

اثرات کاربرد و روش مصرف کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای

Effects of integrated application of biological and chemical fertilizers and their application method on yield and yield components of grain maize (*Zea Mays* L.)

حسین زاهدی^۱، سیف الله اسماعیل پور نیازی^۲

۱. استادیار گروه کشاورزی و مرکز تحقیقات کشت های تلفیقی، واحد اسلامشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اسلامشهر، ایران، (نگارنده مسئول)
۲. کارشناس ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۲/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۲/۰۲

چکیده

زاهدی، ح.، اسماعیل پور نیازی، س. ۱. اثرات کاربرد و روش مصرف کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۰ - شماره ۴ - پایبند ۱۱۷ زمستان ۹۶: ۱-۱۲

به منظور مطالعه اثرات کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی و همچنین روش کاربرد آن بر عملکرد ذرت دانه ای رقم ۷۰۴، آزمایشی در سال ۹۴-۱۳۹۳ در بابل به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. تیمارها شامل تلفیق کودهای زیستی و شیمیایی در ۵ سطح (کود شیمیایی، کود شیمیایی + کود زیستی، ۵۰٪ کود شیمیایی + کود زیستی، ۲۵٪ کود شیمیایی + کود زیستی، کود زیستی) به عنوان فاکتور اول و روش کاربرد کود زیستی در ۳ سطح (بذر مال، آبیاری، بذر مال + آبیاری) به عنوان فاکتور دوم بود. نتایج آزمایش نشان داد که عملکرد و اجزای عملکرد تحت تاثیر مقادیر مختلف کود شیمیایی و کود زیستی معنی دار گردید. بیشترین عملکرد دانه در تیمار کود شیمیایی + کود زیستی (۱۱/۹۷۳ تن در هکتار) و کمترین عملکرد دانه در تیمار کود زیستی (۶/۰۲۳ تن در هکتار) به دست آمد. همچنین بیشترین و کمترین شاخص برداشت به ترتیب در تیمار کود شیمیایی و کود زیستی مشاهده شد. بیشترین تعداد دانه در ردیف بلال (۴۱/۳) مربوط به تیمار (۵۰ کود شیمیایی + کود زیستی) بود. بیشترین وزن هزار دانه در تیمار (کود شیمیایی + کود بیولوژیک) با مقدار ۳۹۴ گرم بود. روش کاربرد کود زیستی تاثیر معنی داری بر روی وزن هزار دانه نداشت با این حال بیشترین وزن هزار دانه در تیمار کاربرد کود به روش بذر مال + آبیاری با مقدار ۳۴۶/۶۷ گرم بوده است. در بین روش های کاربرد کود روش بذر مال + آبیاری نتایج مطلوب تری در مقایسه با دو روش دیگر نشان داد، هر چند اختلاف آنها معنی دار نبود. نتایج نشان داد کاربرد تلفیقی این منابع تولید ضمن افزایش عملکرد ذرت باعث کاهش قابل توجه مصرف کودهای شیمیایی می شود.

واژه های کلیدی: کود زیستی، کود شیمیایی، عملکرد، ذرت

مقدمه

برای غذای انسان و دام باعث شده است که ذرت به عنوان یک محصول راهبردی در نواحی معتدل و نیمه خشک معرفی شود (Biari et al., 2008). مقدار کاربرد کود نیتروژن در ذرت به راندمان عملکرد، حاصلخیزی خاک، میزان بارندگی، رژیم آبیاری، رطوبت خاک در هنگام کاشت در سیستم های دیم، گیاهان پیش کاشت، تراکم، رقم و زمان و روش کوددهی بستگی دارد (Gorbani, 2007). نیتروژن پرمصرف ترین عنصر غذایی است که مقدار مصرف آن از ۱/۳ میلیون تن در سال ۱۹۳۰ به بیش از ۸۵ میلیون تن رسیده است. کل مقدار مصرف P_2O_5 حدود ۳۵ میلیون تن و K_2O حدود ۲۳ میلیون تن در دنیا تخمین زده می شود. با این که کودهای شیمیایی در ۵۰ سال اخیر نقش عمده ای در افزایش عملکرد محصولات کشاورزی داشته اند، اما مشکلاتی که ایجاد نموده اند؛ باعث گردید، که اثرات مثبت آنها کاهش یافته و با بروز برخی پیامدهای منفی، کم رنگ شده است. اگر چه نیتروژن یک منبع محدودکننده نیست، اما تبدیل نیتروژن جوئی به کودهای نیتروژن، نیازمند مصرف سوخت های فسیلی است که علاوه بر محدود بودن این منابع، هزینه تولید این کودها نیز افزایش می یابد (Herzog et al., 2008). Vessy (2003) بیان کرد که کود زیستی ماده ای است که دارای ریزموجودات زنده ای است که زمانی که با بذر، سطح گیاه، یا خاک به کار می روند، منطقه رشد ریشه در خاک یا داخل گیاه را اشغال کرده و رشد گیاه را با تامین یا دسترسی برخی عناصر ضروری، تحریک می کنند. (Shaharona et al., 2006)

