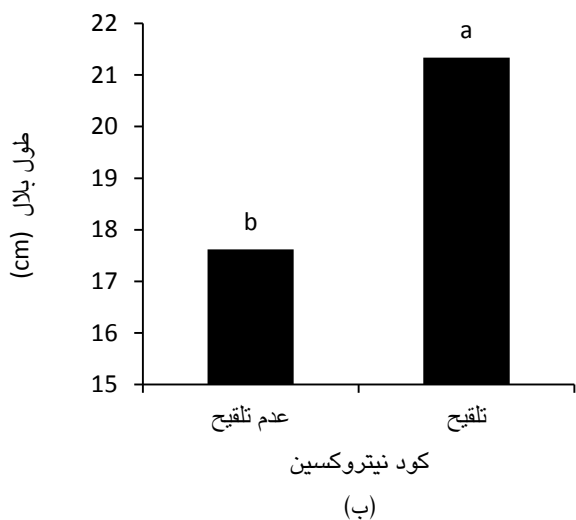
آریف و همکاران (۲۰۱۰) نیز به نتایج مشابه دست یافته و اظهار داشتند افزایش نیتروژن باعث افزایش وزن کل بلال، طول بلال، قطر بلال میشود. آکرام و همکاران (۲۰۱۰) نیز در یافته های خود نشان دادند کمبود و یا افزایش نیتروژن بر روی ویژگیهای کمی و کیفی بلال

اثر میگذارد. بهات (۲۰۱۲) مشاهده نمود که با افزایش سطوح کود نیتروژن از ۶۰ به ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار طول بلال و قطر بلال افزایش معنی داری یافت. شرسا و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی تأثیر نیتروژن بر عملکرد ذرت دانه ای چنین نتیجه گرفتند که با افزایش نیتروژن عملکرد دانه از طریق افزایش تعداد بلال، طول بلال، قطر بلال و افزایش تعداد دانه در بلال افزایش می یابد.

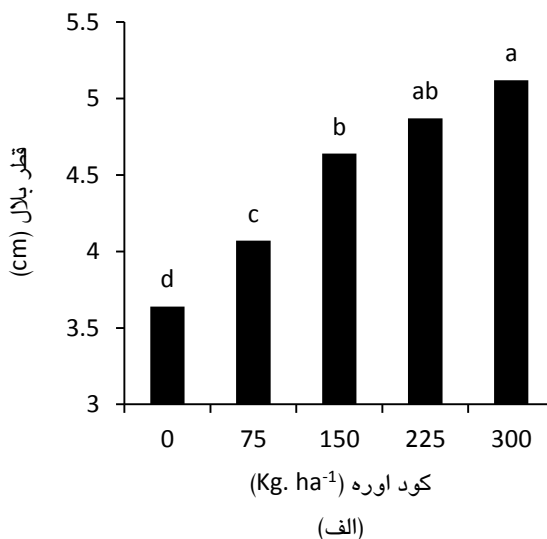
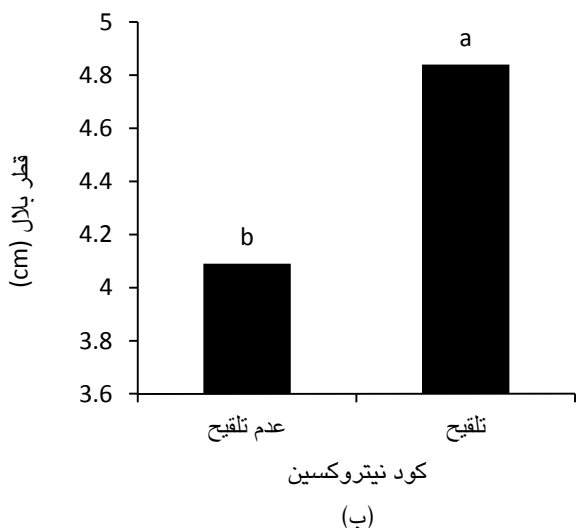
ماریا و همکاران (۲۰۱۲) و غلامی و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که تلقیح نیتروکسین با بذر ذرت سبب افزایش معنی دار قطر چوب بلال و طول بلال می شود. کودهای بیولوژیک نیتروژن موجب افزایش نیتروژن در دسترس برای ریشه گیاه می شوند، نیتروژن نیز به واسطه ی نقشی که در تولید و صدور هورمون سیتوکینین از ریشه به اندام های هوایی دارد، موجب افزایش سرعت تقسیم سلولی و افزایش قطر قسمتهای مختلف گیاه میگردد. بررسی کاملی و همکاران (۲۰۱۶) نشان داد که استفاده از کود زیستی نیتروکسین

داشت که با افزایش رشد و نمو گیاه، قسمت‌های هوایی از جمله طول و قطر بلال نیز افزایش می‌یابد.

