نشریه زراعت

شماره ۱۰۴، پائیز ۱۳۹۳

(پژوهش و سازندگی)

تأثیر سطوح مختلف کودی (آلی، شیمیایی و زیستی) بر صفات مورفولوژیک و عملکرد دانه ذرت هیبرید سینگل–کراس ۷۰۴

• عیسی مقصودی، دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس (نویسنده مسئول)
• امیر قلاوند، استاد دانشگاه تربیت مدرس
• مجید آقاعلیخانی، استاد دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ دریافت: آبان ماه ۱۳۹۰ تاریخ پذیرش: دی ماه ۱۳۹۱
تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۳۸۲۱۹۷۶۸۱
پست الکترونیک نویسنده مسئول: eisa2663@yahoo.com

چکیده:

به منظور بررسی تأثیر کود آلی و کود شیمیایی نیتروژنه بر صفات مورفولوژیک و عملکرد دانه ذرت هیبرید سینگل‌کراس ۷۰۴ در سطوح مختلف کود زیستی، آزمایشی در سال ۱۳۸۹ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عامل کودی شامل پنج سطح: A_1 (۸ تن کود آلی در هکتار)، A_2 (۶ تن کود آلی و ۴۶ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار)، A_3 (۴ تن کود آلی و ۹۲ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار)، A_4 (۴ تن کود آلی و ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) و A_5 (۱۸۴ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) و کود زیستی (باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن شامل ازتوباکتر کروئوکوکوم، ازتوباکتر آجیلیس، آزوسپیریلیوم برازیلنس و آزوسپیریلیوم لیپوفروم) در دو سطح شامل: B_1 (با تلقیح) و B_2 (بدون تلقیح) بود. نتایج نشان داد که بیشترین شاخص سطح برگ (۷/۷۷) و عملکرد دانه (۱۰ تن در هکتار) مربوط به تیمار A_3 بود. در بذور تلقیح شده با کود زیستی (B_1) میزان شاخص سطح برگ، عملکرد دانه و شاخص برداشت به ترتیب به میزان ۷/۷۵، ۹/۷۸ تن در هکتار و ۴۴/۱۰ درصد بود. بر اساس نتایج به دست آمده تیمار A_3 مناسب‌ترین تیمار کودی قابل توصیه می‌باشد.

کلمات کلیدی: ازتوباکتر، ذرت، عملکرد دانه، کود آلی و نیتروژن

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No:104 pp: 129-135

The effect of different levels of fertilizer (organic, biological and chemical) on morphological traits and yield of maize single cross hybrid 704

By:

- *E. Maghsudi, (Corresponding Author; Tel: 09382197681), M.Sc.of Tarbiat Modarres University*
- *A. Ghalavand, Associate Professor of Tarbiat Modarres University*
- *M. Aghaalikhani, Associate Professor of Tarbiat Modarres University*

Received: October 2011 **Accepted: December 2012**

In order to investigate the effects of organic fertilizer and chemical fertilizer on morphological traits and grain yield of maize (S.C. 704) at different levels of biofertilizers, the experiment was conducted at the research farm faculty of agriculture, Tarbiat Modarres University during 2010. The factorial design of the study comprised of randomized complete block with three replications. Nitrogen treatments were include five levels: A1 (8 tons/ha organic fertilizer), A2 (6 tons/ha organic fertilizer + 46 kg/ha nitrogen), A3 (4 tons/ha organic fertilizer + 92 kg/ha nitrogen), A4 (2 tons/ha organic fertilizer + 138 kg/ha nitrogen) and A5 (184 kg/ha nitrogen) and biofertilizer (nitrogen fixation bacteria include *Azotobacter* and *Azospirillium*)at two levels included: B1 (inoculation)) and B2 (non-inoculation).The results showed that highest leaf area index (7/77) and grain yield (10 ton/ha) belong to A_3 treatment . In seeds inoculated with biofertilizer (B1) amount of leaf area index, seed yield and harvest index was obtained 7/75, 9/78 tonha-1, and 44/10 percent, respectively. Based on the obtained results, A_3 treatment is appropriate for recommendation.

key Words: *Azotobacter*, Corn, Grain Yield**,** Nitrogen and Organic Fertilizer.

