



علوم محیطی سال نهم، شماره دوم، زمستان ۱۳۹۰
ENVIRONMENTAL SCIENCES Vol.9, No.2, Winter 2012

۳۰-۵۲

تأثیر کودهای زیستی و سبز (گندم زمستانه) در ترکیب با منبع تلفیقی نیتروژن (شیمیایی-دامی) بر خصوصیات کمی و کیفی آفتابگردان

ساناز شوقی کلخوران^۱، امیر قلاوند^{۲*}، سید علی محمد مدرس ثانوی^۳

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

۲- دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

۳- استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۱/۱۶

تاریخ دریافت: ۸۹/۷/۴

Effects of Bio Fertilizer and Green Manure (Winter Wheat) in Combination with Integrated Nitrogen Sources (Chemical-Farmyard Manure) on Quantitative and Qualitative Characteristics of Sunflower (*Helianthus annuus* L.)

Sanaz Shoghi Kalkhoran,¹ Amir Ghalavand² and Seyed Ali Mohammad Modares Sanavi³

1-MSc. graduate of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University

2-Associate Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University

3- Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University

Abstract

In order to study the quantitative and qualitative characteristics of sunflower (Alestar hybrid) under the effects of bio fertilizer and winter wheat as a green manure, in combination with the integrated nitrogen sources (chemical-farmyard manure, FYM), an experiment was carried out on experimental farm at the Faculty of Agriculture of Tarbiat Modares University in Tehran (Iran) during 2008. The experimental design was a split plot in a randomized complete blocks design with three replications in which seven fertilizer treatments, namely F₁ (100% FYM), F₂ (75% FYM + 25% chemical), F₃ (50% FYM + 50% chemical), F₄ (25% FYM + 75% chemical), F₅ (100% chemical), F₆ (50% FYM + 50% chemical + green manure) and F₇ (75% FYM + 25% chemical + green manure), were randomized to the main plot units and two levels of bio fertilizer I₁ (inoculation) and I₀ (control) to the sub-plot units. The results revealed that for grain and biological yield, yield components in integrated systems was significantly more than in organic and chemical systems. The highest grain yield (3034.5 kg/ha), head weight (90.06 g), head diameter (19.40 cm), 1000 seed weight (67.99 g) and seed number in head (925.5) were obtained in the F₆ treatment (F₆>F₃>F₄>F₇>F₂>F₅>F₁). Inoculation of bio fertilizer improved the grain yield and yield components, oil and protein content and the oil quality of sunflower compared with untreated plants. Saturated fatty acids decreased significantly, while unsaturated fatty acids (linoleic acid and oleic acid) increased in response to raising the organic manure and using bio fertilizer.

Keywords: Sunflower, Integrated nutrition systems, Bio fertilizer, Green manure, Nitrogen.

چکیده

به منظور بررسی خصوصیات کمی و کیفی آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) تحت تأثیر کود زیستی و گندم زمستانه به عنوان کود سبز در ترکیب با منبع تلفیقی نیتروژن (شیمیایی-دامی)، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس تهران اجرا گردید. این آزمایش به صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. عامل اصلی ۷ سطح کود شامل: F₁ (۱۰۰ درصد دامی)، F₂ (۲۵ درصد شیمیایی و ۷۵ درصد دامی)، F₃ (۵۰ درصد شیمیایی و ۵۰ درصد دامی)، F₄ (۷۵ درصد شیمیایی و ۲۵ درصد دامی)، F₅ (۱۰۰ درصد شیمیایی)، F₆ (کود سبز و ۵۰ درصد شیمیایی و ۵۰ درصد دامی)، F₇ (کود سبز و ۲۵ درصد شیمیایی و ۷۵ درصد دامی) و تیمار با باکتری‌های افزایش‌دهنده رشد (ازتوباکتر و آزوسپریلوم) به عنوان عامل فرعی در ۲ سطح شامل: I₁ (بذرهای تلقیح شده) و I₀ (بذرهای تلقیح نشده) بود. نتایج به دست آمده نشان داد که عملکرد دانه، بیولوژیک و اجزای عملکرد به طور معنی داری در سیستم‌های تغذیه تلفیقی بیشتر از سایر سیستم‌های شیمیایی و آلی بود. تیمار F₆ در بین تیمارهای سیستم تغذیه عملکرد دانه (۳۰۳۴/۵ کیلوگرم در هکتار)، وزن طبق (۹۰/۰۶ گرم)، قطر طبق (۱۹/۴۰ سانتی متر)، وزن هزار دانه (۶۷/۹۹ گرم) و تعداد دانه در طبق (۹۲۵/۵) بیشتری را به خود اختصاص داد (F₆>F₃>F₄>F₇>F₂>F₅>F₁). تلقیح بذر با باکتری‌های افزایش‌دهنده رشد موجب بهبود اجزای عملکرد، عملکرد دانه و بیولوژیک، درصد پروتئین و روغن و بهبود کیفیت روغن آفتابگردان در مقایسه با تیمار شاهد شد. با افزایش سهم کود دامی در سیستم‌های مختلف تغذیه و با استفاده از کود زیستی باکتریایی، میزان اسیدهای چرب اشباع به طور معنی داری کاهش و اسیدهای چرب غیر اشباع (اولئیک و لینولئیک) افزایش یافتند.

واژه‌های کلیدی: آفتابگردان، سیستم‌های تغذیه تلفیقی، کود زیستی،

کود سبز، نیتروژن.

مقدمه

کود دامی و شیمیایی این امکان را فراهم می‌سازد که در دوره‌های ابتدایی رشد گیاهان، کود شیمیایی عناصر غذایی لازم را در اختیار گیاه قرار دهد (Ming-gang *et al.*, 2008). یکی دیگر از موارد کاربرد کودهای آلی استفاده از کودزیستی در زراعت گیاهان زراعی می‌باشد، کودهای زیستی با استفاده از ظرفیت‌های طبیعی موجودات مفید خاکزی تهیه می‌شوند و تولید آن‌ها علاوه بر صرفه اقتصادی، به لحاظ رعایت جنبه‌های زیست‌محیطی نیز بسیار با ارزش است (Cook, 2007). استفاده از کودهای زیستی حاوی باکتری‌های افزاینده رشد به جای کودهای شیمیایی موجب فراهم کردن مواد غذایی برای گیاه و افزایش رشد آن می‌شود (Dey *et al.*, 2004). یکی دیگر از راه‌های افزایش ماده آلی خاک استفاده از کود سبز در تناوب زراعی می‌باشد. کود سبز، به حفظ نیتروژن و سایر عناصر غذایی، و در برخی موارد به تجمع آن‌ها در خاک کمک می‌نماید، لذا مانع تلفات در نتیجه آبشویی می‌شود. همچنین کود سبز علاوه بر کنترل فرسایش از طریق پوشش‌دهی خاک، در کنترل آفات و علف‌های هرز نیز مؤثر است (Baldwin and Creamer, 2006). به طور کلی می‌توان گفت که کشت گیاهان پوششی زمستانه در حاصلخیزی خاک و افزایش عملکرد در تولید محصولات بهاره مؤثر بوده و می‌تواند یکی از راه‌های نیل به کشاورزی پایدار به خصوص در کشور ما که خاک‌های زراعی عموماً دارای مواد آلی بسیار ناچیزی هستند، محسوب گردد. در این راستا، تلاش شده است به عنوان یک نگرش کلی به گیاهان پوششی و کاربرد آن‌ها به منظور یافتن روش‌های

آفتابگردان یکی از عمده‌ترین دانه‌های روغنی در جهان می‌باشد که به دلیل مناسب بودن نیازهای زراعی، عملکرد بالای روغن، بالا بودن ارزش غذایی و فقدان عوامل ضد تغذیه‌ای، سطح زیر کشت آن افزایش یافته است (Kazi *et al.*, 2002). ژنوتیپ، محیط و مدیریت زراعی، تعیین‌کننده محصول نهایی گیاهان زراعی هستند. عناصر غذایی از جمله این عوامل محسوب می‌شوند. نیتروژن معمولاً مهم‌ترین عامل محدود کننده رشد آفتابگردان می‌باشد اما مصرف بیش از حد آن باعث کاهش درصد روغن دانه، برهم زدن تعادل اسیدهای آمینه در دانه‌ها و افزایش سطح برگ در گیاه می‌شود (Rabinson, 1995). هزینه زیاد و نیز تأثیر نامطلوب منابع شیمیایی بر محیط‌زیست و کیفیت محصولات کشاورزی منجر به رویکرد کاهش مصرف آن‌ها شده است. نیتروژن، پرمصرف‌ترین نهاده شیمیایی کشاورزی است اما با توجه به مشکلات زیست‌محیطی ناشی از کاربرد بی‌رویه آن، استفاده از جایگزین‌های مناسب از جمله کودهای آلی ضروری به نظر می‌رسد (Kennedy *et al.*, 2004). کود دامی، یکی از منابع آلی نیتروژن است که علاوه بر نقش تغذیه‌ای، دارای اثرات مفید بر خواص فیزیکی خاک از جمله افزایش نفوذپذیری خاک، کاهش جرم مخصوص خاک، افزایش نگهداری آب در خاک، افزایش فعالیت میکروبی خاک می‌باشد (Hornic, 1988). نیاز نیتروژنه گیاهان با استفاده از کودهای دامی کمتر از کودهای شیمیایی در یک سال مصرف این کودها فراهم می‌گردد (Eghball and Power, 1999) و ترکیب

مفید برای تلفیق آن‌ها با سایر نهاده‌ها پرداخته شود. بنابراین از اهداف این آزمایش به منظور حصول عملکرد بالا و با کیفیت مطلوب، ارزیابی سیستم‌های مختلف تغذیه گیاه بوده که با تاثیرگذاری بر طول دوره رشد رویشی و زایشی گیاه و توازن بین آن‌ها، بر کیفیت محصول نیز تاثیر گذار باشد.

مواد و روش

این آزمایش در سال ۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس تهران، با اقلیم نیمه خشک (بر اساس تقسیم‌بندی کوپن) اجرا گردید. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده تا عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر در جدول ۱ ارائه شده است. این آزمایش به صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. عامل اصلی ۷ سطح تیمار تغذیه نیتروژن شامل: F_1 (۱۰۰ درصد دامی)، F_2 (۲۵ درصد شیمیایی و ۷۵ درصد دامی)، F_3 (۵۰ درصد شیمیایی و ۵۰ درصد دامی)، F_4 (۷۵ درصد شیمیایی و ۲۵ درصد دامی)، F_5 (۱۰۰ درصد شیمیایی)، F_6 (کود سبز و ۵۰ درصد شیمیایی و ۵۰ درصد دامی)، F_7 (کود سبز و ۷۵ درصد دامی و ۲۵ درصد شیمیایی) و تیمار با باکتری‌های افزایشنده رشد به عنوان عامل فرعی در ۲ سطح شامل: I_1 (بذرهای تلقیح شده) و I_0 (بذرهای تلقیح نشده) بود. آزمایش در اواسط بهار ۱۳۸۷ با اجرای مراحل آماده‌سازی زمین شامل عملیات شخم، دیسک‌زنی جهت خرد کردن کلوخه‌ها، تسطیح و ایجاد جوی و پشته توسط فاروئر جهت کشت آفتابگردان رقم هیبرید آلستار در ۲۲ تیرماه صورت گرفت. در این

آزمایش تاثیر سیستم‌های مختلف تغذیه نیتروژن، شامل آلی (کود دامی گاوی نسبتاً خشک و کمپوست شده به میزان ۴۸ تن در هکتار و کود سبز گندم (مخلوطی از ارقام پیش‌تاز و دوروم به نسبت ۱:۱) که در اسفند ماه سال قبل کشت گردید و قبل از به خوشه رفتن به خاک برگ‌دانه شد)، شیمیایی (کود اوره به میزان ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار) و تلفیقی همراه با تلقیح و عدم تلقیح باکتری‌های افزایشنده رشد گیاه به منظور تأمین نیتروژن، مورد بررسی قرار گرفت. مقادیر تیمارهای کودی با توجه به نیتروژن موجود در خاک (۰/۱۰ درصد نیتروژن)، تجزیه کود دامی (۰/۷۱ درصد نیتروژن) با کارایی جذب ۳۰ درصد و کود شیمیایی اوره (۴۶ درصد نیتروژن) و بر اساس مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (نیاز کودی آفتابگردان (طبق توصیه کودی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر و نهال کرج) محاسبه شد. کل کود دامی و نیمی از کود شیمیایی محاسبه شده برای هر کرت با احتساب نیتروژن موجود در خاک به صورت پیش از کاشت توزیع و با خاک اختلاط داده شد و باقی‌مانده کود شیمیایی به صورت سرک در مرحله V_6-V_8 (بر طبق روش طبقه بندی شناپتر و میلر (Schneiter and Miller, 1981) توزیع گردید. کودزیستی به صورت مایه تلقیح نیتروکسین (ترکیبی از باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن شامل ازتوباکتر و آزوسپریلوم، با غلظت 10^8 عدد باکتری زنده در هر گرم مایه تلقیح) به میزان یک لیتر به ازای ۳۰ کیلوگرم بذر در هکتار طبق توصیه شرکت بیوتکنولوژی مهر آسیا بود و بذرها پس از تلقیح کشت گردیدند. واحدهای آزمایشی شامل ۶ ردیف ۷ متری و به صورت جوی و پشته با فواصل کاشت

۷۰ × ۳۰ سانتی متر با رعایت ۱ متر فاصله بین دو کرت اصلی و یک خط نکاشت بین دو کرت فرعی در نظر گرفته شد. عملیات داشت شامل آبیاری به صورت نواری، تنک کردن و کنترل علف‌های هرز به اجرا درآمد. در پایان مرحله گرده افشانی، جهت پیشگیری از خسارت پرندگان، از هر کرت ۱۵ بوته از خطوط میانی کاشت، و با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای، که دارای رشد معادل میانگین جامعه هر کرت بود، انتخاب و طبق آن‌ها به وسیله پاکت کاغذی پوشانده شد. عملیات برداشت در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی مزرعه (مرحله R₉) در ۱۶ مهر ماه انجام شد. در این تحقیق ویژگی‌هایی از قبیل، قطر طبق، تعداد دانه، وزن هزاردانه، وزن طبق، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت، درصد روغن و پروتئین دانه و میزان اسیدهای چرب مورد بررسی قرار گرفتند. برای تعیین درصد روغن و پروتئین از دستگاه Inframatic 8620 percon استفاده گردید. تعیین اسیدهای چرب به ویژه اسیدپالمیتیک، اسید استئاریک، اسیداولئیک، اسیدلینولئیک، اسیدلینولئیک، اسیدآرشیدونیک بر اساس روش

متکالف و همکاران (Metcalf et al., 1966)، با استفاده از کروماتوگرافی گازی صورت گرفت. تجزیه واریانس داده‌های مربوط به صفات با استفاده از نرم افزار آماری SAS انجام و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) صورت گرفت.

نتایج

خصوصیات کمی

اجزای عملکرد

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که قطر طبق به طور معنی‌داری تحت تأثیر سیستم‌های مختلف تغذیه و باکتری‌های افزاینده رشد گیاه بوده اما تحت تأثیر اثر متقابل این تیمارها نبوده است (جدول ۲). با توجه به مقایسه میانگین‌ها، سیستم‌های تغذیه تلفیقی قطر طبق بیشتری نسبت به سیستم‌های ۱۰۰ درصد دامی و ۱۰۰ درصد شیمیایی تولید کردند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که سیستم‌های تغذیه تلفیقی از لحاظ میزان قطر طبق در یک گروه آماری قرار دارند و در بین سیستم‌های تغذیه تلفیقی، تیمار F₆ بیشترین قطر طبق

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در سال ۱۳۸۷

فسفر	پتاسیم	ظرفیت تبادل کاتیون	pH	مواد آلی	نیترژن	کربن	کلسیم	مگنزیوم	خصوصیات فیزیکی و شیمیایی
p.p.m		(meq/100g)			%				مقدار
>۲۵	>۳۵۰	۶/۴	۷/۷	۱/۰۶	۰/۱۰	۱۱	۲۰	۶۹	

را به میزان ۱۹/۴ سانتی متر به خود اختصاص داد. کمترین میزان قطر طبق مربوط به سیستم ۱۰۰ درصد دامی به میزان ۱۷/۴ سانتی متر بود (جدول ۳). نتایج آزمایش نشان داد که باکتری‌های افزایش یافته رشد گیاه روی قطر طبق تأثیر مثبت و معنی داری داشتند به طوری که تلقیح باکتریایی باعث افزایش قطر طبق از ۱۷/۹۴ به ۱۹/۰۳ سانتی متر در مقایسه با عدم تلقیح باکتریایی شده است (جدول ۳) با توجه به نتایج به دست آمده از این آزمایش، مشاهده می‌شود که تیمارهای مختلف تغذیه بر تعداد دانه در طبق تأثیر گذار بوده‌اند (جدول ۲). تعداد دانه در طبق در تیمارهای سیستم تغذیه تلفیقی بیشتر از سایر سیستم‌های تغذیه شیمیایی و آلی بود (جدول ۳). با استفاده از کود سبز به علاوه ۵۰ درصد کود دامی و ۵۰ درصد کود شیمیایی بیشترین تعداد دانه در طبق به دست آمد و کمترین تعداد دانه در تیمار ۱۰۰ درصد کود آلی حاصل گردید. تیمار تغذیه F₇ و F₆ تعداد دانه بیشتری را نسبت به تیمار F₃ و F₂ تولید نمود اما این افزایش از لحاظ آماری معنی دار نبود (جدول ۳)، این بدان معناست که استفاده از کود سبز نمی‌تواند به عنوان یک نهاده کمکی در بهبود تعداد دانه در طبق و در نهایت در بهبود عملکرد مؤثر باشد. استفاده از کود زیستی باکتریایی تأثیر مثبت و معنی داری بر تعداد دانه در طبق داشت (جدول ۳) و باعث افزایش تعداد دانه به میزان ۶ درصد در مقایسه با عدم استفاده از کود زیستی شد. اثر متقابل سیستم‌های مختلف تغذیه و کود زیستی باکتریایی بر تعداد دانه در طبق معنی دار نبود (جدول ۲). با توجه به جدول‌های (۲ و ۳)، ملاحظه می‌شود که تیمارهای مختلف تغذیه و همچنین تلقیح بذرها با باکتری‌های

افزاینده رشد گیاه تأثیر معنی داری بر وزن هزار دانه و وزن طبق داشته‌اند و از بین تیمارهای مختلف تغذیه، تیمارهای تلفیقی به همراه تلقیح باکتریایی بیشترین وزن هزاردانه و وزن طبق را تولید کردند. در این آزمایش وزن هزاردانه آفتابگردان بین ۵۸/۳ تا ۶۷/۹ گرم متفاوت بود. روند تغییرات وزن هزاردانه و وزن طبق تحت تأثیر سیستم‌های مختلف تغذیه و باکتری‌های افزایش یافته رشد گیاه مشابه بود و در واقع بین وزن هزاردانه و وزن طبق همبستگی مثبت و معنی داری وجود داشت ($r^2=0.94^{**}$)، این نشان می‌دهد که با افزایش وزن هزاردانه، وزن طبق نیز افزایش می‌یابد. بیشترین و کمترین وزن هزاردانه و وزن طبق به ترتیب در سیستم‌های تغذیه ۵۰ درصد شیمیایی + ۵۰ درصد دامی + کود سبز همراه با تلقیح باکتریایی و ۱۰۰ درصد آلی بدون تلقیح باکتریایی مشاهده گردید (جدول ۳). تیمارهای تغذیه ۵۰ درصد دامی + ۵۰ درصد شیمیایی + کود سبز و ۷۵ درصد دامی + ۲۵ درصد شیمیایی + کود سبز نسبت به تیمارهای ۵۰ درصد دامی + ۵۰ درصد شیمیایی و ۷۵ درصد دامی + ۲۵ درصد شیمیایی بدون کاربرد کود سبز وزن هزاردانه بیشتری تولید کردند اما این افزایش معنی دار نبوده و در واقع کاربرد کود سبز به عنوان یک نهاده کمکی نتوانسته در بهبود وزن هزار دانه و وزن طبق تأثیر چندانی داشته باشد. تیمارهای تغذیه ۷۵ درصد دامی + ۲۵ درصد شیمیایی و ۷۵ درصد شیمیایی + ۲۵ درصد دامی وزن هزاردانه و وزن طبق بیشتری را نسبت به تیمارهای تغذیه ۱۰۰ درصد دامی و ۱۰۰ درصد شیمیایی دارا بودند (جدول ۳). وزن هزار دانه و وزن طبق به طور معنی داری تحت تأثیر کودهای زیستی بوده است به

طوری که تیمار تلقیح باکتریایی باعث افزایش ۷ درصدی وزن هزاردانه و ۱۱ درصدی وزن طبق در مقایسه با تیمار بدون تلقیح باکتریایی شده است (جدول ۳). وزن هزاردانه و وزن طبق به عنوان یکی از اجزای مهم عملکرد دانه، تحت تأثیر تیمار کود زیستی قرار گرفت که احتمالاً این کود از طریق مکانیزم‌های تولید هورمون و تثبیت زیستی نیتروژن به رشد بهتر گیاه کمک کرده و در نتیجه کارایی گیاهان تحت تیمار را در استفاده از منابع محیطی افزایش داده است که منجر به افزایش وزن هزار دانه و وزن طبق گردید. نتایج حاصل با گزارش (Sharma et al., 1997) مطابقت دارد.

عملکرد دانه

نتایج نشان داد که عملکرد دانه به طور معنی داری تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار گرفت (جدول ۲). به طوری که تیمارهای سیستم تغذیه تلفیقی، عملکرد دانه بیشتری نسبت به تیمارهای سیستم تغذیه آلی و شیمیایی تولید کردند و در بین تیمارهای سیستم تغذیه تلفیقی تیمار ۵۰ درصد شیمیایی + ۵۰ درصد کود دامی + کود سبز بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داده است (جدول ۳). با توجه به نتایج، کمترین عملکرد دانه در سیستم تغذیه ۱۰۰ درصد دامی حاصل شد (جدول ۳). که علت آن می‌تواند به ساکن‌سازی نیتروژن معدنی توسط کودهای آلی و کاهش قابلیت دسترسی این عنصر به خصوص در مراحل اولیه رشد در مقایسه با کودهای شیمیایی باشد. نتایج حاصل از بررسی‌های برخی محققین نیز این نتایج را تأیید می‌کند (Sommerfeldt and Machay, 1987). تیمارهای

تغذیه ۷۵ درصد شیمیایی + ۲۵ درصد دامی و ۷۵ درصد دامی + ۲۵ درصد شیمیایی + کود سبز عملکرد دانه بیشتری نسبت به تیمارهای تغذیه ۱۰۰ درصد شیمیایی و ۷۵ درصد دامی + ۲۵ درصد شیمیایی تولید کردند. با مقایسه عملکرد بین دو تیمار ۷۵ درصد دامی + ۲۵ درصد شیمیایی + کود سبز و ۷۵ درصد دامی + ۲۵ درصد شیمیایی می‌توان به این نتیجه رسید که استفاده از کود سبز در افزایش عملکرد مؤثر بوده اما معنی دار نبوده است، همچنین بین دو سیستم تلفیقی ۷۵ درصد شیمیایی + ۲۵ درصد دامی و ۷۵ درصد دامی + ۲۵ درصد شیمیایی + کود سبز نیز تفاوت معنی داری دیده نمی‌شود بنابراین با استفاده از سیستم تلفیقی ۷۵ درصد دامی + ۲۵ درصد شیمیایی + کود سبز، نه تنها می‌توان عملکرد دانه در واحد سطح را افزایش داد بلکه به طور قابل توجهی می‌توان مصرف کودهای شیمیایی نیتروژنه را نیز کاهش داد. در واقع این افزایش عملکرد را می‌توان به اصلاح خواص فیزیکی و شیمیایی خاک، کاهش وزن مخصوص و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، تحت تأثیر سیستم تغذیه تلفیقی دانست. افزایش بیش از حد مصرف کودهای شیمیایی نیتروژنه از لحاظ شیمیایی و اکولوژیکی توجیه پذیر نیست و نمی‌توان به سادگی با آن، عملکرد دانه را توجیه کرد ولی قابلیت دسترسی به نیتروژن بیشتر و جذب آن موجب افزایش عملکرد دانه در تیمارهای سیستم تغذیه ۱۰۰ درصد شیمیایی تا ۳۷۰ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با تیمار تغذیه ۱۰۰ درصد دامی شد. که این نتایج با نتایج (Beauchamp and Paul, 1993) نیز مطابقت دارد. تلقیح بذرها با کود زیستی باکتریایی اثر مثبت

و معنی داری بر عملکرد داشت و سبب افزایش عملکرد شد (جدول ۲). به طوری که میانگین عملکرد گیاهان تلقیح شده نسبت به میانگین عملکرد گیاهان تلقیح نشده ۷ درصد افزایش داشت (جدول ۳). این افزایش به وسیله ایجاد چرخه مواد غذایی و قابل دسترس ساختن و افزایش یافتن قابلیت جذب آن‌ها توسط باکتری‌ها حاصل می‌شود (Roesty *et al.*, 2006). با توجه به نتایج، اثر متقابل سیستم‌های مختلف تغذیه با کود زیستی باکتریایی معنی دار نبود (جدول ۲). ولی در کل، کلیه تیمارهای سیستم تغذیه با بذور تلقیح شده عملکرد دانه بیشتری نسبت به تیمارهای تغذیه تلقیح نشده با باکتری داشتند. نتایج نشان می‌دهد در حضور کود آلی (دامی، زیستی و سبز) جذب نیتروژن از کود شیمیایی افزایش می‌یابد. کاربرد کودهای آلی به خصوص کود زیستی جذب مقادیر کود شیمیایی را در خاک افزایش دادند که در مقایسه با تیمار ۱۰۰ درصد شیمیایی، تیمار ۵۰ درصد شیمیایی + ۵۰ درصد دامی + کود سبز + کود زیستی، ۷۳ درصد عملکرد دانه را بهبود بخشیدند که کارایی بالای جذب نیتروژن را از دلایل آن می‌توان دانست. این نتایج با نتایج (Shata *et al.*, 2007) در آفتابگردان مطابقت دارد.

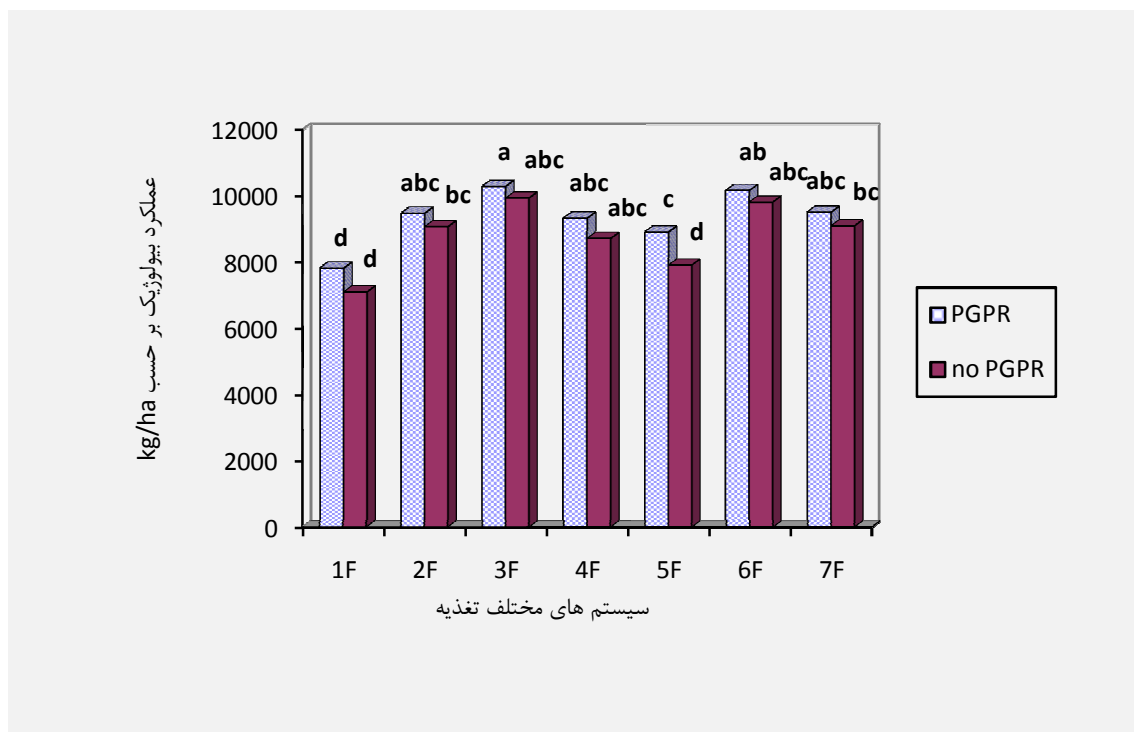
عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت

بررسی عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر سیستم‌های مختلف تغذیه و باکتری‌های افزاینده رشد در طی آزمایش نشان داد که این سیستم‌ها به طور معنی داری عملکرد بیولوژیک را تحت تأثیر قرار دادند و سیستم‌های تغذیه تلفیقی عملکرد بیولوژیک بیشتری نسبت به سایر تیمارهای سیستم تغذیه آلی و شیمیایی

تولید کردند و در بین تیمارهای سیستم تغذیه تلفیقی، سیستم تلفیقی ۵۰ درصد دامی + ۵۰ درصد شیمیایی + کود سبز بالاترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص داده است (جدول ۲ و ۳). نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) و مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نشان داد که اثر متقابل تیمارهای تغذیه و باکتری‌های افزاینده رشد گیاه معنی دار بوده و کلیه تیمارهای تغذیه به همراه تلقیح باکتریایی، عملکرد بیولوژیک بیشتری نسبت به تیمارهای تغذیه بدون تلقیح باکتریایی داشتند و بیشترین عملکرد بیولوژیک از تیمار ۵۰ درصد دامی + ۵۰ درصد شیمیایی همراه با تلقیح باکتریایی به دست آمد (شکل ۱). بر اساس نتایج به دست آمده، نسبت مساوی از دو شکل آلی و معدنی نیتروژن بهترین نسبت می‌باشد. با توجه به معنی دار بودن اثر متقابل سیستم‌های مختلف تغذیه و کود زیستی، تیمارهای تغذیه ۵۰ درصد دامی + ۵۰ درصد شیمیایی + کود سبز و ۷۵ درصد دامی + ۲۵ درصد شیمیایی + کود سبز همراه با کود زیستی عملکرد بیولوژیک بیشتری نسبت به تیمارهای تغذیه ۷۵ درصد دامی + ۲۵ درصد شیمیایی و ۲۵ درصد دامی + ۷۵ درصد شیمیایی داشتند و کمترین عملکرد بیولوژیک در سیستم تغذیه ۱۰۰ درصد دامی و ۱۰۰ درصد شیمیایی بدون تلقیح باکتریایی حاصل گردید (شکل ۱). مقایسه اثر تیمارهای تغذیه در هر یک از سطوح باکتری، بیان‌گر تبعیت تولید عملکرد بیولوژیک از یک روند مشابه می‌باشد. به این صورت که در هر دو سطح تلقیح و عدم تلقیح ترتیب تولید عملکرد بیولوژیک به صورت $F_3 > F_6 > F_7 > F_2 > F_4 > F_5 > F_1$ می‌باشد. این امر می‌تواند دلیل بر نقش بیشتر تیمارهای تغذیه در

که شاخص برداشت حاصل تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک می‌باشد. لذا تغییرات این دو پارامتر، تأثیر عمده‌ای بر شاخص برداشت دارند. (Majidian, 2008) نشان داد که شاخص برداشت عملاً ثابت است زیرا همان‌طور که سیستم‌های مختلف حاصلخیزی و کودهای زیستی روی عملکرد دانه تأثیر گذارند، عملکرد بیولوژیک را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهند. شاخص برداشت تحت تأثیر کودهای زیستی نیز قرار نگرفت: بنابراین می‌توان بیان داشت که کودهای زیستی با تأثیر بر رشد رویشی و زایشی سبب افزایش عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه تقریباً به یک میزان شده‌اند.

مقایسه با کود زیستی در عملکرد بیولوژیک باشد و می‌توان استنباط کرد که توانایی تثبیت نیتروژن توسط باکتری‌ها محدود بوده و جواب‌گویی نیاز گیاه نمی‌باشد. همچنین بین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد ($r^2=0.99^{**}$). در واقع افزایش عملکرد بیولوژیک سبب ایجاد سطح فتوسنتز کننده زیاده‌تر شده و در نتیجه تولید مواد پرورده بیشتر، باعث افزایش عملکرد دانه شده است. شاخص برداشت که نشان‌دهنده مقدار مواد فتوسنتزی اختصاص یافته به اندام اقتصادی گیاه نسبت به کل مواد تولیدی ذخیره شده در طول دوره رشد و نمو است، تحت تأثیر سیستم‌های مختلف تغذیه و کود زیستی قرار نگرفت (جدول ۲). احتمالاً به دلیل این



شکل ۱- تأثیر سیستم های مختلف تغذیه و کود زیستی گیاه بر عملکرد بیولوژیک آفتابگردان

خصوصیات کیفی گیاه

پروتئین دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس درصد پروتئین دانه، حاکی از آن است که سیستم‌های مختلف تغذیه و کود زیستی اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر میزان پروتئین داشته‌اند. با توجه به نتایج به دست آمده، اثر متقابل سیستم‌های مختلف تغذیه و کود زیستی معنی‌دار نبود (جدول ۴). نتایج مقایسه اثرات اصلی سیستم‌های مختلف تغذیه و باکتری‌های افزاینده رشد گیاه نشان داد که درصد پروتئین دانه به عنوان یک صفت مهم به منظور استفاده از کنجاله دانه آفتابگردان در تغذیه دام به شکل محسوسی با کاربرد تلفیقی کودها افزایش می‌یابد. همان‌طور که نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد بالاترین درصد پروتئین در تیمار تلفیقی ۵۰ درصد دامی + ۵۰ درصد شیمیایی همراه با کود سبز و بدون استفاده از کود سبز (F₃, F₆) به دست آمد و کمترین میزان پروتئین دانه از سیستم تغذیه ۱۰۰ درصد دامی حاصل گردید (جدول ۵). احتمالاً با کاربرد تلفیقی کودها از طریق جلوگیری از هدرروی نیتروژن به علت وجود کود دامی توانسته است نیتروژن بیشتری در اختیار گیاه قرار دهد و لذا میزان پروتئین در تیمارهای تلفیقی نسبت به سایر تیمارها بیشتر است. در واقع با افزایش مصرف نیتروژن درصد پروتئین دانه آفتابگردان افزایش می‌یابد (Kheir et al., 1991). با توجه به نتایج به دست آمده، کود سبز نتوانسته در افزایش میزان پروتئین گیاه آفتابگردان نقش به سزایی ایفا نماید، اما کود زیستی اثر معنی‌داری بر میزان پروتئین داشته به طوری که درصد پروتئین دانه گیاهان تلقیح شده را نسبت به گیاهان تلقیح

نشده افزایش داده است (جدول ۵). این نتایج با نتایج (Ram Rao et al., 2007) مطابقت دارد.

روغن دانه

با توجه به نتایج تجزیه واریانس ملاحظه می‌شود که تیمارهای مختلف تغذیه و همچنین تلقیح بذرها با باکتری‌های افزاینده رشد گیاه تأثیر معنی‌داری بر میزان روغن دانه داشته‌اند اما اثر متقابل تیمارهای تغذیه و کود زیستی معنی‌دار نبود (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی سیستم‌های مختلف تغذیه و باکتری‌های افزاینده رشد گیاه روی درصد روغن دانه آفتابگردان حاکی از آن بود که بیشترین درصد روغن دانه در تیمار ۱۰۰ درصد کود دامی و کمترین میزان درصد روغن دانه در تیمار تلفیقی ۵۰ درصد دامی + ۵۰ درصد شیمیایی + کود سبز می‌باشد (جدول ۵). کود زیستی باکتریایی اثر معنی‌داری بر درصد روغن دانه داشته است به طوری که درصد روغن دانه گیاهان تلقیح شده نسبت به گیاهان تلقیح نشده بیشتر بود (جدول ۵). (Shehata and EL-2003) افزایش معنی‌دار درصد روغن آفتابگردان را با کاربرد کود زیستی گزارش کردند. با توجه به این که باکتری‌های ازتوباکتر و آروسپریلوم جزء باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن اختیاری هستند، فعالیت آن‌ها بستگی به میزان فراهمی نیتروژن در محیط دارد. در صورت فراوانی نیتروژن معدنی در خاک (تیمار F₆) این باکتری‌ها به صورت مصرف کننده نیتروژن درآمده و سبب کاهش نیتروژن قابل استفاده برای گیاه می‌شوند. اما در تیمار F₁ که بیشترین فرم آلی نیتروژن در خاک وجود دارد، تثبیت نیتروژن توسط باکتری‌ها افزایش

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان تحت سیستم‌های مختلف تغذیه و کود زیستی

میانگین مربعات							درجه آزادی	منابع تغییرات
عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	وزن هزار دانه	وزن طبق	تعداد دانه در طبق	قطر طبق	عملکرد دانه		
ns ۶۲۸۲۹۶/۵۸	ns ۲۳/۷۴	*۶۵/۸۷	ns ۷۸/۱۵	ns ۱۴۱۴/۱۲	ns ۱/۱۷	*۴۵۵۰۷۳/۷۴	۲	تکرار
**۵۱۹۸۵۲۷/۷۳	ns ۱۶/۵۳	**۶۳/۶۹	*۵۴۶/۸۶	**۲۸۰۴۰/۷۷	*۳/۳۲	**۱۰۱۹۴۶۳/۹۹	۶	سیستم‌های تغذیه (F)
۷۲۷۳۵۳/۱۷	۶/۴۸	۱۱/۶۵	۱۳۳/۷۷	۳۱۵۷/۵۹	۱/۰۵	۶۳۵۲۵/۵۹	۱۲	خطای A
**۲۸۰۰۳۳۳/۹۳	ns ۱/۰۱	**۲۰۱/۵۲	**۷۶۶/۲۹	**۳۲۷۷۲/۵۰	**۱۲/۴۹	**۳۰۶۰۷۳/۶۴	۱	کود زیستی (I)
*۹۱۳۳۷/۷۵	ns ۰/۰۸	ns ۱/۲۲	ns ۳۷/۸۰	ns ۱۰۹۲/۱۹	ns ۰/۱۲	ns ۲۷۵۸/۸۴	۶	F×I
۱۸۱۶۸/۹۰	۰/۷۰	۴/۴۲	۱۸/۳۸	۱۲۱۱/۱۹	۰/۲۴	۴۲۲۱/۴۲	۱۴	خطای B
۱/۴۷	۲/۹۵	۳/۲۸	۵/۴۳	۴/۱۴	۲/۶۶	۲/۴۸		ضریب تغییرات (درصد)

ns غیر معنی دار، * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات اصلی سیستم‌های مختلف تغذیه و کود زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان

کود زیستی	سیستم‌های تغذیه	عملکرد دانه (Kg/ha)	عملکرد بیولوژیک (kg/ha)	وزن هزار دانه (g)	وزن طبق (g)	تعداد دانه در طبق	قطر طبق (cm)
	۱۰۰ درصد دامی (F ₁)	d1۸۹۴/۶	c۷۴۵۵/۰	c۵۸/۳۳	c۶۲/۴۶	d۷۴۸/۴	c۱۷/۴۳
	۷۵ درصد دامی + ۲۵ درصد شیمیایی (F ₂)	b۲۶۲۶/۳	ab۹۲۶۷/۵	ab۶۳/۵۰	abc۷۷/۳۵	bc۸۲۴/۷	abc۱۸/۱۲
	۵۰ درصد دامی + ۵۰ درصد شیمیایی (F ₃)	a۳۰۲۶/۵	a۱۰۱۰۳/۸	a۶۷/۲۵	a۸۹/۴۰	a۹۲۲/۱	ab۱۹/۲۶
	۲۵ درصد دامی + ۷۵ درصد شیمیایی (F ₄)	ab۲۷۶۴/۲	ab۹۵۱۶/۷	ab۶۴/۶۷	ab۷۹/۸۸	ab۸۶۷/۸	ab۱۹/۰۲
	۱۰۰ درصد شیمیایی (F ₅)	c۲۲۷۱/۷	bc۸۴۰۲/۵	bc۶۲/۱۷	bc۷۲/۹۸	cd۷۷۴/۰۲	bc۱۷/۹۳
	کود سبز + ۵۰ درصد دامی + ۵۰ درصد شیمیایی (F ₆)	a۳۰۳۴/۵	a۹۹۷۹/۶	a۶۷/۹۹	a۹۰/۰۶	a۹۲۵/۸	a۱۹/۴۰
	کود سبز + ۷۵ درصد دامی + ۲۵ درصد شیمیایی (F ₇)	ab۲۷۳۸/۶	ab۹۲۹۴/۲	ab۶۵/۰۷	ab۸۰/۷۸	bc۸۲۵/۹	abc۱۸/۲۸
با PGPR (I ₁)		a۲۷۰۷/۷	a۹۴۰۳/۸	a۶۶/۳۳	a۸۳/۲۶	a۸۶۹/۲۰	a۱۹/۰۳
بدون PGPR (I ₀)		b۲۵۳۶/۹	b۸۸۸۷/۴	b۶۱/۹۵	b۷۴/۷۲	b۸۱۳/۳۳	b۱۷/۹۴

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند فاقد تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد هستند

یافته و با وجود محدودیت آن، سبب رشد بهتر گیاه در مقایسه با عدم حضور باکتری شده که می‌تواند زمینه انجام فرآیندهای فیزیولوژیک مطلوب در گیاه را فراهم کرده و موجب افزایش درصد روغن دانه گردند.

اسیدهای چرب

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین اثرات سیستم‌های تغذیه و باکتری‌های افزاینده رشد گیاه نشان داد که اثر تیمارهای تغذیه بر درصد اسید چرب اشباع پالمیتیک معنی‌دار بوده و بیشترین مقدار آن در تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و کمترین میزان آن در تیمار ۷۵ درصد دامی + ۲۵ درصد شیمیایی + کود سبز و ۱۰۰ درصد دامی حاصل شد. همچنین تلقیح با باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن نیز سبب کاهش معنی‌دار درصد این اسید چرب گردید (جدول ۴ و ۵). اثر متقابل تیمار تغذیه و باکتری‌های افزاینده رشد گیاه بر درصد اسیدهای چرب معنی‌دار نبود (جدول ۴). روند تغییرات درصد اسید چرب پالمیتیک به صورت $F_5 > F_4 > F_3 > F_2 > F_6 > F_1 > F_7$ مشاهده شد و افزایش میزان ماده آلی کاهش آن را به همراه داشت (جدول ۵). بیشترین درصد اسید چرب استئاریک نیز در تیمار F_5 به دست آمد و کمترین میزان آن در تیمار F_6 حاصل گردید (جدول ۵). نتایج نشان داد که درصد اسیدهای چرب غیر اشباع مانند اسید لینولئیک در پاسخ به سیستم تغذیه تلفیقی افزایش، در حالی که درصد اسید چرب غیر اشباع اولئیک کاهش غیر معنی‌دار یافت (جدول ۵). با توجه به نتایج به دست آمده بالاترین درصد اسید لینولئیک در سیستم تلفیقی F_3 همراه با کمترین درصد

اسید اولئیک همراه بود. این نتایج با گزارش (Munir *et al.*, 2007) مطابقت دارد. نتایج نشان داد که تلقیح بذرها با باکتری‌های افزاینده رشد گیاه موجب کاهش معنی‌داری درصد اسیدهای چرب اشباع (اسید پالمیتیک و استئاریک) و افزایش معنی‌داری درصد اسیدهای چرب غیر اشباع (اسید لینولئیک و اولئیک) در مقایسه با عدم تلقیح باکتریایی (شاهد) گردید (جدول ۵). نتایج مشابهی توسط (Shehata and EL-Khawas, 2003) به دست آمد. در واقع میزان اسیدهای چرب اشباع با افزایش میزان نیتروژن کاهش و میزان اسیدهای چرب غیر اشباع افزایش می‌یابد (Kheir *et al.*, 1991; Khaliq, 2004). ضرایب همبستگی بین درصد اسیدهای چرب، رابطه منفی و معنی‌داری بین درصد اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع را داد که این نتایج با نتایج سایر محققین (Fernandez-Martinez *et al.*, 1993; Miller *et al.*, 1987) مطابقت دارد. با توجه به نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی سیستم‌های مختلف تغذیه و باکتری‌های افزاینده رشد گیاه، بالاترین و پایین‌ترین درصد اسید لینولئیک به ترتیب در سیستم تغذیه F_7 بدون استفاده از کود زیستی و F_1 با استفاده از کود زیستی حاصل شد. سیستم‌های مختلف تلفیقی و آلی (کود دامی، زیستی و کود سبز) سبب کاهش درصد اسید آراشیدونیک گردید در حالی که سیستم ۱۰۰ درصد شیمیایی بالاترین میزان آن (۰/۸۹ درصد) را به خود اختصاص داد (جدول ۵).

بحث

مواد آلی حاوی انواع عناصر غذایی در غلظت‌های

کم هستند که به آهستگی آزاد شده و تجزیه می‌شوند و در کوتاه مدت قادر به افزایش عملکرد و اجزای آن نمی‌باشد. تأمین تلفیقی عناصر غذایی با استفاده از کودهای شیمیایی و آلی مصرف کودهای شیمیایی را کاهش و کمبود مواد غذایی را جبران کرده، حاصلخیزی خاک حفظ شده و تولید پایدار محصول را به همراه دارد. استفاده بهتر از شرایط محیطی، جذب بیشتر نیتروژن و سایر عناصر غذایی از خاک توسط گیاه، افزایش فعالیت‌های متابولیکی و ماده‌سازی از دلایل افزایش وزن هزاردانه و وزن طبق در تیمارهای با مصرف کود تلفیقی می‌باشد و بعضی از پژوهشگران افزایش کارایی مصرف نور با جذب عناصر غذایی بیشتر از خاک را عامل افزایش برخی از اجزای عملکرد از قبیل وزن هزار دانه و وزن طبق ذکر کرده‌اند (Hall et al., 1995). پژوهشگران دلیل افزایش عملکرد در سیستم تلفیقی را ناشی از مطابقت بیشتر بین نیتروژن قابل دسترس با نیازهای گیاه در سیستم تلفیقی می‌دانند (Mooleki et al., 2004). از دلایل افزایش عملکرد در سیستم‌های تلفیقی به همراه کودسبز را می‌توان به حفظ و نگهداری عناصر غذایی خاک و جلوگیری از آبشویی نیتروژن موجود در آن، افزایش فعالیت‌های بیولوژیک و بهبود ساختمان خاک توسط کود سبز اشاره کرد (Ranells and Wagger, 1997; Ebelhar et al., 1984). افزایش قابلیت دسترسی گیاه به عناصر غذایی به ویژه نیتروژن با کاربرد توأم کودهای آلی و شیمیایی و جذب بیشتر آن‌ها توسط گیاه، در نتیجه افزایش رشد و فتوسنتز با افزایش سطح برگ گیاه از دیگر عوامل افزایش عملکرد در تیمارهای سیستم تغذیه تلفیقی می‌باشد. کاربرد توأم

کودهای آلی و شیمیایی سبب تسریع فرایند معدنی‌شدن و آزادسازی نیتروژن آلی شده و فراهمی نیتروژن معدنی را در طی دوره رشد گیاه افزایش داده است (Beauchamp, 1986). با توجه به این که با افزودن ماده آلی به خاک، ابتدا فرآیند آلی شدن و سپس معدنی شدن نیتروژن صورت می‌گیرد، افزودن همزمان کود آلی و شیمیایی، ضمن تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه، به دلیل آلی شدن نیتروژن شیمیایی توسط باکتری‌های تجزیه کننده ماده آلی خاک، هدرروی نیتروژن کاهش یافته (آبشویی یا متصاعد شدن) و سپس به دلیل فرآیند معدنی شدن، مجدداً نیتروژن به صورت تدریجی به شکل قابل جذب گیاه در آمده و سبب فراهمی در طول دوره رشد گیاه می‌شود. در این رابطه، تناسب بین دو شکل آلی به معدنی بسیار اهمیت دارد. با جذب عناصر غذایی بیشتر توسط گیاه رشد و نمو و فعالیت‌های بیوشیمیایی گیاه افزایش می‌یابد و در نهایت موجب افزایش عملکرد دانه و بیولوژیک در گیاه می‌شود (Parmar et al., 1998). تأثیر کودهای زیستی در تلفیق با سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای نیتروژن بر میزان پروتئین بذر آفتابگردان، سبب صرفه جویی در مصرف کود شیمیایی نیتروژن می‌گردد که احتمالاً به علت نقش انکارناپذیر کودهای زیستی در تثبیت نیتروژن و سایر سودمندی‌های این موجودات خاکزی می‌باشد. یکی از نقش‌های مهم نیتروژن در گیاهان، مشارکت در تولید پروتئین هاست. نیتروژن همچنین روی محتوای روغن تأثیر می‌گذارد. در آزمایشی که روی کلزا انجام شد، مشخص گردید که محتوای پروتئین دانه با افزایش سطوح نیتروژن افزایش یافت اما

جدول ۴- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) خصوصیات کیفی آفتابگردان تحت سیستم‌های مختلف تغذیه و کود زیستی

میانگین مربعات								درجه آزادی	منابع تغییرات
پروتئین درصد	روغن درصد	اسید آراشیدونیک	اسید لینولیک	اسید لینولیک	اسید اولئیک	اسید استئاریک	اسید پالمیتیک		
**۵/۹۵	ns۴/۰۱	**۰/۰۵	**۰/۰۰۴	**۸/۹۹	ns۱/۰۱	**۰/۶۷	ns۰/۰۹	۲	تکرار
	**۲۳/۸۵	**۰/۰۵	**۰/۰۰۱	**۶/۸۰	ns۰/۶۲	**۰/۴۸	**۰/۲۹	۶	سیستم های تغذیه (F)
۰/۴۶	۲/۴۵	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۰۴	۱/۰۵	۰/۷۵	۰/۰۲	۰/۰۴	۱۲	خطای A
**۹/۲۴	**۲۲/۴۴	**۰/۰۱۴	**۰/۰۰۰۴	**۸/۸۳	**۹/۵۹	**۱/۰۹	**۰/۸۷	۱	کود زیستی (I)
ns۰/۳۱	ns۰/۳۵	ns۰/۰۱۱	ns۰/۰۰۱	ns۳	ns۱/۲۷	ns۰/۰۳	ns۰/۰۱	۶	F×I
۰/۲۴	۰/۳۳	۰/۰۰۰۰۰۴	۰/۰۰۰۰۰۹	۰/۳۳	۰/۹۴	۰/۰۱	۰/۰۴	۱۴	خطای B
۲/۳۶	۱/۱۶	۰/۲۹	۱/۳۳	۱/۱۶	۲/۵۱	۲/۶۸	۳/۵		درصد ضریب تغییرات

ns غیر معنی دار، * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات اصلی سیستم‌های مختلف تغذیه و کود زیستی گیاه بر خصوصیات کیفی آفتابگردان

کود زیستی	سیستم‌های تغذیه							
	اسید پالمیتیک	اسید استئاریک	اسید اولئیک	اسید لینولیک	اسید لینولیک	اسید آراشیدونیک	روغن درصد	پروتئین درصد
	d۶/۹۲	c۴/۵۷	a۳۹/۰۷	d۴۸/۱۵	c۰/۲۲	a۰/۸۹	a۵۲/۶۶	e۱۸/۹۲
	bc۶/۱۹	bc۴/۶۰	a۳۸/۶۳	cd۴۸/۸۵	b۰/۲۴	b۰/۸۲	b۵۰/۲۶	d۱۹/۸۸
	bc۶/۲۳	cd۴/۴۵	a۳۸/۱۶	a۵۱/۲۰	c۰/۲۲	f۰/۶۹	cd۴۷/۳۵	ab۲۱/۶۸
	ab۶/۳۲	b۴/۷۶	a۳۸/۱۹	ab۵۰/۵۶	c۰/۲۲	c۰/۸۰	bc۴۸/۸۰	bc۲۰/۹۲
	a۶/۵۱	a۵/۰۷	a۳۸/۶۲	cd۴۸/۹۸	c۰/۲۲	e۰/۷۰	b۴۹/۸۱	cd۲۰/۶۲
کودسبز+۵درصددامی+۵درصد شیمیایی (F ₆)	dc۶/۰۶	e۴/۲۲	a۳۸/۸۱	abc۵۰/۱۳	d۰/۲۱	g۰/۶۲	d۴۶/۶۱	a۲۱/۸۱
کودسبز+۷درصددامی+۲درصد شیمیایی (F ₇)	d۵/۸۹	de۴/۳۱	a۳۸/۵۳	bc۴۹/۵۵	a۰/۲۶	d۰/۷۱	bc۴۸/۹۶	cd۲۰/۲۵
با PGPR (I ₁)	b۶/۰۱	b۴/۴۱	a۳۹/۰۵	a۵۰/۰۹	b۰/۲۲	b۰/۷۳	a۴۹/۹۴	a۲۱/۰۵
بدون PGPR (I ₀)	a۶/۳۰	a۴/۷۳	b۳۸/۰۹	b۴۹/۱۷	a۰/۲۳	a۰/۷۶	b۴۸/۴۸	b۲۰/۲۵

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند فاقد تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد هستند

عقیده بر این است که نیتروژن تأثیر زیادی روی کیفیت پروتئین ندارد (Asghar *et al.*, 2002). در پژوهش دیگری افزایش درصد پروتئین دانه گندم، در اثر تلقیح با ازتوباکتر گزارش شده است (Zamber *et al.*, 1984). همچنین در تحقیق دیگری تلقیح سورگوم با ازتوباکتر و آزوسپیریلوم میزان پروتئین دانه را افزایش داده است (Subba Rao and Dommergues, 1998). پژوهشگران دلیل کاهش درصد روغن در سیستم-های تلفیقی را ناشی از وجود بیشتر نیتروژن قابل دسترس در خاک در سیستم‌های تلفیقی می‌دانند و یک رابطه منفی بین افزایش نیتروژن و درصد روغن وجود دارد (Kasem and Mesilby, 1992; Steer and Seiler, 1990). (Basu *et al.*, 2008) نیز نشان دادند که کود دامی منجر به افزایش عملکرد دانه، درصد روغن و پروتئین در بادام زمینی می‌گردد. حضور باکتری‌ها می‌تواند از طریق افزایش نیتروژن قابل جذب گیاه باعث تداوم رشد گیاه و دیررسی آن و مواجه شدن با دماهای خنک‌تر شده و اسیدهای چرب اشباع کاهش و اسیدهای چرب غیر اشباع افزایش یابد. با توجه به نتایج به دست آمده توسط هاریس و همکاران (Harris *et al.*, 1978) در استرالیا، معلوم شد که میان میزان اسید اولئیک و میانگین حداقل دمای روزها، در حین دوره‌ای از گل‌دهی تا برداشت، رابطه بالایی وجود دارد و بالا بودن دمای شب بسیار حائز اهمیت است. هنگامی که دما در حین رشد کاهش یافت، در اسید لینولئیک در حدود تغییرات ۷۴-۴۹ درصد افزایش حاصل شد و بر عکس کاهش دما سبب افزایش میزان اسید اولئیک شد. افزایش ماده آلی در خاک می‌تواند از

طریق افزایش ظرفیت آبگیری آن و فراهم بودن رطوبت بیشتر برای گیاه، سبب تداوم رشد و تأخیر در رسیدگی شود که این امر سبب کاهش این اسید چرب اشباع می‌گردد.

نتیجه‌گیری

تأمین تلفیقی عناصر غذایی به ویژه نیتروژن مورد نیاز آفتابگردان از منابع دامی، شیمیایی، زیستی و کود سبز موجب شد که عملکرد دانه در واحد سطح افزایش یابد و بیشترین عملکرد دانه در تیمار F₆ به مقدار ۳۰۳۴/۵ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. افزایش عملکرد دانه در این تیمار به علت تأمین اکثر عناصر غذایی مورد نیاز گیاه به میزان ۳۴ درصد نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد شیمیایی بود. همچنین استفاده از سیستم‌های تغذیه تلفیقی سبب افزایش قابل ملاحظه‌ی قطر و وزن طبق، وزن هزار دانه، تعداد دانه در طبق، عملکرد بیولوژیک، میزان روغن و پروتئین گیاه آفتابگردان در مقایسه با مصرف جداگانه سیستم‌های آلی و شیمیایی گردید. استفاده از کودزیستی باعث بهبود خصوصیات کمی و کیفی در گیاه آفتابگردان شد به طوری که عملکرد دانه و بیولوژیک را به میزان ۶ و ۵ درصد افزایش داد. از دیگر اثرات سودمند کودهای زیستی، افزایش ۳ درصدی میزان پروتئین و روغن نسبت به تیمار شاهد (I₀) بود. کاربرد کودهای زیستی چه به صورت تنها و چه به صورت تلفیق با دیگر منابع کودی سبب افزایش معنی‌دار درصد اسیدهای چرب غیر اشباع و مفید شد. استفاده از گندم زمستانه به عنوان کودسبز قبل از کشت آفتابگردان سبب افزایش صفات کمی و بهبود صفات کیفی این گیاه گردید. در واقع

- field. Canadian Journal of Soil Science. 66: 713-720.
- Cook, R.J. (2007). Management of resident plant growth-promoting rhizobacteria with the cropping system: a review of experience in the US Pacific Northwest. Plant Pathol, 119:255-264.
- Dey, R., K.K. Pal, D.M. Batt and S.M. Chauhan (2004). Growth promotion and yield enhancement of peanut (*Arachis hypogaea* L.) by application of plant growth promoting rhizobacteria. Microbiological Research, 159: 371-394.
- Ebelhar, S.A., W.W. Frye and R.L. Blevins (1984). Nitrogen from legume cover crops for no-tillage corn. Agronomy, J. 76: 51-55.
- Eghball, B. and J.F. Power (1999). Phosphorus and nitrogen-based manure and compost application: corn production and soil phosphorus. *Soil Science Society of America Journal* 63:895-901.
- Fernandez-Martinez, J., J. Munoz and J. Gomez-Arnau (1993). performance of near- isogenic high and low oleic acid hybrids of sunflower. Crop Science, 33: 1158-1163.
- Hall, A. J., D.J. Connor and V.D. Sadras (1995). Radiation use efficiency of sunflower crops: Effects of specific leaf nitrogen and ontogeny. Field Crops Research, 41: 56-77.
- Harris, H.C., J.R. MC William and W.K. Mason (1978). Influence of temperature
- استفاده از کودسبز به عنوان یک نهاده کمکی و به صورت تلفیق با دیگر منابع کودی در افزایش عملکرد دانه و اجزای آن مؤثر بوده اما معنی دار نبود. بدین ترتیب در سیستم کشاورزی پایدار با نهاده کافی و اجزای تغذیه تلفیقی گیاه با به کارگیری کودسبز، دامی و زیستی به عنوان یک رهیافت بوم شناختی می توان به نظام های کشاورزی پایدار با هدف کاهش مصرف کودهای شیمیایی و افزایش بهره وری نهاده ها و پایداری تولید محصولات زراعی دست یافت.

منابع

- Asghar, H.N., Z.A. Zahir, M. Arshad and A. Khaliq (2002). Relationship between invitro production of auxins by rhizobacteria and their growth-promoting activities in *Brassica Juncea* L. Biology and Fertility of Soil, 35: 231-237.
- Baldwin K.R. and N.G. Creamer. (2006). Cover Crops for Organic Farms. North Carolina Cooperative Extension Service Publications Available on- -line at: http://www.Cefs.Nesu.Edu/PDFs/Updated%20PDF%20for%20web/Cover_crops_FINAL_Pdf_Jan_2009.pdf.
- Basu, M., P.B.S. Bhadoria and S.C. Mahapatra (2008). Growth, nitrogen fixation, yield and kernel quality of peanut in response to lime, organic and inorganic fertilizer levels. Bioresource Technology, 99: 4675-4683.
- Beauchamp, E.G. (1986). Availability of nitrogen from three manures to corn

- usitatissimum* L.). II. Chemical composition, Bull. Faculty Agriculture, (Univ. Cairo) 42: 57-70.
- Majidian, M. (2008). Effects of nitrogen fertilizer, manure, and water stress in agro systems during different growth stages on quantitative and qualitative agronomic characteristics of corn (*Zea mays* L.). Thesis Submitted for the Degree of Philosophy (Ph.D.) in Agronomy. Tarbiat Modares University.
- Metcalf, L.C., A.A. Schmitz and J.R. Pelka (1966). Rapid preparation of methyl esters from Lipid for gas chromatography analysis. Analytical chemistry, 38: 514-515.
- Miller, J.F., D.C. Zimmerman and B.A. Vick (1987). genetic control of high oleic acid content in sunflower oil. Crop Science, 27: 923-926.
- Ming-gang, X., L. Dong-chu, L. Ju-mei, Q. Dao-zhu, K. Yagi and Y. Hosen (2008). Effects of organic manure application with chemical fertilizers on nutrient absorption and yield of rice in Hunan of Southern China. Agricultural Sciences in China, 7: 1245-1252.
- Mooleki, S. P., J.J. Schoenau, J.L. Chales and G. Wen (2004). Effect of rat, frequency and incorporation of freedlot cattle manure on soil nitrogen availability, crop performance and nitrogen use efficiency in east-central Saskachwan. Canadian Journal of Soil Science, 84: 199-210.
- on oil content and composition of sunflower seed. Australian Journal of Agricultural Research, 29(6): 1203 – 1212.
- Hayward, C.F., O.R. Jackson and K.A. Smith (1993). Nitrogen efficiency of autumn-winter and spring application of organic manures on winter cereals and its effect on grain yield and quality. Aspects of Applied Biology, 36 cereal quality. III, 301-310.
- Hornick, S.B. (1988). Use of organic amendments to increase the productivity of sand and gravel soils: Effect on yield and composition of sweet corn. American J. of Alternative Agriculture, 3:156-162.
- Kasem, M.M. and M.A. EL-Mesilby (1992). Effect of rates and application treatments of nitrogen fertilizer on sunflower(*Heliantus annuus* L.).1. Growth characters. Annals of Agricultural Science. Moshtohor, 30: 653-663.
- Khaliq, A. (2004). Irrigation and nitrogen management effects on productivity of hybrid sunflower (*Helianthus annuus* L.). Ph.D. thesis, Dept. of Agron, Uni. of Agri. Faisalabad, Pakistan.
- Kazi, B.R., F.C. Oad, G.H. Jamro, L.A. Jamali and N. L. Oad (2002). Effect of water stress on the growth, yield and oil content of sunflower. Pakistan Journal of Applied Sciences, 2(5):550-552.
- Kheir, N.F., E.Z. Harb, H.A. Moursi and S.H. El-Gayar (1991). Effect of salinity and fertilization on flax plants (*Linum*

- Environment, 65:23-32.
- Roesty, D., R. Gaur and B.N. Johri (2006). Plant growth stage, fertilizer management and bio-inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth promoting rhizobacteria affect the rhizobacterial community structure in rain-fed wheat fields. 38: 1111-1120.
- Schneider, A.A. and J.F. Miller (1981). Description of sunflower growth stages. Crop Sci, 21: 901-903.
- Sharma, S.K., M.R. Ram and D.P. Singh (1997). Effects of crop geometry and nitrogen on quality and oil yield of *Brassica* species. Indian Journal of Agronomy, 42 (2): 357-360.
- Shata, S.M., A. Safaa, S. Mahmoud and H. Siam. (2007). Improving calcareous soil productivity by integrated effect of intercropping and fertilizer. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 3(6): 733-739.
- Shehata, M.M. and S.A. EL-Khawas (2003). Effect of two biofertilizers on growth parameters, yield characters, nitrogenous components, nucleic acids content, minerals, oil content, protein profiles and DNA banding pattern of sunflower yield. Pakistan Journal of Biological Sciences, 6(14): 1257-1268.
- Sommerfeldt, T.G. and D. Machay (1987). Utilization of cattle manure containing wood shaving: Effect on soil and crop. Canadian Journal of soil science. 67: 309-316.
- Munir, M.A., M.A. Malik and M.F. Saleem (2007). Impact of integration of crop manuring and nitrogen application on growth, yield and quality of spring planted sunflower (*Helianthus annuus* L.) Pakistan Journal of Botany, 39(2): 441-449.
- Parmar, D.K., P.K. Sharma and T.R. Sharma (1998). Integrated nutrient supply system for (DPP 68) vegetable pea (*Pisum sativum var arvense*) in dry temperate zone of himachal Pradesh. Indian J. Agric. Sci. 68-86.
- Paul, J.W. and E.G. Beauchamp (1993). Nitrogen availability for corn in soils amended with urea, cattle slurry, and soil composted manures. Canadian Journal of Soil Science, 73:253-266.
- Rabinson, R.G. (1995). Irrigation and nitrogen for sunflower and fieldbean on sandy soil. Minnesota Report AD-MR-2862. Agric. Expt. Stn. University of Minnesota. St. Paul, MN.
- Ram Rao, D.M., J.M. Kodandaramaiah, P. Reddy, R.S. Katiyar and V.K. Rahmathulla (2007). Effect of VAM fungi and bacterial biofertilizers on mulberry leaf quality and silkworm cocoon characters under semiarid conditions. Caspian J. Eny.Sci.5(2):111-117.
- Ranells, N.N. and M.G. Wagger (1997). Winter grass-legume bicultures for efficient nitrogen management in no-till corn. Agriculture, Ecosystems and

Steer, B.T. and G.I. Seiler. (1990). Changes in fatty acid composition of sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds in response to time of nitrogen application, supply rates and defoliation. Journal of the Science of Food and Agriculture, 51: 11-26.

Subba Rao, N.S. and Y.R. Dommergues (1998). Microbial interactions in agriculture and forestry, Science Publishers, Inc, U.S.A. 278 pp.

Zamber, M.A., B.K. Konde and K.R. Sonar (1984). Effect of *Azotobacter chroococcum* and *Azospirillum brasilense* inoculation under graded levels of nitrogen on growth and yield of wheat. Plant Soil, 79: 61-67.

