

اثر نوع کود نیتروژن و مصرف کود زیستی بر عملکرد و کیفیت آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) Effect of nitrogen fertilizer and biofertilizer application on yield and quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.)

ساناز شوقي کلخوران^۱، امير قلاوند^۲، سيد علی محمد مدرس ثانوي^۳ و پريسا اکبرى^۴

چکیده

شوقي کلخوران، س.، ا. قلاوند، س. ع. م. مدرس ثانوي و پ. اکبرى. ۱۳۸۹. اثر نوع کود نیتروژن و مصرف کود زیستی بر عملکرد و کیفیت آفتابگردان (PGPR) بر عملکرد دانه و روغن و ترکیب اسیدهای چرب آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.), آزمایشی در سال‌های زراعی ۱۳۸۵-۱۳۸۶ و ۱۳۸۶-۱۳۸۷ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران اجرا گردید. این آزمایش به صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح بلوك‌های کامل تصادفی در سه تکرار به اجرا در آمد. عامل اصلی شامل کود در پنج سطح ۱۰۰ درصد آلي (F₁)، ۷۵ درصد آلي+ ۲۵ درصد شیمیایی (F₂)، ۵۰ درصد آلي+ ۵۰ درصد شیمیایی (F₃)، ۲۵ درصد آلي+ ۷۵ درصد شیمیایی (F₄)، ۱۰۰ درصد شیمیایی (F₅) و عامل فرعی شامل دو سطح تلقيق بذور با باكتري‌های افزاینده رشد (I₁) و عدم تلقيق بذور (I₀) بود. نتایج به دست آمده نشان داد که عملکرد دانه، عملکرد یولوژيك، عملکرد روغن و میزان پروتئين به طور معنی‌داری در روش‌های تلفیقی بيشتر از تیمارهای شیمیایی و آلي بود. بيشترین و کمترین میزان روغن (۵۱/۱ و ۴۶/۳ درصد) به ترتیب در تیمار ۱۰۰ درصد آلي و تیمار ۵۰ درصد آلي+ ۵۰ درصد شیمیایی به دست آمد، در حالی که در رابطه با میزان پروتئين (۲۰/۹ و ۱۸/۳ درصد) نتیجه معکوس بود. با افزایش سهم کود آلي در روش‌های مختلف تغذیه‌اي و با استفاده از کود زیستی باكتري‌ای، میزان اسیدهای چرب اشباع به طور معنی‌داری کاهش و اسیدهای چرب غیر اشباع (اولنيک و لينولنيک) افزایش يافتند. بيشترین میزان اسید لينولنيک (۵۲/۶ درصد) و اسید اولنيک (۳۹/۸ درصد) به ترتیب در تیمارهای ۵۰ درصد آلي+ ۵۰ درصد شیمیایی و ۱۰۰ درصد آلي بدست آمد. نتایج نشان داد که تلقيق بذرها با کود زیستی باكتري‌ای موجب افزایش عملکرد دانه (۲/۸ درصد) و روغن (۱۱/۳ درصد)، عملکرد یولوژيك، میزان پروتئين (۴/۹ درصد) و روغن (۲/۶ درصد) و بهبود کیفیت روغن گردید. بنابراین به نظر می‌رسد که در مدیریت تولید آفتابگردان، با استفاده از روش‌های مختلف تغذیه‌اي نیتروژن می‌توان روغن‌هایی با کیفیت متنوع برای مصارف مختلف تولید کرد.

واژه‌های کلیدی: آفتابگردان، باكتري‌های افزاینده رشد، پروتئين، روغن و کود آلي.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۹/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۲/۸

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

۲- دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: ghalavaa@modares.ac.ir)

۳- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

۴- دانشجوی دکتری دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه

است، می‌باشد. نیتروژن معمولاً به شکل کودهای شیمیایی تهیه و مصرف می‌شود. تأمین نیتروژن از طریق مصرف زیاد کودهای شیمیایی یکی از دلایل اصلی آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی و در نهایت مسمومیت انسان، دام و آبزیان می‌باشد و علاوه بر پیامدهای منفی زیست محیطی، افزایش هزینه‌های تولید را نیز به همراه دارد (Chandrasekar *et al.*, 2005). از طرف دیگر کودهای آلی نیز حاوی مقدار قابل توجهی نیتروژن هستند که در مزرعه برای چند سال می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. برخی از پژوهشگران اظهار داشته‌اند که می‌توان در زمین‌های زراعی با مصرف کودهای دامی حدود ۴۲ درصد نیتروژن، ۲۹ درصد فسفر و ۷۵ درصد پتاسیم مورد نیاز گیاهان را تأمین کرد. این موضوع موجب به دست آمدن حداکثر عملکرد محصول شده و کارایی مصرف کودهای شیمیایی نیز افزایش می‌یابد (Laur, 1975). بررسی‌ها نشان داده‌اند که کودهای شیمیایی و یا دامی به تنها یکی برای تولید پایدار کشاورزی نمی‌توانند مفید واقع شوند، از این رو تأمین تلفیقی عناصر غذایی با استفاده از کودهای شیمیایی و آلی، کمبود مواد غذایی را جبران کرده، حاصلخیزی خاک حفظ شده و تولید پایدار محصول را به همراه دارد (Mohammad, 1999). استفاده از کودهای زیستی حاوی باکتری‌های آزوسپریلوم و از توباکتر که از تثیت کننده‌های اختیاری نیتروژن (PGPR) مولکولی بوده و ریزوباکتری‌های افزاینده رشد (PGPR) نامیده می‌شوند، به جای کودهای شیمیایی موجب فراهم کردن مواد غذایی مورد نیاز گیاه و افزایش رشد آن می‌شود. به علاوه آن‌ها به عنوان تحریک کننده‌های زیستی، در کاهش سطوح اتیلن در گیاه و ایجاد مقاومت سیستمیک و استقرار گیاهچه نقش دارند و به حفظ سلامتی محیط زیست هم کمک می‌کنند (Wu *et al.*, 2004 ; Dey *et al.*, 2004) (Dey *et al.*, 2004). پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر روش‌های مختلف کودی و کود زیستی باکتریایی بر صفات آفتابگردان با هدف افزایش

در ک تأثیر روش‌های مختلف تغذیه گیاه به منظور استفاده بهینه از عوامل اقلیمی، مدیریت زراعی و نهاده‌های کشاورزی، می‌تواند کمک مؤثری در جهت افزایش تولید با کیفیت مطلوب محصول و کاهش مصرف کودهای شیمیایی نماید. با انتخاب روش صحیح تغذیه گیاه می‌توان ضمن حفاظت از محیط زیست، جلوگیری از کاهش کیفیت آب‌ها، کاهش فرسایش خاک و حفظ تنوع زیستی، کارایی نهاده‌ها را نیز افزایش داد (Beauchamp, 1986).