مقدمه

در سال‌های اخیر، در کشور ما استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی و عدم توجه به اهمیت و اثرات مثبت مواد آلی در بهبود حاصلخیزی خاک‌های زراعی، باعث افزایش مصرف کودهای شیمیایی، آلودگی‌های محیطی و صدمات اکولوژیکی شده است (Montazeri and malekoti, 2003). این امر موجب کاهش کیفیت تولیدات کشاورزی و از بین رفتن منابع تجدیدناپذیر (تولید کننده کودهای شیمیایی) شده است، بنابراین برای کاهش این خطرات باید از نهاده‌هایی استفاده کرد که علاوه بر افزایش قابلیت دسترسی به عناصر غذایی، بهبود شرایط فیزیکی و میکروبی خاک را نیز به دنبال داشته باشد (Renato, Ferreira, Cruz and Barbosa, 2003). یکی از این نهاده‌ها استفاده از کودهای آلی در تلفیق با کودهای شیمیایی است.

کود زئوپونیکس از جمله کودهای آلی بوده که از بستر مرغداری‌ها جمع آوری شده تا علاوه بر مصرف فضولات تولید شده در مرغداری‌ها از فواید این فضولات در بخش کشاورزی نیز استفاده گردد. کودهای زیستی از یک یا چند نوع میکروارگانیزم مفید به همراه مواد نگهدارنده و یا فرآورده‌های متابولیک آن‌ها ساخته شده است که با هدف تامین عناصر غذایی گیاهان و بهبود حاصلخیزی خاک در سیستم کشاورزی پایدار استفاده می‌شوند (Vessey, 2003). با مصرف کودهای آلی، شیمیایی و زیستی به صورت تلفیقی شرایط مناسب و ایده‌آل برای رشد گیاه فراهم می‌شود.کودهای آلی با تولید هوموس عوارض نامطلوب کودهای شیمیایی را کاهش داده و کارایی مصرف کود را افزایش می‌دهند و کودهای زیستی با افزایش فعالیت باکتری‌های افزایش دهنده رشد گیاه، تأثیر کودهای آلی و شیمیایی را در تولیدات کشاورزی افزایش می‌دهند (Shata, Mahmoud and Siam, 2007). در مطالعه ۶ سطح کود مرغی (صفر، ۴، ۶، ۸، ۱۰ و ۱۲ تن در هکتار) مشخص گردید که بیشترین عملکرد دانه (۵/۱۱ تن در هکتار)، عملکرد بیولوژیک (۲۲/۲ تن در هکتار) و ضریب برداشت (۲۳/۱) از تیمار ۱۲ تن در هکتار کود مرغی بدست آمد (Farhad, Saleem, Cheema and Hammad, 2009). یافته‌های آبوسوار و الزیلال (Abusuwar and El Zilal, 2010) بر افزایش عملکرد علوفه تازه سورگوم به میزان ۱۳۸ درصد و عملکرد ماده خشک تا ۲۰۰ درصد در اثر کاربرد کود مرغی نسبت به شاهد تاکید دارد. در مطالعه‌ای خالیک و همکاران (Khaliq, Mahmood, Kamal and masood, 2004) با بررسی مقادیر مختلف کود آلی، شیمیایی و تلفیقی روی ذرت دریافتند که در سیستم تلفیقی بیشترین عملکرد دانه (۵/۹۸ تن در هکتار) و شاخص برداشت (۲۶/۰۶ درصد) به دست آمد.

