تأثیر روش‌های تغذیه‌ای آلی، شیمیایی، زیستی و تلفیقی بر عملکرد دانه و صفات کیفی یک رقم ذرت

عیسی مقصودی[1]*، امیر قلاوند و مجیدآقاعلیخانی

دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه تربیت مدرس؛ eisa2663@yahoo.com

دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس؛ ghalavaa@modares.ac.ir

استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس؛ maghaalikhani@modares.ac.ir

چکیده

به منظور بررسی تأثیر سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای آلی، شیمیایی، زیستی و تلفیقی بر عملکرد دانه و صفات کیفی ذرت هیبرید سینگل‌کراس 704 آزمایشی در سال 1389 در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس اجرا شد. در این تحقیق از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار استفاده گردید. تیمارهای آزمایش ترکیبی از پنج سیستم تغذیه‌ای شامل: A_1 (سیستم تغذیه‌ای آلی 8 تن در هکتار کود آلی)، A_2 (سیستم تغذیه تلفیقی 6 تن در هکتار کود آلی و 46 کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص)، A_3 (سیستم تغذیه تلفیقی 4 تن در هکتار کود آلی و 92 کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص)، A_4 (سیستم تغذیه تلفیقی 2 تن در هکتار کود آلی و 138 کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص) و A_5 (سیستم تغذیه شیمیایی184 کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص) و دو عامل باکتریایی شامل B_1 (بذور تلقیح شده با ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم) و B_2 (بذور تلقیح نشده) بود. نتایج نشان داد که سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک و صفات کیفی گیاه شدند. عملکرد دانه، شاخص برداشت و درصد پروتئین در سیستم تغذیه تلفیقی A_3 به ترتیب برابر 10 تن در هکتار، 46/72 درصد و 11/24 درصد بود. در بذور تلقیح شده (B_1) عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، ضریب برداشت و صفات کیفی نسبت به تیمار شاهد بیشتر بود، به طوری که عملکرد دانه، شاخص برداشت و درصد پروتئین در تیمار تلقیح شده با باکتری به ترتیب برابر 9/78 تن در هکتار، 44/10 درصد و 10/86 درصد بود.

واژه‌های کلیدی: ذرت، کود زیستی، کود آلی، حاصلخیزی خاک و عملکرد کمی و کیفی

مقدمه

امروزه کاربرد کودهای شیمیایی بویژه کودهای شیمیایی نیتروژنه در کشاورزی برای افزایش عملکرد گیاهان زراعی و تأمین مواد غذایی مورد نیاز جمعیت روزافزون بشر، سبب بروزمشکلاتی شده که آلودگی محیط زیست از مهم‌ترین آنها است. جوهری و همکاران (1992) گزارش کردند که یکی از راه‌های پیشنهادی برای حل این مشکل جایگزینی منابع غیرآلی با منابع آلی است که در مقایسه با کودهای مورد استفاده در سیستم‌های کشاورزی رایج اثرات بسیار کمتری بر محیط داشته و همچنین سبب بهبود حاصلخیزی خاک نیز می‌شوند. 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 به مجموعه مواد نگهدارنده با تعداد زیاد از یک یا چند ریزجاندار مفید خاکزی و یا فرآورده‌های متابولیک آن‌ها

---

[1]. نویسنده مسئول، آدرس: تهران، اتوبان تهران،کرج، بلوار پژوهش، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، گروه زراعت

