

اثر باکتری‌های آزوسپیریلیوم و ازتوباکتر بر عملکرد و اجزای عملکرد جو در سطوح مختلف کود گاوی

منیر دهمرده^۱، عیسی خمیری^۲، مهدی دهمرده^{۳*} و احمد اصغرزاده^۴
۱. دانشجوی کارشناسی ارشد آگرواکولوژی، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، پردیس خودگردان، دانشگاه زابل
۲ و ۳. استادیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
۴. استادیار، مؤسسه تحقیقات خاک و آب
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۴/۲ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۲/۱۱/۳۰)

چکیده

برای بررسی تأثیر کود دامی و کودهای زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد جو، آزمایشی در مزرعه آموزشی- پژوهشی پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل سال ۱۳۹۱ به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل سه سطح مصرف کودهای دامی (فقدان کاربرد کود دامی)، ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار و چهار سطح مصرف کود زیستی (فقدان کاربرد کود زیستی)، آزوسپیریلیوم، ازتوباکتر و ترکیب آزوسپیریلیوم و ازتوباکتر بودند. بر پایه نتایج به دست آمده سطوح مختلف مصرف کود دامی بر ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد سنبله و تعداد دانه در سنبله گیاه تأثیر معناداری داشت. اثر تیمارهای کود زیستی بر ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در گیاه، وزن هزار دانه، عملکرد اقتصادی، بیولوژیک و شاخص برداشت معنادار بود. بررسی اثر متقابل فاکتورها نشان داد که بیشترین عملکرد اقتصادی ۲۶۳۶/۶۶ کیلوگرم در هکتار با مصرف همزمان ۲۰ تن در هکتار کود دامی و مخلوط کود زیستی آزوسپیریلیوم با ازتوباکتر به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد ۹/۹ درصد افزایش داشت. نتایج این آزمایش نشان داد که مصرف تلفیقی کودهای دامی و زیستی، نسبت به مصرف جداگانه آنها ممکن است بر افزایش و اجزاء عملکرد جو نقش مؤثری داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: طول سنبله، کود دامی، کودهای زیستی، عملکرد اقتصادی.

مقدمه

زیستی به صورت تلفیقی شرایط مناسب رشد گیاه را فراهم می‌کند؛ طوری که، نه تنها هیچ‌گونه اثر سازش‌ناپذیری بین آنها وجود ندارد بلکه مکمل همدیگرند. کودهای آلی با تولید هوموس، عوارض نامطلوب کودهای شیمیایی را کاهش و کارایی مصرف کود را افزایش می‌دهند. کودهای زیستی با افزایش فعالیت باکتری‌های افزایش‌دهنده رشد گیاه تأثیر کودهای آلی و شیمیایی را بر تولیدات کشاورزی افزایش می‌دهند (Zahang et al., 1998; Shata et al., 2007). چندی است که به استفاده از کودهای آلی و بیولوژیک، روشی برای نیل به سوی کشاورزی پایدار توجه می‌شود. در مجموع کودهای زیستی، موادی جامد، نیمه‌جامد یا مایع حاوی ریزجانداران زنده یا فرآورده‌های آنها هستند

سلامت محصولات تولیدشده در روش‌های مختلف از نظر وجود بقایای سموم و مواد شیمیایی و تأثیر آنها بر سلامت انسان و محیط زیست، توجه ویژه‌ای را به روش‌های تولید و نهاده‌های به‌کاررفته در تولید برانگیخته است (Wallace, 2001). مشکلات زیست‌محیطی ناشی از کاربرد کودهای شیمیایی، انرژی و هزینه‌های تولید و تأثیر مخربی که بر چرخه زیستی و خودپایداری بوم نظام‌های زراعی دارند از یک سو و تأمین غذای کافی با کیفیت مناسب برای جمعیت روزافزون جهان از سویی دیگر تجدیدنظر در روش‌های افزایش تولید محصولات زراعی را ضروری کرده است (Ghalavand et al., 2006). به نظر می‌رسد مصرف کود آلی، کود شیمیایی و کود