تغذیه صحیح گیاه یکی از عوامل مهم بهبود کمی و کیفی محصول است. در تغذیه گیاه، نه تنها باید هر عنصر به اندازه کافی در دسترس گیاه قرار بگیرد، بلکه ایجاد تعادل و رعایت تعادل عناصر غذایی از اهمیت زیادی برخوردار است. طی سالیان گذشته با مصرف بی رویه کودهای شیمیایی، به خصوص نیتروژن و فسفر و با رعایت نکردن تعادل عناصر غذایی در گیاه، خسارت های قابل توجهی به خاک و در نتیجه به کشاورزی کشور وارد شده است. در حال حاضر با وجود این که مصرف کودهای شیمیایی در ایران بالاتر از مصرف متوسط جهانی و معادل متوسط مصرف کود در کشورهای توسعه یافته است، ولی تولید در واحد سطح، عمدتاً به دلیل عدم آگاهی کشاورزان، عدم شناخت دقیق نیاز کودی گیاهان زراعی و عدم رعایت تعادل میان عناصر غذایی پر و کم مصرف، پایین تر از کشورهای توسعه یافته است (Tohidi Moghadam et al., 2007). ریزموجودات سودمند خاک یکی از عوامل تعیین کننده سلامت گیاه و حاصلخیزی خاک هستند، زیرا در چندین فرایند کلیدی، مانند کنترل زیستی عوامل بیماری زا، چرخش عناصر غذایی و استقرار گیاهچه شرکت دارند (Rosas et al., 2008). در سامانه های پایدار کشاورزی که کاربرد کودهای شیمیایی صنعتی محدود است، نقش سایر نهادهای تامین کننده تغذیه خاک و گیاه، مانند کودهای زیستی، اهمیت پیدا می کند (Lind et al., 2004). ذرت از مهم ترین غلات در جهان است. افزایش تقاضا

گزارش داد که اهمیت کودهای زیستی به دلیل تثبیت زیستی نیتروژن توسط آنها نیست. این محقق بیان کرد با این که باکتری‌های محرک رشد قادر به تثبیت نیتروژن مولکولی می‌باشند، این تثبیت ناچیز بوده و عمده تاثیر کودهای زیستی از طریق ترشح هورمون‌های محرک رشد به خصوص اکسین بوده که باعث افزایش تولید تارهای کشنده و در کل حجم کل ریشه شده که از این طریق موجب افزایش نفوذپذیری ریشه و همچنین افزایش جذب عناصر غذایی می‌شود. علاوه بر این، این باکتری‌ها از طریق تولید اسیدهای آلی باعث افزایش حلالیت عناصر غذایی گشته و به افزایش جذب عناصر غذایی بوسیله گیاه کمک می‌کند. (2009) *et al.* Aram گزارش کردند که مصرف کود آلی سبب افزایش عملکرد دانه، تعداد دانه در بلال، عملکرد دانه در تک بوته، تعداد دانه در ردیف و وزن هزار دانه به طور معنی داری شد. همچنین در پژوهش دیگری مشخص گردید که تلفیق کوه‌های شیمیایی و زیستی باعث تولید حداکثر عملکرد وزن خشک، شاخص سطح برگ و محتوای کلروفیل برگها در ذرت و سورگوم گردید (*Amujoyegbe et al.*, 2007). (2009) *et al.* Yazdani با کاربرد باکتری‌های محرک رشد و حل‌کننده فسفات به عنوان مکمل کودهای شیمیایی توانست وزن بلال، تعداد ردیف و تعداد دانه در ردیف و سرانجام عملکرد دانه ذرت را افزایش دهد. به احتمال زیاد مدت و فرصت حضور باکتری در خاک نقش مهمی در ظهور این اختلاف دارا می‌باشد (Oliverira et al. 2006). اهداف این

نشان دادند، کاربرد تلفیقی کود شیمیایی نیتروژن توانست تاثیر باکتری‌های سودوموناس را به طور قابل توجهی افزایش دهد و تولید ماده خشک را در مقایسه با شاهد ۵۸ درصد افزایش دهد. Yazdani *et al.* (۲۰۰۹) با کاربرد باکتری‌های محرک رشد و حل‌کننده فسفات در تلفیق با کود شیمیایی توانستند کاربرد کود فسفره را ۵۰ درصد بدون افت عملکرد دانه ذرت کاهش دهند.

باکتری‌های خاکزی محرک رشد گیاه (PGPR) از باکتری‌های آزادزی خاک هستند. این باکتری‌ها اغلب در نزدیکی یا حتی در داخل ریشه گیاهان دیده می‌شوند (Rasouli *et al.*, 2005). منطقه ریزوسفر معمولاً به لایه نازکی، یک الی سه میلی‌متر، از خاک اطراف ریشه گفته می‌شود که موجودات زنده آن از نظر کمی و کیفی تحت تاثیر فعالیت‌های ریشه، نظیر تنفس و ترشحات قرار دارند. PGPRها با تثبیت نیتروژن، ساخت و تولید زیدروفورهای کمپلکس‌کننده آهن، تولید هورمون‌های گیاهی نظیر اکسین‌ها و سیتوکینین‌ها، انحلال ترکیبات معدنی فسفات و رقابت با عوامل بیماری‌زای گیاهی (به واسطه تولید آنتی بیوتیک‌ها و ترکیبات قارچ کش)، رشد گیاهان را بهبود می‌بخشند. تحریک رشد گیاه به وسیله سویه‌های زیادی از باکتری‌های جنس *Azotobacter*، *Arthrobacter*، *Bacillus*، *Clostridium*، *Enterobacter*، *Hydrogenophaga*، *Serratia* و *Azospirillum* گزارش شده است (Rasouli *et al.*, 2005). Vessy (2003)

1- Plant Growth Promoting Rhizobacteria

تحقیق شناسایی راهکاری جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی و افزایش دسترسی عناصر تثبیت شده در خاک ، امکان کاربرد کودهای زیستی به عنوان جایگزین یا مکمل مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر است.