* دریافت: 90/11/3 و پذیرش: 91/12/9

اطلاق می‌گردد که بیشتر به منظور تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و ایجاد شرایط فیزیکی و شیمیایی مناسب خاک برای رشد و نمو آن و به صورت مایه تلقیح زنده برای مصرف در خاک و یا همراه با بذر تولید می‌شوند (وسی، 2003). شاتا و همکاران (2007) گزارش کردند که با مصرف کودهای آلی، شیمیایی و زیستی به صورت تلفیقی شرایط مناسب و ایده‌آل برای رشد گیاه فراهم می‌شود، زیرا 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. فرهاد و همکاران (2009) گزارش کردند که در مطالعه 6 سطح کود مرغی (صفر، 2، 6، 8، 10 و 12 تن در هکتار) بیشترین عملکرد دانه ذرت (5/11 تن در هکتار)، عملکرد بیولوژیک (22/2 تن در هکتار) و ضریب برداشت (23/1) از تیمار 12 تن در هکتار کود مرغی بدست آمد. تابوسا و همکاران (1990)گزارش کردند که مصرف 15-5 تن کود مرغی یا 30-10 تن در هکتار کود گاوی عملکرد سورگوم علوفه‌ای را نسبت به تیمار شاهد (بدون کود) تا 500 درصد افزایش داد. همچنین خالیک و همکاران (2004) گزارش کردند که با بررسی مقادیر مختلف کود آلی، شیمیایی و تلفیقی روی ذرت، در سیستم تلفیقی (6/9 تن کود مرغی + 218 کیلوگرم کود شیمیایی اوره در هکتار) بیشترین عملکرد دانه (5/98 تن در هکتار) و شاخص برداشت (26/06 درصد) به دست آمد. جاوید و همکاران (1998) گزارش کردند که عملکرد دانه ذرت بر اثر تلقیح بذر با 11 سویه از PGPR به میزان 18/9 درصد افزایش یافته که 5 سویه از آن‌ها با اثر افزاینده پایدار به جنس سودوموناس تعلق داشتند. امیرآبادی و همکاران (1388) گزارش کردند که در تیمار تلقیح یافته با ازتوباکتر غلظت عناصر کم مصرف و معدنی آهن، منگنز، مس، روی و فسفر و همچنین عملکرد ماده خشک ذرت علوفه‌ای نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) افزایش یافته است. تیلاک و همکاران (1982) گزارش کردند که عملکرد دانه ذرت بر اثر تلقیح بذر ذرت با دو باکتری ازتوباکتر کروکوکوم و آزوسپیریلیوم برازیلنس و مصرف کود اوره در مقایسه با مصرف کود اوره به تنهایی یا تلقیح بذر با هر یک از این باکتری‌ها بدون مصرف کود اوره افزایش داشته است. ناصری‌راد و همکاران (2011) گزارش کردند که با بررسی تأثیر باکتری‌های افزاینده رشد گیاه روی ذرت بیشترین ارتفاع بوته به میزان 221 سانتی-متر از تلقیح بذر با ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم و بیشترین پروتئین به میزان 11 درصد از تلقیح بذر با ازتوباکتر به دست آمد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس واقع در کیلومتر 16 اتوبان تهران-کرج به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. تیمارهای آزمایش شامل ترکیبی از پنج سیستم تغذیه‌ای شامل: A_1 (سیستم تغذیه‌ای آلی 8 تن در هکتار کود آلی،)، A_2 (سیستم تغذیه تلفیقی 6 تن در هکتار کود آلی و 46 کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص)، A_3 (سیستم تغذیه تلفیقی 4 تن در هکتار کود آلی و 92 کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص)، A_4 (سیستم تغذیه تلفیقی 2 تن در هکتار کود آلی و 138 کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص) و A_5 (سیستم تغذیه شیمیایی 184 کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص) و دو عامل باکتریایی شامل B_1 (بذور تلقیح شده با ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم) و B_2 (بذور تلقیح نشده) بود. خاک محل آزمایش و کود مرغی مورد استفاده که خصوصیات آن‌ها در مقاله آورده شده است توسط شرکت بهین آزما (آزمایشگاه خاک، آب، برگ و کود) با مجوز وزارت جهاد دانشگاهی واقع در کرج صورت گرفت (منظور از کود آلی، کود مرغی به فرم تجاری زئوپونیکس می‌باشد. همچنین کود شیمیایی تأمین کننده نیتروژن، اوره با 46 درصد نیتروژن خالص بود). کود زیستی به صورت مایه تلقیح مایع به میزان یک لیتر به ازای 30 کیلوگرم بذر در هکتار بود که هر میلی‌لیتر مایه تلقیح مایع حاوی 10^8 عدد باکتری زنده و فعال بوده که از شرکت فن‌آوری زیستی مهر آسیا تهیه شد. بذرها قبل از کاشت با مایع محتوی باکتری تلقیح شدند. سپس کرت-هایی به ابعاد 12/6 متر مربع و با 6 خط کاشت به فاصله 60 سانتی‌متر، مهیا گردید و بذور ذرت هیبرید سینگل‌کراس 704 که هیبریدی دیررس می‌باشد با فاصله20 سانتی‌متر از هم، روی ردیف‌های کاشت در عمق 5-3 سانتی‌متری در نیمه اول خرداد ماه به صورت هیرم کاری با دست کشت گردیدند. به منظور بررسی عملکرد دانه و همچنین غلظت سه عنصر نیتروژن، پتاسیم و فسفر در دانه ذرت، از هر واحد آزمایشی مساحتی برابر دو متر مربع با رعایت حاشیه از خط شماره 2 ،3، 4 و 5 برداشت گردید. برای هضم نمونه‌های گیاهی از روش هضم در لوله‌های مخصوص با اسید سولفوریک، اسید سالیسیلیک و آب اکسیژنه (امامی، 1375) استفاده شد. نیتروژن کل به روش

تیتراسیون بعد از تقطیر با دستگاه کجلدال[1]، پتاسیم کل به روش نشر شعله‌ائی (ا ای اف) با دستگاه فلیم فتومتر مدل پی‌اف‌پی7، جن‌وای[2] و فسفر کل به روش رنگ سنجی (رنگ زرد مولیبدات وانادات) با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل 6505 جن وای اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری درصد روغن و پروتئین نمونه‌های 00 4 گرمی از دانه‌های جدا شده مربوط به هر واحد آزمایشی انتخاب و در آزمایشگاه بوسیله آسیاب پودر شده و درصد پروتئین و روغن دانه‌های آسیاب شده توسط دستگاه اینفراماتیک اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

