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

۳۵ -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- *دانش‌آموخته 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 دریافت: ۸۹/۷/٤ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۱/۱٦

چکیده

به‌منظور بررسی خصوصیات کمی‌وکیفی 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: F_1 (۱۰۰درصد دامی)، F_2 (۲۵درصد شیمیایی و۷۵درصد دامی)، F_3 (۵۰درصد شیمیایی و۵۰درصد دامی)، F_4 (۷۵درصد شیمیایی و۲۵درصد دامی)، F_5(۱۰۰درصد شیمیایی)، F_6 (کود سبز و ۵۰درصد شیمیایی و۵۰درصد دامی)، F_7 (کود سبز و ۲۵درصد شیمیایی و ۷۵درصد دامی) و تیمار با باکتری‌های افزاینده رشد (*ازتوباکتر* و *آزوسپریلوم*) به عنوان عامل فرعی در ۲ سطح شامل: I_1 (بذرهای تلقیح شده) و I_0 (بذرهای تلقیح نشده) بود. نتایج به‌دست آمده نشان داد که عملکرد دانه، بیولوژیک و اجزای عملکرد به طور معنی‌داری در سیستم‌های تغذیه تلفیقی بیشتر از سایر سیستم‌های شیمیایی و آلی بود. تیمار F_6 در بین تیمارهای سیستم تغذیه عملکرد دانه (۳۰۳۴/۵ کیلوگرم در هکتار)، وزن طبق (۹۰/۰۶ گرم)، قطر طبق (۱۹/۴۰ سانتی‌متر)، وزن هزار دانه (۶۷/۹۹ گرم) و تعداد دانه در طبق (۹۲۵/۵) بیشتری را به خود اختصاص داد ($F_6>F_3>F_4>F_7>F_2>F_5>F_1$). تلقیح بذرها با باکتری‌های افزاینده 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 کودزیستی باکتریایی، میزان اسیدهای چرب اشباع به طور معنی‌داری کاهش و اسیدهای چرب غیر اشباع (اولئیک و لینولئیک) افزایش یافتند.

واژه‌های کلیدی: آفتابگردان، سیستم‌های تغذیه تلفیقی، کود زیستی، کود سبز، نیتروژن.

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 Ghalavand[2] and Seyed Ali Mohammad Modares Sanavi[3]

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 F_1 (100% FYM), F_2 (75% FYM + 25% chemical), F_3 (50% FYM + 50% chemical), F_4 (25% FYM + 75% chemical), F_5 (100% chemical), F_6 (50% FYM + 50% chemical + green manure) and F_7 (75% FYM + 25% chemical + green manure), were randomized to the main plot units and two levels of bio fertilizer I_1 (inoculation) and I_0 (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 F_6 treatment ($F_6>F_3>F_4>F_7>F_2>F_5>F_1$). 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.

* Corresponding author. *E-mail Address*: ghalavaa@modares.ac.ir

مقدمه

آفتابگردان یکی از عمده‌ترین دانه‌های روغنی در جهان می باشد که به دلیل مناسب بودن نیاز های 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 بی رویه آن، استفاده از جایگزین‌های مناسب از جمله کود های آلی ضروری به نظر می رسد (Kennedy *et al.,* 2004). کود دامی، یکی ازمنابع 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 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 راه-های نیل به کشاورزی پایدار به خصوص در کشور ما که خاک‌های زراعی عموما 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

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 تأثیرگذار 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 ۳۰-۰ 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 (۱۰۰درصد دامی)، F_2 (۲۵ درصد شیمیایی و۷۵ درصد دامی)، F_3 (۵۰ درصد شیمیایی و ۵۰ درصد دامی)، F_4 (۷۵ درصد شیمیایی و۲۵ درصد دامی)، F_5 (۱۰۰درصد شیمیایی)، F_6 (کود سبز و ۵۰ درصد شیمیایی و ۵۰ درصد دامی)، F_7(کود سبز و ۷۵درصد دامی و ۲۵درصد شیمیایی) و تیمار با باکتری‌های افزاینده 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 ۱۳۸۷با اجرای مراحل آماده‌سازی زمین شامل عملیات شخم، دیسک‌زنی جهت خردکردن کلوخه‌ها، تسطیح و ایجاد جوی و پشته توسط فاروئر جهت کشت آفتابگردان رقم هیبرید آلستار در ۲۲ تیرماه صورت گرفت. در این آزمایش تأثیر سیستم‌های مختلف تغذیه نیتروژن، شامل آلی (کود دامی گاوی نسبتا 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 برگردانده شد)، شیمیایی (کود اوره به میزان ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار) و تلفیقی همراه با تلقیح و عدم تلقیح باکتری‌های افزاینده 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 اشنایتر 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