غلامی و همکاران (Gholami, Shahsavari and Nezarat, 2009) در مطالعه‌ای با تلقیح بذور ذرت با چهار سویه آزوسپیریلوم و دو سویه سودوموناس گزارش دادند که وزن هزار دانه، تعداد دانه در بلال در تیمار تلقیح شده نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) افزایش یافت. محققان در مطالعه‌ای افزایش ۱۵ درصدی عملکرد دانه بذور شده ذرت را با سویه‌ای از باکتری باسیلوس و سودوموناس گزارش دادند(Koliai, Akbari, Armandpishe and Tarighalesalem, 2012). هدف از انجام این تحقیق بررسی ترکیب سطوح کودی مختلف و کود زیستی بر صفات مورفولوژیک و عملکرد دانه ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ و همچنین کاهش کاربرد کودهای شیمیایی با تأکید بر کشاورزی پایدار می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. فاکتورهای آزمایش شامل: عامل کودی (تیمار اصلی) در ۵ سطح A_1 (۸ تن در هکتار کود آلی)، A_2 (۶ تن در هکتار کود آلی و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره)، A_3(۴ تن در هکتار کود آلی و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره)، A_4 (۲ تن در هکتار کود آلی و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره) و A_5 (۴۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره) و کود زیستی (تیمار فرعی) شامل دو سطح B_1 (تلقیح بذر با باکتری‌های آزادزی تثبیت کننده نیتروژن) وB_2 (عدم تلقیح بذر) بود (منظور از کود آلی، کود مرغی همراه با زئولیت به فرم تجاری معروف به زئوپونیکس می‌باشد که از بستر مرغداری‌ها جمع آوری گردید همچنین میزان نیتروژن مصرفی بر اساس نیاز گیاه انتخاب و مصرف گردید). کود زیستی به صورت مایه تلقیح مایع به میزان یک لیتر به ازای ۳۰ کیلوگرم بذر در هکتار بود که هر گرم مایه تلقیح مایع حاوی 10^8 عدد باکتری زنده و فعال از جنس ازتوباکتر کروئوکوکوم، ازتوباکتر آجیلیس، آزوسپیریلیوم برازیلنس و آزوسپیریلیوم لیپوفروم بوده که از شرکت فن‌آوری زیستی مهر آسیا تهیه شد. کود آلی مورد استفاده زئوپونیکس جمع آوری شده از بستر مرغداری‌ها بود، که قبل از کاشت توسط نیروی کارگری با خاک کرت‌ها مخلوط گردید. نتایج آنالیز خاک محل آزمایش (جدول ۱) و کود آلی مورد استفاده (جدول ۲) در زیر ذکر شده است. بذرها قبل از کاشت با مایه محتوی باکتری تلقیح شدند. کرت‌هایی به ابعاد ۱۲/۶ مترمربع و با ۶ خط کاشت به فاصله ۶۰ سانتی‌متر، تهیه گردید و بذور ذرت هیبرید سینگل‌کراس ۷۰۴ که هیبریدی دیررس می‌باشد با فاصله ۲۰ سانتی‌متر از هم، روی ردیف‌های کاشت در عمق ۵-۳ سانتی‌متری در نیمه اول خرداد ماه به صورت هیرم کاری با دست کشت گردیدند. قطر ساقه با دستگاه کولیس، شاخص سطح برگ با دستگاه Leaf area meter، شدت رنگ سبز برگ بلال و پرچم با دستگاه Spad اندازه‌گیری شد. از هر واحد آزمایشی مساحتی برابر دو متر مربع با رعایت حاشیه از خط شماره ۲ ،۳، ۴ و ۵ به منظور بررسی عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک برداشت گردید. آنالیز داده‌ها با نرم افزار SAS انجام شد و میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

۱- شاخص سطح برگ

بر اساس جدول تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف کودی و کود زیستی بر شاخص سطح برگ معنی‌دار بود (جدول ۳). احتمالاً تأمین تلفیقی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و توسعه بیشتر سیستم ریشه‌ای گیاه جهت جذب عناصر غذایی و همچنین اصلاح حاصلخیزی خاک باعث شده که شاخص سطح برگ در سطوح کودی تلفیقی بیشتر از سطوح کودی آلی و شیمیایی باشد. افزایش سطح برگ با کاربرد تلفیقی کود مرغی و کود شیمیایی بوسیله محققین دیگر نیز گزارش شده است (Agyenim boating et al, 2006).

همچنین نتایج نشان داد که شاخص سطح برگ در تیمار تلقیح یافته با کود زیستی نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) به میزان ۵۲/۴ درصد افزایش یافته است (جدول ۴). از جمله دلایل افزایش سطح برگ در تیمار تلقیح شده با کود زیستی می‌توان به تولید انواع متابولیت‌های موثر در رشد گیاه مانند هورمون‌های محرک رشد به عنوان عوامل افزاینده رشد گیاه و همچنین گسترش سطح ریشه در اثر فعالیت باکتری‌ها و به دنبال آن افزایش جذب عناصر غذایی توسط ریشه گیاه از نقاط دورتر و عمیق‌تر از سطح ریشه، اشاره کرد (Hamidi, 2006).

۲- قطر ساقه

قطر ساقه معیاری از رشد رویشی است و در استحکام و مقاومت گیاه به عوامل نامساعد محیطی و همچنین انتقال مواد ذخیره شده به دانه نقش مهمی دارد. بر اساس تجزیه واریانس (جدول ۳) قطر ساقه تحت تأثیر سطوح مختلف کودی و کود زیستی قرار گرفت. بر اساس جدول مقایسه میانگین (جدول ۴) بیشترین قطر ساقه (۲۹/۶ میلی‌متر) در سطح کودی A_3 و کمترین قطر ساقه (۲۶/۴ میلی‌متر) در سطح کودی A_1 بدست آمد. دسترسی بهتر به مواد غذایی و وجود ماده آلی در سطح کودی A_3 موجب فراهم شدن شرایط مناسب‌تری برای انجام فتوسنتز و تخصیص ماده فتوسنتزی بیشتری به ساقه شده و به دنبال آن قطر ساقه نیز افزایش یافته است. نتایج به دست آمده با اظهارات فلاح (Fallah, 2006) مطابقت دارد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری

فسفر قابل دسترس (ppm)	پتاسیم قابل دسترس (ppm)	هدایت الکتریکی (مترزدسی زیمنس)	اسیدیته	آهک (درصد)	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	رس (درصد)	لای (درصد)	ماسه (درصد)	بافت
۱۰	۲۹۰	۱/۴۲	۷/۷۴	۷/۱۶	۱/۱۳	۰/۰۸	۹	۱۲	۷۹	لوم-شنی

جدول ۲- خصوصیات کود آلی (زئوپونیکس) مورد استفاده

نیتروژن (درصد)	فسفر (درصد)	پتاسیم (درصد)	گوگرد (درصد)	کلسیم (p.p.m)	منیزیم (p.p.m)	آهن (p.p.m)	روی (p.p.m)	مس (p.p.m)	منگنز (p.p.m)	بر (p.p.m)
۲/۲۶	۱/۰۵	۰/۹	۰/۳۹	۲/۲۵	۰/۱۶	۸۵۰	۱۶۰/۸	۴۰/۰۵	۲۲۵/۲	۱۹/۴۵

همچنین قطر ساقه در تیمار تلقیح شده با کود زیستی به میزان ۱۲ درصد نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) افزایش نشان داد (جدول ۴). احتمالاً باکتری‌های افزاینده رشد با تولید هورمون‌های تحریک کننده رشد گیاه به ویژه جیبرلین و اکسین موجب افزایش رشد تقسیمات سلولی شده و به دنبال آن افزایش قطر ساقه نیز قابل توجیه می‌گردد. محققان افزایش ۳۸/۱ درصدی قطر ساقه در اثر تلقیح بذر با آزوسپیریلوم و ازوتوباکتر را گزارش کردند(Naserirad, Soleymanifard and Naseri, 2011).

۳- شدت رنگ سبز برگ بلال و برگ پرچم

با توجه به یافته‌های به دست آمده تأثیر سطوح مختلف کودی و کود زیستی بر میزان کلروفیل برگ معنی‌دار بود (جدول ۳). بر اساس جدول مقایسه میانگین (جدول ۴) سطح کودی A_3 به ترتیب با Spad 17/58 و ۵۰/۵۲ دارای بیشترین میزان شدت رنگ سبز برگ بلال و پرچم بود. با افزایش میزان کود آلی در ترکیب با کود شیمیایی در سطوح کودی تلفیقی میزان کلروفیل به دلیل افزایش عناصر غذایی موثر در کلروفیل‌سازی مانند نیتروژن، آهن و منیزیم افزایش یافته و به دنبال آن میزان شدت رنگ سبز برگ نیز در سطح کودی تلفیقی بالا رفته است. نتایج مشابهی با یافته‌های به دست آمده گزارش شده است (Majidian, 2008). نتایج مقایسه میانگین‌ها بیانگر افزایش ۱۱/۶ و ۱۳/۸ درصدی میزان شدت رنگ سبز برگ بلال و برگ پرچم در تیمار تلقیح شده با کود زیستی نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) می‌باشد (جدول ۴). احتمالاً تأثیر باکتری‌های افزاینده رشد بر تثبیت زیستی نیتروژن و همچنین افزایش فراهمی عناصر غذایی مانند فسفر، گوگرد و پتاسیم و تولید ترکیبات سیدروفور (کلات کننده آهن) در اثر فعالیت این میکروارگانیسم‌ها دلیل این امر می‌باشد. با افزایش عناصر غذایی موجود در خاک و جذب آن‌ها توسط گیاه، رشد قسمت‌های رویشی گیاه بهبود یافته و در نتیجه آن میزان جذب نور و به دنبال آن میزان کلروفیل برگ بلال نیز افزایش یافته است. سایر محققان افزایش ۴۰ درصدی میزان کلروفیل برگ بلال را در اثر کاربرد ازوتوباکتر برازیلنس گزارش کردند (Swedrzynska and Sawicha, 2000).

جدول ۳- تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات مورفولوژیک و عملکرد دانه ذرت تحت سطوح مختلف کودی و کود زیستی.