به دلیل اینکه حاوی ازتوباکتر می‌باشد، سبب افزایش توسعه ریشه و جذب بهتر آب و مواد غذایی می‌شود که به دنبال آن رشد گیاه افزایش می‌یابد و میتوان انتظار



شکل ۱- اثر (الف) کود شیمیایی اوره و (ب) کود زیستی نیتروکسین بر طول بلال ذرت سینگل کراس ۶۴۰. حروف غیرمشابه بیانگر تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

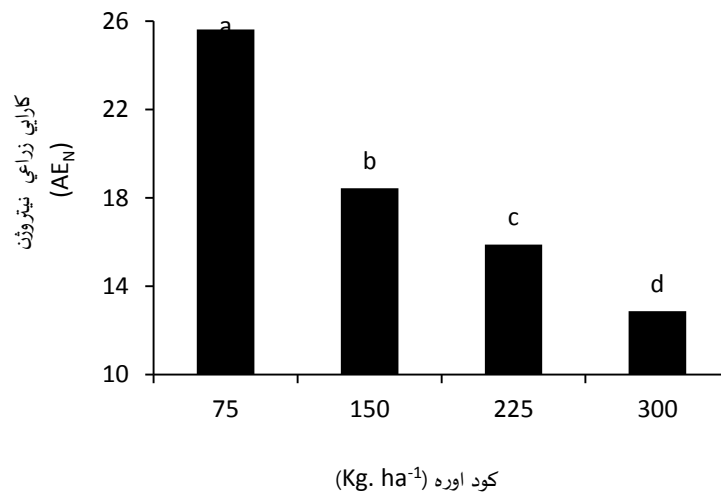


شکل ۲- اثر (الف) کود شیمیایی اوره و (ب) کود زیستی نیتروکسین بر قطر بلال ذرت سینگل کراس ۶۴۰. حروف غیرمشابه بیانگر تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

کارایی زراعی نیتروژن

این شاخص در غلات بین ۱۰ الی ۳۰ کیلوگرم دانه به ازای هر کیلوگرم نیتروژن مصرفی عنوان شده است (اونیل و همکاران، ۲۰۰۴ و پابلو و همکاران، ۲۰۰۸) که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. بالاترین کارایی زراعی مصرف نیتروژن معمولاً با مصرف اولین واحد کود حاصل می شود، با افزایش میزان مصرف کود نیتروژن، واحد های اضافی بعدی افزایش کمتری را موجب می شوند (دیجان و همکاران، ۲۰۰۵ و ورکو و همکاران، ۲۰۰۷) که با یافته های این تحقیق مطابقت دارد.

این شاخص میزان افزایش عملکرد را به ازای واحد کود نیتروژن مصرف شده بیان می کند. این شاخص در سطح یک درصد تحت تأثیر میزان کاربرد کود نیتروژن قرار گرفت (جدول ۲). بیشترین و کمترین کارایی زراعی نیتروژن به ترتیب به کاربرد ۷۵ کیلوگرم اوره (۲۵/۶۲) کیلوگرم افزایش دانه بر کیلوگرم کود اوره به کار رفته) و کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم اوره (۱۲/۸۷) کیلوگرم افزایش دانه بر کیلوگرم کود اوره به کار رفته) به دست آمد (شکل ۳). این کارایی می تواند تحت تأثیر مدیریت مصرف نیتروژن، نوع خاک و نوع محصول قرار گیرد و محدوده



شکل ۳ - اثر کود شیمیایی اوره بر کارایی زراعی نیتروژن (AEN) در ذرت سینگل کراس ۶۴۰ حروف غیرمشابه بیانگر تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

نتیجه گیری

سلامت محیط زیست و در مجموع حفظ و حمایت از سرمایه های ملی (خاک، آب و منابع انرژی غیر قابل تجدید) از مهمترین مزایای کودهای بیولوژیک محسوب می شوند. برشمردن مزایای کودهای بیولوژیک نباید به نفی کامل کودهای شیمیایی تعبیر شود. کودهای شیمیایی به شرط رعایت اولویت برای تغذیه طبیعی گیاه و در حد مکمل انواع بیولوژیک، قابل توصیه هستند. در این تحقیق اثر سودمند تلقیح بذر ذرت با کود نیتروکسین از لحاظ افزایش عملکرد دانه کاملاً مشهود بود. بهبود

امروزه به کارگیری کودهای بیولوژیک به عنوان طبیعی ترین و مطلوب ترین راه حل برای فعال و زنده نگهداشتن سیستم حیاتی خاک در اراضی کشاورزی مطرح می باشد. تأمین عناصر غذایی به صورتی کاملاً متناسب با تغذیه طبیعی گیاهان، کمک به تنوع زیستی، تشدید فعالیت های حیاتی، قابلیت تکثیر خودبخودی، عدم تولید مواد سمی و میکروبی در چرخه ی غذایی و اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، بهبود کیفیت و

وضعیت تغذیه ای گیاه در تیمار تلقیح بذور سبب افزایش معنی دار عملکرد، اجزای عملکرد، طول و قطر بلال و ارتفاع بوته گردید. میتوان نتیجه گرفت که با کاهش مصرف کود شیمیایی و جایگزینی آن توسط کود زیستی، میتوان از مصرف بی رویه کودهای شیمیایی جلوگیری کرد.

منابع مورد استفاده

- Akram M, Ashraf MY, Waraich EA, Hussain M and Hussain N, 2010. Performance of autumn planted maize (*Zea mays* L.) hybrids at various nitrogen levels under salt affected soils. *Journal of Soil and Environment*, 29: 23-32.
- Aliasgharzade N, Neyshabouri MR and Salimi G, 2006. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi and *Bradyrhizobium japonicum* on drought stress of soybean. *Biologia Journal*, 61: 324-328.
- Arif M, Amin I, Jan MT, Munir I and Nawab K, 2010. Effect of plant population and nitrogen levels and methods of application on ear characters and yield of maize. *Pakistan Journal of Botany*, 42: 1959-1967.
- Baodong C, Shen H, Li X, Feng G and Christie P, 2004. Effects of EDTA application and arbuscular mycorrhizal colonization on growth and zinc uptake by maize (*Zea mays* L.) in soil experimental contaminated with zinc. *Journal of Plant and Soil*, 261: 219-229.
- Barea JM, Pozo MJ, Azcon R and Azcon-Aguilar C, 2005. Microbial co-operation in the rhizosphere. *Journal of Experimental Botany*, 56: 1761-1778.
- Boyer CN, Roberts RK, Larson JA, McClure MA and Tyler DD, 2015. Risk effects on optimal nitrogen rates for corn rotations in Tennessee. *Agronomy Journal*, 107: 896-902.
- Bhatt PS, 2012. Response of sweet corn hybrid to varying plant densities and nitrogen levels. *African Journal of Agricultural Research*, 7: 6158-6166.
- Ciampitti IA and Vyn TJ, 2012. Physiological perspectives of changes over time in maize yield dependency on nitrogen uptake and associated nitrogen efficiencies: A review. *Field Crops Research*, 133: 48-67.
- Cakmakc R, Donmez MF and Erdogan U, 2007. The effect of plant growth promoting rhizobacteria on barley seedling growth, nutrient uptake, some soil properties, and bacterial counts. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 31: 189-199.
- De Juan V J., Maturano M, Artigao Ramirez A, Tarjuelo MB and Ortega A J, 2005. Growth and nitrogen use efficiency of irrigated maize in a semiarid region as affected by nitrogen fertilization. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 3(1): 134-144.
- Delfieh, M, Modarres SAM and Farhoudi R, 2016. Effects of Organic, Biologic and Chemical Nitrogen Fertilizers on Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) Yield and Essential Oil. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 19 (2): 339-348.33.
- Forrestal PJ, Kratochvil RJ, and Meisinger JJ, 2012. Late-season corn measurement to assess soil nitrate and nitrogen management. *Agronomy Journal*, 104: 148-157.
- Gholami A, Shahsavani S and Nezarat S, 2009. The effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on germination, seedling growth and yield of maize. *International Journal of Civil, Environmental, Structural, Construction and Architectural Engineering*, 49: 19-24.
- Gosling P, Hodge A, Goodlass G and Bending GD, 2006. Arbuscular mycorrhiza fungi and organic farming. *Journal of Agriculture, Ecosystems and Environment*, 113: 17-35.
- Ijaz1 MM, Raza AS, Ali S, Ghazi K, Yasir TA, Saqib M, and Naeem M, 2015. Differential planting density influences growth and yield of hybrid maize (*Zea mays* L.). *Journal of Agriculture and Environmental Sciences*, 2: 1-4.

