

بررسی کاربرد کودهای بیولوژیک از توباکتر و آزوسپیریلوم به همراه کود دامی بر صفات زراعی ذرت

دانه‌ای (*Zea mays L.*) رقم KSC647

Evaluation of biological fertilizers Azotobacter and Azospirillum along with manure application on agronomic traits of maize (*Zea mays L.*) KSC647.

میثم اویسی^{۱*} و محمد نصری^۱

۱- مرکز تحقیقات فناوری‌های نوین تولید غذای سالم، واحد ورامین- پیشو، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، تهران، ایران.

*نویسنده مسؤول مکاتبات: meysamoveysi@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۸/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۲/۲

چکیده

کودهای زیستی حاوی تعداد کافی از یک یا چند گونه از ریزسازواره‌های مفید خاکزی هستند قادرند عناصر غذایی را از شکل بلاستفاده، به‌شکل قابل استفاده، تبدیل کنند. بدین منظور جهت بررسی اثر کود دامی به همراه تلکیح بذر با کود زیستی تثبیت کننده نیتروژن بر صفات زراعی ذرت دانه‌ای رقم KSC647 آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوك‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین اجرا شد. عوامل آزمایش شامل کود دامی: M₁ استفاده ۳۰ تن در هکتار کود دامی و M₂ عدم مصرف کود دامی، عامل دیگر کود زیستی شامل سویه کود زیستی از توباکتر (*Azotobacter chroococcum*): (Az₁) تلکیح بذر با کود زیستی از توباکتر و (Az₀) عدم تلکیح بذر با کود زیستی از توباکتر و عامل سوم شامل سویه کود زیستی آزوسپیریلوم (*Azospirillum brasilense*): (As₁) تلکیح بذر با کود زیستی آزوسپیریلوم و (As₀) عدم تلکیح بذر با کود زیستی آزوسپیریلوم. نتایج نشان داد بیشترین مقدار عملکرد N.o (۱۲۸۳۳/۳ Kg.ha)، عملکرد بیولوژیک (Kg.ha/۲۹۹۷/۸) وزن هزار دانه (g) (۲۸۲/۱) و تعداد دانه در بلال (N.o ۴۹۵/۳)، از تیمار مصرف توام کود دامی و تلکیح بذر با از توباکتر و آزوسپیریلوم حاصل شد. کمترین مقدار شاخص برداشت و درصد روغن دانه نیز از این تیمار بدست آمد. به‌نظر می‌رسد فراوانی نیتروژن حاصل از کود دامی در ابتدای رشد باعث بهبود رشد رویشی گردید و در اواسط رشد باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن توانستند نیتروژن خاک را را تثبیت کند در اختیار گیاه قراردهند. همیاری این دو عامل باعث شد که نیتروژن مورد نیاز گیاه تا پایان رشد در اختیار گیاه قرار داشته باشد و بدین ترتیب بالاترین میزان عملکرد و اجزای عملکرد حاصل شود.

واژگان کلیدی: ذرت، کود زیستی، کود دامی، عملکرد، شاخص برداشت.

مقدمه

(Chela *et al.*, 2003) عنوان داشتند علاوه بر افزایش عملکرد زیستی، مقدار پروتئین خام و قابلیت هضم مواد نیز افزایش می‌یابد. محققان افزایش ۱۶ درصدی عملکرد دانه ذرت در اثر تلقیح بذر با باکتری‌های جنس ازتوباکتر را گزارش کردند (Hussain *et al.*, 2007). با توجه به آلدگی‌های زیست محیطی که توسط کودهای شیمیایی ایجاد شد که متساقنده در برخی مواقع مصرف کودهای حاوی نیتروژن در بسیاری مناطق مطابقتی با نیاز واقعی گیاه ندارد، هدف اصلی تحقیق بررسی امکان تلفیق کودهای دامی و زیستی بر صفات زراعی ذرت در منطقه ورامین بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات کود زیستی تثبیت کننده نیتروژن و کود دامی بر صفات زراعی ذرت دانه‌ای رقم KSC 647، در شرایط آب و هوایی ورامین با مختصات جغرافیایی $39^{\circ} 51'$ طول شرقی و $19^{\circ} 35'$ عرض شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۸۹۰ متر آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوك‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین اجرا شد. عوامل آزمایش شامل: کود دامی: M_1 استفاده ۳۰ تن در هکتار کود دامی و M_2 عدم مصرف کود دامی، عامل دیگر شامل سویه کود زیستی ازتوباکتر (*Azotobacter chroococcum*) (Az₀) (Az₁) تلقیح بذر با کود زیستی ازتوباکتر و عدم تلقیح بذر با کود زیستی ازتوباکتر و عامل سوم شامل سویه کود زیستی آزوسپیریلوم (Azospirillum brasiliense) زیستی آزوسپیریلوم و (As₀) عدم تلقیح بذر با کود زیستی آزوسپیریلوم. قبل از کاشت عملیات شخم و دیسک جهت آماده شدن بستر بذر انجام گردید و کودهای پر مصرف براساس توصیه آزمون خاک مصرف شد (جدول یک). کود دامی در هر تیمار هنگام کاشت اعمال شد. همچنین میزان باکتری براساس ۳۰۰ گرم باکتری برای ۲۰ کیلوگرم بذر یک هکتار در نظر گرفته شد و بعد از آغشته‌سازی نسبت به کشت بذور اقدام شد. هر واحد آزمایشی شامل

مدیریت مصرف کود یک عامل مهم در موفقیت کشت گیاهان می‌باشد و در این بین شناسایی کودهای بیولوژیک سازگار با طبیعت و مناسب برای رشد و نمو گیاهان می‌تواند اثرات مطلوبی بر شاخص‌های کمی و کیفی محصول داشته باشد (Baranyiova and Klem, 2016). عرضه مواد آلی به خاک که اکثراً با کمبود مواد آلی مواجه هستند، بهدلیل پاسخگویی به مبرم‌ترین نیاز این خاک‌ها، بزرگ‌ترین مزیت این قبیل کودها است (Galavi, 2011).