منبع تغییرات	درجه آزادی	شاخص سطح برگ	قطر ساقه	شدت رنگ سبز برگ بلال	شدت رنگ سبز برگ پرچم	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
تکرار	۲	۱/۱۴ ns	۰/۵۷ ns	۰/۹۲ ns	۰/۸۰ ns	۰/۸۲ ns	۰/۲۸ ns	۲/۷۶ ns
کود زیستی	۱	۳۰/۲۰ **	۶۸/۴۰ **	۲۶۷/۳۰ **	۲۷۱/۵۰ **	۲۱/۰۰ **	۳۹/۴۲ **	۳۸/۸۲ *
سطوح مختلف کودی	۴	۵/۴۰ **	۱۷/۸۴ **	۵۸/۵۰ **	۱۰۸/۰۰ **	۴/۸۰ *	۶/۵۵ *	۳۸/۴۳ **
کود زیستی×سطوح مختلف کودی	۴	۰/۱۰ ns	۰/۹۱ ns	۱/۹۰ ns	۵/۱۰ ns	۰/۵۱ ns	۰/۱۲ ns	۱۸/۳۷ *
خطای آزمایشی	۱۸	۰/۸۰	۱/۷۵	۲/۲۳	۲/۰۷	۱/۲۶	۱/۲۹	۲/۲۴
C.V.		۱۱/۸۷	۶/۳۶	۴/۱۳	۴/۴۷	۱۴/۱۱	۶/۱۶	۵/۲۱

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و۱ درصد

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک و عملکرد دانه ذرت تحت تأثیر سطوح مختلف کودی و کود زیستی.

تیمار	سطوح تیمار	شاخص سطح برگ	قطر ساقه (میلی‌متر)	شدت رنگ سبز برگ بلال (spad)	شدت رنگ سبز برگ پرچم(spad)	عملکرد دانه (هکتار/تن)	عملکرد بیولوژیک (هکتار/تن)	شاخص برداشت (درصد)
کود زیستی	B1	۷/۷۵ a	۲۹/۰۳ a	۵۷/۰۵ a	۴۹/۲۹ a	۹/ ۷۸a	۲۲/۱۴ a	۴۴/۱۰ a
	B2	۵/۷۴ b	۲۶/۰۱ b	۵۱/۰۸ b	۴۳/۲۸ b	۸/۱۱b	۱۹/۸۴ b	۴۱/۸۲ b
سطوح مختلف کودی	A1	۵/۴۵ b	۲۵/۰۶ b	۴۹/۷۴ c	۳۹/۵۵ c	۷/۸۱ c	۱۹/۷۶ c	۴۰/۰۵ b
	A2	۶/۵۹ ab	۲۷/۶۸ ab	۵۵/۳۵ bc	۴۶/۵۸ b	۹/۰۸ abc	۲۱/۰۴ abc	۴۳/۰۷ ab
	A3	۷/۷۷ a	۲۹/۶۰ a	۵۸/۱۷ a	۵۰/۵۲ a	۱۰/۰۰ a	۲۱/۶۸ ab	۴۶/۷۲ a
	A4	۷/۵۸ a	۲۸/۵۰ a	۵۵/۷۵ ab	۴۹/۱۴ ab	۹/۵۳ ab	۲۲/۳۰ a	۴۳/۶۰ ab
	A5	۶/۳۵ ab	۲۶/۷۶ ab	۵۳/۱۹ bc	۴۵/۶۴ b	۸/۳۰ bc	۲۰/۱۷ bc	۴۱/۳۶ b

سطوح مختلف کودی = A1(۸ تن در هکتار کود آلی)، A2 (۶ تن در هکتار کود آلی و ۴۶ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص)، A3 (۴ تن در هکتار کود آلی و ۹۲ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص)،A4 (۲ تن در هکتار کود آلی و ۱۳۸ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص) و A5 (۱۸۴ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص) و B1 (بذور تلقیح شده) و B2 (بذور تلقیح نشده).

۴- عملکرد دانه

بررسی نتایج تجزیه واریانس بیانگر آن است که سطوح مختلف کودی و کود زیستی به طور جداگانه اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشتند (جدول ۳). مقایسه میانگین عملکرد دانه در سطوح مختلف کودی نشان می‌دهد که عملکرد سطوح کودی تلفیقی از سطوح کودی آلی و شیمیایی بیشتر بوده و در بین تیمارهای سطوح کودی تلفیقی نیز تیمار A_3 با میانگین عملکرد ۱۰ تن در هکتار و با اختلاف ۲۸ درصدی نسبت به پایین‌ترین میزان عملکرد، بیشترین عملکرد را داشته است (جدول ۴). پایین‌ترین عملکرد دانه به میزان ۷/۸۱ تن در هکتار مربوط به سطح کودی A_1 می‌باشد.