۳۰ × ۷۰ سانتی‌متر 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، تنک‌کردن و کنترل علف‌های هرز به اجرا درآمد. در پایان مرحله گرده‌افشانی، 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 R_9) در ۱۶ مهر ماه انجام شد. در این تحقیق ویژگی‌هایی از قبیل، قطر طبق، تعداد دانه، وزن هزاردانه، وزن طبق، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، 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، اسیدلینولنیک، 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 دربین سیستم‌های تغذیه تلفیقی، تیمار F_6 بیشترین قطر طبق

جدول۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیائی خاک محل آزمایش در سال۱۳۸۷

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی	شن	سیلت	رس	نیتروژن	مواد آلی	pH	ظرفیت تبادلی کاتیون	پتاسیم	فسفر
	٪						(meq/100g)	p.p.m	
مقدار	۶۹	۲۰	۱۱	۰/۱۰	۱/۰۶	۷/۷	۶/۴	>۳۵۰	>۲۵

را به میزان ۱۹/۴ سانتی‌متر به خود اختصاص داد. کم‌ترین میزان قطر طبق مربوط به سیستم ۱۰۰ درصد دامی به میزان ۱۷/۴ سانتی‌متر بود (جدول ۳). نتایج آزمایش نشان داد که باکتری‌های افزاینده رشد گیاه روی قطر طبق تأثیر مثبت و معنی‌داری داشتند به طوری که تلقیح باکتریایی باعث افزایش قطر طبق از ۱۷/۹۴ به ۱۹/۰۳ سانتی‌متر 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 F_6 و F_7 تعداد دانه بیشتری را نسبت به تیمار F_3 و F_2 تولید نمود اما این افزایش از لحاظ آماری معنی‌دار 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 معنی‌داری 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 معنی‌دار 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 معنی‌داری 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 افزاینده رشد گیاه مشابه بود و در واقع بین وزن هزاردانه و وزن طبق همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت (r^2=۰/۹۴**)، 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 معنی‌دار 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 معنی‌داری 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 کارائی 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

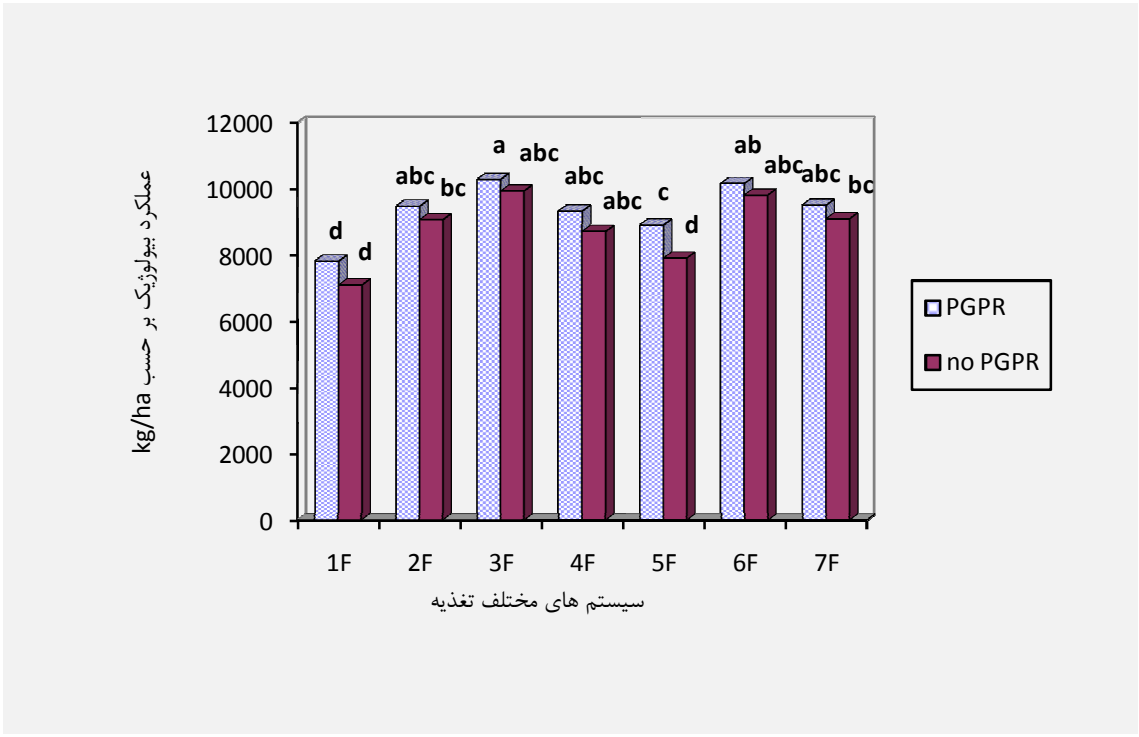
نتایج نشان داد که عملکرد دانه به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار گرفت (جدول ۲). به طوری که تیمارهای سیستم تغذیه تلفیقی، عملکرد دانه بیشتری نسبت به تیمارهای سیستم تغذیه آلی و شیمیایی تولید کردند و در بین تیمارهای سیستم تغذیه تلفیقی تیمار ۵۰ درصد شیمیایی + ۵۰ درصد کود دامی + کود سبز بیشترین 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 (Sommerfeldet 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 معنی‌دار نبوده است، همچنین بین دو سیستم تلفیقی ۷۵ درصد شیمیایی + ۲۵ درصد دامی و ۷۵ درصد دامی + ۲۵ درصد شیمیایی + کود سبز نیز تفاوت معنی‌داری 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 معنی‌داری 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 معنی‌دار 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 معنی‌داری 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 معنی‌دار 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 معنی‌دار 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 $F_3>F_6>F_7>F_2>F_4>F_5>F_1$ می باشد. این امر می‌تواند دلیل بر نقش بیشتر تیمارهای تغذیه در

مقایسه با کود زیستی در عملکرد بیولوژیک باشد و می‌توان استنباط کرد که توانایی تثبیت نیتروژن توسط باکتری‌ها محدود بوده و جواب‌گوی نیاز گیاه نمی‌باشد. همچنن بین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد (r^2=۰/۹۹**). در واقع افزایش عملکرد بیولوژیک سبب ایجاد سطح فتوسنتز کننده زیادتر 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 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 تقریبا به یک میزان شده‌اند.



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 ۱درصد بر میزان پروتئین داشته‌اند. با توجه به نتایج به‌دست 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 تغذیهٔ 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 (F_3,F_6) 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-Khawas, 2003) افزایش معنی‌دار درصد روغن آفتابگردان را با کاربرد کود زیستی گزارش کردند. با توجه به این که باکتری‌های *ازتوباکتر* و *آزوسپریلوم* 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 F_6) این باکتری‌ها به صورت مصرف کننده نیتروژن درآمده و سبب کاهش نیتروژن قابل استفاده برای گیاه می‌شوند. اما در تیمار F_1 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

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

ns غیر معنی دار، * و ** به ترتیب معنی‌دار 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 درطبق	قطر طبق (cm)
	۱۰۰ درصد دامی(F_1)	d۱۸۹۴/۶	c۷۴۵۵/۰	c۵۸/۳۳	c۶۲/۴۶	d۷۴۸/۴	c۱۷/۴۳
	۷۵درصد دامی+۲۵درصد شیمیایی(F_2)	b۲۶۲۶/۳	ab۹۲۶۷/۵	ab۶۳/۵۰	abcv۷/۳۵	bc۸۲۴/۷	abc۱۸/۱۲
	۵۰درصد دامی+۵۰درصد شیمیایی(F_3)	a۳۰۲۶/۵	a۱۰۱۰۳/۸	a۶۷/۲۵	a۸۹/۴۰	a۹۲۲/۱	ab۱۹/۲۶
	۲۵درصد دامی+۷۵درصد شیمیایی (F_4)	ab۲۷۶۴/۲	ab۹۵۱۶/۷	ab۶۴/۶۷	ab۷۹/۸۸	ab۸۶۷/۸	ab۱۹/۰۲
	۱۰۰درصد شیمیایی (F_5)	c۲۲۷۱/۷	bc۸۴۰۲/۵	bc۶۲/۱۷	bcv۲/۹۸	cdv۷۴/۰۲	bc۱۷/۹۳
	کودسبز+۵۰درصددامی+۵۰درصد شیمیایی (F_6)	a۳۰۳۴/۵	a۹۹۷۹/۶	a۶۷/۹۹	a۹۰/۰۶	a۹۲۵/۸	a۱۹/۴۰
	کودسبز+۷۵درصددامی+۲۵ذرصد 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
بدونPGPR(I_0)		b۲۵۳۶/۹	b۸۸۸۷/۴	b۶۱/۹۵	bv۴/۷۲	b۸۱۳/۳۳	b۱۷/۹۴

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند فاقد تفاوت معنی‌دار 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 پالمتیک معنی‌دار بوده و بیشترین مقدار آن در تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و کمترین میزان آن در تیمار ۷۵درصد دامی + ۲۵ درصد شیمیایی + کود سبز و ۱۰۰ درصد دامی حاصل شد. همچنین تلقیح با باکتری‌های تثبیت کننده 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 اسیدچرب پالمتیک 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 حالی‌که 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 پالمتیک 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 مطابقت دارد (Fernandez-Martinez *et al.,* 1993; Miller *et al*., 1987). با توجه به نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی سیستم‌های مختلف تغذیه و باکتری‌های افزاینده رشد گیاه، بالاترین و پایین‌ترین درصد اسید لینولنیک 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 بهتراز 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 فعالیت-های 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 انکار ناپذیر کودهای زیستی در تثبیت نیتروژن و سایر سودمندی های این موجودات خاکزی می‌باشد. یکی از نقش های 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

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

ns غیر معنی دار، * و ** به ترتیب معنی‌دار 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 پالمتیک	اسید استئاریک	اسید اولئیک	اسید لینولئیک	اسید لینولنیک	اسید آراشیدونیک	درصد روغن	درصد پروتئین
	۱۰۰ درصد دامی(F_1)	d۶/۹۲	c۴/۵۷	a۳۹/۰۷	d۴۸/۱۵	c۰/۲۲	a۰/۸۹	a۵۲/۶۶	e۱۸/۹۲
	۷۵درصد دامی+۲۵درصد شیمیایی(F_2)	bc۶/۱۹	bc۴/۶۰	a۳۸/۶۳	cd۴۸/۸۵	b۰/۲۴	b۰/۸۲	b۵۰/۲۶	d۱۹/۸۸
	۵۰درصد دامی+۵۰درصد شیمیایی(F_3)	bc۶/۲۳	cd۴/۴۵	a۳۸/۱۶	a۵۱/۲۰	c۰/۲۲	f۰/۶۹	cd۴۷/۳۵	ab۲۱/۶۸
	۲۵درصددامی+۷۵درصد شیمیایی (F_4)	ab۶/۳۲	b۴/۷۶	a۳۸/۱۹	ab۵۰/۵۶	c۰/۲۲	c۰/۸۰	bc۴۸/۸۰	bc۲۰/۹۲
	۱۰۰درصد شیمیایی (F_5)	a۶/۵۱	a۵/۰۷	a۳۸/۶۲	cd۴۸/۹۸	c۰/۲۲	e۰/۷۰	b۴۹/۸۱	cd۲۰/۶۲
	کودسبز+۵۰درصددامی+۵۰درصد شیمیایی (F_6)	dc۶/۰۶	e۴/۲۲	a۳۸/۸۱	abc۵۰/۱۳	d۰/۲۱	g۰/۶۲	d۴۶/۶۱	a۲۱/۸۱
	کودسبز+۷۵درصددامی+۲۵درصد 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 معنی‌دار 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 دورهٔ 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 F_6 به مقدار ۳۰۳۴/۵ کیلوگرم در هکتار به‌دست 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 ملاحظهٔ 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 (I_0) 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

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 معنی‌دار 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 می‌توان به نظام‌های کشاورزی پایدار با هدف کاهش مصرف کودهای شیمیایی و افزایش بهره‌وری نهاده‌ها 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. Ncsu. Edu/PDFs/Updated%20PDF%20for%20 web/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 field. Canadian Journal of Soil Science. 66: 713-720.

Cook, R.J. (2007). Managment of resident plant growth-promoting rhizobacteria with the cropping system: a review of experience in the US Pacific Nowrthwest. 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). Radition 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

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(*Heliuntus 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.

Schneiter, 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. Reacerch 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.

Sommerfeldet, T.G. and D. Machay (1987). Utilization of cattele manure containing wood shaving: Effecton 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, Malik,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 amende 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 silkworn cocoon characters under semiaride 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 *Azosprillum brasilense* inoculation under graded levels of nitrogen on growth and yeild of wheat. Plant Soil, 79: 61-67.