کودهای دامی جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی هستند، کود دامی علاوه بر وجود عناصر پر مصرف به مقدار کمتری دارای عناصر ریزمغذی هستند و خاک را در دراز مدت در جهت تعادل پیش خواهد برد (ملکوتی، ۱۳۹۳). لایر (Lauer 2004) اظهار داشت می‌توان در زمین‌های زراعی با مصرف کودهای دامی حدود ۴۲ درصد نیتروژن، ۲۹ درصد فسفر و ۵۷ درصد پتاسیم را تأمین کرد. کودهای زیستی باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم از مهم‌ترین باکتری‌های محرک رشد گیاه هستند و علاوه بر تثبیت زیستی نیتروژن، با تولید مقادیر قابل ملاحظه هورمون‌های تحریک کننده رشد، بهویژه انواع اکسین، جبیرلین، سیتوکینین، رشد و نمو و عملکرد گیاهان زراعی از جمله ذرت را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Zahir *et al.*, 2004) و مظفری و همکاران، ۱۳۹۴). دانشمندان افزایش طول محور بالای لپه گیاهچه‌های ذرت به وجود آمده از بذرها تلقیح شده با باکتری آزوسپیریلوم را گزارش نمودند (Cazanovas *et al.*, 2000). پژوهشگران عنوان داشتن برهمنکنش بین سیستم ریشه ذرت و باکتری آزوسپیریلوم سبب افزایش بیوماس و میزان نیتروژن بوته می‌شود (Stancheva and Dinev, 2005) گزارش کردند تلقیح بذر ذرت با باکتری‌های آزوسپیریلوم و ازتوباکتر از طریق افزایش سیستم ریشه، باعث افزایش جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم توسط ریشه و افزایش جذب یون‌ها ۳۰٪ تا ۵۰٪ نسبت به شاهد در گیاه می‌شود. ضمن تایید این مطالب چلا و همکاران

شدن در آون با دمای ۷۰ درجه به مدت ۷۲ ساعت، اقدام به توزین مواد گیاهی شد. همچنین عملکرد دانه پس از رسیدن رطوبت دانه به ۱۴ درصد محاسبه گردید. محاسبه شاخص برداشت با تقسیم عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) بر عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) ضرب در ۱۰۰ بر حسب درصد به دست آمد (Oveysi *et al.*, 2010).

از زیبایی درصد روغن دانه به روش سوکله انجام شد (پروانه، ۱۳۷۱).

در پایان آزمایش نتایج هر کدام از تیمارها توسط برنامه نرم افزاری SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین‌های هر صفت با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح یک و پنج درصد انجام شد.

شش ردیف به طول پنج متر، فاصله خطوط کاشت نسبت به یکدیگر ۷۵ سانتی‌متر، فاصله بذور روی هر ردیف ۲۰ سانتی‌متر و فاصله دو کرت مجاور نسبت به یکدیگر ۱/۵ متر بود. از حاصل ضرب تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف، تعداد دانه در هر بلال مشخص می‌شود. تعداد کل دانه در بلال از ۱۰ نمونه تصادفی در هر کرت شمارش گردید و با میانگین‌گیری تعداد دانه کل برای هر بوته مشخص گردید. جهت اندازه‌گیری وزن هزار دانه ۱۰ نمونه ۱۰۰۰ تایی به‌وسیله دستگاه بذر شمار شمرده شد، سپس توزین و میانگین آن در هر تیمار ثبت گردید (اویسی و همکاران، ۱۳۸۹). برای محاسبه عملکرد بیولوژیک در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، ۶/۵ مترمربع از هر کرت برداشت گردید و پس از خشک

جدول ۱- خصوصیات فیزیکو شیمیایی خاک مزرعه.

Table 1: soil physicochemical properties.

خصوصیات خاک Soil properties	روی Zinc ppm	آهن Iron ppm	فسفر Phosphorus ppm	پتاسیم Potassium ppm	کلسیم Calcium Mg per liter	نیتروژن Nitrogen %	ماسه Sand %	لای Silt %	رس Clay %	اسیدیتۀ Acidity
نتایج Results	0.5	2.9	11.7	355.1	11	0.07	41	33	26	7.3

نتایج و بحث
عملکرد دانه

(Vivan *et al.*, 2015). اثرات متقابل دوگانه کود دامی و کود زیستی از توباکتر و همچنین کود دامی و کود زیستی آزوسپیریلوم بر عملکرد دانه در سطح یک درصد تأثیرگذار بودند. بالاترین میزان عملکرد دانه با متوسط ۱۲۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که نسبت به تیمار عدم کاربرد کود دامی و از توباکتر، برتری ۱۶ درصدی داشت. بیشترین میزان عملکرد دانه را تیمار کاربرد کود دامی و کود زیستی آزوسپیریلوم با ۱۲۲۹۱/۷ کیلوگرم در هکتار به خود تخصیص داد (جدول سه). اثرات متقابل دوگانه کود زیستی، تأثیر معنی‌داری بر صفت عملکرد دانه نداشت (جدول سه). از آن‌جا که عملکرد دانه برآیندی از صفات مختلف گیاهی نظیر تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف در بلال و وزن هزار دانه است (Oveysi *et al.*, 2010)، بنابراین همیاری گیاه ذرت با کود زیستی ثبیت کننده نیتروژن از طریق افزایش این صفات، سبب افزایش عملکرد دانه می‌شود. در این پژوهش با توجه به

براساس جدول تجزیه واریانس اثر ساده سطوح مختلف تیمار کود دامی، از توباکتر و آزوسپیریلوم بر صفت عملکرد دانه از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد بود (جدول دو). بالاترین مقدار عملکرد دانه از تیمار مصرف ۳۰ تن کود دامی به دست آمد. مصرف از توباکتر و مصرف آزوسپیریلوم به ترتیب با میانگین ۱۱۴۴۵/۸ و ۱۱۵۱۵/۶ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را به دست آمد. که نسبت به شاهد (عدم تلقیح) با متوسط ۱۰۷۸۵ کیلوگرم در هکتار، ۶/۳ درصد برتری داشت (جدول سه). فراهمی مقادیر مناسب عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن برای گیاهان از جمله ذرت سبب بهبود وضعیت رشد رویشی گردید و نتیجه آن گسترش اندام هوایی و توسعه برگ‌ها و در نهایت تولید بیشتر مواد فتوسنترزی بود که با انتقال آن به دانه عملکرد اقتصادی افزایش می‌یابد

بالاترین میزان عملکرد دانه حاصل شود (حمیدی و همکاران، ۱۳۸۴). نتایج پژوهش‌های مختلف نشان داد تلکیح گیاهان با آزوسپیریلوم و از توباکتر و تلفیق آن با کود دامی، کاهش مصرف کودهای شیمیایی به خصوص کود نیتروژن دار و افزایش رشد و نمو گیاه را به همراه دارد (Narayunaswamy *et al.*, 2007).