آفتابگردان (*Helianthus annuus L.*) از نظر تولید روغن در بین گیاهان یکساله تولید کننده روغن بعد از سویا، پنبه دانه و بادام زمینی در مقام چهارم قرار دارد (Anonymous, 2001). آفتابگردان یکی از مهم‌ترین دانه‌های روغنی در جهان می‌باشد که به دلیل عملکرد بالای روغن، بالا بودن ارزش غذایی و فقدان عوامل ضد تغذیه‌ای، سطح زیر کشت آن افزایش یافته است (Kazi *et al.*, 2002). بالا بودن میزان اسیدهای چرب غیر اشباع لینولئیک و اولئیک که از اسیدهای چرب ضروری بوده و حدود ۹۰ درصد از کل اسیدهای چرب روغن آفتابگردان را تشکیل می‌دهند، باعث افزایش ارزش تغذیه‌ای روغن آن شده است (Izquierdo and Aguirrezzabal, 2008). ارقام روغنی اصلاح شده آفتابگردان دارای ۴۰ تا ۵۰ درصد روغن در دانه می‌باشند. دانه آفتابگردان همچنین دارای ۲۹ تا ۳۵ درصد پروتئین است و علاوه بر تولید روغن، کنجاله حاصل از روغن کشی دانه نیز می‌تواند در جیره غذایی دام‌ها مورد استفاده قرار گیرد (Roe *et al.*, 1997).

یکی از عناصر غذایی مهم برای رشد گیاهان نیتروژن است. نیاز گیاهان به نیتروژن زیاد بوده و مصرف متعادل و مناسب آن ضروری است. این عنصر جزء اصلی ترکیبات حیاتی چون اسیدهای نوکلئیک، پروتئین‌ها، آنزیم‌ها و ترکیباتی مانند آدنوزین تری فسفات (ATP) که منبع انرژی شیمیایی برای سلول

باکتری‌های افزاینده رشد (I_1) و عدم تلقیح بذور (I_0) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. کل کود دامی و نیمی از کود شیمیابی محاسبه شده برای هر کرت با احتساب نیتروژن موجودی خاک به صورت پیش از کاشت توزیع و با خاک مخلوط شد و باقی مانده کود شیمیابی به صورت سرک در مرحله ۶ تا ۸ برگی (V_6-V_8)، بر اساس کدبندی اشتایر و میلر (Schneiter and Miller, 1981) توزیع گردید. کود زیستی به صورت مایه تلقیح نیتروکسین [یک لیتر به ازای ۳۰ کیلوگرم بذر در هکتار (بر اساس توصیه کودی شرکت بیوتکنولوژی مهر آسیا (MAB CO.) که حاوی ترکیبی از باکتری‌های ثبیت کننده نیتروژن شامل از توپاکتر و آزوسپریلیوم بود]، مصرف شد. در هر گرم مایه تلقیح مایع، 10 عدد باکتری زنده و فعال حضور داشت. بذرها با استفاده از این مایه، تلقیح و بلافصله پس از خشکاندن در سایه و تحت شرایط محیط آزمایشگاه کشت شدند. کاشت در سال زراعی ۱۳۸۵-۱۳۸۶ در تاریخ ۷ تیر ماه و در سال زراعی ۱۳۸۶-۱۳۸۷ در تاریخ ۲۲ تیر ماه و به صورت خشکه کاری در واحدهای آزمایشی شامل ۶ ردیف ۷ متری و به صورت جوی و پشته با آرایش 20×50 سانتی متر با رعایت یک متر فاصله بین دو کرت به اجرا در آمد. عملیات داشت (آبیاری به صورت نواری و کترل علفهای هرز (به صورت دستی و به دفعات مورد نیاز) در طول دوره رشد صورت گرفت. در پایان مرحله گردهافشانی، جهت پیشگیری از خسارت پرندگان، از هر کرت ۱۵ بوته از خطوط میانی و با در نظر گرفتن اثر حاشیه که دارای رشد معادل میانگین جامعه هر کرت بود، انتخاب و طبقهای آن‌ها به وسیله پاکت کاغذی پوشانده شد. برداشت نهایی پس از رسیدگی فیزیولوژیک دانه‌ها صورت گفت و صفات عملکرد دانه و بیولوژیک بر حسب کیلوگرم در هکتار، میزان پروتئین، میزان روغن و عملکرد روغن (بر حسب کیلوگرم در هکتار) و

عملکرد و بهبود کیفیت دانه در گیاه آفتابگردان انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال‌های زراعی ۱۳۸۵-۱۳۸۶ و ۱۳۸۶-۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، با مختصات جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۴ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۱۳۵۲ متر از سطح دریا اجرا گردید. این منطقه بر اساس تقسیم‌بندی اقلیمی کوپن دارای آب و هوای نیمه خشک می‌باشد. در این آزمایش تأثیر روش‌های مختلف تغذیه‌ای و باکتری‌های افزاینده رشد (تلقیح و عدم تلقیح) به منظور تأمین نیتروژن، شامل کودهای آلی (کود دامی گاوی نسبتاً خشک و پوسیده شده به میزان ۴۸ تن در هکتار)، شیمیایی (کود نیتروژن به میزان ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره) و تلفیقی در آفتابگردان (هیبرید آستار) مورد بررسی قرار گرفت. در هر سال قبل از کشت از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌گیری صورت گرفت و مقادیر کودی تیمارها با توجه به نیتروژن موجودی خاک در هر دو سال (جداول ۱ و ۲)، تجزیه کود دامی (سال اول حاوی $1/25$ و سال دوم $0/71$ درصد نیتروژن) با کارایی جذب 30 درصد و کود شیمیایی اوره (حاوی 46 درصد نیتروژن) و بر اساس 150 کیلوگرم نیتروژن در هکتار (نیاز کودی آفتابگردان (طبق توصیه کودی مرکز تحقیقات اصلاح و تهیه بذر و نهال کرج)) محاسبه شد.

این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. عامل اصلی در سطح کودی شامل، 100 درصد آلی (F_1)، 75 درصد آلی $25+$ درصد شیمیایی (F_2)، 50 درصد آلی $50+$ درصد شیمیایی (F_3)، 25 درصد آلی $75+$ درصد شیمیایی (F_4)، 100 درصد شیمیایی (F_5) و عامل فرعی در 2 سطح شامل تلقیح بذور با

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیابی خاک محل آزمایش در سال اول (۱۳۸۵)

Table 1. Chemical and physical characteristics of the soil of the experimental site in first year (2006)

خواص فیزیکی و شیمیابی خاک	Sand	Silt	Clay	pH	اسیدیت خاک	مواد خنثی شونده	روطیت قابل دسترس	ظرفیت تبادلی کاتیون	مواد آلی	نیتروژن کل	پتاسیم	فسفر
	(%)				(%)		(%)	(meq.100g ⁻¹)	(%)	(%)	K	P
	69	20	11	7.7		5.5		12	6.4	1.06	0.07	>350

جدول ۲- میزان نیتروژن خاک در سال دوم آزمایش (۱۳۸۶)، بر اساس تیمارهای تغذیه‌ای در سال اول (۱۳۸۵)

Table 2.Nnitrogen content in the soil of the experimental site (2007) from each pre-plant nutrition treatments of the first year (2006)

تیمارهای تغذیه‌ای Nutrition treatments	۱۰۰ درصد آلی	۷۵ درصد آلی + ۲۵ درصد شیمیابی	۵۰ درصد آلی + ۵۰ درصد شیمیابی	۲۵ درصد آلی + ۷۵ درصد شیمیابی	۱۰۰ درصد شیمیابی						
	100% organic	75% organic + 25% chemical	50% organic + 50% chemical	25% organic + 75% chemical	100% chemical						
نیتروژن کل (درصد)	I ₁	I ₀	I ₁	I ₀	I ₁						
Total nitrogen (%)	0.11	0.11	0.10	0.07	0.10	0.11	0.10	0.10	0.11	0.11	*

*The numbers in the table are the means of three replications

*اعداد ذکر شده در جدول، میانگین سه تکرار است.