بر اساس نتایج به دست آمده ارتفاع بوته در سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای و کود زیستی تفاوت معنی‌داری داشت و تغذیه تلفیقی موجب بلندتر شدن گیاه گردید. همان طور که در جدول (2) مشاهده می‌شود سیستم تغذیه تلفیقی A_4 با میزان 256/08 سانتی‌متر بیشترین ارتفاع را دارا بود. همچنین ارتفاع بوته در سیستم تغذیه شیمیایی (A_5) نیز به میزان 2/2 درصد نسبت به سیستم تغذیه آلی (A_1) بیشتر بود، که احتمالاً فراهم بودن عناصر غذایی به خصوص نیتروژن در مرحله رویشی دلیل این امر باشد. دسترسی به نیتروژن بیشتر در خاک و افزایش جذب توسط گیاه می‌تواند از دلایل افزایش ارتفاع در سیستم تغذیه تلفیقی A_4 نسبت به سایر سیستم‌های تغذیه‌ای باشد. چیما و همکاران (2010) گزارش کردند که ارتفاع بوته در سیستم تغذیه تلفیقی در گیاه ذرت به علت افزایش جذب مواد غذایی بوده است. همچنین با توجه به مقایسه میانگین‌ها تیمار تلقیح یافته با باکتری‌های افزاینده رشد دارای ارتفاع بیشتری نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) بوده و دارای اختلاف 4/8 درصدی بود (جدول 2)، که با توجه به اثر افزاینده رشد این باکتری‌ها بر رشد قابل توجیه می‌باشد. دلیل افزایش ارتفاع در تیمار تلقیح شده می‌تواند تولید جیبرلین و به دنبال آن افزایش رشد طولی سلول‌ها و تقسیمات سلولی توسط باکتری‌ها باشد. حمیدی (1385) گزارش کرد با توجه به این که جیبرلین سبب افزایش رشد طولی سلول‌ها به ویژه میانگره‌های ساقه شده و اکسین‌ها موجب افزایش تقسیمات سلولی می‌شوند، می‌توان افزایش ارتفاع بوته را توجیه کرد. زهیر و همکاران (2000) گزارش کردند که ارتفاع بوته ذرت در اثر تلقیح بذر با ازتوباکتر و سودوموناس به میزان 8/5 درصدی افزایش داشته است.

عملکرد دانه

بررسی نتایج تجزیه واریانس بیانگر آن است که سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای و کود زیستی به طور جداگانه اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشتند (جدول1). مقایسه میانگین عملکرد دانه در تیمارهای مختلف تغذیه‌ای نشان می‌دهد که عملکرد سیستم‌های مختلف تلفیقی از سیستم‌های آلی و شیمیایی بیشتر بوده و در بین سیستم-های تغذیه تلفیقی نیز سیستم تغذیه تلفیقی A_3 با میانگین عملکرد 10/00 تن در هکتار و با اختلاف 28 درصدی نسبت به پایین‌ترین میزان عملکرد، بیشترین عملکرد را داشته است (جدول 2). همچنین عملکرد دانه در سیستم شیمیایی (A_5) نسبت به سیستم‌های تغذیه تلفیقی کمتر بوده است که شستشوی نیتروژن در خاک به علت کمبود مواد آلی و کاهش نیتروژن در مراحل انتهایی رشد می‌تواند دلیل این امر باشد. پایین‌ترین عملکرد دانه به میزان 7/81 تن در هکتار مربوط به سیستم تغذیه آلی (A_1) می‌باشد که از دلایل آن می‌توان به کمبود نیتروژن معدنی در اوایل رشد گیاه و مصرف نیتروژن به وسیله میکروب‌های خاک برای تجزیه مواد آلی اشاره نمود. مولکی و همکاران (2004) گزارش کردند که افزایش عملکرد در سیستم‌های تغذیه تلفیقی ناشی از مطابقت بیشتر بین نیتروژن قابل دسترس خاک با نیازهای گیاه می‌باشد، 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. افزایش فعالیت‌های میکروبی و آنزیمی و آزادسازی عناصر غذایی موجود در کلوئیدهای خاک و به دنبال آن افزایش شاخص سطح برگ جهت انتقال ماده فتوسنتزی بیشتر به بلال از جمله دلایل افزایش عملکرد در سیستم تغذیه تلفیقی A_3 می‌باشند. در سیستم تغذیه شیمیایی (A_5) نیز بخشی از نیتروژن مورد نیاز در مراحل اولیه کشت و باقیمانده نیتروژن قبل از مرحله تاسل‌دهی مصرف می‌شود، احتمال می‌رود در اثر رشد گیاه و همچنین آب‌شویی، غلظت نیتروژن در محیط کم شده و در نتیجه نیاز گیاه به طور کامل تأمین نشده است. ولی در سیستم تلفیقی مقدار کم کود شیمیایی در ابتدای دوره رشد کمبود عناصر محیط ریشه را جبران نموده و حتی ممکن است باعث بهبود تجزیه میکروبی کود آلی شود و با پیشرفت دوره رشد نقش کود آلی بیشتر شده است. به عبارت دیگر در سیستم

---

1. Kjeltec Auto 1030 Analyzer, Tecator
2. Photometer, JenWay PFP7

تلفیقی نقش کود شیمیایی جبران کردن نیتروژن‌ربایی باکتری‌ها در اوایل دوره رشد و در نتیجه تسریع تجزیه کود آلی و در نهایت فراهم نمودن مواد غذایی قابل دسترس است. اجینیم بواتنگ و همکاران (2006) گزارش کردند که عملکرد دانه در سیستم تلفیقی نسبت به سیستم آلی و شیمیایی بیشتر بوده است. بررسی جدول مقایسه میانگین‌ها افزایش 20 درصدی عملکرد دانه بذور تلقیح شده با باکتری‌های افزاینده رشد نسبت به دانه بذور تلقیح نشده (شاهد) را نشان می‌دهد (جدول 2)، 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 پاتوژن‌های ریشه و افزایش جذب مواد غذایی باعث رشد گیاه می‌شوند. همچنین روئستی و همکاران (2006) گزارش کردند که 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 می‌باشد. محمد و همکاران (2008) گزارش کردند که عملکرد دانه ذرت در اثر کاربرد کود زیستی (7/9 تن در هکتار) نسبت به تیمار شاهد (6/41 تن در هکتار) به میزان 23/2 درصد افزایش یافته است. همچنین احتشامی و همکاران (1385) گزارش کردند که عملکرد دانه ذرت در اثر کاربرد باکتری‌های حل کننده فسفات افزایش یافته است.