بیولوژیک و دامی بر خصوصیات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد گیاه جو بررسی و تجزیه و تحلیل شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل واقع در ۳۵ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان زابل اجرا شد. ارتفاع این منطقه از سطح دریا ۴۸۱ متر و درجه و درجه و ۴۱ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۵۴ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. براساس آمار هواشناسی، این منطقه جزء اقلیم خشک و بسیار گرم با میانگین بارندگی سالانه ۶۳ میلی‌متر و متوسط دمای حدود ۲۳ درجه سانتی‌گراد با حداکثر ۴۹ درجه سانتی‌گراد و حداقل ۷- درجه سانتی‌گراد است. قبل از کشت برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه، از عمق ۰-۳۰ سانتیمتری نمونه برداری شد و بافت خاک، لومی شنی و pH آن ۸/۲ به دست آمد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های تصادفی در سه تکرار، روی گیاه جو اجرا شد. عامل اول با کود دامی در سه سطح بدون کود، ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار کود دامی (گاوی با میزان نیتروژن ۱/۲ درصد) و عامل دوم با ۴ سطح کود زیستی شامل شاهد فقدان کاربرد کود (C)، آزوسپیریلیوم (Azo)، ازتوباکتر (Aze) و مخلوط آزوسپیریلیوم و ازتوباکتر (Azo+Aze) در نظر گرفته شد. آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک، ایجاد کرت‌هایی به طول ۲/۵ و عرض ۲ متر، افزودن کودهای شیمیایی پایه نیتروژن، فسفر و پتاسیم به نسبت ۱۰۰:۱۰۰:۵۰ و کود دامی در مه‌راه انجام شد. بذر مصرفی از گونه نوما و از مرکز تحقیقات کشاورزی زابل تهیه و پس از تلقیح با باکتری با جمعیت 10^8 ، ۲۴ ساعت قبل از کاشت خیس‌انده شد. جو با تراکم ۲۵ بوته در مترمربع (فاصله بین بوته‌ها ۲ و فاصله بین ردیف‌ها ۲۰ سانتی‌متر) کاشته و بلافاصله آبیاری شد. باکتری استفاده‌شده از مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور بخش تحقیقات بیولوژی خاک تهیه شد. ویژگی‌های بررسی‌شده در این تحقیق شامل ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد سنبله در گیاه، تعداد دانه در سنبله، عملکرد اقتصادی، عملکرد بیولوژیک، وزن هزار دانه و

که در ارتباط با تأمین زیستی نیتروژن یا فراهم‌کردن فسفر، گوگرد و سایر عناصر غذایی به‌ویژه ریزمغذی‌ها در خاک فعالیت می‌کنند. در صورت مصرف این میکروارگانیسم‌ها در اطراف ریشه یا درون گیاه، با تشکیل کلونی و با افزایش تأمین عناصر غذایی موجب افزایش رشد و نمو گیاه می‌شوند (Amoaghaie & Mostajeran, 2007). در منابع متعدد به اثر مثبت کودهای آلی بر گسترش و ترکیب جوامع میکروبی، فون و فلور خاک و نیز تشدید فرآیندهای متابولیکی، داخل خاک، ریشه و شاخ و برگ گیاهان تأکید شده است (Rai, 2006). گروهی از این ریزموجودات شامل باکتری‌های محرک رشد و تثبیت‌کننده نیتروژن از جمله *Azospirillum sp* و *Azotobacter sp*، که با ریشه گروهی از گیاهان از جمله سورگوم همیار بود، امروزه توجه ویژه‌ای به آنها معطوف شده است (Tilak et al., 2005). براساس گزارش کوهن و همکاران (Cohen et al., 1980)، وزن خشک اندام‌های هوایی ذرت در اثر تلقیح بذر با باکتری آزوسپیریلیوم افزایش می‌یابد. طبق بیان مالیک و همکاران (Malik et al., 2002)، تلقیح بذر برنج با آزوسپیریلیوم موجب افزایش عملکرد ۱۸-۳۲ درصدی در شرایط گلخانه و مزرعه شده است. الخولی و گوما-El (Kholly & Gomaa, 2000) نیز نشان دادند که کاربرد کودهای زیستی همراه با کاهش ۵۰ درصدی مصرف مقادیر توصیه شده کودهای شیمیایی درباره‌ی ارزن موجب افزایش عملکرد شده است. Ofosu-Anim & Leitch (2009) بیان کردند که کاربرد کود آلی باعث افزایش عملکرد جو بهاره می‌شود، همچنین بین کودهای آلی، کود گاوی بیشترین تأثیر را بر عملکرد جو بهاره دارد. Halil et al. (2010) در بررسی کشت مخلوط جو و ماشک بیان کردند که با کاربرد ۴۰ تن در هکتار کود گاوی عملکرد در کشت مخلوط افزایش می‌یابد. آنها در نتایج خود اشاره کردند در صورتی که هدف از کشت مخلوط، بهبود کیفیت عناصر غذایی علوفه باشد بهتر است از ۲۰ تن در هکتار کود گاوی استفاده شود. با توجه به ضرورت انجام تحقیقات بیشتر در خصوص پاسخ گیاهان زراعی به کاربرد مواد آلی و کودهای بیولوژیک و نیز بررسی امکان جایگزینی کودهای شیمیایی با این ترکیب‌ها، در این آزمایش اثر کودهای

میانگین تیمارها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن با سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

ارتفاع بوته در این پژوهش به‌طور معناداری متأثر از تیمارهای کود دامی و کودهای زیستی قرار گرفت (جدول ۱). همچنین اثر متقابل مثبت و معناداری بین تیمار کودهای زیستی و کود دامی مشاهده شد (جدول ۱). بیشترین ارتفاع بوته (۹۸/۵۴ سانتی‌متر) مربوط به تیمار ۲۰ تن در هکتار کود دامی و کمترین ارتفاع بوته (۸۲/۳۳ سانتی‌متر) مربوط به تیمار ۳۰ تن در هکتار بود (جدول ۲).

شاخص برداشت بود. اندازه‌گیری صفات در پایان فصل رشد گیاه جو یعنی اردیبهشت ماه، هنگامی‌که بذرها در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی بودند، انجام شد.