در تیمارهای سیستم تغذیه تلفیقی می‌باشد. گزارش شده است که مصرف تؤام کودهای آلی و شیمیایی سبب تسريع فرآیند معدنی شدن و آزاد سازی نیتروژن آلی و Beauchamp, افزایش فراهمی نیتروژن معدنی می‌شود (, 1986). نتایج مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک در هر سال نشان داد که کلیه تیمارهای تغذیه‌ای با بذور تلقیح شده، به طور معنی‌داری عملکرد بیولوژیک بیشتری نسبت به تیمارهای تغذیه‌ای بدون تلقیح باکتریایی داشتند (جدول ۴). بیشترین عملکرد بیولوژیک از تیمارهای ۵۰ درصد آلی+ ۵۰+ درصد شیمیایی همراه با تلقیح باکتری در هر دو سال به دست آمد. با توجه به نتایج سایر محققان (Shata *et al.*, 2007)، می‌توان نتیجه گرفت که در حضور کودهای آلی و زیستی، جذب نیتروژن از کود شیمیایی افزایش می‌یابد. با توجه به این که با افزودن ماده آلی به خاک، ابتدا فرآیند آلی شدن و سپس معدنی شدن نیتروژن انجام 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 (آبشویی، متصاعد شدن یا تشییت) کاهش یافته و سپس به دلیل فرآیند معدنی شدن، مجدد نیتروژن به صورت تدریجی به شکل قابل جذب گیاه در آمده و سبب فراهمی آن در طول دوره رشد گیاه می‌شود. در این رابطه، تناسب بین نسبت شکل آلی به معدنی نیتروژن بسیار اهمیت دارد. بر اساس نتایج به دست آمده، نسبت مساوی از دو شکل آلی و معدنی نیتروژن بهترین نسبت می‌باشد. تیمارهای تغذیه‌ای ۵۰ درصد آلی+ ۵۰+ درصد شیمیایی و ۲۵ درصد آلی ۷۵+ درصد شیمیایی همراه با کود زیستی، عملکرد بیولوژیک بیشتری نسبت به تیمارهای تغذیه‌ای تلفیقی، عملکرد بیولوژیک بیشتری نسبت به سایر تیمارها (تغذیه‌ای آلی و شیمیایی) در هر دو سال داشتند و تیمار تغذیه تلفیقی ۵۰ درصد آلی+ ۵۰+ درصد شیمیایی بالاترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص داد (جدول ۴). افزایش قابلیت دسترسی گیاه به عنصر غذایی به ویژه نیتروژن با مصرف تؤام کودهای آلی و شیمیایی و افزایش رشد و فتوسترات به دلیل افزایش سطح برگ گیاه از عوامل افزایش عملکرد اثر تیمارهای تغذیه‌ای در هر یک از سطوح باکتری در

ترکیبات اسیدهای چرب [اسیدپالمتیک (C16:0)، اسیداستاریک (C18:0)، اسیداوئیک (C18:1)، اسیدلینولئیک (C18:2)، اسیدلینولینیک (C18:3) و اسیدآرشیدونیک (C20:4(n6)] اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری میزان روغن و پروتئین دانه از دستگاه Inframatic 8620 Percon, Germany استفاده گردید. اندازه‌گیری اسیدهای چرب روغن بر اساس روش پیشنهادی متکالف (Metcalf *et al.*, 1966) و با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی Unicam 4600 (Unicam, England) با ستون کاپیلاری BPX70 به طول ۳۰ متر و قطر ۰/۲۵ میلی متر، استفاده شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS Institute, 2002 (SAS) انجام و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی دار (LSD) صورت گرفت. به دلیل ناهمگون بودن واریانس خطای آزمایشی در دو سال برای صفات عملکرد روغن و بیولوژیک، اسیدآرشیدونیک، اسیدلینولئیک و اسیداستاریک، آنالیز واریانس و مقایسه میانگین‌ها به صورت سالیانه و برای باقی صفات به صورت مرکب انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد بیولوژیک

روش‌های مختلف حاصلخیزی و باکتری‌های افزاینده رشد در طی دو سال آزمایش اثر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک داشتند (جدول ۳). روش‌های تغذیه‌ای تلفیقی، عملکرد بیولوژیک بیشتری نسبت به سایر تیمارها (تغذیه‌ای آلی و شیمیایی) در هر دو سال داشتند و تیمار تغذیه تلفیقی ۵۰ درصد آلی+ ۵۰+ درصد شیمیایی بالاترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص داد (جدول ۴). افزایش قابلیت دسترسی گیاه به عنصر غذایی به ویژه نیتروژن با مصرف تؤام کودهای آلی و شیمیایی و افزایش رشد و فتوسترات به دلیل افزایش سطح برگ گیاه از عوامل افزایش عملکرد

(Nandhagopal *et al.*, 1995). تیمارهای تغذیه‌ای تلفیقی درصد آلی^{۵۰+} درصد شیمیایی و ۲۵ درصد آلی^{۷۵+} درصد شیمیایی عملکرد دانه بیشتری نسبت به تیمارهای تغذیه‌ای ۱۰۰ درصد شیمیایی و ۷۵ درصد آلی^{۲۵+} درصد شیمیایی داشتند و کمترین عملکرد دانه در تیمار ۱۰۰ درصد آلی حاصل گردید (جدول ۶) این موضوع می‌تواند به دلیل ساکن‌سازی نیتروژن معدنی توسط کودهای آلی و کاهش قابلیت دسترسی به این عنصر به خصوص در مراحل اولیه رشد گیاه نسبت به کودهای شیمیایی باشد. تلقیح بذور با کود زیستی باکتریایی اثر مثبت و معنی داری بر عملکرد داشت (جدول‌های ۳ و ۶) که این افزایش می‌تواند به وسیله ایجاد چرخه مواد غذایی و قابل دسترس ساختن و افزایش جذب آن توسط باکتری‌های حاصل شود.