- Jasemi M, Darab F, Naser R, 2013. Effect of planting date and nitrogen fertilizer application on grain yield and yield components in maize. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 13: 914-919.
- Joseph B, Patra RR and Lawrence R, 2007. Characterization of plant growth promoting rhizobacteria associated with chickpea (*Cicer arietinum* L). *International Journal of Plant Production*, 1: 141-152.
- Kamil SS, Sarkawt AA, Ismael AH, Pshtiwan HA, 2015. Effect of Bio-fertilizer and Chemical Fertilizer on Growth and Yield in Cucumber (*Cucumis sativus*) in Green House Condition. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 18 (3): 129-134.
- Kecskes ML, Choudhury AT, Casteriano AV, Deaker R, Roughley RJ, Lewin L, Ford R and Kennedy IR, 2016. Effects of bacterial inoculant biofertilizers on growth, yield and nutrition of rice in Australia. *Journal of Plant Nutrition*, 39 (3): 377-388.
- Keskin B, Akdeniz H, Yilamz IH and Turan N, 2005. Yield and quality of forage corn (*Zea mays* L.) as influenced by cultivar and nitrogen rate. *Agronomy Journal*, 4(2): 138-141.
- Maria CL, Dartora J, Marini D and Hann JE, 2012. Inoculation with *Azospirillum*, nitrogen fertilization in Associated with maize. *Journal of Revista Ceres Vicosa*, 59: 399-405
- Marinari S, Mascinadaro G, Ceccanti B and Grego S, 2000. Influence of organic and mineral fertilizers on soil biological and physical properties. *Journal of Bioresource Technology*, 72: 9-17.
- Migahed HA, Ahmed AE and Abd El-Ghany BF, 2004. Effect of different bacterial strains as biofertilizer agents on growth, production and oil of *Apium graveolense* under Calcareous soil. *Journal of Agricultural Science*, 12: 511-525.
- Narula N, Kumar V, Behl RK, Deubel A, Gransee A and Merbach W, 2000. Effect of P-Solubilizing *Azotobacter chroococcum* on N, P and K uptake in P-responsive wheat genotypes grown under greenhouse conditions. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 163: 393-398.
- Narula N, Kumar V, Singh B, Bhatia R and Lakshminarayana K, 2005. Impact of biofertilizers on grain yield inspring wheat under varying fertility conditions and wheat-cotton rotation. *Journal of Agronomy and Soil Science*, 51: 79-89.
- O'Neil PM, Shanahan JF, Schepers JS and Caldwell B, 2004. Agronomic responses of corn hybrids from different eras to deficit and adequate levels of water and nitrogen. *Agronomy Journal*, 96: 1660-1667.
- Pablo BA, Hernan EE, Hernán S R and Fernando AH, 2008. Nitrogen use efficiency in maize as affected by nitrogen availability and row spacing. *Agronomy Journal*, 100: 1094-1100.
- Rahmati H, 2012. Effect of Plant Density and Nitrogen Rates on Morphological characteristics Grain Maize. *Journal of Basic Applied Science Research*, 2 (5): 4680-4683.
- Raja V, 2001. Effect of nitrogen and plant population on yield and quality of super sweet corn (*Zea mays*). *Indian Agronomy Journal*, 46: 246-249.
- Sharifi RS, Taghizadeh R, 2009. Response of maize (*Zea mays* L.) cultivars to different levels of nitrogen fertilizer. *Journal of Agriculture and Environmental Sciences*, 73: 518-521.
- Shrestha J, 2013. Effect of nitrogen and plant population on flowering and grain yield of winter maize. *Sky Journal of Agricultural Research*, 2: 64-68.
- Vanyine V, Toth AS and Nagy J, 2012. Effect of nitrogen doses on the chlorophyll concentration, yield and protein content of different genotype maize hybrids in Hungary. *African Journal of Agricultural Research*, 7(16): 2546-2552.
- Worku M, Bänziger M, Erley GS, Friesen D, Diallo AO and Horst WJ, 2007. Nitrogen uptake and utilization in contrasting nitrogen efficient tropical maize hybrids. *Crop Science*, 47: 519-528.

- Wortmann CS, Tarkalson DD, Shapiro CA, Dobermann AR, Ferguson RB, Hergert GW and Walters D, 2011. Nitrogen use efficiency of irrigated corn for three cropping system in Nebraska. *Agronomy Journal*, 103:76-84.
- Yeasmin T and Zamani P, 2007. Arbuscular mycorrhizal fungus inoculum production in rice plants. *African Journal of Agricultural Research*, 2(9): 463-467.
- Zaidi A and Khan MS, 2005. Interactive effect of rhizotrophic microorganisms on growth, yield and phosphorus uptake of wheat. *Journal of Plant Nutrition*, 28: 2079-2092.