بدین صورت که در هر کرت نمونه‌گیری از دو ردیف وسط و پس از حذف آثار حاشیه‌ای در سطح یک مترمربع انجام گرفت. ارتفاع بوته از ناحیه طوقه تا انتهای‌ترین بخش ساقه با متر سنجیده شد. در ادامه پس از جداکردن بوته‌ها از سطح زمین و کدگذاری، به آزمایشگاه منتقل شد. پس از خشک‌کردن در آون با دمای ۷۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت، وزن خشک بوته اندازه‌گیری شد. برای تجزیه و تحلیل آماری این پژوهش، نرم‌افزار آماری SAS استفاده شد و

جدول ۱. تجزیه واریانس عملکرد اقتصادی و شاخص های زراعی جو در تیمارهای کود دامی و زیستی

S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS)							
			ارتفاع بوته plant High	طول سنبله spike length	تعداد سنبله در گیاه Number of spike	تعداد دانه در سنبله Number of seed	وزن هزار دانه Weight of 1000 seed	عملکرد اقتصادی Economical yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index
Replication	تکرار	۲	۴۰.۸ ^{ns}	۰.۷۵ ^{ns}	۰.۰۴۵ ^{ns}	۷۹.۰۸ ^{ns}	۵.۵۸ ^{ns}	۷۴۶۲.۱۵ ^{ns}	۲۵۲۴۷.۳۴ ^{ns}	۰.۰۰۲۲ ^{ns}
Manure (A)	کود دامی	۲	۴۱۳.۵۷ ^{**}	۴.۲۱ ^{**}	۰.۴۴ ^{**}	۴۶.۵۸ [*]	۵۴.۷۵ ^{ns}	۱۰۵۲۶.۵ ^{ns}	۲۹۳۲۹.۰۷ ^{ns}	۰.۰۰۲۵ ^{ns}
Bio fertilizers (B)	کود زیستی	۳	۶۵۳.۵۱ ^{**}	۴.۴۳ ^{**}	۰.۷۲ ^{**}	۱۰۹۴.۸ ^{**}	۲۸۳۹۵ ^{**}	۲۷۰۹۸.۰ [*]	۲۱۵۷۰.۱۲ ^{**}	۰.۰۰۰۴ ^{ns}
(A×B)	کود دامی×کود زیستی	۶	۲۳۶.۸۴ ^{**}	۶.۶۹ ^{**}	۰.۰۸ ^{**}	۱۴۷.۵۴ ^{**}	۴۱.۱۲ ^{ns}	۶۳۰۱۰.۹ ^{ns}	۹۶۱۷۸.۲۲ [*]	۰.۰۰۰۸۳ [*]
Error	خطا	۲۲	۲۰.۲۸	۰.۴۶	۰.۰۲۷	۳۶.۸۱	۲۵.۰۶	۸۵۰۶.۹۳	۲۳۷۶۷.۷۲	۰.۰۰۰۳۰
C.V(%)	ضریب تغییرات	-	۱.۵۵	۹.۱۴	۳.۸۲	۱۲.۵۹	۱۳.۸	۳.۵۶	۳.۰۴	۳.۹۷

ns: غیر معنی‌دار

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۲. مقایسه میانگین عملکرد اقتصادی و شاخص های زراعی جو در تیمارهای کود دامی و زیستی

Treatments	تیمارهای آزمایش	ارتفاع بوته High plant (cm)	طول سنبله length spike	تعداد سنبله Number of spike (cm)	تعداد دانه در سنبله Number of seed	وزن هزار دانه Weight of 1000 seed	عملکرد اقتصادی economical yield (kg.h ⁻¹)	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index
کود دامی Organic Manure									
Control	شاهد	۹۴.۰۰b	۷.۷۰a	۴.۴۳a	۴۸.۴۱a	۳۴.۰۸a	۲۵۵۵.۴a	۵۹۴۰.۹a	۴۳.۰a
20 ton/h ⁻¹	۲۰ تن در هکتار	۹۸.۵۴a	۷.۸۳a	۴.۴۹a	۵۰.۱۰a	۳۵.۸۳a	۲۶۱۳.۰a	۵۹۹۶.۵a	۴۳.۶a
30 ton/h ⁻¹	۳۰ تن در هکتار	۸۲.۳۳c	۶.۷۵b	۴.۱۳b	۴۶.۰۸a	۳۸.۳۳a	۲۵۹۶.۶a	۵۸۹۷.۹a	۴۴.۰a
LSD _{0.05}		۱.۲۰	۰.۵۷	۰.۱۴	۱.۷۲۰	۴.۲۳	۷۸.۰۹	۱۵۳.۳	۰.۱۴
کود زیستی bio fertilizer									
Control	شاهد	۷۵.۰۰d	۷.۲۷b	۴.۰۳c	۳۷.۶۶c	۲۹.۷۷c	۲۵۰۹.۱۵b	۵۷۶۶.۶۷c	۴۳.۵۰a
Azo	آروسپیریلیوم	۹۰.۵۵c	۶.۵۰c	۴.۲۶b	۴۴.۰۰b	۳۳.۷۷bc	۲۵۹۵.۳ab	۶۰۰۶.۴ab	۴۳.۱۰a
Azt	ازتوباکتر	۹۸.۵۰b	۸.۰۰a	۴.۴۰b	۴۷.۴۴b	۳۷.۸۸b	۲۶۱۷.۷۸a	۵۸۸۲.۴bc	۴۴.۵۰a
Azo+Azt	آروسپیریلیوم+ازتوباکتر	۱۰۲.۴a	۷.۹۴a	۴.۷۱a	۶۳.۵۵a	۴۲.۸۸a	۲۶۳۱.۳۰a	۶۱۲۵.۰۰a	۴۳.۱۰a
LSD _{0.05}		۱.۳۹	۰.۵۱۰	۰.۱۶۲	۱.۶۳۰	۴.۸۹	۹۰.۱۷	۱۷۷.۰	۰.۱۶

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند.