میزان پروتئین

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب نشان داد که تیمارهای تغذیه‌ای و کود زیستی اثر معنی داری بر میزان پروتئین دانه داشته‌اند (جدول ۳). با توجه به نتایج مقایسه اثرات اصلی تیمارهای تغذیه‌ای و باکتری‌های افزاینده رشد در تجزیه مرکب، میزان پروتئین دانه به عنوان یک صفت مهم به منظور استفاده از کنجاله دانه آفتابگردان در تغذیه دام به شکل محسوسی با مصرف تلفیقی کودها افزایش می‌یابد. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بالاترین میزان پروتئین در تیمار تلفیقی ۵۰ درصد آلی^{۵۰+} درصد شیمیایی می‌باشد (جدول ۶). به نظر می‌رسد که با مصرف تلفیقی کودها از طریق جلوگیری از هدرروی نیتروژن به علت وجود کود دامی، نیتروژن بیشتری در اختیار گیاه قرار گرفته و لذا میزان پروتئین در تیمارهای تلفیقی نسبت به سایر تیمارها بیشتر بوده است. گزارش شده است که با افزایش مصرف نیتروژن، میزان پروتئین دانه آفتابگردان افزایش می‌یابد (Kheir *et al.*, 1991, 2004). کود زیستی باکتریایی اثر معنی داری نیز بر میزان پروتئین داشته است، به طوری که میزان پروتئین دانه گیاهان تلقیح شده نسبت به

هر سال، نشان دهنده تبعیت تولید عملکرد بیولوژیک از یک روند مشابه می‌باشد. به این صورت که در هر دو سال، و نیز در هر دو سطح تلقیح و عدم تلقیح، ترتیب تولید عملکرد بیولوژیک به صورت ۵۰ درصد آلی^{۵۰+} درصد شیمیایی^{<۲۵} درصد آلی^{۷۵+} درصد شیمیایی^{>۷۵} درصد آلی^{۲۵+} درصد شیمیایی^{<۱۰۰} درصد آلی^{۱۰۰+} درصد شیمیایی^{>۱۰۰} درصد آلی^{بوده است. این موضوع می‌تواند دلیل بر نقش بیشتر تیمارهای تغذیه تلفیقی در مقایسه با کودزیستی در عملکرد بیولوژیک باشد و می‌توان استنباط کرد که توانایی تثیت نیتروژن توسط باکتری‌ها محدود بوده و جواب‌گوی نیاز گیاه نمی‌باشد. بین عملکرد بیولوژیک با عملکرد دانه و عملکرد روغن همبستگی مثبت و معنی داری مشاهده شد (جدول ۵). در این آزمایش افزایش عملکرد بیولوژیک باعث ایجاد سطح فتوسنتز کننده زیادتر شده و در اثر تولید مواد پرورده بیشتر، باعث افزایش عملکرد دانه و در نهایت عملکرد روغن شده است.}

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌های مربوط به عملکرد دانه آفتابگردان در دو سال آزمایش نشان داد که عملکرد دانه به طور معنی داری تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار گرفت (جدول ۳)، 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 تلفیقی ۵۰ درصد آلی^{۵۰+} درصد شیمیایی، بالاترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد (جدول ۶). پژوهشگران دلیل این افزایش عملکرد در روش‌های تغذیه تلفیقی را ناشی از مطابقت بیشتر بین نیتروژن قابل استفاده خاک با نیازهای گیاه می‌دانند (Mooleki *et al.*, 2004). افزایش فعالیت میکروبی و آزاد سازی عناصر غذایی موجود در کلوبیدهای خاک، اصلاح خواص فیزیکی خاک و در نتیجه تهويه بهتر آن می‌تواند از دلایل افزایش عملکرد در روش‌های تغذیه تلفیقی و ارگانیک باشد

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب صفات گیاهی و ترکیب اسیدهای چرب روغن دانه آفتابگردان در تیمارهای تغذیه‌ای و باکتری‌های افزاینده رشد

Table 3. Combined analysis of variance for plant characteristics and fatty acids content of sunflower grain oil in nutrition and PGPR treatments

S.O.V.	متای تغیر	درجه آزادی	d.f	میانگین مربعات (MS)										
				عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Grain yield	میزان پروتئین Protein (%)	میزان روغن Oil (%)	عملکرد روغن Oil yield	اسید پالmitik Palmitic acid	اسید استاریک Stearic acid	اسید اوئیک Oleic acid	اسید لینوئیک Linoleic acid	اسید لینولئیک Linolenic acid	اسید آرشیدونیک Arachidonic acid
Year (Y)	سال	1	1865603.1 ^{ns}	733057.1 ^{ns}	28.3*	97.5**	438750.1 ^{ns}	1.1*	13.1**	0.5 ^{ns}	5.3 ^{ns}	0.11**	0.20*	
Y (R)	خطای سال	4	709141.5	180412.9	2.5	2.5	62892.3	0.1	0.2	3.1	1.9	0.002	0.02	
Fertilizer (F)	کود	4	13356270.8**	2320009.4**	12.4**	36.8**	372735.6**	0.5**	1.5**	9.2**	31.6**	0.0008 ^{ns}	0.03*	
Y×F	سال × کود	4	70955.9 ^{ns}	5653.1 ^{ns}	0.04 ^{ns}	0.6 ^{ns}	1911.2 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.3**	3.3*	2.8 ^{ns}	0.0001 ^{ns}	0.01*	
Error a	خطای الف	16	1173653.6	60528.5	0.5	1.6	17050.8	0.04	0.03	1.03	0.9	0.0002	0.002	
Biofertilizer (I)	کود زیستی	1	5950860.6**	572717.4**	15.4**	24.7**	243913.9**	3.8**	1.8**	16.2**	41.2**	0.0004 ^{ns}	0.002 ^{ns}	
F×I	کود × کود زیستی	4	237698.6*	10651.5 ^{ns}	0.35 ^{ns}	0.6 ^{ns}	3376.4 ^{ns}	0.04 ^{ns}	0.14*	0.6 ^{ns}	4.4**	0.0029**	0.01**	
I×Y	سال × کود زیستی	1	51674.2 ^{ns}	3872.1 ^{ns}	0.05 ^{ns}	0.4 ^{ns}	67.3 ^{ns}	0.6**	0.07 ^{ns}	0.1 ^{ns}	2.9*	0.0005 ^{ns}	0.000001 ^{ns}	
Y×F×I	سال × کود × کود زیستی	4	49756.4 ^{ns}	4097.5 ^{ns}	0.25 ^{ns}	0.2 ^{ns}	1072.2 ^{ns}	0.07 ^{ns}	0.1*	0.8 ^{ns}	1.3*	0.0003 ^{ns}	0.01**	
Error b	خطای ب	20	63420.1	6676.4	0.25	0.6	1977.2	0.04	0.04	0.8	0.4	0.0004	0.002	
C.V (%)	ضریب تغیرات			2.8	3.4	2.5	1.6	3.8	3.3	4.9	2.4	1.2	7.4	5.7

ns: Non-significant

*,**: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

*: ns: غیر معنی دار

**: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای تغذیه‌ای و باکتری‌های افزاینده رشد بر صفات گیاهی و ترکیب اسیدهای چرب روغن دانه آفتابگردان

Table4. Mean comparison of interaction effects of nutrition and PGPR treatments on plant characteristics and fatty acids content of sunflower grain oil