عملکرد بیولوژیک

جدول تجزیه واریانس بیانگر تأثیر معنی‌دار سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای و همچنین کود زیستی بر عملکرد بیولوژیک می‌باشد (جدول 1). میانگین عملکرد بیولوژیک در سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای و کود زیستی تفاوت معنی‌داری داشت و بیشترین میزان ماده خشک تولید شده به میزان 22/30 تن در هکتار مربوط به سیستم تغذیه تلفیقی A_4 بود که اختلاف آن با سیستم تغذیه آلی (A_1) و سیستم تغذیه شیمیایی (A_5) به ترتیب 12/8 و 10/5 درصد بود (جدول 2). همچنین سیستم تغذیه شیمیایی (A_5) نسبت به سیستم تغذیه آلی (A_1) اختلاف 2 درصدی داشت (جدول 2). در سیستم تغذیه تلفیقی A_4 وجود کود نیتروژنه در مراحل اولیه رشد باعث افزایش رشد رویشی و همچنین ارتفاع گیاه شده است و همچنین در مراحل بعدی آزادسازی نیتروژن و دیگر عناصر غذایی از کود آلی نیز موجب بهبود رشد زایشی گیاه گردیده است، در نتیجه در این سیستم عناصر غذایی مورد نیاز در طول فصل رشد به صورت مطلوبی تأمین شده و دارای عملکرد بیولوژیک بالاتری است. چیما و همکاران (2010) گزارش کردند که عملکرد بیولوژیک در سیستم تغذیه تلفیقی بیشترین میزان را داشته است. بر اساس جدول مقایسه میانگین‌ها بذور تلقیح شده عملکرد بیولوژیک بالاتر و همچنین اختلاف 11/5 درصدی نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) دارند (جدول 2)، 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.

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 تیمارهای تغذیه‌ای مختلف و کود زیستی بر شاخص برداشت معنی‌دار بوده است (جدول 1). بیشترین شاخص برداشت به میزان 46/72 درصد مربوط به سیستم تغذیه تلفیقی A_3 و کمترین میزان شاخص برداشت به میزان 40/05 درصد مربوط به سیستم تغذیه آلی (A_1) بود (جدول 2). همچنین سیستم تغذیه شیمیایی (A_5) از شاخص برداشت بالاتری (41/36 درصد) نسبت به سیستم تغذیه آلی (A_1) برخوردار بود. در سیستم تغذیه شیمیایی (A_5)، عناصر غذایی به ویژه نیتروژن در مرحله رشد رویشی مصرف شده و گیاه در مراحل بعدی به تدریج با کمبود آن‌ها روبرو می‌گردد. در سیستم تغذیه تلفیقی A_3 کود شیمیایی مصرف شده علاوه بر بهبود رشد اولیه گیاه، معدنی شدن کود آلی را نیز تسریع کرده و کود آلی نیز تا مراحل پایانی رشد عناصر غذایی را برای گیاه فراهم نموده و در نتیجه شاخص برداشت به دلیل افزایش عملکرد دانه به بالاترین سطح ارتقاء یافته است. با این حال در سیستم تغذیه آلی (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 توجه به مقایسه میانگین‌ها شاخص برداشت در تیمار تلقیح شده با کود زیستی در مقایسه با تیمار تلقیح نشده (شاهد) به میزان 5/45 درصد افزایش یافت (جدول 2). 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. ثانی و همکاران (2007) گزارش کردند که با کاربرد توأم باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم شاخص برداشت به میزان 5/1 درصد نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) افزایش یافته است.

صفات کیفی

عناصر

با توجه به این که یکی از اهداف این تحقیق افزایش کیفیت دانه و یا به عبارت دیگر افزایش محتوی عناصر غذایی بافت‌های گیاه بود، بنابراین میزان عناصر غذایی در دانه ذرت نیز مورد بحث و بررسی قرار گرفت.

نیتروژن دانه

جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که تأثیر سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای و همچنین باکتری‌های افزاینده رشد بر درصد نیتروژن دانه معنی‌دار بود (جدول 1). بر اساس جدول مقایسه میانگین‌ها درصد نیتروژن دانه در سیستم‌های تغذیه تلفیقی نسبت به سیستم‌های تغذیه آلی (A_1) و شیمیایی (A_5) بیشتر بوده و در بین سیستم‌های تغذیه تلفیقی نیز سیستم تغذیه تلفیقی A_3 به ترتیب با میزان 1/80 درصد نیتروژن در دانه در بالاترین سطح قرار گرفت (جدول 2). همچنین سیستم تغذیه آلی (A_1) نیز با 1/50 درصد نیتروژن در دانه پایین‌ترین سطح را به خود اختصاص داد. در سیستم تغذیه تلفیقی A_3 احتمالاً افزایش مصرف کود آلی در تلفیق با کود شیمیایی به دلیل افزایش فراوانی این عنصر در خاک و به دنبال آن افزایش جذب توسط گیاه موجبات افزایش درصد نیتروژن ساقه و برگ را فراهم ساخته که در نتیجه آن نیتروژن دانه نیز افزایش یافته است همچنین شستشوی نیتروژن و به دنبال آن کاهش مقدار نیتروژن جذب شده توسط گیاه در سیستم تغذیه شیمیایی (A_5) موجب کاهش درصد نیتروژن دانه شده است. تیند و همکاران (2002) گزارش کردند که میزان نیتروژن دانه در اثر افزایش مقدار کود مصرفی افزایش یافته است. همچنین درصد نیتروژن دانه در تیمار تلقیح شده با باکتری‌های افزاینده رشد نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) به ترتیب به میزان 8/8 درصد افزایش نشان داد (جدول 2). از جمله دلایل برتری تیمار تلقیح شده با باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) می‌توان به تثبیت نیتروژن در اثر فعالیت باکتری‌ها و همچنین افزایش توسعه سطح ریشه برای جذب نیتروژن از خاک اشاره نمود که موجب بالا رفتن میزان نیتروژن در دانه گیاه شده است. بیاری و همکاران (1386) گزارش کردند که میزان نیتروژن دانه ذرت در اثر کاربرد کودهای زیستی باکتریایی نسبت به تیمار شاهد افزایش یافته می‌یابد.