۲۰ تن در هکتار کود دامی همچنین ترکیب آزوسپیریلیوم و ازتوباکتر بیشترین میزان ارتفاع بوته (۱۰۶/۶۶ سانتی‌متر) را داشت (جدول ۳).

Dahmardeh (2012) در بررسی کودهای شیمیایی و کودهای آلی بر ارتفاع چای ترش بیان کرد که بیشترین ارتفاع بوته در تیمار ترکیب ۲۰ تن کود مرغی با ۲۰ تن کود شترمرغی به‌دست آمد. (2007) Swaefy *et al.* تأثیر مثبت کودهای آلی را بر ارتفاع گیاه بیان کردند.

با کاربرد کودهای زیستی، ارتفاع بوته افزایش یافت و بیشترین ارتفاع (۱۰۲/۴۴ سانتی‌متر) در تیمار ترکیب آزوسپیریلیوم و ازتوباکتر مشاهده شد که با سایر تیمارها اختلاف معناداری داشت (جدول ۲). درخصوص اثر کودهای زیستی بر افزایش ارتفاع بوته باید گفت که این تأثیر احتمالاً ناشی از افزایش جذب عناصر غذایی، به‌ویژه فسفر و نیتروژن و تأثیر آن بر بهبود فتوسنتز و در نتیجه افزایش رشد بوته است. مقایسه میانگین اثر متقابل کود دامی و کودهای زیستی نشان داد که تیمار

جدول ۳. مقایسه میانگین عملکرد اقتصادی و شاخص های زراعی جو در اثر متقابل تیمارهای کود دامی و زیستی

کود دامی Manure	کود زیستی Bio fertilizer	ارتفاع بوته High plant (cm)	طول سنبله spike length	تعداد سنبله Number of spike (cm)	تعداد دانه در سنبله Number of Number of	وزن هزار دانه Weight of 1000 seed	عملکرد اقتصادی economic yield (kg.h ⁻¹)	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	
0 ton/h ⁻¹	C	شاهد	۸۸.۶۶e	۷.۵۰bc	۳.۹۳d	۴۱.۶۶c	۳۰.۰۰c	۲۳۹۷.۴b	۵۸۱۹.۴ b	۴۱.۰b
20 ton/h ⁻¹	Azo	آزوسپیریلیوم	۹۶.۰۰d	۶.۵۰cd	۴.۱۶bc	۳۹.۰۰c	۳۱.۰۰c	۲۶۰۶.۱a	۵۸۸۶.۱ b	۴۴.۰a
	Azt	ازتوباکتر	۹۹.۵۰c	۷.۶۶b	۴.۳۶ab	۴۶.۶۶c	۳۷.۳۳bc	۲۶۳۵.۵a	۵۸۵۵.۵ b	۴۵.۰a
	Azo+Azt	آزوسپیریلیوم+ازتوباکتر	۱۰۶.۶a	۹.۵۰a	۴.۵۶a	۷۵.۳۳a	۴۸.۰۰a	۲۶۳۶.۶a	۶۴۵۸.۳ a	۴۱.۰b
30 ton/h ⁻¹	Azo	آزوسپیریلیوم	۸۴.۶۲f	۸.۳۳b	۴.۰۰cd	۴۴.۶۶c	۳۷.۶۶bc	۲۵۸۷.۷a	۵۹۱۱.۶ b	۴۳.۰a
	Azt	ازتوباکتر	۹۷.۶۶cd	۶.۵۰cd	۴.۱۶bc	۴۶.۳۳c	۴۲.۶۶ab	۲۶۰۸.۳a	۵۹۲۷.۷ b	۴۴.۰a
	Azo+Azt	آزوسپیریلیوم+ازتوباکتر	۱۰۲.۶۶b	۵.۵۰d	۴.۰۰cd	۶۱.۰۰b	۴۰.۶۶ab	۲۶۳۴.۴a	۵۹۷۷.۷ b	۴۴.۰a
LSD 0.05			۲.۴۱	۱.۱۵	۰.۲۸۱	۱۰.۲۷	۸.۴۷	۱۵۶.۲	۳۰۶.۵	۰.۰۲۹

هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری در ندارند.