Biofertilizer	کود زیستی	تیمارهای کود آبی treatments Fertilizer	اسید لینولیک Linoleic acid (%)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg.ha ⁻¹)		اسید استاریک Stearic acid (%)		اسید لینولنیک Linolenic acid (%)		اسید آرشیدونیک Archidonic acid (%)	
				۱۳۸۵ ۲۰۰۶		۱۳۸۶ ۲۰۰۷		۱۳۸۵ ۲۰۰۶		۱۳۸۶ ۲۰۰۷	
				۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۵	۱۳۸۶
تلقیح بذور با باکتری‌های افزاینده رشد (inoculation with PGPR)	(100% organic) (75% organic + 25% chemical) (50% organic + 50% chemical) (25% organic + 75% chemical) (100% chemical)	(100% organic) (75% organic + 25% chemical) (50% organic + 50% chemical) (25% organic + 75% chemical) (100% chemical)	48.4de 49.2c 52.6a 52.1a 50.9b	7629.5e 8943.9cd 10117.9a 9406.5bc 8605.4d	7814.2f 9470.8cd 10280.0a 9708.3bc 8900.0e	3.23c 3.23c 3.53 bc 3.43bc 4.33a	4.47de 4.35e 4.27e 4.67cd 4.99ab	0.29bc 0.33ab 0.31abc 0.33ab 0.31abc	0.20g 0.25a 0.22e 0.23d 0.21f	0.86bcd 0.87bcd 0.86bcd 0.97ab 0.90abcd	0.93a 0.76f 0.66k 0.79e 0.74g
		(100% organic) (75% organic + 25% chemical) (50% organic + 50% chemical) (25% organic + 75% chemical) (100% chemical)	47.8e 48.3e 51.8a 49.1cd 48.1e	6411.8f 8520.4d 9717.8ab 8809.1cd 7801.4e	7095.8g 9064.2e 9927.5b 9325.0d 7905.0f	3.17c 3.80b 3.76b 4.43a 4.66a	4.66cd 4.86bc 4.63d 4.86bc 5.14a	0.34a 0.32abc 0.30abc 0.28c 0.33abc	0.25b 0.23d 0.23d 0.22e 0.24c	1.01a 0.95abc 0.83cd 0.82d 0.91abcd	0.85c 0.89b 0.72i 0.81d 0.67j
		(100% organic) (75% organic + 25% chemical) (50% organic + 50% chemical) (25% organic + 75% chemical) (100% chemical)	47.8e 48.3e 51.8a 49.1cd 48.1e	6411.8f 8520.4d 9717.8ab 8809.1cd 7801.4e	7095.8g 9064.2e 9927.5b 9325.0d 7905.0f	3.17c 3.80b 3.76b 4.43a 4.66a	4.66cd 4.86bc 4.63d 4.86bc 5.14a	0.34a 0.32abc 0.30abc 0.28c 0.33abc	0.25b 0.23d 0.23d 0.22e 0.24c	1.01a 0.95abc 0.83cd 0.82d 0.91abcd	0.85c 0.89b 0.72i 0.81d 0.67j
		(100% organic) (75% organic + 25% chemical) (50% organic + 50% chemical) (25% organic + 75% chemical) (100% chemical)	47.8e 48.3e 51.8a 49.1cd 48.1e	6411.8f 8520.4d 9717.8ab 8809.1cd 7801.4e	7095.8g 9064.2e 9927.5b 9325.0d 7905.0f	3.17c 3.80b 3.76b 4.43a 4.66a	4.66cd 4.86bc 4.63d 4.86bc 5.14a	0.34a 0.32abc 0.30abc 0.28c 0.33abc	0.25b 0.23d 0.23d 0.22e 0.24c	1.01a 0.95abc 0.83cd 0.82d 0.91abcd	0.85c 0.89b 0.72i 0.81d 0.67j
		(100% organic) (75% organic + 25% chemical) (50% organic + 50% chemical) (25% organic + 75% chemical) (100% chemical)	47.8e 48.3e 51.8a 49.1cd 48.1e	6411.8f 8520.4d 9717.8ab 8809.1cd 7801.4e	7095.8g 9064.2e 9927.5b 9325.0d 7905.0f	3.17c 3.80b 3.76b 4.43a 4.66a	4.66cd 4.86bc 4.63d 4.86bc 5.14a	0.34a 0.32abc 0.30abc 0.28c 0.33abc	0.25b 0.23d 0.23d 0.22e 0.24c	1.01a 0.95abc 0.83cd 0.82d 0.91abcd	0.85c 0.89b 0.72i 0.81d 0.67j
عدم تلقیح بذور با باکتری‌های افزاینده رشد (non-inoculation with PGPR)	(100% organic) (75% organic + 25% chemical) (50% organic + 50% chemical) (25% organic + 75% chemical) (100% chemical)	(100% organic) (75% organic + 25% chemical) (50% organic + 50% chemical) (25% organic + 75% chemical) (100% chemical)	47.8e 48.3e 51.8a 49.1cd 48.1e	6411.8f 8520.4d 9717.8ab 8809.1cd 7801.4e	7095.8g 9064.2e 9927.5b 9325.0d 7905.0f	3.17c 3.80b 3.76b 4.43a 4.66a	4.66cd 4.86bc 4.63d 4.86bc 5.14a	0.34a 0.32abc 0.30abc 0.28c 0.33abc	0.25b 0.23d 0.23d 0.22e 0.24c	1.01a 0.95abc 0.83cd 0.82d 0.91abcd	0.85c 0.89b 0.72i 0.81d 0.67j
		(100% organic) (75% organic + 25% chemical) (50% organic + 50% chemical) (25% organic + 75% chemical) (100% chemical)	47.8e 48.3e 51.8a 49.1cd 48.1e	6411.8f 8520.4d 9717.8ab 8809.1cd 7801.4e	7095.8g 9064.2e 9927.5b 9325.0d 7905.0f	3.17c 3.80b 3.76b 4.43a 4.66a	4.66cd 4.86bc 4.63d 4.86bc 5.14a	0.34a 0.32abc 0.30abc 0.28c 0.33abc	0.25b 0.23d 0.23d 0.22e 0.24c	1.01a 0.95abc 0.83cd 0.82d 0.91abcd	0.85c 0.89b 0.72i 0.81d 0.67j
		(100% organic) (75% organic + 25% chemical) (50% organic + 50% chemical) (25% organic + 75% chemical) (100% chemical)	47.8e 48.3e 51.8a 49.1cd 48.1e	6411.8f 8520.4d 9717.8ab 8809.1cd 7801.4e	7095.8g 9064.2e 9927.5b 9325.0d 7905.0f	3.17c 3.80b 3.76b 4.43a 4.66a	4.66cd 4.86bc 4.63d 4.86bc 5.14a	0.34a 0.32abc 0.30abc 0.28c 0.33abc	0.25b 0.23d 0.23d 0.22e 0.24c	1.01a 0.95abc 0.83cd 0.82d 0.91abcd	0.85c 0.89b 0.72i 0.81d 0.67j
		(100% organic) (75% organic + 25% chemical) (50% organic + 50% chemical) (25% organic + 75% chemical) (100% chemical)	47.8e 48.3e 51.8a 49.1cd 48.1e	6411.8f 8520.4d 9717.8ab 8809.1cd 7801.4e	7095.8g 9064.2e 9927.5b 9325.0d 7905.0f	3.17c 3.80b 3.76b 4.43a 4.66a	4.66cd 4.86bc 4.63d 4.86bc 5.14a	0.34a 0.32abc 0.30abc 0.28c 0.33abc	0.25b 0.23d 0.23d 0.22e 0.24c	1.01a 0.95abc 0.83cd 0.82d 0.91abcd	0.85c 0.89b 0.72i 0.81d 0.67j
		(100% organic) (75% organic + 25% chemical) (50% organic + 50% chemical) (25% organic + 75% chemical) (100% chemical)	47.8e 48.3e 51.8a 49.1cd 48.1e	6411.8f 8520.4d 9717.8ab 8809.1cd 7801.4e	7095.8g 9064.2e 9927.5b 9325.0d 7905.0f	3.17c 3.80b 3.76b 4.43a 4.66a	4.66cd 4.86bc 4.63d 4.86bc 5.14a	0.34a 0.32abc 0.30abc 0.28c 0.33abc	0.25b 0.23d 0.23d 0.22e 0.24c	1.01a 0.95abc 0.83cd 0.82d 0.91abcd	0.85c 0.89b 0.72i 0.81d 0.67j

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند.