عملکرد بیولوژیک

اثر ساده تیمار کود دامی، از توباکتر و آزوسپیریلوم در سطح یک درصد بر عملکرد بیولوژیک معنی دار بود (جدول دو) تیمار مصرف ۳۰ تن کود دامی در هکتار توانست عملکرد بیولوژیک معادل ۲۷۹۷۱/۳ کیلوگرم در هکتار را به خود تخصیص دهد. بالاترین میزان عملکرد بیولوژیک به میزان ۲۷۵۵۹/۸ کیلوگرم در هکتار از تیمار تلکیح بذر با از توباکتر حاصل گردید. در نتایج اثرات ساده تیمار مصرف کود زیستی آزوسپیریلوم، اختلاف ۱۳ درصدی بین تیمار تلکیح بذر و شاهد وجود داشت (جدول سه). اثرات متقابل دو گانه مصرف کود زیستی از توباکتر و کود دامی بر عملکرد بیولوژیک در سطح یک درصد معنی دار شد و بالاترین میزان عملکرد بیولوژیک را تیمار تلکیح از توباکتر و مصرف کود دامی به میزان ۲۹۲۷۳/۴ کیلوگرم به دست آورد که نسبت به تیمار عدم تلکیح و عدم مصرف کود دامی توصیه شده، ۲۵ درصد برتری داشت. اثرات متقابل سویه مختلف از توباکتر و آزوسپیریلوم نیز بر عملکرد بیولوژیک تأثیر معنی دار در سطح یک درصد داشت. بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک را تیمار مصرف کود دامی و تلکیح بذر با آزوسپیریلوم با متوسط ۲۹۷۶۹/۴ کیلوگرم در هکتار به دست آورد که نسبت به تیمار عدم مصرف کود دامی و شاهد، ۲۶ افزایش داشت (جدول دو و سه). در رابطه با اثرات متقابل سه گانه بالاترین میزان عملکرد از تیمار مصرف کود دامی و تلکیح بذر با از توباکتر و آزوسپیریلوم با عدم مصرف کود دامی و شاهد، ۳۸/۳ درصد افزایش عملکرد داشت (جدول سه). در تجزیه و تحلیل عوامل موثر بر عملکرد و اجزای آن مقدار ماده خشک تولیدی معیار مناسبی جهت تعیین عملکرد

نقشی که کودهای زیستی در تحریک رشد زایشی و تشکیل دانه ایفا می‌کند بالاترین مقدار عملکرد دانه را ایجاد نمود. اثرات متقابل سه گانه از نظر آماری بر عملکرد دانه در سطح پنج درصد معنی دار بود. بالاترین عملکرد دانه از تیمارهای کاربرد کود دامی، کود زیستی از توباکتر و آزوسپیریلوم (Olsson., 2014 and Song *et al.*, 2015) با متوسط ۱۲۸۳۳/۳ کیلوگرم در هکتار حاصل گردید. بسیاری از مطالعات وجود رابطه قوی بین تولید مواد تنظیم کننده رشد در شرایط آزمایشگاهی به وسیله باکتری‌های افزاینده رشد گیاه و اثر فزاینده‌گی رشد تلکیح با این باکتری‌ها را در گیاهان مختلف مشخص نمود (Bertolin *et al.*, 2007).

بر تولین و همکاران (Hussain *et al.*, 2007) مشاهده کردند تلکیح بذر با مایه تلکیح تجاری برخوردار از پیت و باکتری آزوسپیریلوم برازیلنس و کشت بذرها سبب افزایش معنی دار عملکرد دانه می‌شود.

حسین و همکاران (Asea *et al.*, 2006) نیز افزایش ۱۶ درصدی عملکرد دانه ذرت در اثر تلکیح بذر با باکتری‌های جنس ازوتوباکتر را گزارش کردند. تحقیقات نشان داد تلکیح گیاه با کودهای ثبتیت کننده نیتروژن باعث افزایش تقسیم سلولی در ریشه، تغییر مرغولوژی ریشه، افزایش تارهای کشنده و افزایش جذب مواد غذایی توسط گیاهان گردید (Caks, 2008). نتایج این پژوهش نشان داد مصرف کود زیستی به همراه کود دامی به علت افزایش شاخص سطح برگ و رشد رویشی توانست تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در بلال را افزایش دهد و به علت تولید آسیمیلات‌های بیشتر با افزایش وزن هزار دانه و در نهایت عملکرد دانه منجر گردید. به نظر می‌رسد در این تیمار فراوانی نیتروژن حاصل از کود دامی در ابتدای رشد باعث بهبود رشد رویشی گردید و در اواسط رشد باکتری‌های ثبتیت کننده نیتروژن توانستند نیتروژن خاک را تثبیت کرده در اختیار گیاه قرار دهند. همیاری این دو عامل باعث شد که نیتروژن مورد نیاز گیاه تا پایان رشد در اختیار گیاه قرار داشته باشد و گیاه تا انتهای دوره رشدی بتواند با ساخت کلروفیل، ماده‌سازی نماید و بدین ترتیب

در صدی در عملکرد ماده خشک در نتیجه تلقیح با کودهای باکتریایی ثبت کننده نیتروژن در گلخانه گزارش کردن (Asea *et al.*, 2006).

شاخص برداشت

سطوح مختلف تیمار کود زیستی ثبت کننده نیتروژن و کود دامی بر شاخص برداشت از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد بود. تلقیح بذور با آزوسپیریلوم هم شاخص برداشت کمتری نسبت به تیمار عدم تلقیح داشت و اختلاف ۲/۵ درصدی بین تیمارها مشهود بود (جدول دو - سه). در رابطه با اثرات متقابل دوگانه اختلافات معنی‌دار در سطح یک درصد مشاهده شد. بیشترین مقدار شاخص برداشت از تیمار عدم مصرف کود دامی و ازتوباکتر با ۴۶/۳۲ درصد به دست آمد. در مورد اثرات متقابل تیمار عدم مصرف کود دامی و آزوسپیریلوم با ۴۶ درصد بیشترین شاخص برداشت را از آن خود نمود. اثرات متقابل تلقیح بذور با کود زیستی بر شاخص برداشت اثر معنی‌داری در سطح پنج درصد داشت. بالاترین میزان شاخص برداشت از تیمار عدم تلقیح بذر با ازتوباکتر و آزوسپیریلوم با ۴۷/۷۷ درصد حاصل گردید (جدول دو - سه). اثرات متقابل سه گانه کود دامی و کود زیستی بر شاخص برداشت تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد معنی‌دار بود. بالاترین میزان شاخص برداشت را تیمار عدم مصرف کود دامی و کود زیستی با ۵۳/۳۶ درصد به خود تخصیص داد (جدول دو). در این تحقیق اثر کود بیولوژیک ثبت کننده نیتروژن بر شاخص برداشت نسبت به مصرف کود دامی تأثیر بیشتری داشت. علت را می‌توان در وجود اسید ایندول استیک موجود در کودهای زیستی جستجو کرد که باعث افزایش رشد رویشی و رشد ریشه در گیاه می‌شود. این امر باعث جذب بیشتر آب و مواد معدنی شده با وجود شاخص سطح برگ بیشتر، تولید آسیمیلات‌های حاصل از فتوسنتر را در پی داشت (Dubrovsky, 2006).