طول سنبله

طول سنبله متأثر از کود دامی قرار گرفت، طوری که بیشترین طول سنبله از تیمار ۲۰ تن در هکتار کود دامی (۷/۸۳ سانتی‌متر) به‌دست آمد (جدول ۲). با استفاده از کودهای زیستی، طول سنبله نیز افزایش یافت و بیشترین طول مربوط به تیمار تلقیح بذری با باکتری ازتوباکتر بود (جدول ۲). همچنین اثر متقابل تیمار کود آلی و کودهای زیستی بر طول سنبله معنادار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد که تیمار ۲۰ تن در هکتار کود دامی با ترکیب آزوسپیریلیوم و ازتوباکتر، بیشترین طول سنبله (۹/۵ سانتی‌متر) را داشت (جدول ۳). Amoaghai & Mostajeran (2007) معتقدند که اثر هورمونی القا شده در گیاه با

تثبیت‌کننده‌های نیتروژن (ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم) ممکن است مستقیماً تغییراتی در مورفولوژی ساقه گیاهان تلقیح‌شده (قطورشدن ساقه، افزایش شاخه و برگ و تعداد سرشاخه‌های گلدار) ایجاد کند یا با افزایش رشد ریشه و به تبع آن افزایش زمینه دسترسی به آب و املاح، رشد بیشتر بخش هوایی گیاه را ممکن سازد.

تعداد سنبله در گیاه

تأثیر مصرف کود دامی بر تعداد سنبله در بوته معنادار شد (جدول ۱). بیشترین تعداد سنبله (۴/۴۹) با تیمار ۲۰ تن در هکتار کود دامی بود. کودهای زیستی نیز تأثیر معناداری بر تعداد سنبله در گیاه داشتند (جدول ۱). با مصرف تیمار ترکیب آزوسپیریلیوم و ازتوباکتر

پاکدل و همکاران (۱۳۹۰) نشان دادند که تیمارهای کود زیستی عملکرد بیشتری نسبت به تیمار بدون استفاده از کود زیستی داشته و از بین اثرات متقابل دوگانه و سه گانه فقط اثر متقابل گونه در کود زیستی بر تعداد سنبله در مترمربع معنادار شده و سایر آثار بر صفات بررسی شده معنادار نبودند. نتایج کلی آزمایش نشان داد، بیشترین عملکرد مربوط به تیمار مخلوط کود زیستی و گونه وریناک و کمترین عملکرد مربوط به فقدان مصرف کود زیستی و گونه چمران بوده است.

وزن هزار دانه

براساس نتایج تجزیه واریانس مصرف کودهای زیستی تأثیر معنادار داشت اما کود دامی و اثر متقابل آنها بر وزن هزار دانه اختلاف معناداری را نشان ندادند (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین سطوح کودهای دامی، بیشترین مقدار (۳۸/۳۳ گرم) مربوط به تیمار ۳۰ تن در هکتار کود دامی بود که با سایر تیمارها تفاوت معناداری نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های کاربرد کودهای زیستی بر وزن هزار دانه نیز نشان داد که بیشترین مقدار (۴۲/۸۸ گرم) در تیمار ترکیب آروسپیریلیوم و ازتوباکتر به دست آمد (جدول ۲). براساس مقایسه میانگین اثر متقابل کود دامی و کودهای زیستی نیز بیشترین مقدار وزن هزار دانه (۴۸ گرم) با مصرف ۲۰ تن در هکتار کود دامی با ترکیب آروسپیریلیوم و ازتوباکتر است (جدول ۳). Idris (2003) نیز اثر مثبت باکتری ازتوباکتر را بر وزن هزار دانه گندم تأیید کرد. به نظر می‌رسد کاربرد کودهای زیستی باعث توسعه ریشه و فراهم کردن شرایط برای جذب عناصر غذایی می‌شود و در نهایت باعث افزایش فتوسنتز خواهد شد.

عملکرد اقتصادی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای مختلف کود دامی و اثر متقابل کود دامی و زیستی بر عملکرد اقتصادی معنادار نبود، اما مصرف کودهای زیستی بر عملکرد اقتصادی در سطح ۵ درصد معنادار بود (جدول ۱). بیشترین مقدار عملکرد اقتصادی (۲۶۱۳/۰۶ کیلوگرم در هکتار) از تیمار کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود دامی به دست آمد که اختلاف معناداری با سایر تیمارها

بیشترین مقدار سنبله در بوته (۴/۷۱) حاصل شد (جدول ۲). اثر متقابل تیمارهای مختلف کود دامی و کودهای زیستی بر تعداد سنبله در گیاه معنادار بود (جدول ۱). بالاترین تعداد سنبله در گیاه با کاربرد ۲۰ تن کود دامی با ترکیب آروسپیریلیوم و ازتوباکتر (۴/۵۶) به دست آمد که با سایر تیمارها اختلاف معناداری داشت (جدول ۳). برخی محققان بیان کردند که ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه بر تسهیم و تخصیص مواد فتوسنتزی بر اندام‌های مختلف گیاه تأثیر می‌گذارند. Del Amora *et al.* (2008) گزارش کردند که محدودیت در ذخیره نیتروژن بیش از تلقیح با آروسپیریلیوم و *Pantoea sp.* سبب تولید ترکیب‌های فنولی در برگ‌ها و میوه فلفل شیرین شد.

تعداد دانه در سنبله

نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن است که مصرف کود دامی، کودهای زیستی و اثر متقابل آنها بر تعداد دانه در سنبله تأثیر معناداری نداشته‌اند (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین سطوح کودهای دامی، بیشترین تعداد دانه در سنبله (۵۰/۱) مربوط به تیمار ۲۰ تن در هکتار کود دامی بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های کاربرد کودهای زیستی بر تعداد دانه در سنبله نیز نشان داد که بیشترین تعداد (۶۳/۵۵) در تیمار ترکیب آروسپیریلیوم و ازتوباکتر به دست آمد (جدول ۲). در این زمینه Abdelaziz *et al.* (2007) درباره کاربرد کودهای زیستی گزارش کردند که استفاده از تثبیت‌کننده‌های نیتروژن (ازتوباکتر و آروسپیریلیوم)، افزایش معناداری را بر تعداد گل و شاخه در گیاه دارویی رزماری سبب می‌شود. Swaefy *et al.* (2007) نیز بیان کردند، افزایش تعداد گل و شاخه‌ها می‌تواند ناشی از ایجاد تعادل در جذب عناصر غذایی و آب در محیط ریشه و اثر مفید این باکتری‌ها بر آنزیم‌های حیاتی و هورمون‌ها و آثار محرک آنها بر رشد گیاه باشد، که این درباره کود زیستی نیتروکسین مشاهده شد. مقایسه میانگین اثر متقابل کود دامی و کودهای زیستی نیز نشان داد که بالاترین تعداد دانه در سنبله (۷۵/۳۳) با مصرف ۲۰ تن در هکتار کود دامی با ترکیب آروسپیریلیوم و ازتوباکتر است (جدول ۳).

عملکرد بیولوژیک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان‌دهنده اثر معنادار تیمارهای کود زیستی و اثر متقابل کود دامی و زیستی بر عملکرد بیولوژیک بود (جدول ۱). در این زمینه احتمالاً افزودن کود دامی به خاک با بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی خاک، ضمن ایجاد بستری مناسب برای رشد ریشه و فراهم‌کردن عناصر غذایی ضروری گیاه، شرایط افزایش رشد و متعاقب آن تولید ماده خشک را فراهم کرده است. همچنین مقایسه میانگین تیمار کودهای زیستی بیانگر وجود اختلاف معناداری بین آنهاست، به نحوی که عملکرد بیولوژیک در تلقیح بذرها با ترکیب آزوسپیریلیوم و ازتوباکتر (۶۱۲۵ کیلوگرم در هکتار) نسبت به شاهد ۳ درصد افزایش داشته است (جدول ۲). به نظر می‌رسد کاربرد ترکیب آزوسپیریلیوم و ازتوباکتر با جذب بیشتر نیتروژن سبب افزایش رشد پیکره رویشی و تولید ماده خشک در گیاه می‌شود که شرایط بهبود در عملکرد بیولوژیک آن را فراهم کرده است. مقایسه میانگین اثر متقابل دو عامل کود دامی و کودهای زیستی نیز اختلاف معناداری داشت طوری که عملکرد بیولوژیک در تیمار کاربرد ۲۰ تن کود دامی با ترکیب آزوسپیریلیوم و ازتوباکتر (۶۴۵۸/۳ کیلوگرم در هکتار) بسیار افزوده شد (جدول ۳).

شاخص برداشت

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان‌دهنده فقدان اختلاف معنادار بین تیمارهای کود دامی و کودهای زیستی از نظر شاخص برداشت بود (جدول ۱). بیشترین شاخص برداشت (۴۴ درصد) در تیمار ۲۰ تن در هکتار کود دامی مشاهده شد. همچنین بیشترین شاخص برداشت در کاربرد کودهای زیستی از تیمار ازتوباکتر (۴۴/۵ درصد) حاصل شد. به عقیده Gaur (2001)، کودهای بیولوژیک توانایی بسیاری در جبران کمبود نیتروژن و فسفر خاک دارند. طبق این گزارش، واکنش شاخص برداشت کلزا در تلقیح با ازتوباکتر در مقایسه با شاهد ۴ درصد بود. مقایسه میانگین‌های اثر متقابل مصرف کود دامی و کودهای زیستی نشان داد که کاربرد

نشان نداد. کمترین مقدار عملکرد اقتصادی (۲۵۵۵/۴۷ کیلوگرم در هکتار) مربوط به شاهد بود (جدول ۲). کود دامی از مهمترین منابع انرژی و مواد غذایی اکوسیستم خاک به‌شمار می‌رود و با بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک باعث افزایش عملکرد محصول می‌شود (Koochaki et al., 1997). نتایج تحقیقات (Ahmadian et al., 2004) در بررسی اثر مصرف کود دامی بر کمیت و کیفیت عملکرد زیره سبز نیز نشان داد که تعداد چتر در بوته، تعداد بذر در گیاه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد اقتصادی به‌طور معناداری متأثر از تیمار کود دامی افزایش یافت. بین سطوح تیمار کودهای زیستی نیز اختلاف معناداری مشاهده شد. بیشترین عملکرد اقتصادی (۲۶۳۱/۳۰ کیلوگرم در هکتار) از تیمار ترکیب آزوسپیریلیوم و ازتوباکتر به‌دست آمد (جدول ۲).

در این باره می‌توان گفت که به‌دنبال کاربرد ترکیب آزوسپیریلیوم و ازتوباکتر، باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن با تولید ویتامین‌ها، محرک‌های رشد، افزایش رشد ریشه و افزایش سرعت جذب آب و عناصر غذایی باعث بهبود عملکرد اقتصادی شدند. مقایسه میانگین اثر متقابل کود دامی و کودهای زیستی بر عملکرد اقتصادی نشان داد که بالاترین عملکرد اقتصادی (۲۶۳۶/۶۶ کیلوگرم در هکتار) با کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود دامی با ترکیب آزوسپیریلیوم و ازتوباکتر است (جدول ۳).

Sharifi Ashorabadi (1999) با بررسی مقادیر مختلف کودهای دامی، شیمیایی و کاربرد همزمان آنها در گیاه رازیانه بیان کرد که کاربرد کود دامی موجب افزایش ۷۸ درصد و کودهای شیمیایی ۶۴ درصد افزایش محصول رازیانه شدند. درحالی که به‌کارگیری همزمان آنها تولید را تا ۱۲۲ درصد افزایش داد. Jahan et al. (2010) بیان کردند که کاربرد همزمان کود دامی و کودهای زیستی ممکن است سبب افزایش عملکرد و خصوصیات کیفی کدوی پوست‌کاغذی شود. Majidiyan et al. (2008) بیان کردند که با کاربرد همزمان کودهای شیمیایی و دامی، علاوه بر کاهش مصرف کودهای شیمیایی و بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک، عملکرد دانه بهتری حاصل شد.

جذب عناصر غذایی در گیاه، شرایط برای رشد گیاه را فراهم می‌کند. از طرفی کودهای دامی باعث افزایش معنادار مواد آلی خاک می‌شوند و قابلیت جذب روی، مس، آهن، پتاسیم و نیتروژن خاک را افزایش می‌دهند (Rezaei Nejad & Afioni, 2000). همچنین با افزایش کود دامی، عملکرد، غلظت و جذب کل نیتروژن به‌طور معناداری افزایش می‌یابد. با توجه به نتایج آزمایش، به نظر می‌رسد مدیریت کودی خاک با کود دامی و کودهای زیستی یک موضوع مهم در کشاورزی ارگانیک است. با توجه به نقش مهم کودهای زیستی در خصوص بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و حاصلخیزی خاک (Rezaei Nejad & Afioni, 2000) به نظر می‌رسد تأمین سطوح مناسب این مواد در خاک برای دستیابی به حداکثر عملکرد لازم است. هرچند استفاده از کودهای آلی نسبت به کودهای معدنی هزینه بیشتری دارند، ولی مصرف آنها به دلیل آثار بلندمدتی که بر بهبود ویژگی‌های خاک، تأمین عناصر غذایی کم‌مصرف و پرمصرف و حفظ ویژگی‌های بیولوژیکی خاک دارند از لحاظ اقتصادی توجیه‌پذیر است و هزینه تهیه و استفاده از این کودها را جبران و بنابراین استفاده متوالی و بهینه از زمین‌های کشاورزی را امکان‌پذیر می‌کند.

تیمار ۲۰ تن در هکتار کود دامی و مصرف ازتوباکتر بیشترین شاخص برداشت (۴۵ درصد) را دارد (جدول ۳). براساس نتایج کلی این پژوهش در بیشتر صفات بررسی شده، مدیریت تلفیقی منابع کود دامی و زیستی در گیاه جو برتری بیشتری نسبت به کاربرد جداگانه هر یک از آنها دارد. کود دامی پس از متلاشی شدن به تأمین عناصر غذایی خاک کمک کرده و در نقش منبع انرژی برای موجودات زنده عمل می‌کند. به این ترتیب پویایی جمعیت و تنوع میکروارگانیسم‌های خاک را افزایش می‌دهد و سبب افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک (CEC) می‌شود و با جذب بیشتر عناصر غذایی از آبشویی آنها جلوگیری می‌کند؛ همچنین با بهبود ساختمان خاک، سرعت نفوذ آب را افزایش می‌دهد و از نوسان‌های شدید pH خاک نیز جلوگیری می‌کند (Rezaei Nejad & Afioni, 2000). کودهای دامی قادرند اکثر نیازهای غذایی ماکرو و میکرو گیاهان را تأمین کنند. افزایش فعالیت آنزیمی و میکروبی خاک از دیگر نتایج استفاده از کودهای دامی است. مجموعه این عوامل باعث افزایش عملکرد می‌شود. عملکرد اقتصادی جو در تلفیق کودهای زیستی با کود دامی بیشتر از کاربرد جداگانه هر یک از آنها بود. به نظر می‌رسد کود دامی به دلیل بهبود خواص فیزیکی خاک و افزایش