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using LSD Test.

جدول ۵- ضرایب همبستگی ساده بین صفات گیاهی آفتابگردان در تجزیه مرکب

Table 6. simple correlation coefficients between traits of sunflower in combined analysis

Plant characteristic	صفت گیاهی	اسید پالمتیک Palmitic acid	اسید استاریک Stearicacid	اسید اولیک Oleic acid	اسید لیتوالیک Linoleic acid	اسید لیوانیک Linolenic acid	اسید آرشیدونیک Archidonic acid	عملکرد دانه Grain yield	میزان روغن Oil content (%)	عملکرد روغن Oil yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield
Stearic acid	استاریک اسید	0.71**									
Oleic acid	اولیک اسید	-0.55*	-0.41ns								
Linoleic acid	لیتوالیک اسید	-0.24ns	-0.18ns	-0.34ns							
Linolenic acid	لیوانیک اسید	-0.30ns	-0.74**	0.11ns	0.08ns						
Archidonic acid	آرشیدونیک اسید	-0.30ns	-0.54*	0.25ns	-0.15ns	0.64**					
Seed yield	عملکرد دانه	0.06ns	0.16ns	-0.50*	0.70**	-0.30ns	-0.52*				
Oil content (%)	میزان روغن	-0.17ns	0.27ns	0.54*	-0.51*	-0.53*	-0.04ns	-0.41ns			
Oil yield	عملکرد روغن	0.03ns	0.26ns	-0.38ns	0.60**	-0.47*	-0.59**	0.97**	-0.17ns		
Biological yield	عملکرد بیولوژیک	-0.02ns	0.09ns	-0.46*	0.75**	-0.23ns	-0.47*	0.99**	-0.43ns	0.95**	
Protein content (%)	میزان پروتئین	0.12ns	0.42ns	-0.33ns	0.63**	-0.58**	-0.70**	0.81**	-0.08ns	0.85**	0.79**

ns: Non-significant

غير معنی دار ns

* **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

* به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۶- مقایسه میانگین اثرات اصلی تیمارهای تغذیه‌ای و باکتری‌های افزاینده رشد بر صفات گیاهی و ترکیب اسیدهای چرب روغن دانه آفتابگردان (۱۳۸۵-۸۶)

Table 5. Mean comparison of main effects of different nutrition and PGPR treatments on plant characteristics and fatty acids content of sunflower grain oil (2006-2007)

Biofertilizer	کود زیستی	Fertilizer treatments	تیمارهای کودی (%)	اسید اوکیک		عملکرد دانه (kg.ha ⁻¹)	میزان روغن Oil content (%)	عملکرد روغن Oil yield (kg.ha ⁻¹)		میزان پروتئین Protein content (%)
				اسید پالمتیک Palmetic acid	Oleic acid			۱۳۸۶	۱۳۸۵	
		(100% organic)	(۱۰۰ درصد آلی)	5.82c	39.8a	1777.1d	51.1a	819.3d	999.0b	18.3d
		(75% organic + 25% chemical)	(۷۵ درصد آلی + ۲۵ درصد شیمیایی)	6.03b	39.1ab	2491.9b	49.0b	1119.0bc	1321.2a	19.1c
		(50% organic + 50% chemical)	(۵۰ درصد آلی + ۵۰ درصد شیمیایی)	6.05b	37.7c	2924.9a	46.3d	1275.9a	1436.0a	20.9a
		(25% organic + 75% chemical)	(۲۵ درصد آلی + ۷۵ درصد شیمیایی)	6.17b	37.9c	2643.0b	47.6c	1171.9ab	1350.4a	20.2b
		(100% chemical)	(۱۰۰ درصد شیمیایی)	6.40a	38.5bc	2193.8c	48.4bc	997.3c	1131.9b	19.9b
Tillage by bacteria (Inoculation with PGPR)			تلقیح بذر با باکتری‌های افزاینده رشد	5.80b	39.1a	2503.8a	49.1a	1141.5a	1310.4a	20.2a
				6.30a	38.1b	2308.4b	47.8b	1011.9a	1185.1a	19.2b
عدم تلقیح بذر با باکتری‌های افزاینده رشد (Non-inoculation with PGPR)										

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using LSD Test

حضور باکتری می‌شوند. این موضوع می‌تواند زمینه انجام فرآیندهای فیزیولوژیک مطلوب در گیاه را فراهم کرده و موجب افزایش میزان روغن دانه گرددند.

عملکرد روغن

عملکرد روغن به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای تغذیه‌ای قرار گرفت (جدول ۳). تجزیه سالانه روی عملکرد روغن نشان داد که در هر دو سال بیشترین و کمترین عملکرد روغن دانه به ترتیب در تیمار تغذیه تلفیقی 50 درصد آلی + 50 درصد شیمیایی و در تیمار 100 درصد آلی به دست آمد اما اختلاف معنی‌داری در سطوح عملکرد روغن در تیمارهای باکتریایی (تلقیح و عدم تلقیح) وجود نداشت (جدول ۶). از آنجایی که عملکرد روغن در واحد سطح (هکتار) از حاصلضرب دو عامل عملکرد دانه و میزان روغن ناشی می‌شود و عملکرد دانه در تیمار تلفیقی 50 درصد آلی + 50 درصد شیمیایی و با افزایش نیتروژن قابل دسترس، غالباً افزایش نشان می‌دهد و بر عکس میزان روغن کاهش می‌یابد، چون افزایش عملکرد دانه به ازای هر واحد کود در محدوده میزان مناسب بسیار بالاتر از کاهش میزان روغن در همان محدوده می‌باشد، رابطه عملکرد روغن و عملکرد دانه غالباً مستقیم است و با توجه به همبستگی بالا و معنی‌دار بین عملکرد روغن و عملکرد دانه می‌توان اشاره نمود که لازمه تولید عملکرد روغن مطلوب عملکرد دانه مطلوب است (جدول ۵). گزارش برخی پژوهشگران نیز این یافته را تایید می‌نماید (Blamey and Chapman, 1981).