فسفر دانه

جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای و باکتری‌های افزاینده رشد به طور جداگانه تأثیر معنی‌داری بر میزان فسفر دانه داشتند (جدول 1). بر اساس نتایج به دست آمده سیستم تغذیه تلفیقی A_3 و سیستم تغذیه آلی (A_1) به ترتیب با میزان 0/47 و 0/36درصد فسفر در دانه بالاترین و پایین‌ترین سطح فسفر دانه را دارا بودند (جدول 2). با توجه به این که فسفر موجود در کود مرغی در حد مطلوبی بود، لذا با افزایش مصرف کود مرغی در ترکیب با کود شیمیایی در سیستم تغذیه تلفیقی A_3 میزان عناصر قابل دسترس برای گیاه و همچنین جذب آن نیز افزایش یافت. آینی و ادیتانجی (2010) گزارش کردند که درصد فسفر دانه در سیستم تغذیه تلفیقی نسبت به سیستم تغذیه شیمیایی و آلی افزایش یافته است. همچنین درصد فسفر دانه در بذور تلقیح شده نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) بیشتر بوده و به ترتیب دارای اختلاف 21 درصدی با آن بود (جدول 2). با توجه به نقش باکتری‌های افزاینده رشد در افزایش حلالیت و میزان فراهمی فسفر و همچنین گسترش سیستم ریشه‌ای و به دنبال آن بهبود جذب فسفر توسط گیاه این امر قابل توجیه می‌باشد. امیر آبادی و همکاران (1388) گزارش کردند که میزان فسفر دانه ذرت در اثر کاربرد کودهای زیستی نسبت به تیمار شاهد (بدون تلقیح) افزایش یافته است.

پتاسیم دانه

نتایج تجزیه واریانس بیانگر این است که تأثیر سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای و باکتری‌های افزاینده رشد بر درصد پتاسیم دانه معنی‌دار شده است (جدول 1). بیشترین مقدار پتاسیم دانه به میزان 0/72 درصد از سیستم تغذیه تلفیقی A_3 و کمترین مقدار به میزان 0/51درصد از سیستم تغذیه آلی (A_1) به دست آمد. با توجه به این که پتاسیم موجود در کود مرغی در حد مطلوبی بود، بنابراین با افزایش میزان کاربرد کود مرغی در تلفیق با کود شیمیایی در سیستم تغذیه تلفیقی A_3 میزان عناصر قابل دسترس برای گیاه به ویژه پتاسیم و همچنین جذب آن نیز افزایش یافت. آینی و ادیتانجی (2010) گزارش کردند که درصد پتاسیم دانه در سیستم تلفیقی از کود مرغی و کود شیمیایی نسبت به کاربرد جداگانه آن‌ها افزایش یافته است. همچنین درصد پتاسیم دانه در بذور تلقیح شده نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) بیشتر بوده و به ترتیب دارای اختلاف 11/4 درصدی با آن بود (جدول 2). با توجه به نقش باکتری‌های افزاینده رشد در افزایش میزان فراهمی پتاسیم و همچنین گسترش سیستم ریشه جهت

بهبود جذب پتاسیم توسط گیاه از نقاط دورتر این امر قابل توجیه می‌باشد. بیاری و همکاران (1386) گزارش کردند که میزان پتاسیم دانه در اثر کاربرد باکتری‌های افزاینده رشد گیاه نسبت به عدم کاربرد این باکتری‌ها افزایش یافته است. نایدو و همکاران (2003) گزارش کردند که افزایش جذب عناصر غذایی (عناصر پر مصرف و کم مصرف) توسط گیاه در اثر تلقیح با آزوسپیریلیوم به دلیل افزایش رشد ریشه و گسترش تارهای کشنده در اثر هورمون‌ها و برخی ماکرومولکول‌های تولید شده توسط باکتری می‌باشد.