از جمله دلایل آن می‌توان به مطابقت بیشتر بین نیتروژن قابل دسترس خاک با نیازهای گیاه در سطوح تلفیقی اشاره کرد (Mooleki, Schoemau, Charles and Gwen, 2004). به طوری که در اوایل رشد که نیاز غذایی کم است میزان نیتروژن معدنی آنها کمتر از کود شیمیایی است، ولی در مراحل رشد زایشی به علت تداوم فرآیند معدنی شدن، جذب تا مدت زمان طولانی‌تری ادامه پیدا می‌کند. همچنین افزایش فعالیت‌های میکروبی و آنزیمی و آزادسازی عناصر غذایی موجود در کلوئیدهای خاک و به دنبال آن بهبود رشد رویشی و توسعه بیشتر سطح برگ جهت تولید و انتقال مواد فتوسنتزی بیشتر به دانه از جمله دلایل افزایش عملکرد در سطوح کودی تلفیقی می باشد (Basu, Bhadoria and Mahapatra, 2008., Gryndler, Sudova and Rydlova, 2008).

بررسی جدول مقایسه میانگین‌ها افزایش ۲۰ درصدی عملکرد دانه بذور تلقیح شده با کود زیستی نسبت به دانه بذور تلقیح نشده (شاهد) را نشان می‌دهد (جدول ۴)، این افزایش احتمالاً ناشی از وجود جمعیت‌های میکروبی در خاک یا ریزوسفر است، که به وسیله ایجاد چرخه مواد غذایی و قابل دسترس ساختن آن، افزایش حفظ سلامتی ریشه در طول دوره رشد در رقابت با پاتوژن های ریشه و افزایش جذب مواد غذایی باعث رشد گیاه می‌شوند (Roesty, Gaur and Johri, 2006). ترشح مواد تنظیم کننده رشد مانند اکسین‌ها، جیبرلین‌ها و سیتوکینین‌ها توسط باکتری‌ها به دلیل همیاری آن‌ها با ریشه ذرت مهم‌ترین سازوکار برای افزایش عملکرد دانه ذرت گزارش شده است. بنا به گزارش محققان عملکرد دانه در اثر کاربرد کود زیستی (۷/۹ تن در هکتار) نسبت به تیمار شاهد (۶/۴۱ تن در هکتار) به میزان ۲۳/۲ درصد افزایش یافته است (Mohamed, Sawsan and Dalia, 2008).

۵- عملکرد بیولوژیک

جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) بیانگر تأثیر معنی‌دار سطوح مختلف کودی و همچنین کود زیستی بر عملکرد بیولوژیک می‌باشد. بر اساس جدول مقایسه میانگین (جدول ۴) بیشترین میزان ماده خشک تولید شده به میزان ۲۲/۳۰ تن در هکتار مربوط به سطح کودی A_4 بود که اختلاف آن با سطح کودی A_1 و A_5 به ترتیب ۱۲/۸ و ۱۰/۵ درصد بود. در سطوح کودی تلفیقی، وجود کود نیتروژنی در مراحل اولیه رشد باعث افزایش رشد رویشی شده است و همچنین در مراحل بعدی آزادسازی نیتروژن و دیگر عناصر غذایی از کود آلی نیز موجب بهبود رشد زایشی گیاه و در نتیجه افزایش عملکرد دانه گردیده است. در نتیجه در تیماری که عناصر غذایی مورد نیاز در طی طول رشد به صورت مطلوبی تأمین شده میزان عملکرد بیولوژیک آن نیز بالاتر بوده است. بر اساس جدول مقایسه میانگین‌ها بذور تلقیح شده عملکرد بیولوژیک بالاتر و همچنین اختلاف ۱۱/۵ درصدی نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) دارند (جدول ۴)، که تخصیص ماده خشک بیشتر به بوته، افزایش سیستم توسعه ریشه، افزایش رشد رویشی و در نتیجه امکان بهره‌برداری بهتر از نور و فتوسنتز می‌تواند دلیل آن باشد. نتایج مشابهی با یافته‌های بدست آمده، توسط (Amirabadi, Rajali, Ardakani and borji, 2009) گزارش شده است.

۶- شاخص برداشت

شاخص برداشت نسبتی از عملکرد بیولوژیک است که عملکرد اقتصادی را تشکیل می‌دهد و با افزایش تسهیم ماده خشک برای عملکرد اقتصادی، شاخص برداشت افزایش می‌یابد. نتایج بدست آمده نشان داد که تفاوت بین سطوح مختلف کودی و کود زیستی بر شاخص برداشت معنی‌دار بوده است (جدول ۳). بیشترین شاخص برداشت به میزان ۴۶/۷۲ درصد مربوط به سطح کودی A_3 و کمترین میزان شاخص برداشت به میزان ۴۰/۰۵ درصد مربوط به سطح کودی A_1 بود (جدول ۴). در سطح کودی A_5 ، عناصر غذایی بویژه نیتروژن در مرحله رشد رویشی مصرف شده و گیاه در مراحل بعدی به تدریج با کمبود آن‌ها روبرو می‌گردد. در سطح کودی A_1 ، مواد غذایی مورد نیاز گیاه بایستی در اثر معدنی شدن کود فراهم گردد، که به نظر می‌رسد به علت عدم توسعه ریشه‌ها و سرعت کم معدنی شدن در مراحل اولیه رشد دسترسی به عناصر غذایی محدود بوده و با پیشرفت رشد این محدودیت کاهش یافته است. با این حال در سطوح کودی تلفیقی کود شیمیایی مصرف شده علاوه بر بهبود رشد اولیه گیاه، معدنی شدن کود آلی را نیز تسریع می‌کند. همچنین کود آلی تا مراحل پایانی رشد عناصر غذایی را برای گیاه فراهم نموده و در نتیجه عملکرد و شاخص برداشت را به بالاترین سطح ارتقاء می‌دهد (Cheema et al, 2010). با توجه به مقایسه میانگین‌ها شاخص برداشت در تیمار تلقیح شده با کود زیستی در مقایسه با تیمار تلقیح نشده (شاهد) به میزان ۵/۴۵ درصد افزایش یافت(جدول ۴). افزایش شاخص برداشت تحت تأثیر کاربرد کود زیستی با توجه به اثر افزاینده آن‌ها بر رشد رویشی و زایشی توجیه‌پذیر است. بنابراین می‌توان بیان داشت که باکتری‌ها با تأثیر بر تسهیم وزن خشک بوته و تخصیص ماده خشک بیشتر به دانه سبب افزایش شاخص برداشت شده‌اند. محققان گزارش دادند که با کاربرد باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم شاخص برداشت به میزان ۵/۱ درصد نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) افزایش یافته است (Sani, Lyaghati, ghoshchi, and Karvar, 2007).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که بیشترین صفات مورفولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت در سطح کودی A_3 بدست آمد. همچنین در تیمار تلقیح شده با کود زیستی نیز همه صفات

اندازه‌گیری شده نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) بیشتر بود. با توجه به یافته‌های به دست آمده سطح کودی A_3 مناسبترین تیمار قابل توصیه می‌باشد. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که کاربرد کودهای زیستی و مدیریت تغذیه تلفیقی از جمله روش‌های مؤثر برای بهبود تولیدات کمی و کیفی گیاهان زراعی بوده که با کاهش مصرف کودهای شیمیایی، موجب کاهش آلودگی منابع آب و خاک شده و شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک را نیز بهبود می‌بخشد.

منابع مورد استفاده

1. Abusuwar, O. A. and El Zilal, A. H. 2010. Effect of chicken manure on yield, quality and HCN concentration of two forage Sorghum (*sorghum bicolor* (L) Monech) cultivars. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 1: 27-31.
2. Agyenim Boateng, S. Zickermann, J. and Kornahrens, M. (2006). Poultry manure effect on growth and yield of maize. West Africa Journal of Applied Ecology, Volume 9: 1-11.
3. Amirabadi, M. Rajali, F. Ardakani, M. R. and Borji, M. (2009). Effect of inoculum of *Azotobacter* and mycorrhiza on uptake of mineral elements by forage maize single cross figure (704) at different levels of phosphorus. *Journal of Soil Research* (*Soil and Water Sciences*), Volume 23, No, 1. pp: 115-107.
4. Basu, M. Bhadoria, P.B.S. and Mahapatra, S.C. (2008). Growth, nitrogen fixation yield and kernel quality of peanut in response to lime, organic and inorganic fertilizer levels. *Bioresource Technology*, 99: 4675-4683.
5. Cheema, M.A. Farhad, W. Saleem, M.F. Khan, H.Z. Vahid, M.A. Rasul, F. and Hammad, H. M. (2010). Nitrogen management strategies for sustainable maize production. *Crop and Environment*, 1(1): 49-52.
6. Ehteshami, M.R. Aghaalikhani, M. Chaiichi, M.R. and khavazy, K. (2009). Effects of Biological phosphate fertilizers on qualitative and quantitative properties of corn (S.C. 704) under water deficit stress. *Iranian journal of crop science*, Volume 40, N, 1. pp: 27-15.
7. Fallah, S.A. (2006). Investigation combined effects of poultry manure - and how to use chemicals on soil properties and corn yield in Lorestan. Ph.D. dissertation of Agriculture, Tarbiat Modarres University, p. 164.
8. Farhad, W. Saleem, M.F. Cheema, M.A. and Hammad, H.M. (2009). Effect of poultry manure levels the productivity of spring maize (*Zea mays* L.). *Journal of Animal and Plant Sciences*, 19(3): 122-125.
9. Gholami, A. Shahsavani, S. and Nezarat, S. (2009). The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on germination, seedling growth and yield of maize. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 49: 19-24.
10. Gryndler, M. Sudova, R. and Rydlova, J. (2008). Cultivation of high-biomass crops on mine spoil banks: Can microbial inoculation compensate for high doses of organic matter? *Bioresource Technology*, 99: 6391-6399.
11. Hamidi, A.(2006). The application of bio-fertilizers on yield and forage Agroecolocgic aspects of late corn silage hybrids. PhD thesis of Agriculture, Department of Agriculture, Tarbiat Modarres University, p. 181.
12. Khaliq, T. Mahmood, T. Kamal, J. and Masood, A. (2004). Effectiveness of farmyard manure, poultry manure and nitrogen for corn (*Zea mays* L.) productivity. International Journal of Agriculture and biology, Vol. 6, No, 2. pp: 260-263.
13. Koliai, A. K. Akbari, Gh. Armandpishe, O and Tarighalesalemi, M. (2012). Effect of Biological and Chemical phosphorus Fertilizers on yield componentsof maize (*Zea mays* L.) in different water stress conditions. *Annals of Biological Research*, 2012, 3 (8):4204-4208.
14. Majidyan, M. (2008). Effect of nitrogen fertilizers, manure and moisture stress at different stages of growth in agricultural systems on quantitative and qualitative characteristics of the corn crop. The doctoral thesis of Agriculture, Tarbiat Modarres University, p. 279.
15. Mohamed, S. A. E., Sawsan, A. S. E. Y. and Dalia, M. E. S. (2008). Improving maize mrain mield and its quality grown on a newly reclaimed sandy soil by applying micronutrient, organic manure and biological inoculation. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 4(5): 537-544.
16. Montazeri, A. and Malekoti, M.J. (2003). Compost effect on product yield and quality of sunflower, sugar beet and wheat crops in a period. Proceedings of the Third National Conference on Development and use of biological substances used in agricultural pesticides and fertilizers. P. 59.
17. Mooleki, S.P. Schoenau, J.J. Charles, J.L. and Gwen, G. (2004). Effect of rat, frequency and incorporation of feedlot cattele manure on soil nitrogen availability crop performance and nitrogen use efficiency in east-central Saskachwan. *Canadian Journal of Soil Science*, 84: 199-210.
18. Murty, M.G. and Ladha, J.K. (1988). Influence of *Azospirillum* inoculation on the mineral uptake and growth of rice under hydroponic conditions. *Plant and Soil*, 108, 281–285.
19. Naserirad, H. Soleymanifard, A. and Naseri, R. (2011). Effect of integrated application of bio-fertilizer on grain yield, yield components and associated traits of maize cultivars. *American-Eurasian journal of agricultural & environmental sciences,* 10(2): 271-277.

20. Renato, Y. Ferreira, M.E. Cruz, M.C. and Barbosa, J. C.)۲۰۰۳(. Organic matter fractions and soil fertility under influence of liming, vermicopmpost and cattle manure. *Bioresource Technology*, 60:.۶۳-۵۹
21. Roesty, D. Gaur R. and Johri, B.N. (2006). Plant growth stage, fertilizer management and bio-inoculation of Arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth promoting rhizobacteria affect the rhizobacterial community structure in rain-fed wheat fields. *Soil Biology and Biochemistry* 38: 1111-1120.
22. Sani, B. Faezeh, R.Z. Lyaghati, H. ghoshchi, F. and Karvar, M. (2007). The role of biological fertilizers on the qualitative and quantitative indicators in corn crop ecosystem. Proceedings of the National Conference of Ecological Agriculture in Iran, Gorgan, Pp: 885-899.
23. Shata, S.M. Mahmoud, A. and Siam, S. (2007). Improving calcareous soil productivity by integrated effect of intercropping and fertilizer. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 3(6): 733-739.
24. Swedrzynska, D. and Sawicha, A. (2000). Effect of inoculation with *Azospirillum brasilense* on development and yielding of maize (*Zea mays* ssp. Saccharata L.) under different cultivation conditions. *Polish Journal of Environmental Studies,* Vol. 9, No. 6: 505-509.
25. Vessey, J.K. (2003). *Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer*. *Plant and Soil*. 255: 571-586.