از طرفی دیگر استفاده از کودهای ثبت کننده بیولوژیک باعث شد که نیتروژن به آرامی ثبت شود

در گیاه زراعی می‌باشد (Benson, 2004). مانگیز (Magize, 2007) اعلام نمود تولید ماده خشک با استفاده از کود نیتروژن‌دار بیشتر از عدم استفاده از کود بود. نادا و همکاران (Nada *et al.*, 2003) گزارش کردند تلقیح بذر ذرت با باکتری‌های آزوسپیریلوم و ازتوباکتر سبب افزایش عملکرد بیولوژیک گردید. ضمن تایید این مطالب چلا و همکاران (Chela *et al.*, 2003) عنوان داشتن علاوه بر افزایش عملکرد زیستی، مقدار پروتئین خام و قابلیت هضم مواد نیز افزایش یافت. طی پژوهشی استانچوا و دینو (Stancheva and Dinev, 2005) عنوان داشتن برهمکنش ریشه ذرت و باکتری ثبت کننده رشد، سبب افزایش زیست توده و میزان نیتروژن کل بوته می‌شود. نتایج تحقیق حاضر نشان داد بیشترین میزان تولید ماده خشک در تلقیح بذر با ازتوباکتر و آزوسپیریلوم و مصرف کود دامی حاصل شد. بهنظر می‌رسد با وجود ریزاسواره‌های افزایش دهنده رشد که موجب افزایش انشعابات ریشه شدند فراهمی بیشتر عناصر امکان‌پذیر شد. با افزایش میزان کود بر عملکرد کل ماده خشک افزوده با توجه به خصوصیات ذرت که جزو گیاهان چهار کربنه هست و دارای مسیر فتوسنتری اسید دی کربوکسیلیک می‌باشد از بازدهی بالایی جهت استفاده کودها برخوردار است. افزایش جذب نیتروژن باعث افزایش رشد رویشی برگ، ساقه و بلال شد و میزان مواد آلی و معدنی در این بافت‌ها را افزایش داد و بر میزان فتوسنتر خالص افزود، در نتیجه ذخیره این مواد، باعث افزایش ماده خشک گیاه گردید (Dhillon *et al.*, 2002). آنچه که در این تحقیق مشهود بود افزایش ماده خشک به علت تأثیر مفید هورمون‌های محرك رشد گیاه مانند اکسین است، زیرا در بذوری که به کودهای بیولوژیک آغشته شدند تغییراتی در مورفولوژی سیستم ریشه‌ای ایجاد شد، طول ریشه‌های فرعی و تعداد انشعابات آنها افزایش یافت و افزایش سطوح جذب ریشه موجب افزایش جذب آب و عناصر غذائی توسط گیاه گردید و این امر باعث افزایش ارتفاع گیاه و به دنبال آن افزایش شاخص سطح برگ و رشد رویشی و نهایتاً عملکرد علوفه شد. سایر تحقیقات نیز افزایش ۱۴

از جمله فسفر، نیتروژن و عناصر ریز مغذی در مرحله رشد زایشی و تشکیل دانه در بلال نیز در اختیار گیاه قراردادشته باشد. در این شرایط با استفاده از کود دامی و در دسترس بودن نیتروژن کارآبی پتابسیم و سایر عناصر ضروری در خاک موجود افزایش می‌یابد. سایر محققان نیز افزایش تعداد دانه‌های بلال به میزان دو برابر و همچنین افزایش ۵۹ درصدی عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) را در اثر تلقیح بذرهای ذرت با مایه تلقیح دارای دو سویه باکتری آزوسپریلوم گزارش کردند (Fulchieri and Frioni, 2004). نصری و خلعتبری (۱۳۹۴) با کاربرد باکتری نیوباسیلوس و گوگرد باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت در شرایط قطع آبیاری شدند و با افزایش پایداری دیواره سلولی و تولید ماکرومولکولهایی نظیر پپتیدها، ویتامین‌ها و کلروفیل گیاه ذرت توانست اثرات منفی کم آبیاری را تحمل کند و مصرف توأم کودهای باکتری ثبت کننده نیتروژن با کود دامی باعث افزایش کارآبی باکتری‌ها گشت.

وزن هزار دانه

وزن هزار دانه وابسته به مدت زمان تشکیل دانه و ظرفیت حمل مواد فتوستنتزی به دانه و اندازه و مدت فعالیت سیستم ثبت کننده کربن و نیتروژن دارد (Salimpour *et al.*, 2010). داده‌های جدول تجزیه واریانس نشان داد اثرات ساده تیمار کود دامی بر وزن هزار دانه از نظر آماری معنی‌دار بود. اما اثرات ساده کود زیستی هر چند باعث اختلافاتی بین سطوح مختلف وزن هزار دانه شد اما این اختلافات از نظر آماری معنی‌دار نبود. اثرات دوگانه کود دامی و تیمار کود زیستی و برهمنکنش کود زیستی بر وزن هزار دانه در سطح پنج درصد تأثیر معنی‌دار داشت. همچنین اثرات سه گانه عوامل مورد آزمایش بر وزن هزار دانه تأثیرگذار بود و اختلافات به وجود آمده در سطح یک درصد معنی‌دار بود. براساس نتایج جدول مقایسه میانگین تیمار مصرف کود دامی و ازتوباکتر اختلاف چهار درصدی بین تیمار مصرف کود دامی و تلقیح بذر با ازتوباکتر و تیمار عدم مصرف کود دامی و عدم تلقیح مشاهده شد. اختلاف

و در طی فصل رشد، در اختیار گیاه قرار گیرد و نیاز گیاه برآورده شود و عملکرد دانه افزایش یابد. اما دسترسی گیاه به کود دامی موجب رشد رویشی زیاد گیاه گردید به طوری که این میزان رشد، باعث کاهش دوره رشد زایشی گردید و در مجموع افزایش حجم کانوپی بیشتر از تولید دانه بود در واقع بسیاری از فرآوردهای تولیدی حاصل از فتوستنتز به جای دانه‌سازی، صرف نگهداری از کانوپی گردید در نتیجه میزان عملکرد بخش هوایی بیشتر از عملکرد اقتصادی بود که با نتایج (Mohammad and Sohrab, 2012) همسو بود.

تعداد دانه در بلال

تعداد دانه در بلال به عوامل گوناگونی از جمله عناصر غذایی و شرایط محیطی بستگی دارد. در واقع می‌توان گفت که تعداد دانه در بلال به صفات تعداد ردیف در بلال و دانه در ردیف بستگی دارد. هر عاملی که این صفات را افزایش و یا کاهش دهد تعداد دانه در بلال را تحت تأثیر قرار می‌دهد (اویسی و همکاران، ۱۳۸۹). براساس نتایج، اثرات ساده تیمار کود دامی و کود زیستی ثبت کننده نیتروژن بر تعداد دانه در بلال تأثیرگذار بود و اختلافات به وجود آمده در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار شد (جدول دو). اثرات متقابل دوگانه عوامل مورد بررسی، هرچند باعث تغییراتی در تعداد دانه در بلال شد اما این اختلافات از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. اما اثرات متقابل دوگانه برهمنکنش کود زیستی ازتوباکتر و آزوسپریلوم بر تعداد دانه در بلال در سطح پنج درصد تأثیرگذار بود (جدول سه - دو). اثرات متقابل سه گانه کود دامی و کود زیستی ازتوباکتر و آزوسپریلوم بر تعداد دانه در بلال از تیمار کاربرد تلفیقی کود دامی و کود زیستی ازتوباکتر و آزوسپریلوم با $\frac{495}{3}$ حاصل شد که نسبت به تیمار عدم مصرف کود دامی و کود زیستی با $\frac{365}{7}$ عدد، برتری ۲۶ درصدی نشان داد (جدول دو). به نظر می‌رسد مصرف تلفیقی کود دامی و کودهای زیستی نیتروژن باعث گردید عناصر معدنی

کود دامی، کود زیستی از توباکتر و آزوسپیریلوم بر درصد روغن تأثیرگذار بود و اختلافات به وجود آمده از نظر آماری در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار بود (جدول دو). بالاترین درصد روغن را تیمار عدم مصرف کود دامی و عدم تلقیح بذر با از توباکتر با ۷/۰۲ درصد به دست آورد این روند در سایر اثرات متقابل دوگانه نیز مشهود بود، با مصرف کود دامی و کود زیستی و همچنین برهمکنش کودهای زیستی با یکدیگر از میزان روغن دانه کاسته شد. اثرات متقابل سه گانه عوامل مورد بررسی نیز موید همین روند بود. کمترین میزان درصد روغن از تیمار مصرف تلفیقی کود دامی و کودهای زیستی با ۴/۸۳ درصد حاصل گردید. سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول دو). میزان روغن دانه ذرت بین ۷ تا ۴/۵ درصد متغیر است که این تغییرات ناشی از عوامل توارثی، شرایط محیطی و مصرف عناصر غذایی است (اویسی و همکاران، ۱۳۸۹). به نظر می‌رسد مصرف کودهای زیستی ثبیت کننده نیتروژن باعث کاهش درصد روغن شد که با نتایج ویوان و همکاران (Vivian *et al.*, 2015) مطابقت دارد. سایر محققان مشاهده کرد تلقیح توأم بذرهای ذرت با قارچ‌های میکوریزا جنس گلوموس و باکتری آزوسپیریلوم برازیلس موجب تغییر میزان مواد چربی، اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها و هیدراتهای کربن و بهطور کلی تغییر فنولوژی ذرت می‌گردد (Caks, 2008).

نتایج این پژوهش نشان داد استفاده توأمان کود دامی به همراه کودهای ثبیت کننده نیتروژن هرچند باعث افزایش عملکرد دانه گردید ولی بر درصد روغن دانه تاثیر منفی داشت و از میزان آن کاسته شد که علت آن را افزایش میزان نیتروژن دانه می‌توان دانست با افزایش میزان نیتروژن دانه، میزان پروتئین دانه افزایش می‌یابد و از میزان روغن کاسته می‌شود (Prasanna *et al.*, 2011) که در این بررسی کاملاً مشهود است.

چهار درصدی نیز بین تیمار مصرف کود دامی و آزوسپیریلوم و تیمار عدم مصرف کود دامی و عدم تلقیح مشاهده گردید. برهمکنش کود زیستی از توباکتر و آزوسپیریلوم موجب تغییراتی در وزن هزار دانه گردید. تیمار تلقیح بذر با از توباکتر و آزوسپیریلوم با ۲۷۸/۶ گرم بیشترین میزان مقدار وزن هزار دانه را به خود تخصیص داد. در رابطه با اثرات سه‌گانه مشخص شد بالاترین میزان وزن هزار دانه را تیمار مصرف تلفیقی کود دامی و کود زیستی به دست آورد (جدول سه و دو). بررسی زهیر و همکاران (Zahir *et al.*, 2004) مشخص ساخت که در اثر تلقیح بذرهای ذرت با باکتری‌های از توباکتر و آزوسپیریلوم وزن هزار دانه به میزان ۹/۶ درصد افزایش یافت. آسا و همکاران (Asea *et al.*, 2006) اعلان داشتن تلقیح بذر با کودهای بیولوژیک ثبیت کننده نیتروژن، باعث افزایش تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه گردید.

نادا و همکاران (Nada *et al.*, 2003) مشاهده کردند تلقیح بذر ذرت با باکتری از توباکتر سبب افزایش وزن هزار دانه و بیوماس کل گردید که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. در این پژوهش استفاده از کودهای زیستی توام با کود دامی به دلیل افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک مزرعه، عناصر معدنی و به خصوص نیتروژن بیشتری در طی رشد، در اختیار گیاه قرار می‌دهد و با استفاده تلفیقی از کود دامی و زیستی، عنصر نیتروژن به آهستگی در طی فصل رشد در اختیار گیاه قرار گرفت، البته باید یادآور شد که تیمارهایی که بیشترین وزن هزار دانه را به دست آورده بودند دانه‌ها بزرگ‌تر شده و وزن هزار دانه افزایش نشان داشت که با نتایج زهیر و همکاران (Zahir, 2004) مطابقت دارد.

درصد روغن دانه

اثرات ساده و تاثیرات متقابل دو گانه و سه گانه

جدول ۲: تجزیه واریانس صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، وزن هزار دانه، تعداد دانه در بلال و درصد روندن دانه در شرایط کاربرد کود دامی و کود بیولوژیک ثبت نشده نیتروژن در ذرت.

Table 2: Analysis of variance on grain yield, biological yield, harvest index, 1000 grain weight, number seed per ear and seed oil content under application of manure and nitrogen-fixing bio-fertilizer in corn.

S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی df	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	M. S	میانگین مربuat			
Replication	تکرار	3	104837.8 ^{ns}	583222.0 ^{ns}	0.0650 ^{ns}	0.680 ^{ns}	2678.1 [*]	0.0013 ^{ns}	
Manure	کود دامی	1	15325298.5 ^{**}	39205482.2 ^{**}	0.03890 ^{ns}	431.400 ^{**}	19858.5 ^{**}	0.1240 [*]	
Azetobacter	از توباکتر	1	2896687.3 ^{**}	55070225.6 ^{**}	6.6580 ^{**}	3.010 ^{ns}	7458.2 [*]	0.3850 [*]	
Azospirillum	آزو سپریلوم	1	4526897.5 ^{**}	42457872.1 ^{**}	20.4890 ^{**}	7.120 ^{ns}	8236.2 [*]	0.8720 [*]	
Manure*Azeto	اثر متقابل کود دامی و از توباکتر	1	7985589.3 ^{**}	99870345.2 ^{**}	22.0200 ^{**}	64.480 [*]	2419.2 ^{ns}	0.9540 [*]	
Azeto*Azos	اثر متقابل کود دامی و آزو سپریلوم	1	425182785.5 ^{**}	85853422.9 ^{**}	26.9680 ^{**}	18.290 [*]	1879.5 ^{ns}	0.1160 [*]	
Azeto*Azos	اثر متقابل از توباکتر و آزو سپریلوم	1	395840.8 ^{ns}	56400021.6 ^{**}	2.1280 [*]	36.580 [*]	6839.1 [*]	0.2250 [*]	
Manure* Azeto*Azos	اثر متقابل کود دامی و از توباکتر و آزو سپریلوم	1	694829.1 [*]	100172451.6 ^{**}	22.0200 ^{**}	891.490 ^{**}	412548.2 ^{**}	0.0185 [*]	
Error experimental	اشتباه آزمایش	21	222899.4	1453872.1	0.2730	3.368	1126.2	0.0009	
CV	ضریب تغییرات (%)		14.8	16.1	8.7	6.5	14.3	4.83	

*, ** و ns به ترتیب معنی دار در سطح پنج درصد، یک درصد و فاقد اختلاف معنی دار

* , ** and ns significant at 0.05, 0.01 and no significant

جدول ۳: مقایسه میانگین اثرات ساده و متقابل دوگانه کود دامی و کودهای بیولوژیک بر میزان عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، وزن هزار دانه، تعداد دانه در بلال و درصد روغن دانه ذرت.

Table 3: Comparison of the effects of simple and double cross biological manure and fertilizers on grain yield, biological yield, harvest index, 1000 grain weight, number of seeds per ear and seed oil content of corn.

	Treatment	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg.ha ⁻¹)	شاخص برداشت Harvest index (%)	وزن هزار دانه 1000 grain weight (g)	تعداد دانه در بلال seeds per ear (N.o)	درصد روغن دانه Seed oil content (%)
M ₁	صرف کود دامی	11820.8 ^a	27971.3 ^a	42.26 ^a	279.4 ^a	424.2 ^a	6.07 ^b
M ₂	بدون کود دامی	10480.2 ^b	23899.9 ^b	43.85 ^a	272.1 ^b	375.1 ^b	6.91 ^a
Az ₁	تلقیح با ازتوباکتر	11445.8 ^a	27559.8 ^a	41.53 ^b	276.7 ^a	414.8 ^a	6.20 ^b
Az ₀	عدم تلقیح با ازتوباکتر	10855.2 ^b	24311.4 ^b	44.65 ^a	274.7 ^a	384.4 ^b	6.80 ^a
As ₁	تلقیح با آزوسپیریلوم	11515.6 ^a	27696.2 ^a	41.57 ^b	277.5 ^a	415.5 ^a	6.28 ^b
As ₀	عدم تلقیح با آزوسپیریلوم	10785.0 ^b	24175.0 ^b	44.61 ^a	274.1 ^a	383.7 ^b	6.71 ^a
M ₁ *Az ₁	کود دامی* ازتوباکتر	12100.0 ^a	29273.4 ^a	41.33 ^c	280.7 ^a	447.8 ^a	5.56 ^b
M ₁ *Az ₀	کود دامی* عدم ازتوباکتر	11541.7 ^b	26669.2 ^b	43.27 ^b	278.1 ^b	400.5 ^b	6.58 ^{ab}
M ₀ *Az ₁	عدم کود دامی* ازتوباکتر	10791.7 ^c	25846.2 ^b	41.75 ^c	272.7 ^b	481.7 ^b	6.8 ^{ab}
M ₀ *Az ₀	عدم کود دامی* عدم ازتوباکتر	10168.7 ^d	21953.6 ^c	46.32 ^a	271.5 ^b	368.4 ^b	7.02 ^a
M ₁ *As ₁	کود دامی* آزوسپیریلوم	12291.7 ^a	29769.4 ^a	41.28 ^c	280.4 ^a	448.1 ^a	8.72 ^b
M ₁ *As ₀	کود دامی* عدم آزوسپیریلوم	11350.0 ^b	26173.2 ^b	43.36 ^b	278.4 ^a	400.4 ^b	6.43 ^{ab}
M ₀ *As ₁	عدم کود دامی* آزوسپیریلوم	10739.6 ^c	25623.0 ^b	41.91 ^c	274.6 ^{ab}	383.1 ^b	6.84 ^{ab}
M ₀ *As ₀	عدم کود دامی* عدم آزوسپیریلوم	10220/8 ^d	22176.8 ^c	46.00 ^a	269.6 ^b	367.1 ^b	6.99 ^a
Az ₁ *As ₁	ازتوباکتر* آزوسپیریلوم	11925.0 ^a	28965.2 ^a	41/17 ^b	278.6 ^a	445.3 ^a	5.84 ^b
As ₁ *Az ₀	عدم ازتوباکتر* آزوسپیریلوم	11106.3 ^{ab}	26427.2 ^b	42.00 ^b	276.3 ^{ab}	385.9 ^b	6.73 ^a
Az ₁ *As ₀	ازتوباکتر* عدم آزوسپیریلوم	10966.7 ^b	26154.4 ^b	41.93 ^b	274.9 ^{ab}	384.4 ^b	6.55 ^{ab}
Az ₀ *As ₀	عدم ازتوباکتر* عدم آزوسپیریلوم	10604.2 ^b	22195/6c	47.77 ^a	273.1 ^b	383.1 ^b	6.87 ^a

(M₁): کود دامی، (M₀): عدم صرف کود دامی، (Az₁): عدم تلقیح بذر با ازتوباکتر، (As₁): عدم تلقیح بذر با آزوسپیریلوم و (As₀): عدم تلقیح بذر با آزوسپیریلوم میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند، قادر اختلاف معنی‌دار براساس آزمون دانکن (Duncan's multiple range test) باشد.

Averages that at least one letter in common, a significant difference in Duncan's multiple range test have five percent.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل سه گانه کود دامی و کودهای بیولوژیک بر میزان عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، وزن هزار دانه، تعداد دانه در بلال و درصد روغن دانه ذرت

Table 3. Comparison of the Triple interactive effects biological manure and fertilizers on grain yield, biological yield, harvest index, 1000 grain weight, number of seeds per ear and seed oil content of corn

تیمار Treatment	تیمار Treatment	عملکرد دانه G.Y (kg ha ⁻¹)	عملکرد بیولوژیک B.Y (kg ha ⁻¹)	شاخص برداشت HI (%)	وزن هزار دانه T.G.W (g)	تعداد دانه در بلال S per Ear (N.o)	درصد روغن دانه S. oil content (%)
M ₁ *AZ ₁ *AS ₁	کود دامی * از توباکتر*	12833.3 ^a	29997.8 ^a	42.78 ^b	282.1 ^a	495.30 ^a	4.83 ^b
	آزو سپریلوم						
M ₁ *AZ ₀ *AS ₁	کود دامی * عدم از توباکتر*	11750.1 ^b	27844.6 ^c	42.19 ^b	278.7 ^{ab}	400.75 ^b	6.53 ^a
	آزو سپریلوم						
M ₁ *AZ ₁ *AS ₀	کود دامی * از توباکتر * عدم	11366.7 ^b	28157.5 ^b	40.36 ^b	279.5 ^{ab}	400.50 ^b	6.21 ^a
	آزو سپریلوم						
M ₁ *AZ ₀ *AS ₀	کود دامی * عدم از توباکتر*	11333.2 ^b	25885.3 ^d	43.78 ^b	277.2 ^b	0400/2 b	6.77 ^a
	عدم آزو سپریلوم						
M ₀ *AZ ₁ *AS ₁	عدم کود دامی * از توباکتر*	11016.6 ^{bc}	27932.6 ^c	39.44 ^c	275.2 ^{bc}	395.30 ^{bc}	6.85 ^a
	آزو سپریلوم						
M ₀ *AZ ₀ *AS ₁	عدم کود دامی * عدم	10462.4 ^{cd}	25009.8 ^d	41.83 ^{bc}	274.1 ^c	371.20 ^{bc}	6.93 ^a
	از توباکتر * آزو سپریلوم						
M ₀ *AZ ₁ *AS ₀	عدم کود دامی * از توباکتر*	10566.7 ^{cd}	24151.3 ^e	43.75 ^b	270.3 ^d	368.30 ^c	6.89 ^a
	عدم آزو سپریلوم						
M ₀ *AZ ₀ *AS ₀	عدم کود دامی * عدم	9875.1 ^d	18505.9 ^f	53.36 ^a	269.5 ^d	365.70 ^c	6.97 ^a
	از توباکتر * عدم آزو سپریلوم						

(M₁): کود دامی، (M₀): عدم مصرف کود دامی، (AZ₁): عدم تلقیح بذر با از توباکتر، (AZ₀): عدم تلقیح بذر با آزو سپریلوم (AS₁): عدم تلقیح بذر با آزو سپریلوم و (AS₀): عدم تلقیح بذر با آزو سپریلوم) (میانگین هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد می باشد).

. Averages that at least one letter in common, a significant difference in Duncan's multiple range test have five percent

گشت، این امر باعث تولید ماده پرورده بیشتر، افزایش تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه می گردد که در این بررسی کاملاً محقق گردید. در نهایت با توجه به یافته های حاصل از این پژوهش، مصرف کود دامی به همراه تلقیح بذر با کود زیستی ثبت کننده نیتروژن، منجر به دستیابی بهتر خصوصیات کمی و کیفی ذرت دانه ای رقم KSC647 در منطقه ورامین شد و برای دریافت نتایج بهتر تحقیقات تکمیلی در مناطق مشابه دیگر توصیه می گردد.

نتیجه گیری کلی

نیتروژن از عناصر اصلی مورد نیاز گیاه است و در افزایش سطح سبز اهمیت زیادی دارد. به همین دلیل تأمین نیتروژن کافی در این تحقیق باعث افزایش عملکرد و صفات زراعی ذرت گردید. با استفاده از کود دامی در هنگام کاشت، فراهمی نیتروژن و سایر عناصر مورد نیاز موجب افزایش رشد رویشی شد و تلقیح بذر با کودهای زیستی ثبت کننده نیتروژن، موجبات فراهمی نیتروژن در مرحله زایشی

References

منابع

- اویسی، م.، میرهادی، م.ج.، مدنی، ح.، نورمحمدی، ق. و ضرغامی، ر. ۱۳۸۹. تاثیر محدودیت منبع بر عملکرد و شاخص های رشد ذرت دانه ای رقم ۷۰۴ در شرایط تنفس خشکی. یافته های نوین کشاورزی، ۲(۵)، ص ۱۱۳-۱۲۴.
- پروانه، و. ۱۳۷۱. کنترل کیفی و آزمایش های شیمیایی مواد غذایی. انتشارات دانشگاه تهران، ۲۵۰، صفحه.
- حمیدی، آ.، قلاوند، ا.، دهقان شعار، د.، ملکوتی، م.ج.، چوکان، ر. و اصغرزاده، ا. ۱۳۸۴. تاثیر کاربرد باکتری های افزاینده رشد گیاه بر عملکرد دانه و برخی ویژگی های مرتبط دو رگ های دیررس ذرت. چکیده مقالات اولین همایش ملی گیاهان علوفه ای کشور، کرج ۱۸-۲۰ مداد ۱۳۸۴، ص: ۱۷۱-۱۷۲.

مظفری، م.، دانشیان، ج.، حبیبی، د.، شیرانی‌راد، ا.ح. و اصغرزاده، ا. ۱۳۹۴. بررسی اثر باکتری‌های محرک رشد گیاه بر برخی صفات مرفو-فیزیولوژیکی گندم نان تحت شرایط تنش خشکی انتهایی. مجله علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۲۶(۷): ۳۶-۲۱.

ملکوتی، م.ج. ۱۳۹۳. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه‌سازی مصرف کود در ایران. نشر آموزش کشاورزی، سازمان تات، وزارت کشاورزی، کرج، ایران. ۱۱۲ صفحه.

نصری، م. و خلعتبری، م. ۱۳۹۵. اثر باکتری *Tiobacillus* و گوگرد بر عملکرد و ویژگی‌های بیوشیمیابی ذرت دانه‌ای (هیبرید ماکسیما) در شرایط کم آبیاری در منطقه ورامین. مجله علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۲۹(۸): ۱۰۳-۸۹.

Asea, P.E.A., Kucey, R.M.N., and Tewart, J.W.B. 2006. Inorganic phosphate solubilization by *Pseudomonas putida*. HortScience, 66: 141-146.

Bashan, Y., and Dubrovsky J.G. 2006. *Azospirillum* spp. participation dry matter partitioning in grasses at the whole plant level. Biology and Fertility of soils, 23:435-440.

Barányiová, I., and Klem, K. 2016. Effect of application of growth regulators on the physiological and yield parameters of winter wheat under water deficit. Plant, Soil and Environment. 62: 114-120.

Benson, P. 2004. Wheat inoculation with *Azospirillum brasiliense* and some mutants altered in nitrogen fixation and indole-3-acetic acid production. Microbiological Letters, 36:87-90.

Bertolin, M., Bressan, M., Snidaro, M., Fogher, C., and Morocco, A. 2007. Inoculation with *Azospirillum* and nitrogen fertilizer application in maize. Informatore Agrario, 46:51-53.

Caks, G. 2008. Interactions between *Azospirillum* and VA Mycorrhiza and their effects on growth and nutrition of maize. Soil Biology and Biochemistry. 15: 705-709.

Cazanovas, E.M., Barassi, C.A., and Sueldo, R.J. 2000. *Azospirillum* inoculation of barley during imbibitions. Cereal Research Communications. 28: 25-32.

Chela, G.S., Tiwana, M.S., Thind, I.S., Puri, K.P., and Kaur, K. 2003. Effect of bacterial cultures and nitrogen fertility on the yield and quality of maize fodder (*Zea mays* L.). Annals of Biology, Ludhiana, 9: 83- 86.

Dhillon, G.S., Kler, D.S., Walia, A.S. Chahal, V.P.S. 2002. Effect of *Azotobacter Chroococcum* and seed size on growth and yield of maize .Indian Journal of Agronomy, 25: 244 – 249.

Fulchieri, M., and Frioni, L. 2004. *Azospinillum* inoculation on barley: effect on yield in a field experiment in central Argentina. Soil Biology and Biochemistry, 26: 921-923.

Galavi, M., Yosefi, K., and Ramrodi, M. 2011. Effect of bio-phosphate and chemical phosphorus fertilizer accompanied with foliar application of micronutrients on yield, quality and phosphorus and zinc concentration of maize, Journal of Agriculture Science. 3(4): 22-29.

Hussain, A., Arshad, M., Hussain, A., and Hussain, F. 2007. Response of corn to *Azotobacter* inoculation under fertilized and unsterilized conditions. Biology and Fertility of Soils, 4:73-77.

Lauer, D.A. 2004. Limitation of animal waste replacement of inorganic fertilizer. Soil Biology and Biochemistry, 26: 800-812.

Magize, J.D. 2007. Effect of bacterial cultures and nitrogen fertility on the yield and quality of maize fodder. Annals of Biology, Ludhiana, 45: 83-86.

Mohammadi, K., and Sohrab, Y. 2012. Bacterial bio fertilizers for sustainable crop production: areview, Journal of Agriculture and Biology Science. 7(5): 307-316.

Nada, S.S., Swain, K.C., and Panda, S.C. 2003. Effect of nitrogen and bio fertilizers in fodder rain fed upland conditions of corn. Current Agricultural Research, 8: 45-47.

Narayunaswamy, M.R., Veerabadran, V., Yayanthi, C., and Chinnuswamy, C. 2007. Plant density and nutrient management for rain fed barley in red soils. Madras Agricultural Journal. 81: 248-251.

Olsson, O., Olsson, P.A., and Hammer, E.C. 2014. Phosphorus and carbon availability regulate structural composition and complexity of AM fungal mycelium. Mycorrhiza. 24: 443–451.

Oveysi, M., Mirhadi, M.J., Madani, H., Nourmohammadi, G., Zarghami, R., and Madani, A. 2010. The impact of source restriction on yield formation of corn (*Zea mays* L.) due to water deficiency. Plant Soil and Environment. 56(10): 476-481.

Prasanna, A., Deepa, V., Balakrishna, M.P., Deecaraman, M.P., Sridhar, R., and Dhandapani, P. 2011. Insoluble phosphate solubilization by bacterial strains isolated from rice rhizosphere soils from Southern India. International Journal of Soil Science. 6: 134-141.

Salimpour, S., Khavazi, K., Nadian, H., Besharati, H., and Miransari, M. 2010. Enhancing phosphorous availability to canola (*Brassica napus* L.) using P solubilizing and sulfur oxidizing bacteria. Australian Journal

- of Crop Science. 4(5): 330-342.
- Song, G., Chen, R., Xiang, W., Yang, F., Zheng, S., Zhang, J., Zhang, J., and Lin, X.** 2015. Contrasting effects of long-term fertilization on the community of saprotrophic fungi and *Arbuscular mycorrhizal* fungi in a sandy loam soil. 61: 127-136.
- Stancheva, I., and Dinev, N.** 2005. Effect of inoculation of maize and species of *Tribe triticeae* with *Azospirillum brasiliense*. Journal of plant Physiology. 4: 550 -552.
- Vivian, J., Szilagyi, Z., Ana, C., Kłosowski, A.C., Hungria, M., Lygia, V., and Átila, F.** 2015. Potential inoculants strains of Brazilian endophytic bacteria for maize (*Zea mays* L.) growth promotion. International Journal of Agronomy and Agricultural Research. 7(4): 128-134.
- Zahir, A.Z., Arshad, M., and Frankenberger, W.F.** 2004. Plant growth promoting rhizobacteria: applications and perspectives in agriculture. Advances in Agronomy. 81:97-168.