درصد روغن

با توجه به جدول تجزیه واریانس تأثیر سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای و همچنین کود زیستی بر درصد روغن معنی‌دار بود (جدول 1). بیشترین مقدار روغن به میزان6/34 درصد از سیستم تغذیه آلی بدست آمد، به طوری که سیستم تغذیه آلی (A_1) نسبت به سیستم تغذیه تلفیقی A_3 که کمترین میزان روغن را به خود اختصاص داده بود اختلاف 36/5 درصدی داشت (جدول 2). نیتروژن در تغذیه ذرت نقش اساسی داشته و موجب بهبود رشد قسمت‌های رویشی و در نتیجه افزایش رشد زایشی گیاه و حجیم تر شدن بلال و همچنین تأخیر در رسیدگی فیزیولوژیک می‌گردد. به طور کلی کود نیتروژن تعداد و وزن هزار دانه و همچنین درصد پروتئین را افزایش داده و از درصد روغن می‌کاهد. بنابراین در سیستم تغذیه آلی به دلیل رهاسازی آهسته نیتروژن نسبت به سایر سیستم‌های تغذیه‌ای میزان درصد روغن نیز بالاتر بوده است. کاظم و آل میسلی (1992) گزارش کردند که با افزایش دسترسی به نیتروژن درصد روغن دانه کاهش می‌یابد. همچنین استیر و سیلر (1990) گزارش کردند که بین میزان دسترسی به نیتروژن و درصد روغن رابطه منفی وجود دارد. همچنین بر اساس نتایج به دست آمده تأثیر کود زیستی بر عملکرد دانه نیز معنی‌دار بوده و در تیمار تلقیح شده با باکتری‌های افزاینده رشد درصد روغن نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) به میزان 10/9 درصد افزایش نشان می‌دهد (جدول 2). اصغر و همکاران (2002) گزارش کردند که کاربرد ازتوباکتر به طور معنی‌داری میزان روغن کلزا را در مقایسه با تیمار شاهد افزایش می‌دهد. همچنین لوسی و همکاران (2004) گزارش کردند که سودمندی‌های ناشی از کاربرد کودهای زیستی شامل افزایش در سرعت جوانه‌زنی، رشد ریشه، افزایش عملکرد، افزایش مقدار نیتروژن، پروتئین، مقاومت به خشکی می‌باشد. با توجه به سودمندی‌های ذکر شده در ارتباط با کودهای زیستی و در نظر گرفتن این مطلب که کود نیتروژن ارتباط معکوسی با درصد روغن دارد، می‌توان چنین فرض نمود که کودهای زیستی احتمالاً با فراهم آوردن شرایط مناسب‌تری جهت رشد گیاه مانند تولید هورمون‌های گیاهی و توسعه سیستم ریشه‌ای و در نتیجه افزایش جذب آب و دیگر عناصر غذایی، زمینه افزایش عملکرد کیفی (درصد روغن) را در ذرت فراهم آورده‌اند.

درصد پروتئین

درصد پروتئین دانه در گیاهان یک صفت مهم به منظور استفاده از دانه و علوفه در تغذیه انسان و دام محسوب می‌شود. بر اساس جدول تجزیه واریانس کاربرد کود زیستی و سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای بر درصد پروتئین معنی‌دار بود (جدول 1). بررسی مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که بالاترین درصد پروتئین به میزان 11/24 درصد از سیستم تغذیه تلفیقی A_3 به دست آمده که دارای اختلاف 19/4 درصدی با کمترین درصد پروتئین است (جدول 2). همچنین در سیستم تغذیه شیمیایی (A_5) درصد پروتئین به میزان 6/6 درصد بیشتر از سیستم تغذیه آلی (A_1) بود. جلوگیری از هدرروی نیتروژن به علت وجود کود مرغی در سیستم تغذیه تلفیقی A_3 موجب شده که نیتروژن بیشتری نسبت به سایر سیستم‌های تغذیه‌ای در اختیار گیاه قرار گرفته و به همین دلیل میزان پروتئین در این سیستم بالاتر رفته است. قانی و همکاران (2000) گزارش کردند که با افزایش قابلیت دسترسی به نیتروژن درصد پروتئین دانه نیز افزایش می‌یابد. همچنین مونیر و همکاران (2007) گزارش کردند که بالاترین درصد پروتئین از سیستم تغذیه تلفیقی از کود شیمیایی و آلی به دست می‌آید. همچنین درصد پروتئین در تیمار تلقیح شده با کود زیستی نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) به میزان 8/9 درصد افزایش یافت (جدول 2). این نتایج تأثیر مثبت کود زیستی را در بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاه ثابت می‌کند، که در نتیجه پیامد تلقیح باکتری‌ها در این تیمار کارایی تنظیم‌کنندگی مناسب رشد، فعالیت فیزیولوژیکی و متابولیسمی در گیاه افزایش یافته است (رام راو و همکاران، 2002). ناصری‌راد و همکاران (2011) گزارش کردند که میزان پروتئین دانه ذرت در اثر کاربرد توام آزوسپیریلیوم و ازتوباکتر به میزان 4/5 درصد افزایش یافته است.

اثرات متقابل

با توجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌های آماری اثر متقابل تیمارها بر صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار نبود (جدول 1). دلیل این امر را می‌توان بدین صورت توجیه کرد که ممکن است به علت تیمارهای شیمیایی و زیستی

اعمال شده در برخی از تیمارهای تلقیح شده تعداد زنده و فعال باقی مانده باکتری‌ها کمتر از حد تأثیرگذاری بوده باشد. علی‌رغم این در بین اثرات متقابل تیمار A_3B_1 (سیستم تغذیه تلفیقی 4 تن در هکتار کود آلی و 92 کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص همراه با ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم)، بیشترین میزان صفات اندازه‌گیری شده را دارا بود، گر چه این تیمار از لحاظ آماری اختلاف معنی-داری با تیمار A_3 (سیستم تغذیه تلفیقی 4 تن در هکتار کود آلی و 92 کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص) نداشت. ولی با توجه به هزینه پایین کودهای زیستی و همچنین بهبود وضعیت حاصلخیزی خاک تیمار A_3B_1 نیز می‌تواند قابل توصیه باشد. کولیایی و همکاران (2012) نیز معنی‌دار نشدن اثر متقابل کود زیستی و کود شیمیایی را گزارش کردند.

نتیجه‌گیری نهایی

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. بنابراین بر اساس یافته‌های بدست آمده از این تحقیق سیستم تغذیه تلفیقی A_3 و در بین اثرات متقابل نیز تیمار A_3B_1 (سیستم تغذیه تلفیقی 4 تن در هکتار کود آلی و 92 کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص همراه با ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم) قابل توصیه می‌باشند.

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش از عمق 30-0 سانتی‌متری

فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته	آهک (درصد)	مواد آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	بافت
22	245	1/42	7/74	7/16	0/83	0/08	9	12	79	لوم-شنی

خصوصیات کود آلی (زئوپونیکس) مورد استفاده.

نیتروژن (درصد)	فسفر (درصد)	گوگرد (درصد)	پتاسیم (درصد)	کلسیم (mg/kg)	منیزیم (mg/kg)	آهن (mg/kg)	روی (mg/kg)	مس (mg/kg)	منگنز (mg/kg)	بر (mg/kg)
2/26	1/05	0/39	0/9	2/25	0/16	850	160/8	40/05	225/2	19/45

جدول 1- تجزیه واریانس میانگین مربعات عملکرد دانه و میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم دانه ذرت تحت تأثیر سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای و کود زیستی

منبع تغییرات	درجه آزادی	نیتروژن برگ	فسفر برگ	برگ پتاسیم	درصد روغن	درصد پروتئین	پتاسیم دانه	فسفر دانه	نیتروژن دانه	شاخص برداشت	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	ارتفاع بوته
تکرار	2	0/001 ns	0/0013 ns	0/01 ns	0/16 ns	0/15 ns	0/0008 ns	0/0011 ns	0/004 ns	2/76 ns	0/28 ns	0/82 ns	8/75 ns
کود زیستی	1	0/210**	0/0182**	0/73**	2/77**	5/90**	0/0136**	0/0496**	0/151**	38/82 *	39/42 **	21/00 **	1031/36 **
سیستم تغذیه	4	0/069**	0/0127**	1/57**	1/71**	3/03**	0/0373**	0/0131**	0/077**	38/43 **	6/55 *	4/80 *	401/73 *
کود زیستی x سیستم تغذیه	4	0/0004 ns	0/0002 ns	0/02 ns	0/03 ns	0/06 ns	0/0003 ns	0/0001 ns	0/001 ns	18/37 *	0/12 ns	0/51 ns	1/91 ns
خطای آزمایشی	18	0/05	0/03	0/29	0/35	0/36	0/03	0/02	0/05	2/24	1/29	1/26	10/36
C.V.		3/81	7/72	9/97	6/03	3/50	5/55	7/09	3/51	5/21	6/16	14/11	4/21

ns ، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد و1 درصد

جدول 2- مقایسه میانگین عملکرد دانه و میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم دانه ذرت تحت تاثیر سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای و کود زیستی

تیمار	سطوح تیمار	درصد نیتروژن برگ	درصد فسفر برگ	درصد پتاسیم ساقه	درصد روغن	درصد پروتئین	درصد پتاسیم دانه	درصد فسفر دانه	درصد نیتروژن دانه	شاخص برداشت	عملکرد بیولوژیک (هکتار/تن)	عملکرد دانه (هکتار/تن)	ارتفاع بوته (cm)
کود زیستی	B1	1/55 a	0/41 a	3/11 a	6/16 a	10/86a	0/64 a	0/46 a	1/73 a	44/10 a	22/14 a	9/ 78 a	252/09 a
	B2	1/38 b	0/36 b	2/79 b	5/55 b	9/97 b	0/59 b	0/38 b	1/59 b	41/82 b	19/84 b	8/11b	240/36 b
سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای	A1	1/31 c	0/33 d	2/30 d	6/43 a	9/41 d	0/51 d	0/36 d	1/50 d	40/05 b	19/76 c	7/81 c	235/66 c
	A2	1/51 a	0/38 bc	2/97 bc	6/25 a	10/54 bc	0/62 bc	0/42 bc	1/68 bc	43/07 ab	21/04 abc	9/08 abc	246/75 abc
	A3	1/57 a	0/44 a	3/57 a	5/08 c	11/24 a	0/72 a	0/47 a	1/80 a	46/72 a	21/68 ab	10/00 a	251/75 ab
	A4	1/53 a	0/41 ab	3/31 ab	5/61 bc	10/85 ab	0/66 ab	0/45 ab	1/73 ab	43/60 ab	22/30 a	9/53 ab	256/08 a
	A5	1/41 b	0/36 cd	2/61 cd	5/93 ab	10/04 c	0/57 cd	0/38 cd	1/61 c	41/36 b	20/17 bc	8/30 bc	240/90 bc

سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای: A_1 (سیستم تغذیه‌ای آلی 8 تن در هکتار کود آلی)، A_2 (سیستم تغذیه تلفیقی 6 تن در هکتار کود آلی و 46 کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص)، A_3 (سیستم تغذیه تلفیقی 4 تن در هکتار کود آلی و 92 کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص)، A_4 (سیستم تغذیه تلفیقی 2 تن در هکتار کود آلی و 138 کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص) و A_5 (سیستم تغذیه شیمیایی 184 کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص)، **کود زیستی:** B_1 (تلقیح شده) **و** B_2 (عدم تلقیح یا شاهد).

فهرست منابع:

1. امیرآبادی، م.، رجالی، ف.، اردکانی، م.ر. و برجی، م. 1388. تأثیر کاربرد مایه تلقیح ازتو باکتر و قارچ میکوریزا بر جذب برخی عناصرمعدنی توسط ذرت علوفه‌ای رقم سینگل کراس (704) در سطوح مختلف فسفر. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، جلد 23، شماره 1، ص 115-107.
2. امامی ع، 1375. روش‌های تجزیه گیاه. جلد اول، نشریه فنی شماره 982، موسسه خاک و آب.
3. بیاری، آ.، غلامی، ا. و اسدی رحمانی، ه. 1386. تولید پایدار و بهبود جذب عناصر غذایی ذرت در عکس‌العمل به تلقیح بذر توسط باکتری‌های محرک رشد. مجموعه مقالات دومین همایش ملی کشاورزی بوم شناختی ایران، گرگان، 26-25 مهرماه، ص 141-127.
4. احتشامی، م.ر.، آقاعلیخانی، م.، چائی چی، م.ر. و خاوازی، ک. 1388. تأثیر کودهای زیستی فسفاته بر خواص کمی و کیفی ذرت دانه‌ای (سینگل کراس 704) در شرایط تنش کم آبی. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، دوره 40، شماره 1، ص 27-15.
5. حمیدی، آ. 1385. جنبه‌های اگرواکولوژیک کاربرد کودهای زیستی بر عملکرد دانه و علوفه سیلویی دورگ‌های دیرس ذرت. پایان‌نامه دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، 181 ص.
6. 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.
7. Asghar, H.N., Zahir, Z.A., Arshad, M. and Khaliq, A. 2002. Relationship between invitro production of auxins by rhizobacteria and their growth-promoting activities in Brassica Juncea L. Biology and Fertility of Soil, 35:231-237.
8. Ayeni, L.S. and Adetunji, M.T. 2010. Integrated application of poultry manure and mineral fertilizer on soil chemical properties, nutrient uptake, yield and growth omponents of maize. Nature and Science, 8(1):60-67.
9. 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.
10. 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.). J. Anim. Plant Science, 19(3):122-125.
11. Ghani, A., Hussain, M. and Hassan, A. 2000. Interactive effect of nitrogen and water stress on leaf area of sunflower. Pakistan Journal of Biological Sciences, 3:989-990.
12. Javed, M., Arshad, M. and Ali, K. 1998. Evaluation of rhizobacteria for their growth promoting activity in maize. Pakistan Journal of Soil Science, 14:36-42.
13. Johri, A.K., Srivastava, L.J., Sing, J.M. and Rana, R.C. 1992. Effect of time of planting and level of nitrogen on flower and oil yields of German chamomile (Matricaria recutita). Indian Journal of Agronomy, 37: 302-304.
14. Kasem, M.M. and EL-Mesilhy, M.A. 1992. Effect of rates and application treatments of nitrogen fertilizer on sunflower (*Heliuntus annuus L.*). 1. Growth characters. Annals of Agricultural Science Moshtohor, 30:653-663.
15. 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.
16. Koliai, A.A., Akbari, Gh., Akbari, GH., rmandpisheh, O. and Tarighaleslami, M. 2012. Effect of Biological and Chemical phosphorus Fertilizers on yield components of maize (Zea mays L.) in different water stress conditions. Annals of Biological Research, 3 (8): 4204-4208

17. Lucy, M., Reed, E. and Bernard, R. 2004. Applications of free living plant growth-promoting rhizobacteria. Antonie van Leeuwenhoek, 86:1–25.
18. 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.
19. Munir, M. A., Malik, M.A. and Saleem, M.F. 2007. Impact of integration of crop manuring and nitrogen application on growth, Malik, yield and quality of spring planted sunflower (*Helianthus annuus L.*). Pakistan Journal of Botany, 39(2):441-449.
20. Naidu, V.S.G.R., Panwar, J.D.S. and Annapurna, K. 2003. Yield response in rice to auxin application and inoculation with *Azospirillum brasilense*. Indian Journal Plant Physiology, 8:96–98.
21. 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 Agriculture and Environmental Sciences, 10(2):271-277.
22. Ram Rao, D.M., Kodandaramaiah, J. and Reddy, M.P. 2007. Effect of VAM fungi and bacterial biofertilizers on mulberry leaf quality and silkworn cocoon characters under semiaride conditions. Caspian Journal of Environmental Sciences, 5(2):111-117.
23. 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 & Biochemistry, 38:1111-1120.
24. Sani, B., Faezeh, R.Z., yaghati, H.L., ghoshchi, F. and Karver, 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.
25. 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.
26. Steer, B.T. and Seiler, G.I. 1990. Changes in fatty acid composition of sunflower (Helianthus annuus L.) seeds in response to time of nitrogen application, supply rates and defoliation. Journal of the Science of Food and Agriculture, 51:11-26.
27. Tabosa, J.N., Santos, D.G., Tavares-Filho, J. J., Nascimento, M.M.A., Farias, I., Lira, M.A. and Santos, M.C.1990. The effect of annual application of organnic fertilizer on water use efficiency in forage sorghum in the semi- arid agricuitural region of Pernam buco. Documentos Empresa Gapixsade Pesquisa. Agropecuaria, NO. 65, 960 pp.
28. Thind, S.S., Sing, M., Sidhu, A.S. and Chhibba, I.M. 2002. Influence of continuous application of organic manures and nitrogen fertilizer on crop yield, N uptake and nutrient status under maize-wheat rotation. Journal of Research Punjab Agricultural University, 39(3):357-361.
29. Tilak, K.V.B.R., Singh, C.S., Roy, N.K. and Rao, N.S. 1982. *Azosprillum brasilense* and *Azotobacter chroococcum* inoculum: Effect on yield of maize (*Zea mays*) and sorghum (*Sorghum bicolor*). Soil Biology and Biochemistry, Vol 14, No 4, pp. 417-418.
30. Vessey, J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer. Plant and Soil. 255:571-586.