اسیدهای چرب

نتایج مقایسه میانگین اثرات تیمارهای تغذیه‌ای و باکتری‌های افزاینده رشد در تجزیه مرکب و سالانه نشان داد که اثر تیمارهای تغذیه‌ای بر میزان اسید چرب پالمتیک معنی‌دار بوده و بیشترین مقدار آن در تیمار 100 درصد کود شیمیایی و کمترین میزان آن در تیمار 100 درصد آلی حاصل شد. تلقیح با باکتری‌های ثبتیت کننده نیتروژن نیز سبب کاهش معنی‌دار این اسید چرب

گیاهان تلقیح نشده بیشتر بوده است (جدوال ۳ و ۶). این موضوع با نتایج رام راؤ و همکاران (Ram Rao *et al.*, 2007) مطابقت دارد.

میزان روغن

نتایج مقایسه میانگین حاکی از معنی دار بودن اثرات اصلی تیمارهای تغذیه‌ای و باکتری‌های افزاینده رشد در تجزیه مرکب روی میزان روغن دانه آفتابگردان است، به نحوی که بیشترین میزان روغن دانه در تیمار 100 درصد کود آلی و کمترین میزان روغن دانه در تیمار تلفیقی 50 درصد آلی + 50 درصد شیمیایی به دست آمد (جدول ۶). پژوهشگران دلیل کاهش میزان روغن در تیمارهای تلفیقی را ناشی از وجود بیشتر نیتروژن قابل دسترس در خاک می‌دانند و یک رابطه منفی بین افزایش نیتروژن و میزان روغن گزارش کرده‌اند (Kasem and Mesilby, 1992) (Basu *et al.*, 2008) نیز نشان دادند که کود دامی منجر به افزایش عملکرد دانه، میزان روغن و پروتئین در بادام زمینی می‌گردد. کود زیستی باکتریایی اثر معنی‌داری بر میزان روغن دانه داشته است (جدول ۳)، به طوری که میزان روغن دانه گیاهان تلقیح شده نسبت به گیاهان تلقیح نشده بیشتر بود (جدول ۶). شهاتا و الخواز (Shehata and EL-Khawas, 2003) افزایش معنی‌دار میزان روغن آفتابگردان را با مصرف کود زیستی گزارش کردند. با توجه به این که باکتری‌های از توابع باکتری و آزوسپریلوم جزء باکتری‌های ثبتیت کننده نیتروژن اختیاری هستند، فعالیت آن‌ها بستگی به میزان فراهمی نیتروژن در محیط دارد. در صورت فراوانی نیتروژن معدنی در خاک (تیمار 50 درصد آلی + 50 درصد شیمیایی)، این باکتری‌ها به صورت مصرف کننده نیتروژن درآمده و سبب کاهش نیتروژن قابل استفاده برای گیاه می‌شوند. اما در تیمار 100 درصد آلی که بیشترین شکل آلی نیتروژن در خاک وجود دارد، ثبتیت نیتروژن توسط باکتری‌ها افزایش یافته و علی‌رغم محدودیت آن، سبب رشد بهتر گیاه در مقایسه با عدم

حاصل گردید (جدول ۴). نتایج نشان داد که اسیدهای چرب غیر اشباع مانند اسید لینولئیک در پاسخ به تیمار تغذیه تلفیقی افزایش، در حالی که اسید چرب غیر اشباع اولئیک کاهش می‌یابد (جدول ۶). با توجه به نتایج به دست آمده یک رابطه منفی بین میزان اسید اولئیک و لینولئیک وجود دارد، بنابراین بالاترین میزان اسید لینولئیک در تیمار تلفیقی 50 درصد آلی + 50 درصد شیمیایی همراه با کمترین میزان اسید اولئیک همراه بود. نتایج نشان داد که تلقیح بذور با باکتری‌های افزاینده رشد موجب کاهش معنی‌داری در اسیدهای چرب اشباع (اسید پالمیتیک و استئاریک) و افزایش معنی‌داری در اسیدهای چرب غیر اشباع (اسید لینولئیک و اولئیک) در مقایسه با عدم تلقیح باکتری‌ای (تیمار کنترل) گردید (جدول ۶). نتایج مشابهی توسط شهاتا و الخواز (Shehata and EL-Khawas, 2003) گزارش شده است. در واقع میزان اسیدهای چرب اشباع با افزایش میزان نیتروژن کاهش و میزان اسیدهای چرب غیر اشباع افزایش می‌یابد (Khaliq, 2004).

ضرایب همبستگی بین اسیدهای چرب، رابطه منفی و معنی‌داری بین اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع را نشان داد (جدول ۵). که این نتایج با نتایج سایر Fernandez-Martinez *et al.*, (Miller *et al.*, 1987; 1993 پژوهشگران مطابقت دارد (Fernandez-Martinez *et al.*, 2003). با توجه به نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای تغذیه‌ای و باکتری‌های افزاینده رشد، بالاترین و پایین ترین میزان اسید لینولئیک در صورت استفاده از کود زیستی به ترتیب در تیمارهای 75 درصد آلی + 25 درصد شیمیایی و در تیمارهای 100 درصد آلی در هر دو سال حاصل شد، در حالی که در صورت عدم استفاده از کود زیستی، به ترتیب در تیمارهای 100 درصد آلی و 25 درصد آلی + 75 درصد شیمیایی به دست آمد.

بر اساس نتایج به دست آمده از این تحقیق، با توجه به کیفیت روغن مورد نیاز دانه آفتابگردان می‌توان از تیمار 100 درصد آلی به همراه باکتری‌های افزاینده رشد

گردید (جدول ۶). 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 میزان 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 دوره گل‌دهی تا برداشت، رابطه‌ای منفی وجود دارد و بالا بودن دمای شب به ویژه حائز اهمیت است. با کاهش دما در حین رشد، میزان اسید لینولئیک در حدود $74-49$ درصد افزایش یافت و با کاهش دما میزان اسید اولئیک افزایش یافت. اثر متقابل تیمارهای تغذیه‌ای و باکتری‌های افزاینده رشد بر اسید چرب استئاریک معنی‌دار بود به طوری که در سال اول بیشترین میزان آن در تیمار 100 درصد شیمیایی بدون استفاده از باکتری‌های افزاینده رشد و کمترین مقدار آن نیز در تیمار درصد آلی بدون استفاده از باکتری‌های افزاینده رشد مشاهده شد. در هر یک از سطوح تلقیح و عدم تلقیح با باکتری، روند تغییرات اسید چرب استئاریک مشابه اسید پالمیتیک به صورت 100 درصد شیمیایی > 25 درصد آلی + 75 درصد شیمیایی < 50 درصد آلی + 50 درصد شیمیایی < 75 درصد آلی + 25 درصد شیمیایی > 100 درصد آلی مشاهده شد و افزایش میزان ماده آلی کاهش آن را به همراه داشت (جدول‌های ۴ و ۶). 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 موضوع سبب کاهش این دو اسید چرب اشباع می‌گردد. در سال دوم علی‌رغم این که بیشترین میزان اسید چرب استئاریک در تیمار 100 درصد شیمیایی (در هر دو سطح تلقیح و عدم تلقیح) به دست آمد، اما این روند در سال اول مشاهده نشد و کمترین میزان آن در تیمار 50 درصد آلی + 50 درصد شیمیایی

میزان اسیدلینولیک و عملکرد روغن و یشترين میزان
پروتئین کنجاله استفاده کرد.