مواد و روش ها

به منظور مطالعه اثرات کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی و همچنین روش کاربرد آن بر عملکرد ذرت دانه ای رقم ۷۰۴، آزمایشی در سال ۹۴-۱۳۹۳ در مزرعه ای در بابل به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. خاک های این مناطق از لحاظ هدایت الکتریکی و pH نیز از وضعیت مناسبی برخوردار هستند، به طوری که میانگین هدایت الکتریکی خاک های منطقه بین ۵-۲ دسی زیمنس و pH آنها کمتر از ۷ است. ویژگی های خاک محل آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است.

از دو کود زیستی نیتروکسین (*Pseudomonas fluorescens*)، *Azotobacter*، *Azospirillum brasilense*، *chroococcum*، *Azospirillum lipiforme* و کود میکروبی فسفره (*Bacillus coagulans*) به ترتیب جهت تامین نیتروژن و فسفر مورد نیاز ذرت استفاده گردید. کود نیتروکسین حاوی باکتری های تثبیت کننده نیتروژن از قبیل *Pseudomonas*، *Azospirillum* و *Azotobacter* است و باکتری مورد استفاده در کود میکروبی فسفاته، *Bacillus coagulans* است. تیمارهای کودی عبارت بود از: کود شیمیایی (P₁) (A₁) ، کود شیمیایی و کود بیولوژیک (A₂)، ۵۰٪ کود شیمیایی + کود

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

مگنر (mg/kg)	Cu مس (mg/kg)	Zn روی (mg/kg)	Fe آهن (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	فسفر قابل جذب (ppm)	نیروژن کل Total N (%)	کربن آلی O.C (%)	درصد مواد چغنی T.N.V. شونده (%)	واکنش اشباع Soil saturated paste (pH)	هدایت الکتریکی Electrical conductivity (ds/m)	بافت خاک Soil texture
5	2	4	10	320	11	0.1	1.2	57	6.9	2.82	لومی شنی Sandy loam

از این کود زیستی، ۲۸۷ کیلوگرم در هکتار می باشد. کاربرد کودهای شیمیایی فسفره از منبع سوپر فسفات تریپل، به صورت پایه و در زمان کاشت بذور ذرت انجام گرفت. مقدار کاربرد کود شیمیایی نیتروژنه و فسفره در تیمارهای مختلف بسته به نسبت استفاده از کودهای شیمیایی، متفاوت می باشد. از کود شیمیایی پتاسیمی به دلیل بالا بودن پتاسیم قابل دسترس استفاده نگردید. زمین مورد در تاریخ ۳۱ فروردین ۱۳۹۳ توسط گاواهن شخم و بعد از زدن دو دیسک عمود بر هم جهت خرد کردن کلوخه‌ها، آماده کرت‌بندی شد. تسطیح زمین قبل از کرت‌بندی، در جهت شیب مزرعه و با لولر صورت گرفت. بعد از عملیات تهیه زمین و احداث کرت‌ها، مزرعه در تاریخ ۶ اردیبهشت ۱۳۹۳ کشت گردید. تعداد کرت‌های آزمایشی مجموعاً ۴۵ و ابعاد هر کرت ۸×۴/۵ متر بود. در هر کرت ۶ ردیف کاشت به فواصل ۷۵ سانتی‌متر بین ردیف و ۲۰ سانتی‌متر روی ردیف در نظر گرفته شد. برای جلوگیری از تداخل و آلودگی کودهای شیمیایی و باکتری‌ها دو خط به صورت نکاشت بین کرت‌های اصلی قرار گرفت و آب اضافی هر کرت توسط یک جوی خروجی از مزرعه خارج شد. کاشت به صورت دستی انجام گرفت. تلقیح و کشت بذور به دلیل بالا بودن درجه حرارت منطقه و کاهش اثرات سوء آن بر کودهای زیستی در اواخر روز و بعد از ظهر انجام گرفت و آبیاری اول مزرعه بلافاصله بعد از کشت انجام شد. دومین آبیاری ۳ روز پس از کشت و آبیاری‌های بعدی هر هفته یک بار انجام گرفت. آبیاری مزرعه بعد از بسته شدن

زیستی (A₃)، ۲۵٪ کود شیمیایی + کود زیستی (A₄)، کود زیستی کامل (نیتروکسین + کود میکروبی فسفات) (A₅). همچنین جهت تعیین بهترین روش کاربرد کود زیستی سه روش کاربرد بر اساس توصیه‌های کارخانه‌های سازنده کود زیستی به عنوان فاکتور دوم در نظر گرفته شد: کاربرد کود زیستی به صورت بذرمال در زمان کاشت (B₁)، کاربرد کود زیستی همراه با آب آبیاری (به صورت سرک و در زمان ۸ برگی گیاه) (B₂)، کاربرد تلفیقی بذرمال+آبیاری (به ترتیب ۵۰٪ مقدار توصیه شده به صورت بذرمال و ۵۰٪ دیگر در زمان ۸ برگی) (B₃). قبل از اعمال تیمارها، از عمق ۳۰ سانتی متری خاک مزرعه مورد مطالعه نمونه‌گیری، و میزان عناصر غذایی، ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی آن تعیین گردید. میزان نیاز کودی بر اساس نیاز غذایی ذرت و بر طبق نتایج آزمون خاک محاسبه گردید. بر همین اساس کود اوره به میزان ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار در سه نوبت (قبل از کاشت، ۸ برگی و ابتدای گلدهی) و کود فسفات تریپل به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به صورت پایه استفاده گردید. میزان کود نیتروکسین مورد استفاده، طبق توصیه‌های کارخانه سازنده ۲ لیتر در هکتار برای ذرت است. کود میکروبی فسفات به صورت گرانوله بوده و بهترین زمان کاربرد این کود همانند سایر کودهای شیمیایی فسفره به صورت پایه و همراه با کاشت بذر است. این کود محتوی ۱۶ درصد فسفر بوده که مقدار آن با توجه به نیاز ۱۰۰ کیلوگرم فسفر از منبع سوپر فسفات برای گیاه ذرت تعیین گردید. بعد از محاسبه مشخص گردید که مقدار استفاده

شامل وزن بلال، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، قطر بلال، وزن هزار دانه و وزن دانه در هکتار بوده است. تجزیه واریانس تمام مولفه ها با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد. مقایسه میانگین با آزمون چند دامنه ای دانکن و در سطح آماری ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج (جدول ۲) نشان داد که عملکرد و اجزاء عملکرد تحت تاثیر مقادیر مختلف کود شیمیایی و کود زیستی قرار گرفتند (در سطح احتمال ۱ درصد). با این وجود، روش های کاربرد کود زیستی اثر معنی داری بر صفات اندازه گیری شده نداشت. نتایج (جدول ۳) نشان داد که بیشترین عملکرد دانه (۱۱/۹۷ تن در هکتار) در تیمار A_2 (کود شیمیایی توصیه شده + کود زیستی) بدست آمد. کمترین عملکرد در تیمار A_3 (کاربرد کود زیستی) با مقدار ۶/۰۲ تن در هکتار بدست آمد. اختلاف معنی داری (۵ درصد) بین تیمارهای A_1 ، A_2 و A_3 مشاهده نشد اما با تیمار A_4 اختلاف معنی داری وجود دارد. نتایج این بررسی نشان داد که تلقیح ذرت با کودهای زیستی به همراه کود شیمیایی موجب شده تا عملکرد ذرت بهبود یابد. به عبارتی نتایج میانگین عملکرد نشان می دهد که کاربرد کود زیستی در ترکیب با کود شیمیایی در مقایسه با کاربرد کود زیستی اثرات معنی داری بر روی عملکرد و اجزاء عملکرد دارد. این آزمایش نشان داد که کاربرد کودهای زیستی ۵۰٪ مصرف کودهای شیمیایی را کاهش داد که از این طریق باعث کاهش اثرات مخرب این نهاده ها بر محیط زیست شده است. بین روش های مختلف کاربرد کود زیستی

کانوپی هر ۱۰ روز یک بار و در مرحله سخت شدن دانه ها هر ۱۵ روز یک بار انجام گرفت. آبیاری مزرعه ۲۵ روز قبل از برداشت به دلیل بارندگی و کاهش درجه حرارت هوا، قطع شد. نحوه آبیاری مزرعه مورد آزمایش به صورت نشتی بود. جهت کاهش رقابت درون گونه ای در مرحله ۳ برگی اقدام به وجین بوته های اضافه از طریق نیروی کارگری گردید. همچنین بعد از تنک و خاک دادن پای بوته ها آبیاری صورت گرفت. کنترل علف های هرز در ۳ نوبت و در مراحل ۴ برگی، ۸ برگی و قبل از گلدهی به صورت وجین دستی انجام گرفت. هر بار بعد از وجین آبیاری صورت گرفت. در این طرح به جز آفت کش دسیس (به علت طغیان کرم ساقه خوار، در مرحله ظهور بلال به مقدار ۱ لیتر در هکتار) از هیچ نوع سموم شیمیایی استفاده نگردید. برداشت در تاریخ ۳۰ شهریور ۱۳۹۳ انجام شد. جهت اندازه گیری عملکرد و اجزاء عملکرد موثر بر آن از هر کرت آزمایش ۲ خط کاشت انتخاب و تمام بلال ها و بوته های ذرت به صورت دستی برداشت گردید و پس از شمارش تعداد بلال در هر کرت، عملکرد کل تعیین گردید. همچنین جهت تعیین اجزاء عملکرد نظیر تعداد دانه در هر بلال، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در هر ردیف و وزن هزار دانه پس از انتخاب ۴۰ بلال از بلال های هر کرت میانگین هر کدام از موارد فوق به عنوان اجزاء عملکرد منظور گردید. اندازه گیری وزن هزار دانه نیز پس از بوجاری دقیق دانه ها و خشک کردن آنها در آون انجام گردید. پارامترهای اندازه گیری برای عملکرد و اجزای عملکرد

افزایش معنی دار تعداد ردیف دانه در بلال در مقایسه با کاربرد کودهای شیمیایی به تنهایی شده است. نتایج (جدول ۳) نشان می دهد که بیشترین تعداد دانه در ردیف بلال (۴۱/۳) مربوط به تیمار A_3 (۵۰٪ کود شیمیایی توصیه شده + کود زیستی) بود. اگرچه این تیمار تفاوت معنی داری با تیمارهای A_1 و A_2 در این قسمت نداشت. کمترین تعداد دانه در ردیف در تیمار کاربرد کود زیستی به با مقدار ۳۴/۹۰ دانه در ردیف بدست آمد. همانند دیگر اجزاء عملکرد، روش های مختلف کاربرد کود زیستی اثرات معنی داری بر روی میانگین تعداد دانه در ردیف بلال نداشت با این حال تلفیق روش های بذرمال و آبیاری اثرات به مراتب مطلوب تری بر روی تعداد دانه در متر مربع داشت (جدول ۳). نتایج نشان داد که تیمارهای A_1 ، A_2 و A_3 در مقایسه با دیگر تیمارها از وزن هزار دانه بیشتری برخوردار بودند. بیشترین وزن هزار دانه در تیمار A_2 با مقدار ۳۹۴ و کمترین آن در تیمار A_5 با ۲۷۵/۶۷ گرم بوده است. روش کاربرد کود زیستی تاثیر معنی داری بر روی وزن هزار دانه نداشت با این حال بیشترین وزن هزار دانه در تیمار کاربرد زیستی به روش بذرمال+آبیاری با مقدار ۳۴۶/۶۷ گرم بوده است (جدول ۳). نتایج این آزمایش نشان داد که حضور کود زیستی به همراه کود شیمیایی اثرات مطلوب تری را در مقایسه با کاربرد کود زیستی به تنهایی را بر روی وزن هزار دانه نشان می دهد. (1999) Gholami et al. نیز افزایش وزن هزار دانه را در حضور کودهای زیستی گزارش کردند. (2007) Gholami & Biari گزارش نمودند که با تلقیح

اختلاف معنی داری وجود نداشت (جدول ۳). با این حال کاربرد کود زیستی به صورت بذرمال و یا علاوه بر آن به همراه آب آبیاری نتایج مطلوب تری را از لحاظ عملکرد دانه نسبت به کاربرد کود زیستی، تنها از طریق آب آبیاری به همراه داشت. میانگین اثرات کاربرد کودهای شیمیایی و زیستی بر روی تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف و وزن هزار دانه در جدول ۳ آمده است. مصرف ترکیبی کودهای آلی و شیمیایی سبب افزایش عملکرد ذرت نسبت به مصرف مجزای کودهای شیمیایی از ۰/۸٪ به ۹/۴٪ گردید (Zhao and Zhou, 2011). نتایج نشان می دهد که کاربرد کود زیستی به همراه کود شیمیایی اثرات بارزی بر روی ویژگی های بلال گذاشته است. (Majidian et al. (2007 بیان کردند که کاربرد کود زیستی به همراه کود شیمیایی باعث افزایش قابل توجهی در وزن کل بلال، وزن چوب بلال، طول بلال، قطر بلال، تعداد دانه در هر ردیف بلال شده است. مقایسه میانگین (جدول ۳) نشان می دهد که کلیه تیمارهای سطوح کودی، اختلاف معنی داری از لحاظ تعداد ردیف دانه در بلال ندارند با این حال تیمارهای ۱۰۰٪ کود شیمیایی به تنهایی و در تلفیق با کود بیولوژیک به ترتیب با مقدار ۱۴ و ۱۴/۲ ردیف در بلال بیشترین، و تیمار A_5 با مقدار ۱۳/۸ عدد بوده و کمترین تعداد ردیف بلال را دارا می باشند که هیچ تفاوت معنی داری ندارند. بین روش های کاربرد کود زیستی هم از این نظر تفاوت معنی داری وجود نداشت. (Majidian et al (2007. گزارش دادند که تلفیق کودهای زیستی با کود شیمیایی باعث

با مقدار ۱۶/۲۷ تن در هکتار دارای کمترین مقدار می باشد. صفت شاخص برداشت نشان دهنده چگونگی توزیع مواد پرورده بین اندام های رویشی و دانه گیاه می باشد، بنابراین هر عاملی که مقادیر این توزیع را تغییر دهد، باعث تغییر در شاخص برداشت می شود (Majidian *et al.*, 2008). بالاترین میزان شاخص برداشت در تیمار کود شیمیایی به تنهایی با مقدار ۵۹/۲۸ و کمترین شاخص برداشت در تیمار کاربرد کود زیستی به تنهایی با مقدار ۴۰/۸۴ بدست آمد (جدول ۳). بین سایر تیمارها به جز تیمار A_4 و A_5 اختلاف معنی داری وجود نداشت. اختلاف معنی داری بین روش های مختلف کاربرد کود زیستی بر روی شاخص برداشت وجود نداشت. با این حال مصرف کود زیستی به صورت آب آبیاری + بذر مال شاخص برداشت کمتری نسبت به دو روش دیگر کاربرد کود زیستی دارا بود. احتمالاً بالا بودن عملکرد زیستی و افزایش مخرج کسر باعث شده است که این تیمار شاخص برداشت کمتری نسبت به دیگر تیمارها داشته باشد (Shaharoon *et al.*, 2006). تاثیر باکتری های *Pseudomonas* را بر وزن کل خشک ذرت را مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق حضور این باکتری ها در کشت گلدانی باعث افزایش ۲۲/۵ درصدی وزن خشک بوته ذرت در مقایسه با شاهد شد. (et al, 2005), Hamidi گزارش دادند که تلقیح بذور ذرت با چند نوع باکتری های محرک رشد منجر به افزایش معنی دار بیوماس گیاه ذرت در مقایسه با تلقیح به تنهایی آنها شده است. علت اصلی افزایش بیوماس در حضور کودهای زیستی و

ذرت با کودهای شیمیایی و زیستی موجب شد تا وزن هزار دانه به طور معنی داری افزایش یابد. نتایج (جدول ۳) نشان می دهد که وزن بلال به طور معنی داری تحت تاثیر سطوح مختلف کاربرد کود شیمیایی و زیستی قرار گرفت. حضور کود زیستی بویژه در تلفیق با کودهای شیمیایی باعث افزایش معنی دار وزن بلال شده است. بیشترین وزن بلال در تیمار A_2 با مقدار ۱۴/۰۷ تن در هکتار بدست آمد، هرچند که تفاوت معنی داری (سطح ۵ درصد) با تیمارهای A_1 و A_3 نداشت. کمترین وزن بلال در تیمار کاربرد کود زیستی به تنهایی با مقدار ۶/۵۱ تن در هکتار حاصل گردید. بین روش های کاربرد زیستی از نظر تاثیر بر وزن بلال اختلاف معنی داری وجود نداشت با این وجود تیمار روش کاربرد زیستی به شکل بذر مال + آبیاری با مقدار ۱۱/۲۸ تن در هکتار بیشترین و تیمار کاربرد کود زیستی به روش آبیاری با مقدار ۱۰/۶۸ تن در هکتار کمترین وزن بلال را داشتند (جدول ۳). جدول مقایسات میانگین (جدول ۳) نشان می دهد که تیمار A_4 با مقدار ۲۱/۲۳ تن در هکتار دارای بیشترین عملکرد بوده، اما تفاوت معنی داری با تیمار A_1 و A_3 به ترتیب با ۱۹/۳۵ و ۲۰/۶۷ تن در هکتار نداشت. در این آزمایش تیمار کاربرد کود زیستی به تنهایی با مقدار ۱۴/۷ تن در هکتار دارای کمترین عملکرد زیستی بود. جدول مقایسات میانگین (جدول ۳) نشان می دهد که بین انواع روش کاربرد کود زیستی اختلاف معنی داری وجود ندارد با این حال تیمار روش بذر مال و آبیاری دارای بیشترین مقدار عملکرد زیستی (۱۷/۱۸ تن در هکتار) و روش آبیاری

شیمیایی افزایش تعداد برگ های بوته، ارتفاع بوته، قطر ساقه و در نهایت عملکرد دانه می باشد.

نتیجه گیری

نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه (۱۱/۹۷ تن در هکتار) در تیمار کود شیمیایی توصیه شده + کود زیستی بدست آمد. کمترین عملکرد در تیمار کاربرد کود زیستی با مقدار ۶/۰۲ تن در هکتار بدست آمد. همچنین بیشترین تعداد دانه در ردیف بلال (۴۱/۳) مربوط به تیمار ۵۰٪ کود شیمیایی توصیه شده + کود زیستی بود و بالاترین میزان شاخص برداشت در تیمار کود شیمیایی به تنهایی با مقدار ۵۹/۲۸ و کمترین شاخص برداشت در تیمار کاربرد کود زیستی به تنهایی با مقدار ۴۰/۸۴ بدست آمد. به طور کلی نتایج نشان داد که کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی و زیستی ضمن افزایش عملکرد ذرت، به عنوان یک راهکار مدیریتی موثر جهت کاهش قابل توجه مصرف کود شیمیایی پیشنهاد می گردد.

جدول ۲ - جدول تجزیه واریانس بر صفات اندازه گیری شده در ذرت

Table 2. Analysis of variance of experimental factors for the measured traits in maize

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی d.f	عملکرد دانه Grain yield	تعداد ردیف دانه در بلال Kernel row number per cob	تعداد دانه در ردیف بلال Grain numbers per row	وزن هزار دانه 1000-seed weight	وزن بلال Cob weight	عملکرد زیستی Biological yield	شاخص برداشت Harvest index
تکرار Replication	2	1.277	0.582	5.373	2662.333*	15219.858	56793.241	24.744
(A) نوع کود Fertilizer type	3	77.831**	0.034	94.973**	17047.444**	826254.615**	1430893.493**	340.933**
(B) روش Application method	2	0.600	0.020	1.862	369.777	8186.352	22027.722	22.548
(A×B) روش × کود Fertilizer type × Application method	6	1.411	0.006	1.410	695.888	14403.888	25710.355	7.852
خطا Error	16	3.224	0.232	1.529	579.708	44516.025	53.32.104	10.114
CV%		19.5	3.4	3.2	7	19.2	13.8	5.838

* و ** به ترتیب در سطح ۵٪ و ۱٪ معنی دار است.

*and** are significant at %5 and %1 probability levels, respectively.

جدول ۳ - مقایسه میانگین تاثیر سطوح مختلف کود زیستی و کود شیمیایی بر صفات ذرت

Table 3. Mean Comparison for the effect of biological and chemical fertilizers on maize traits

شاخص برداشت Harvest index(%)	عملکرد زیستی Biological yield(t.ha ⁻¹)	وزن بلال Cob weight (t.ha ⁻¹)	وزن هزار دانه 1000-seed weight(gr)	تعداد دانه در ردیف بلال Grain numbers per row	تعداد ردیف دانه در بلال Kernel row number per cob	عملکرد دانه Grain yield(t.ha ⁻¹)	تیمار Treatment
سطوح کودی							
Fertilizer level							
59.28a	19.35a	13.26a	378.67a	40.53a	14a	11.483a	A ₁
56.30a	21.23a	14.07a	394.44a	40.73a	14.24a	11.973a	A ₂
56.2a	20.67a	13.71a	387.89a	41.30a	13.92a	11.622a	A ₃
50.98b	15.7b	7.72b	301.67b	35.10c	13.82a	8.023b	A ₄
40.84c	14.7c	6.51c	257.67c	34.90c	13.80a	6.023	A ₅
روش کاربرد							
Application method							
56.18a	16.4a	10.94a	334.22a	37.92a	13.94a	9.316a	B ₁
54.16a	16.27a	10.68a	343.11a	37.88a	13.89a	8.911a	B ₂
53.06a	17.18a	11.28a	346.67a	38.69a	13.58a	9.319a	B ₃

A₁ = کود شیمیایی ، A₂ = کود شیمیایی + کود زیستی ، A₃ = ۵۰٪ کود شیمیایی + کود زیستی ، A₄ =

= ۲۵٪ کود شیمیایی + کود زیستی ، A₅ = کود زیستی . B₁ = بذرمال ، B₂ = آبیاری B₃ = بذرمال + آبیاری

A₁ = Chemical fertilizer, A₂ = Chemical fertilizer+biological fertilizer,

A₃ = 50% recommended chemical fertilizer rate+biological fertilizer,

A₄ = 25% recommended chemical fertilizer rate+biological fertilizer,

A₅ = Biological fertilizer. B₁ = Seed coating with biofertilizer, B₂ = Biofertilization ,

B₃ = Seed coating with biofertilizer +biofertilization

**تیمارهای با حروف مشترک در سطح احتمال ۵٪ از لحاظ آماری اختلاف معنی داری وجود ندارد.

Mean values with common letters are not statistically significant at the 5% probability .

References

- Amujoyegbe, B. Y., Opbode , J. T. and Olayinka , A. 2007. Effect of organic and inorganic fertilizer on yield and chlorophyll content of maize (*Zea mays* L.) and sorghum *Sorghum bicolor* (L.) Moench). *African Journal of Biotechnology*, 6 (16): 1869-1873.
- Aram, sh., Faramarzi, A., Farbodi, M. and Khorshidi-Benam, M.B. 2009. Effect of animal manure levels and planting date on yield Components of sweet corn yield in Mianeh. *Journal of Agricultural Sciences*, Islamic Azad University, Tabriz Branch, 3 (12): 1-11 (In Persian with English Summary).
- Biari, A., Gholami, A. and Rahmani, H. A. 2008. Growth promotion and enhanced nutrient uptake of maize by application of plant growth promoting rhizobacteria in arid region of Iran. *Journal of Biological Sciences*, 8(6):1015-1020.
- Gholami, A., and Biari, A. 2007. Effect of priming seed strains Azotobacter and Azospirillum on growth characteristics, yield and yield components of corn. The second national conference on ecological agriculture, Iran, Gorgan. Gorgan University, p. 349 -338 (In Persian with English Summary).
- Gholami, A., et al. 1999. Assess the impact of different types of application of vascular mycorrhizal fungi on the growth characteristics of maize. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 3: 47-45 (In Persian with English Summary).
- Gorbani, H. 2007. A review of biological fertilizers in Iran and their role in protecting the environment and public health. The second national conference on ecological agriculture of Iran, p. 3905 -3919 (In Persian with English Summary).
- Hamidi, A., Ghalavand, A., Dehghan Shoar, M., Malakooti, M.J., Asgharzade, A., and Choukan, R. 2005. The effects of plant growth promoting bacteria (PGPR) on yield of forage maize. *Research and Construction*, 70: 22-16 (In Persian with English Summary).
- Herzog, F., Prasuhn, V., Spiess, E., and Richner, W. 2008. Environmental cross-compliance mitigates nitrogen and phosphorus pollution from Swiss agriculture. *Environmental Science & Policy*, 11: 655-668.
- Lind, K., Lafer, G., Schloffer, K., Innerhoffer, G., and Meister, H. 2004. Organic fruit growing. CABI publishing, Wallingford, UK, pp. 281.
- Majidian, M., Ghalavand, A., Kamkar, A.A., and Karimian, N. 2007. Effect of drought stress, nitrogen fertilizer and organic fertilizer at different growth stages on agronomic characteristics of corn. Iran is the second national conference on ecological agriculture of Iran, Gorgan University, p. 3108-3099 (In Persian with English Summary).

- Majidian, M., Ghalavand, A., Karimian, N. and Kamkar Haghighi, A. A. 2008. Effects of moisture stress, nitrogen fertilizer, manure and integrated nitrogen and manure fertilizer on yield, yield components and water use efficiency of SC704 corn. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 45: 417-433. (In Persian with English Summary).
- Oliverira. A., De Canuto, E.L., Urquiaga, S., Reis, V.M., and Baldani, J.I. 2006. Yield of micropropagated sugarcane varieties in different soil types following inoculation with diazotrophic bacteria. *Plant Soil*, 284: 23-32.
- Rasouli, M.H., Khavazi, K., and Malakooti, M.J. 2005. Optimum Nutrition's role in the secretion of siderophore to improve the uptake of micronutrient fertilizers, Technical Publication No. 307, the Office of Media planning by extension, Tehran, Iran (In Persian with English Summary).
- Rosas, S. B., Avanzini, G., Carlier, E., Pasluosta, C., Pastor, N., and Rovera M. 2008. Root colonization and growth promotion of wheat and maize by *Pseudomonas aurantiaca* SR1. *Soil Biology & Biochemistry*, xxx: 1-5.
- Shaharoon, B., Arshad, M., Zahir, A.Z., and Khalid, A. 2006. Performance of *Pseudomonas* spp. containing ACC-deaminase for improving growth and yield of maize (*Zea mays* L.) in the presence of nitrogenous fertilizer. *Soil Biology & Biochemistry*, 38:2971-2975.
- Tohidi Moghadam, H.R., Nasri, M., Paknejad, F., Ranjbarzade, R. 2007. Biofertilizers strategy to reduce the use of chemical fertilizers in the cultivation of soybeans. Iran is the second national conference on ecological agriculture, Iran, Gorgan, Gorgan University, p. 1434 -1423 (In Persian with English Summary).
- Vessy, K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil*, 255: 571-586.
- Yazdani, M., Bahmanyar, M.A., Pirdashti H., and Esmaili M.A. 2009. Effect of phosphate solubilization microorganisms and plant growth promoting rhizobacteria on yield and yield components of corn. *Periodical World Academy of Science, Engineering and Technology*, 37: 90-92.
- Zhao, J., and Zhou, L. (2011). Combined Application of Organic and Inorganic Fertilizers on Black Soil Fertility and Maize Yield. *Journal of Northeast Agricultural University* (English Edition), 18(2)29-24:.

Effects of integrated application of biological and chemical fertilizers and their application method on yield and yield components of grain maize (*Zea Mays* L.)

H.Zahedi^{1*},

1. Assistant Professor, Department of Agriculture and Integrated Cropping Research Center, Eslamshahr Branch, Islamic Azad University, Eslamshahr, Iran. (Corresponding author)

Received: February 2017 Accepted: April 2018

Extended Abstract

Zahedi, H., Effects of integrated application of biological and chemical fertilizers and their application method on yield and yield components of grain maize (*Zea Mays* L.)

Applied Research in Field Crops Vol 30, No. 4, 2017 1-3: 1-12(in Persian)

Introduction: Proper plant nourishment is one of the important factors in improving yield quality and quantity. When feeding plants, it is necessary not only to provide them with adequate nutritional elements but also there is a great need to maintain the balance of nutrients in plants. Over the years with the indiscriminate use of chemical fertilizers, especially nitrogen and phosphorus, and failure to comply with nutrient balance, considerable damage has been inflicted upon agricultural lands (Tohidi Moghadam et al., 2007). Soil beneficial microorganisms are one of the determining factors for plant health and soil productivity, as they are involved in several key processes, such as biological control of pathogens, nutrient rotation and seedling establishment (Rosas et al., 2008). Biological fertilizer is a substance which contains microorganisms that, when applied to seed, plant surface or soil, occupies rhizosphere or enters inside plant, thereby stimulating growth through supplying plants with some essential nutrients. The aim of this investigation was to find a way to decrease the consumption of chemical fertilizers and increase the availability of soil nutrients as well as to explore the possibility of the application of biofertilizers as replacement or complementary for nitrogen and phosphorus fertilizers.

Email address of the corresponding author: hzahedi2006@gmail.com

Materials and Methods: The experiment was carried out as factorial based on completely randomized block design with three replications using grain corn (SC.704) at a farm in Amol in the crop year 2015-2016. Two biological fertilizers, nitroxin containing nitrogen-fixing bacteria, such as *Pseudomonas*, *Azospirillum* and *Azotobacter*) and phosphorus bacteria fertilizer (*Bacillus coagulans*) were respectively used to supply the corn plant with nitrogen and phosphorus. The fertilizer treatments included: chemical fertilizers (N and P) (A_1), chemical and biological fertilizers (A_2), 50% recommended chemical fertilizer rate and biological fertilizer (A_3), 25% recommended chemical fertilizer rate and biological fertilizer (A_4) and full application of biological fertilizers (nitroxin and phosphorus bacteria) (A_5). The second factor was three application methods consisting of coating of seed with biofertilizers at the sowing time (B_1), application of biofertilizers along with irrigation (biofertilization) (post-emergence application when the corn had 8 leaves) (B_2) and the seed-coating treatment in combination with biofertilization (50% of the recommended amount of biofertilizer in seed coating and the remaining 50% when the corn had 8 leaves, respectively) (B_3). The statistical analysis was conducted using SAS software and means were compared by Duncan test at 5% probability level.

Results and Discussion: The results showed that the corn yield and yield components were significantly affected by different rates of chemical and biological fertilizers ($P \leq 1\%$), however, the application method of biological fertilizer had no significant impact on the measured traits. The greatest corn grain yield ($11.97 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) was obtained from A_2 treatment (chemical fertilizer + biofertilizer). A_5 treatment (application of chemical fertilizer) gave the lowest yield of $6.02 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. The highest number of grains per cob (41.3) was achieved by the application of 50% chemical fertilizer + biofertilizer. The highest 1000-seed weight (394 gr) was associated with the treatment A_2 . Gholami and Biari (2007) reported that inoculation with biofertilizer together with use of chemical fertilizer led to a considerable increase in corn 1000-seed weight. The use of biofertilizer, especially in combination with chemical fertilizer resulted in a significant increase of cob weight so that the highest cob weight ($14.07 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) was observed in A_2 treatment, though it was not statistically different from A_1 and A_3 treatments at 5% probability level. The sole application of biofertilizer produced the lowest weight of cob ($6.51 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Treatment A_4 exhibited the highest biological yield of $21.23 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ followed by A_3 ($20.67 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) and A_1 ($19.35 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) treatments, which fell within the same statistical group. The sole use of chemical fertilizer produced the highest harvest index (59.28) and the lowest value for this parameter (40.84) was detected in the treatment where biofertilizer was applied alone. No statistical differences existed for harvest index between

different fertilizer application methods, however, biofertilization +coating of corn seed with biofertilizer (B₃) resulted in less harvest index than B₁ and B₂ treatments.

Conclusion: Our results indicated that the combined application of chemical and biological fertilizers resulted in a significant reduction in the consumption of chemical fertilizers, while increasing corn yield.

Keywords: biofertilizer, chemical fertilizer, yield, maize

References

- Rosas, S. B., Avanzini, G., Carlier, E., Pasluosta, C., Pastor, N., and Rovera M. 2008. Root colonization and growth promotion of wheat and maize by *Pseudomonas aurantiaca* SR1. *Soil Biology & Biochemistry*, xxx: 1-5.
- Tohidi Moghadam, H.R., Nasri, M., Paknejad, F., Ranjbarzade, R. 2007. Biofertilizers strategy to reduce the use of chemical fertilizers in the cultivation of soybeans. Iran is the second national conference on ecological agriculture, Iran, Gorgan, Gorgan University, p. 1434 -1423 (In Persian with English Summary).
- Gholami, A., and Biari, A. 2007. Effect of priming seed strains *Azotobacter* and *Azospirillum* on growth characteristics, yield and yield components of corn. The second national conference on ecological agriculture, Iran, Gorgan. Gorgan University, p. 349 -338 (In Persian with English Summary).