REFERENCES

1. Abdelaziz, M., Pokluda R. & Abdelwahab, M. M. (2007). Influence of compost, microorganisms and NPK fertilizer upon growth, chemical composition and essential oil production of *Rosmarinus officinalis* L. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici cluj- Napoca*, 35, 86-90.
2. Ahmadian, A., Ghanbari, A. & Galavi, M. (2004). The effect of consume manure on yield, yield index and quality of cumin. In: *proceeding of Abstract article 2th Drug plant*. Shahed university of Tehran.
3. Amoaghaie, R. & Mostajeran, A. (2007). *Symbiosis (plant and bacteria cooperation)*. Esfahan University press. 237P.
4. Cohen, E., Okon, Y., Kigel, J., Nur I. & Henis. Y. (1980). Increase in dry weight and total nitrogen content in *Zea mays* and *setaria italica* associated with nitrogen-fixing *Azospirillum*. *Plant Physiology*, 66, 746-749.
5. Dahmardeh, M. (2012). Effect of mineral and organic fertilizers on the growth and calyx yield of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). *African Journal of Biotechnology*, 11(48), pp: 10899-10902.
6. Del Amora, F. M., Serrano-Martinez, A., Fortea, M. I., Leguac P. & Nunez-Delgado, E. (2008). The effect of plant-associated bacteria (*Azospirillum* and *Pantoea*) on the fruit quality of sweet pepper under limited nitrogen supply. *Scientia Horticulturae*, 117, 191-196.
7. El-Kholy, M. A. & Gomaa A. M. (2000). Biofertilizers and their impact on forage yield and N-content of millet under low level of mineral fertilizers. *Annuals Agricultural Science*, 38(2), 813-822.
8. Gaur, A. C. (2001). Effects of Azotobacterization in presence of fertilizer nitrogen in the yield of canola (*Brassica napus* L.): field experiment. *Indian Society of Soil Science*, 41, 50-54.

9. Ghalavand, R., Hamidi, A., DehghanShoar, A., Malakooti, M., Asgharzadeh, M. J. & Chokan, A. (2006). Application of biofertilizer (biologic) ecological guideline for sustainable agriculture. *Proceedings of the Crop Science Congress*. Aborihan paradis, Tehran University.
10. Halil, Y., Gunes, A., Dasci, M., Turan, M. & Serin, Y. (2010). The Effects of Solid, Liquid and Combined Cattle Manure Applications on the Yield, Quality and Mineral Contents of Common Vetch and Barley Intercropping Mixture. *Ekoloji*, 19, 75. Pp: 71-81.
11. Idris, M. (2003). Effect of integrated use of Mineral, organic N and Azotobacter on the yield, yield components and N-nutrition of wheat (*Triticum aestivum*). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 6, 539-543
12. Jahan, M., Nasiri Mahalati, M., Salari, M. D. & Ghorbani, R. (2010). Effect of application of manure and bio-fertilizers on Quantitative and Qualitative Characteristics of Medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo* L). *Journal of Crop Science*, 8(4), Pp: 726- 737.
13. Koocheki, A., Nakh Foroosh, A. & Zarif Ketabi, H. (1997). *Organic farming*. Publications Ferdowsi University of Mashhad. 331P.
14. Majidiyan, M., Ghalavand, A., Karimiyani, N. & Kamgar Haghghi, A. A. (2008). Effects of water stress, nitrogen fertilizer, manure and integrated nitrogen and manure on yield, yield components and water use efficiency of SC 704 Corn. *Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 45. Pp, 417-432.
15. Malik, K. A., Bally, R. & Kennedy, I. R. (2002). The Role of Plant-associated Beneficial Bacteria in Rice-Wheat Cropping System, In: Biofertilizers in Action, Rural Industries. *Research and Development Corporation*, Canberra, 73-83.
16. Ofosu-Anim, J. & Leitch, M. (2009). Relative efficacy of organic manures in spring barley (*Hordeum vulgare* L.) production. *Australian Journal of Crop Science*, 3(1),13-19.
17. Pakdel, M., Maleki, A., Normohamadi, GH. & Fazel, S. (2011). Effects of *Azotobacter* and *Pseudomonas* on yield and yield components in bread wheat under normal and drought stress. *Research in Agricultural Science*, 3(11), pp: 107- 121.
18. Rai, M. K. (2006). *Handbook of Microbial Biofertilizers*. Haworth Press Inc., NY, USA. ISBN: 978-1-56022-269-9.
19. Rezaei Nejad, Y. & Afioni, M. (2000). Effect of organic matter on soil chemical properties, yield and nutrient uptake by maize. *Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 4(4). Pp: 19-27.
20. Sharifi Ashorabadi, A. (1999). Effects of soil fertility in agricultural ecosystems. Ph.D Thesis of agronomy. Islamic Azad University, *Science and Research*, P 252.
21. Shata, S. M, Mahmoud, A. & Siam, S. (2007). Improving calcareous soil productivity by integrated effect of intercropping and fertilizer. *Reacerch Journal of Agriculture and Biological Science*, 3(6), 733-739.
22. Swaefy Hend, M. F., Weaam, R. A., Sabh, A. Z. & Ragab, A. A. (2007). Effect of some chemical and biofertilizers on peppermint plants grown in sandy soil. *The Journal of Agricultural Science*, 52(2), 451-463.
23. Tilak, K. V. B. R., Ranganayaki, N., Pal, K. K., De, R., Saxena, A., Shekhar Nautiyal, C., Tripathi, A. K. & Johri, B. N. (2005). Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. *Current Science*, 89, 136-150.
24. Wallace, J. (2001). *Organic Field Crops Handbook*. Pub. Canadian Organic Growers. Ottana, Ontario.
25. Zahang, H., Smeal, D. & Tomko, J. (1998). Nitrogen fertilizer value of feedlot manure for irrigated corn production. *Journal of Plant Nutriation Soil Science*, 2, 287-296.