به منظور افزایش حداکثری میزان روغن و اسیداولنیک
و از تیمار ۵۰ درصد آلی + ۵۰ درصد شیمیایی همراه
با باکتری های افزاینده رشد به منظور افزایش حداکثری

References

منابع مورد استفاده

- Anonymous. 2001.** The objectives of conservation tillage: fewer trips, more rest soil and increased profitability. Monsanto Company. Available on the WWW.farmsource.com/Con_Till/contill-pl-objectives.asp.
- Basu, M., P. B. S. Bhadaria and S. C. Mahapatra. 2008.** Growth, nitrogen fixation, yield and kernel quality of peanut in response to lime, organic and inorganic fertilizer levels. Bioresour. Tech. 99: 4675-4683.
- Beauchamp, E. G. 1986.** Availability of nitrogen from three manures to corn field. Can. J. Soil Sci. 66: 713-720.
- Blamey, F. P. C. and J. Chapman. 1981.** Protein, oil and energy yields of sunflower as affected by N and P fertilization. Agron. J. 73: 583-587.
- Chandrasekar, B. R., G. Ambrose, N. Jayabalan. 2005.** Influence of biofertilizers and nitrogen source level on the growth and yield of *Echinochloa frumentacea* (Roxb) Link. J. Agric. Tech. 1(2): 223-234.
- 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. Microbio. Res. 159: 371-394.
- Fernandez-Martinez, J., J. Munoz and J. Gomez-Arnau. 1993.** performance of near- isogenic high and low oleic acid hybrids of sunflower. Crop Sci. 33: 1158-1163.
- Harris, H. C., J. R. MC William and W. K. Mason. 1978.** Influence of temperature on oil content and composition of sunflower seed. Aust. J. Agric. Res. 29: 1203-1212.
- Izquierdo, N. G. and L. A. N. Aguirreza'bal. 2008.** Genetic variability in the response of fatty acid composition to minimum night temperature during grain filling in sunflower. Field Crops Res. 106: 116-125.
- Kasem, M. M., M. A. EL-Mesilby. 1992.** Effect of rates and application treatments of nitrogen fertilizer on sunflower (*Helianthus annuus* L.).1. Growth characters. Annal. Agric. Sci. 30: 653-663.
- 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. Pak. J. Appl. Sci. 2(5) 550-552.
- Khaliq, A. 2004.** Irrigation and nitrogen management effects on productivity of hybrid sunflower (*Helianthus annuus* L.). Ph.D. thesis, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan.
- Laur, D. A. 1975.** Limitation of animal waste replacement of inorganic fertilizer. PP. 409-432. In: W. J. Jewell (Ed.), Energy Agriculture and Waste Management proc. Agriculture Waste Management. Conference Annual Arbor, Sci. Ann. Arbor, MI.
- Metcalf, L. C., A. A. Schmitz, J. R. Pelka. 1966.** Rapid preparation of methyl esters from lipid for gas chromatography analysis. Analytic. Chem. 38: 514-515.
- Miller, J. F., D. C. Zimmerman, B. A. Vick. 1987.** genetic control of high oleic acid content in sunflower oil.

Crop Sci. 27: 923-926.

- Mohammad., S. 1999.** Long-term effect of fertilizers and integrated nutrient supply in intensive cropping on soil fertility, nutrient uptake an yield of rice. Agric. Sci. 133: 365-370.
- 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. Can. J. Soil Sci. 84: 199-210.
- Nandhagopal, A., K. S. Subramanian and A. Gopalan. 1995.** Response of sunflower hybrids to nitrogen and phosphorus under irrigated condition. Madras Agric. J. 82: 80-83.
- Ram Rao, D. M., J. Kodandaramaiah, M. 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 semiaride conditions. Caspian J. Environ. Sci. 5(2) 111-117.
- Roe, N. E., J. Stoffella and D. Greatz. 1997.** Compost from various municipal solid waste feed stocks effect vegetable crops. II. Growth, Yield and fruit quality. J. Am. Soc. Hort. Sci. 122: 433-437.
- SAS Institute Inc, 2002.** The SAS System for Windows, Release 9.0. Statistical Analysis 810 Systems Institute, Cary. NC. USA.
- Schneiter, A. A., and J. F. Miller. 1981.** Description of sunflower growth stages. Crop Sci. 21: 901-903.
- Shata, S. M., Safaa, A. Mahmoud and Hanan, S. Siam. 2007.** Improving calcareous soil productivity by integrated effect of intercropping and fertilizer. Reas. J. Agric. Biol. Sci. 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. Pak. J. Biol. Sci. 6(14) 1257-1268.
- Wu, S. C., Z. H. Cao, Z. G. Li, K. C. Cheung and M. H. Wong. 2005.** Effect of biofertilizer containing N-fixers, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. Geoderma 125: 155-166.

Effect of nitrogen fertilizer and biofertilizer application on yield and quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.)

Shoghi Kalkhoran, S¹., A. Ghalavand², S. A. M. Modarres-Sanavy³, P. Akbari⁴

ABSTRACT

Shoghi Kalkhoran, S., A. Ghalavand, S. A. M. Modarres-Sanavy, P. Akbari . 2010. Effect of nitrogen fertilizer and biofertilizer application on yield and quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.). **Iranian Journal of Crop Sciences.** 12 (4) 467-481. (In Persian)

In order to study the effects of different soil nutrition methods and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on grain and oil yield and fatty acid composition in sunflower (*Helianthus annuus* L.), a field experiment was conducted on research farm at college of agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran in 2006-2007 and 2007-2008 growing seasons. The experiment was studied in a split plot arrangement of treatments in a randomized complete block design with three replications. Five fertilizer treatments including 100% organic (F₁), 75% organic + 25% chemical (F₂), 50% organic + 50% chemical (F₃), 25% organic + 75% chemical (F₄), 100% chemical (F₅) were randomized to the main plots and two treatments of non-bacterial inoculation (I₀) and bacterial inoculation (I₁) were randomly assigned as the subplots. The results showed that integrated treatments produced significantly more grain, biological and oil yield and protein content than those grown in each of organic or chemical treatments. The maximum and minimum oil contents (51.1% and 46.3%) were obtained with the 100% organic and 50% organic + 50% chemical treatments, respectively, whereas the same treatments were in the converse position for protein content (20.9% and 18.3%). Saturated fatty acids decreased significantly, while unsaturated fatty acids (linoleic acid and oleic acid) increased in response to raising the organic manure and using biofertilizer. The highest linoleic acid (52.6%) and oleic acid (39.8) were observed in 50% organic + 50% chemical and 100% organic treatments, respectively. Application of biofertilizer increased the grain (7.8%), oil (11.3%) and biological yield, and also protein (4.9%) and oil (2.6%) content and improved the oil quality of sunflower seeds. Therefore, it seems that sunflower productivity and seed oil quality can be improved using different nitrogen nutrition methods.

Key words: Oil, Organic manure, PGPR, Protein and Sunflower

Received: December, 2009 Accepted: April, 2010

1- MSc Student, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

2- Associate Prof., Tarbiat Modares University, Tehran, Iran (Corresponding author)
(Email: ghalavaa@modares.ac.ir)

3- Professor, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

4- PhD Student, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran