

## تأثیر کاربرد سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای (آلی، شیمیایی و تلفیقی) و کود زیستی بر عملکرد دانه و

### سایر صفات زراعی آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.)

پریسا اکبری<sup>۱</sup>، امیر قلاوند<sup>۲\*</sup> و سیدعلی محمد مدرس ثانوی<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۸۷/۷/۱۵ تاریخ پذیرش: ۸۸/۴/۲۰

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه تربیت مدرس

۲- دانشیاران گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

\* مسئول مکاتبه E-mail: ghalavaa@modares.ac.ir

#### چکیده

به منظور بررسی اثر سیستم‌های کوددهی آلی، تلفیقی، شیمیایی و کود زیستی (ازتوباکتر و آزوسپریلیوم) در راستای کاهش مصرف کودهای شیمیایی بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد آن در آفتابگردان رقم آلستار، آزمایشی در سال ۱۳۸۶ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس اجرا شد. عامل اصلی در پنج سطح کودی شامل  $F_1$  (۱۰۰ درصد آلی)،  $F_2$  (۲۵ درصد شیمیایی و ۷۵ درصد آلی)،  $F_3$  (۵۰ درصد شیمیایی و ۵۰ درصد آلی)،  $F_4$  (۷۵ درصد شیمیایی و ۲۵ درصد آلی) و  $F_5$  (۱۰۰ درصد شیمیایی) و عامل فرعی در دو سطح تلقیح شامل  $I_1$  (بذور تلقیح شده با کود زیستی) و  $I_0$  (تلقیح نشده) با استفاده از طرح کرت خرد شده در چارچوب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار بررسی گردید. عملکرد دانه، درصد پروتئین، درصد روغن، عملکرد روغن، قطر طبق، وزن هزاردانه، تعداد دانه در طبق اندازه‌گیری شد. نتایج بیانگر آن است که در حالت  $F_3$  همه صفات به جز درصد روغن در بیشترین مقدار بودند. عملکرد دانه در سیستم تلفیقی بیش‌تر از هر کدام از سیستم شیمیایی و آلی به تنهایی به دست آمد. بذور تلقیح شده با باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپریلیوم، عملکرد و اجزای عملکرد را در مقایسه با تیمار شاهد (بدون تلقیح بذر) افزایش دادند ( $I_1 > I_0$ ). نتایج نشان می‌دهند که عملکرد دانه و اجزای عملکرد در تیمار ترکیب کودزیستی و سیستم تلفیقی کود دامی و شیمیایی بهتر از زمانی است که این کودها به تنهایی استفاده می‌شوند. بالاترین عملکرد در تیمار  $F_3$  همراه با تلقیح بذر ( $F_3 I_1$ ) به میزان ۲۸۹۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: آفتابگردان، کود دامی، کود زیستی، روش تلفیقی، کود شیمیایی، عملکرد دانه

## Effects of Different Nutrition Systems (Organic, Chemical and Integrated) and Biofertilizer on Yield and Other Growth Traits of Sunflower (*Helianthus annuus* L.)

P Akbari<sup>1</sup>, A Ghalavand<sup>2\*</sup> and SAM Modarres Sanavi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>MSc Student of Agronomy, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran

<sup>2</sup>Associate Prof, Drpt of Agronomy and Plant Breeding, Agronomy, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran

\*Corresponding author: E-mail: [ghalavaa@modares.ac.ir](mailto:ghalavaa@modares.ac.ir)

### Abstract

In order to study the effects of different nutrition systems (organic, chemical, integrated) and biofertilizer (PGPR) on grain yield and its component in Sunflower (*Helianthus annuus* L.) an experiment was conducted using Alestar cultivar at the Research Farm of College of Agriculture, Tarbiat Modares University in 2007. Five levels of nutrition systems including F<sub>1</sub> (100% organic), F<sub>2</sub> (75% organic+25% chemical), F<sub>3</sub> (50% organic+50% chemical), F<sub>4</sub> (25% organic+75% chemical), F<sub>5</sub> (100% chemical) in main plot and two levels of biofertilizer I<sub>1</sub> (inoculation) and I<sub>0</sub> (control) as subplot were used in a split plot arranged as a randomized complete block design with three replications. Results showed that different nutrition systems and biofertilizer significantly affected grain yield, oil percent and yield, protein percent, 1000 grain weight, number of grains per head and head diameter. The results revealed that the highest 1000 seed weight, number of grains per head and head diameter occur in integrated system F<sub>3</sub> (50% organic+ 50% chemical). The grain yield in integrated system was more than organic and chemical systems. Seed inoculants with PGPR (I<sub>1</sub>) showed an increase in grain yield and yield components as compared to the control (without PGPR). The result reveals that yield and yield components produce better results during the combination of PGPR and integrated system than using either method alone. The highest yield (2890Kg/ha<sup>-1</sup>) was obtained using combination of PGPR with 50% organic + 50% chemical treatment (F<sub>3</sub> I<sub>1</sub>).

**Keywords:** Biofertilizer, Chemical fertilizer, Integrated system, Grain yield, Organic fertilizer, Sunflower

برای جمعیت روز افزون جهان از سویی دیگر تجدید نظر در روش های افزایش تولید محصولات زراعی را ضروری ساخته است (قلاوند و همکاران ۱۳۸۵). عملیات گسترده کشاورزی که عملکرد بالا را توجیه می کند به کاربرد گسترده کودهای شیمیایی نیاز دارند

### مقدمه

مشکلات زیست محیطی ناشی از کاربرد کودهای شیمیایی، انرژی و هزینه های تولید و تأثیر سویی که بر چرخه زیستی و خود پایداری بوم نظام های زراعی دارند از یک سو و مسأله تأمین غذای کافی با کیفیت مناسب

ریشه‌ی گیاهان، رشد آن‌ها را تقویت می‌کنند. در یک دهه‌ی گذشته، کودهای زیستی به طور فشرده به عنوان دوستان بوم نظام‌های زراعی به کار برده می‌شوند که سبب کاهش استفاده از کودهای شیمیایی، بهبود وضعیت حاصلخیزی خاک جهت افزایش تولیدات کشاورزی که با فعالیت بیولوژیک آن‌ها در ریزوسفر همراه است می‌شوند. کودهای زیستی جمعیت‌های میکروبی ریزوسفر هستند که شامل باکتری‌های افزایش دهنده رشد گیاه<sup>1</sup> (PGPR) می‌باشند، این باکتری‌ها از طریق فراهم کردن مواد غذایی، کنترل زیستی، تولید مواد شبه هورمونی گیاه، کاهش سطوح اتیلن گیاه و ایجاد مقاومت گیاه به استرس‌های محیطی مختلف از جمله کمبود آب و عناصر غذایی و کاهش سمیت عناصر سنگین گیاه را یاری می‌کنند. استفاده از باکتری‌ها (ازتوباکتر و آزوسپریلیوم) و قارچ میکوریزا به عنوان کود زیستی در افزایش جذب نیتروژن و فسفر و در نتیجه بهبود رشد چندین گیاه زراعی معرفی شده است (روئستی و همکاران ۲۰۰۶، شاهارونا و همکاران ۲۰۰۶ و ویولنت و پرتگال ۲۰۰۷). این باکتری‌ها ممکن است در ریزوسفر، سطح ریشه یا حتی فضای درون سلولی گیاهان تجمع یابند (وو و همکاران ۲۰۰۵).

کاربرد ماده آلی به صورت کود دامی سطوح کربن آلی را در خاک افزایش می‌دهد و تأثیرهای مستقیم و غیر مستقیم روی خصوصیات و فرایندهای خاک دارد (پراکش و همکاران ۲۰۰۷). کربن آلی خاک یکی از علائم پایداری سیستم تولید تحت یکسری از عملیات مدیریتی است، زیرا کیفیت خاک را از طریق بهبود ساختمان خاک، نگهداری مواد غذایی و فعالیت بیولوژیکی افزایش می‌دهد (گوش و همکاران ۲۰۰۲). با مصرف کود آلی و کود شیمیایی و کود زیستی به صورت تلفیقی شرایط مناسب و ایده آل برای رشد گیاه فراهم می‌شود. بطوریکه، نه تنها هیچگونه اثر سازش ناپذیری بین آن‌ها وجود ندارد بلکه مکمل همدیگر می

که پر هزینه هستند و آلودگی محیط زیست را ایجاد می‌کنند بنابراین اخیراً کشاورزی پایدار توجه زیادی را به خود جلب کرده است (اورهان و همکاران ۲۰۰۶). کودها همیشه به عنوان انرژی ورودی با ارزش در خاک برای تولید گیاه ارزیابی می‌شوند. درک مفهوم کلی، مدیریت کودی با کاربرد مناسب کود آلی و شیمیایی براساس توانایی و اهداف کشت که کیفیت خاک، مواد غذایی گیاه و مزیت کشت را افزایش می‌دهند متناسب است. مدیریت کودی به عنوان یک فرایند مصمم و هدف مند ترکیب مناسب کودی را برای تولید محصولات کشاورزی با کمترین تلفات غذایی تعیین می‌کند. گزینش مدیریت کودی به طور زیادی به برنامه‌های محیط زیست برای ممانعت از آلودگی زمین، آب و هوا بستگی دارد و بنابراین سیستم مدیریت کودی مناسب شایسته گسترش می‌باشد (کارماکا و همکاران ۲۰۰۷).

یکی از عناصر غذایی مهم برای رشد گیاهان نیتروژن است. نیتروژن در مقادیر زیادی برای گیاهان نیاز است، بطوریکه اساس تشکیل پروتئین و نوکلئیک اسید است. نیتروژن به شکل کودهای شیمیایی تهیه و مصرف می‌شود. تأمین نیتروژن از طریق مصرف کودهای شیمیایی یکی از دلایل اصلی آلودگی چرخه آب در طبیعت می‌باشد و علاوه بر این تولید آن‌ها کاملاً گران و پر هزینه می‌باشد در حالیکه جایگزینی آن‌ها با کودهای آلی نقش مهمی را بازی می‌کند (چاندراسکار و همکاران ۲۰۰۵). بنابراین اجتناب از فشارهای منفی به محیط زیست، و بهبود بخشیدن برنامه‌های توسعه‌ای که نیازهای کودی گیاهان را تامین می‌کند لازم است. کاربرد بیش از حد کودهای نیتروژن در آفتابگردان نه تنها آسیب‌های وارده به محیط زیست را افزایش می‌دهد بر کیفیت دانه‌ها تأثیر سویی داشته و سبب کاهش غلظت روغن می‌شود و عملکرد را بدلیل افزایش رشد رویشی در گیاه کاهش می‌دهد (شینر و همکاران ۲۰۰۲).

آزوسپریلیوم و ازتوباکتر از میکروارگانیسم‌های تثبیت کننده نیتروژن مولکولی هستند که در همیاری با

<sup>1</sup>Plant Growth Promoting Rhizobacteria

دانه آفتابگردان شامل وزن هزار دانه، تعداد دانه، قطر طبق و وزن طبق انجام شد.

### مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۶ با استفاده از آفتابگردان رقم هیبرید آلستار در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس واقع در ۱۶ کیلومتر ۱۶ اتوبان تهران - کرج 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. تاثیر دو عامل کود زیستی باکتریایی (ازتوباکتر و آزوسپریلیوم) و سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای شامل آلی (کود دامی به میزان ۳۲ تن در هکتار با ۱٫۲۵ درصد نیتروژن کل)، شیمیایی (کود اوره به میزان ۲۶۰ کیلوگرم در هکتار) و تلفیقی در آفتابگردان مورد بررسی قرار گرفت. در این بررسی از طرح کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار استفاده شد. عامل اصلی در ۵ سطح کودی  $F_1$  (۱۰۰ درصد آلی)،  $F_2$  (۲۵ درصد شیمیایی و ۷۵ درصد آلی)،  $F_3$  (۵۰ درصد شیمیایی و ۵۰ درصد آلی)،  $F_4$  (۷۵ درصد شیمیایی و ۲۵ درصد آلی) و  $F_5$  (۱۰۰ درصد شیمیایی) و عامل فرعی در ۲ سطح تلفیح شامل  $I_1$  (بدون تلفیح شده به ازتوباکتر و آزوسپریلیوم) و  $I_0$  (تلفیح نشده) اجرا شد. آماده سازی ردیف‌های کاشت توسط فاروئر صورت گرفت و هر واحد آزمایشی از ۶ ردیف ۷ متری تشکیل شد. کاشت در تاریخ ۷ تیر ماه و به صورت خشکه کاری و با دست انجام گرفت. فاصله مناسب بین و روی ردیف‌های کاشت به ترتیب ۵۰ و ۲۰ سانتی‌متر بود. مقادیر کودی در هنگام تهیه بستر به زمین داده شد و پس از کاشت بقیه کود نیتروژنه به صورت سرک در مرحله ۶ تا ۸ برگی توزیع گردید. عملیات داشت شامل آبیاری، وجین علف‌های هرز، تنک کردن و پوشاندن طبق‌ها در زمان مورد نظر صورت

باشند. کود های آلی با تولید هوموس عوارض نامطلوب کود های شیمیایی را کاهش داده و کارایی مصرف کود را افزایش می دهند. و کود های زیستی با افزایش فعالیت باکتری های افزایش دهنده رشد گیاه تاثیر کود های آلی و شیمیایی را در تولیدات کشاورزی افزایش می دهند (زاهنگ و همکاران ۱۹۹۸، شاتا و همکاران ۲۰۰۷). بوتایو سوریان و همکاران (۱۹۹۱) با استفاده از سطوح مختلف کودهای آلی، شیمیایی و تلفیقی در زراعت آفتابگردان مشاهده کردند که همه تیمارهای کودی عملکرد دانه و اجزاء عملکرد را نسبت به شاهد افزایش می دهد. در این آزمایش افزایش کود دامی از پنج به ۲۰ تن در هکتار موجب افزایش قطر طبق از ۱۳/۷ به ۱۴/۹ سانتیمتر و وزن صد دانه از ۴/۴ به ۴/۷ گرم شد. این محققان گزارش کرده اند که بالاترین عملکرد دانه و عملکرد روغن با تیمار تلفیق کودی (۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژنه + ۲۰ تن کود دامی در هکتار) تولید شد. رام و پاتل (۱۹۹۲) با بررسی تاثیر کودهای آلی و شیمیایی بر گیاه آفتابگردان اظهار داشتند که با کاربرد کود شیمیایی می توان عملکردی بیشتر از کود دامی تولید کرد و در تیمار کود دامی همراه با کود شیمیایی عملکرد دانه بیشتر از کاربرد کود دامی تنها می باشد زیرا کاربرد کود دامی همراه با کود شیمیایی موجب افزایش وزن هزار دانه از ۴۰/۴ به ۴۳/۶۴ گرم شد. همچنین کربن آلی و نیتروژن قابل دسترس در خاک افزایش می یابد. همچنین نتایج مشابهی توسط مونیرو و همکاران (۲۰۰۷) برای ارزیابی تولید آفتابگردان روی سطوح کودی آلی (مرغی و دامی) و شیمیایی و تلفیقی بدست آمد. بیشترین عملکرد دانه در تیمار تلفیقی (۵۰ درصد کود شیمیایی + کود مرغی) بدست آمد و در تیمار کود شیمیایی ۱۰۰ درصد عملکرد دانه بیشتری نسبت به کود های آلی ۱۰۰ درصد (دامی و مرغی) تولید شد.

پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر سیستم های مختلف تغذیه ای و کود زیستی بر عملکرد دانه، درصد پروتئین، درصد روغن، عملکرد روغن و اجزای عملکرد

<sup>۱</sup> ۱۰ عدد باکتری زنده و فعال از هر گونه بود و محل تهیه آن شرکت فن آوری زیستی مهر آسیا می باشد. بذرها با استفاده از مایه تلقیح ازتوباکتر و آزوسپریلیوم بلافاصله قبل از کاشت تلقیح شدند. برای اختلاط و تلقیح بذر، ابتدا بذر مورد نظر روی پلاستیک تمیز پهن کرده سپس مقدار مناسب مایه را تدریجاً روی بذر ها پاشیده و با بهم زدن بذر نسبت به تلقیح بذر اقدام گردید سپس بذر های تلقیح شده در سایه پهن کرده و پس از خشک شدن آماده کشت گردیدند. قبل از کاشت آفتابگردان نمونه برداری از عمق ۳۰-۰ سانتی متر برای آزمون خاک جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه بعمل آمد و مشخص گردید که بافت خاک لومی شنی و  $pH$  آن برابر ۷/۶ می باشد (جدول ۱). بر اساس نتایج آزمایش های تجزیه خاک (جدول ۱) و تجزیه کود دامی (جدول ۲) اقدام به کود دهی شد.

گرفت و در طول دوره رشد هیچ علف کش و آفت کشی استفاده نشد.

زمان رسیدگی فیزیولوژیک دانه‌ها، با مشاهده تغییر رنگ طبق از سبز به زرد مشخص شد. در مرحله برداشت نهایی عملکرد دانه و اجزاء عملکرد اندازه‌گیری شد. همچنین برای تعیین درصد روغن و پروتئین از دستگاه *Inframatic 8620 Percor* و نمونه های آسیاب شده استفاده گردید. کلیه داده‌ها با استفاده از برنامه کامپیوتری *SAS* مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند و میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ مقایسه شدند.

کود زیستی به صورت مایه تلقیح (۱ لیتر به ازای ۳۰ کیلوگرم بذر در هکتار) و از باکتری های تثبیت کننده نیتروژن شامل ازتوباکتر کروئوکوکوم، ازتوباکتر آجیلیس، آزوسپریلیوم برازیلنس و آزوسپریلیوم لیپوفروم تشکیل شده است. در هر گرم مایه تلقیح مایع

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق cm	درصد شن	درصد لای	درصد رس	بافت	درصد مواد خشتی شونده
۰-۳۰	۶۹	۲۰	۱۱	لوم شنی	۵/۵
درصد حجمی رطوبت در F C	درصد حجمی رطوبت در C.E.W	دسترس A.W	وزن مخصوص ظاهری (g/cm <sup>3</sup> )	واکنش گل اشباع	درصد مواد آلی
۲۱	۹	۱۲	۱/۴۵	۷/۷	۱/۰۶
درصد نیتروژن کل	فسفر قابل جذب p.p.m	پتاسیم قابل جذب p.p.m	آهن mg/kg	روی mg/kg	مس mg/kg
۰/۰۷	>۲۵	>۳۵۰	۷/۶	۱	۰/۷

C.E.C<sup>2</sup> = ۶/۴ meq/۱۰۰ gr C.E.W = Crop Extractable Water, F.C = Field capacity, A.W = Available water

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی کود دامی

نیتروژن کل (%)	فسفر کل (%)	پتاسیم کل (%)	کربن آلی (%)	pH	قابلیت هدایت الکتریکی	مس (mg/kg)	روی (mg/kg)	آهن (mg/kg)	منگنز (mg/kg)
۱/۲۵	۰/۵۶	۲/۵۵	۲۸/۸۵	۹	۲۱/۲	۲۵/۵	۱۰۹/۳	۷۴۳۵	۲۶۷/۶

<sup>2</sup> Cation exchange capacity

**نتایج و بحث**

مطابقت بیشتر بین نیتروژن قابل دسترس خاک با نیاز های گیاه در سیستم های تلفیقی می دانند (مولکی و همکاران ۲۰۰۴). به این معنی که در اوائل رشد که نیاز غذایی کم است میزان نیتروژن معدنی آن ها کمتر از کود شیمیایی است، ولی در مراحل رشد زایشی به علت تداوم فرایند معدنی شدن، جذب تا مدت زمان طولانی تری ادامه پیدا می کند. کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب و ساختمان گرانوله ای خاک، افزایش فعالیت های میکروبی و آنزیمی و آزاد سازی عناصر غذایی موجود در کلوئید های خاک از دلایل افزایش عملکرد در سیستم های تغذیه ی تلفیقی و ارگانیک می باشد (گریندلر و همکاران ۲۰۰۸).

نتایج تجزیه واریانس تأثیر سیستم های مختلف تغذیه ای و کود زیستی (ازتوباکتر و آروسپریلیوم) بر صفات کیفی و کمی آفتابگردان نشان داد که سیستم های مختلف تغذیه اثر معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد بر عملکرد دانه، درصد پروتیین، درصد روغن، عملکرد روغن، قطر طبق، وزن هزار دانه و تعداد دانه در طبق دارند (جدول ۳). جدول ۴ مقایسه میانگین عملکرد دانه در تیمار های مختلف سیستم تغذیه ای را نشان داده است. همانطور که ملاحظه می شود تیمار سیستم تغذیه ی تلفیقی F<sub>3</sub> (۵۰ درصد آلی + ۵۰ درصد شیمیایی) بیشترین عملکرد دانه را در بین تیمار های سیستم تغذیه ی شیمیایی، آلی و تلفیقی داشتند. پژوهشگران دلیل این افزایش عملکرد در سیستم های تلفیقی را ناشی از

جدول ۳ - تجزیه واریانس تاثیر سیستم تغذیه و کود زیستی بر عملکرد دانه و سایر صفات زراعی آفتابگردان

منبع تغییرات	درجه آزادی (df)	عملکرد (kg/h)	قطر طبق (cm)	تعداد دانه	وزن هزاردانه (gr)	عملکرد روغن (kg/h)	روغن (%)	پروتیین (%)
تکرار	۲	۵۶۹۷۳/۷ns	۰/۲ns	۴۷۱۶/۹ns	۲۱/۵ns	۲۲۶۳۵/۸ns	۱/۷۰ns	۱/۲۰ns
کود (F)	۴	۱۱۵۵۴۷۹/۳**	۳/۰**	۱۴۷۶۴/۷۱**	۱۴۲/۷**	۱۸۴۶۴۱/۳**	۱۴/۵۲**	۵/۸۲**
خطای کرت اصلی	۸	۵۵۵۸۸/۷	۰/۳	۲۰۲۰/۱	۱۰/۵	۱۵۶۰۳/۰	۰/۸۳	۰/۶۵
نوع تلفیح (I)	۱	۳۳۵۳۸۹/۱**	۶/۳**	۱۷۱۳۶/۳**	۱۴۲/۵**	۱۲۶۰۴۴/۳**	۹/۲۹**	۸/۶۴**
تلفیح * کود (F×I)	۴	۱۱۲۶۶/۳ns	۰/۳ns	۱۲۵۶/۸**	۸/۴ns	۳۶۴۸/۳ns	۰/۳۵ns	۰/۲۲ns
خطای آزمایشی	۱۰	۱۰۰۰۱/۲	۰/۳	۱۷۱/۳	۸/۲	۳۱۹۹/۴	۰/۸۷	۰/۱۹
C.V.		۴/۳	۳/۰	۱/۶	۴/۷	۵/۲	۱/۹	۲/۳

ns، \* و \*\* به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

جدول ۴ - مقایسه میانگین عملکرد دانه و سایر صفات زراعی آفتابگردان تحت سیستم های مختلف تغذیه ای

سیستم تغذیه	عملکرد (Kg/ha)	تعداد دانه	وزن هزار دانه (gr)	قطر طبق (Cm)	عملکرد روغن (Kg/ha)	روغن (%)	پروتیین (%)
F <sub>1</sub> (۱۰۰٪ آلی)	۱۶۵۹/۵D	۷۴۲/۱de	۵۳/۵c	۱۷/۳c	۸۱۹/۳c	۴۹/۴a	۱۷/۷c
F <sub>2</sub> (۲۵٪ شیمیایی و ۷۵٪ آلی)	۲۳۵۷/۵bc	۸۱۳/۷b	۶۰/6 b	۱۸/۰bc	۱۱۱۹/۰ab	۴۷/۷b	۱۸/۴bc
F <sub>3</sub> (۵۰٪ شیمیایی و ۵۰٪ آلی)	۲۸۲۳/۳a	۸۷۵/۵a	۶۷/۰a	۱۹/۱a	۱۲۷۵/۹a	۴۵/۳d	۲۰/۲a
F <sub>4</sub> (۱۵٪ شیمیایی و ۲۵٪ آلی)	۲۵۲۱/۷ab	۷۹۲/۸bc	۶۳/۶b	۱۸/۷ab	۱۱۷۱/۹a	۴۶/۴cd	۱۹/۵a
F <sub>5</sub> (۱۰۰٪ شیمیایی)	۲۱۱۶/۰c	۷۷۶/۳cb	۵۹/۷b	۱۷/۸c	۹۹۷/۳b	۴۷/۱bc	۱۹/۲ab

در هر ستون اعداد دارای حروف مشابه فاقد اختلاف آماری در سطح احتمال ۵٪ می باشند.

آفزاینده رشد است که بوسیله ایجاد چرخه مواد غذایی و قابل دسترس ساختن آن‌ها، افزایش حفظ سلامتی ریشه در طول دوره رشد در رقابت با پاتوژن‌های ریشه و افزایش جذب مواد غذایی باعث رشد گیاه می‌شوند (روئستی و همکاران ۲۰۰۶).

کود زیستی اثر مثبت و معنی داری بر عملکرد و سلیر صفات داشته است به طوری که میانگین عملکرد گیاهان تلقیح شده نسبت به میانگین عملکرد گیاهان بدون تلقیح ۹٪ افزایش دارد. این افزایش احتمالاً ناشی از وجود جمعیت‌های میکروبی در خاک یا ریزوسفر در اثر تلقیح بذور با باکتری‌های

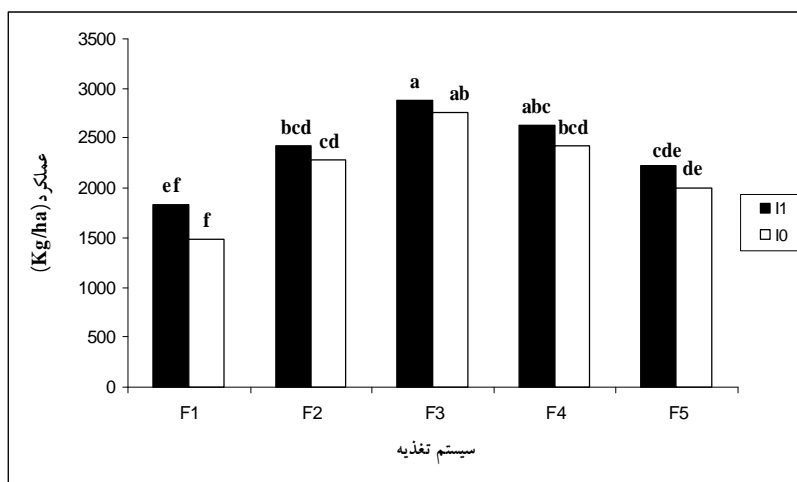
جدول ۵- مقایسه میانگین عملکرد دانه و سایر صفات زراعی آفتابگردان تحت کود زیستی

کود زیستی	عملکرد ( Kg/ha)	تعداد دانه	وزن هزار دانه (gr)	قطر طبق (Cm)	عملکرد روغن ( Kg/ha)	روغن (%)	پروتیین (%)
I <sub>1</sub> (تلقیح شده)	۲۴۰۱/۳a	۸۲۴/۰a	۶۲/۹a	۱۸/۶a	۱۱۴۱/۵a	۴۷/۷a	۱۹/۵a
I <sub>0</sub> (تلقیح نشده)	۲۱۸۹/۸b	۷۷۶/۰b	۵۸/۵b	۱۷/۷b	۱۰۱۱/۹b	۴۶/۶b	۱۸/۴b

در هر ستون اعداد دارای حروف مشابه فاقد اختلاف آماری در سطح ۵٪ می‌باشد.

تیمار های سیستم تغذیه ای با بذور تلقیح شده عملکرد دانه بیشتری نسبت به تیمار های تغذیه ای بدون تلقیح داشتند. نتایج نشان می‌دهد در حضور کود آلی و کود زیستی جذب نیتروژن از کود شیمیایی افزایش می‌یابد. این نتایج با نتایج حاصل از مطالعه ای که توسط شاتا و همکاران (۲۰۰۷) در آفتابگردان، لوبیا چشم بلبلی، ذرت و ارزن در سه سطح کودی شامل ۱۰۰ درصد کود شیمیایی، ۵۰ درصد کود شیمیایی + کود آلی + کود زیستی و کود آلی + کود زیستی انجام گرفت، مطابقت دارد. کاربرد کود های زیستی و کود های آلی جذب مقادیر کود شیمیایی را در خاک افزایش دادند که در مقایسه با میزان کودی توصیه شده، تیمار ۵۰ درصد کود شیمیایی + کود آلی + کود های زیستی به ترتیب ۱۲ و ۱۵ درصد عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک را بهبود بخشیدند که کارایی بالای جذب نیتروژن را از دلایل افزایش دانسته اند، از طرف دیگر کاربرد کود آلی + کود زیستی به تنهایی عملکرد را به ترتیب ۱۸ و ۱۰ درصد کاهش دادند.

شکل ۱ میانگین ترکیب‌های سیستم تغذیه ای و کودهای زیستی (ازتوباکتر و آزوسپریلیوم) را بر عملکرد دانه در هکتار نشان می‌دهد. تیمار تغذیه ای (F<sub>3</sub>I<sub>1</sub>) ۵۰ درصد کود دامی + ۵۰ درصد کود شیمیایی همراه با تلقیح بذر با کود زیستی باکتریایی بالاترین مقدار میانگین (۲۸۹۰ کیلوگرم در هکتار) را نسبت به سایر تیمارهای تغذیه ای آلی، شیمیایی و تلفیقی تولید کرد. تیمارهای تغذیه‌ای تلفیقی F<sub>4</sub> (۷۵ درصد شیمیایی + ۲۵ درصد آلی) و F<sub>2</sub> (۲۵ درصد شیمیایی + ۷۵ درصد آلی) با بذور تلقیح شده با کود زیستی (I<sub>1</sub>) عملکرد دانه ی بیشتری نسبت به تیمارهای تغذیه ی F<sub>1</sub> (۱۰۰ درصد آلی) و F<sub>5</sub> (۱۰۰ درصد شیمیایی) داشتند. کمترین عملکرد دانه در سیستم تغذیه ای F<sub>1</sub> I<sub>0</sub> (۱۰۰ درصد آلی بدون تلقیح بذر) حاصل گردید. پژوهشگران گزارش کرده اند که به علت ساکن سازی نیتروژن معدنی توسط کود های آلی، قابلیت دسترسی این عنصر به خصوص در مراحل اولیه رشد گیاه کمتر از کود های شیمیایی است. سامرفلت و مک کی (۱۹۸۷) اظهار داشتند که بعد از کاربرد کود دامی، فعالیت های میکروبی خاک جهت تجزیه بقایای آلی افزایش پیدا کرده و مقدار قابل توجهی از نیتروژن معدنی را به مصرف می‌رسانند. کلیه



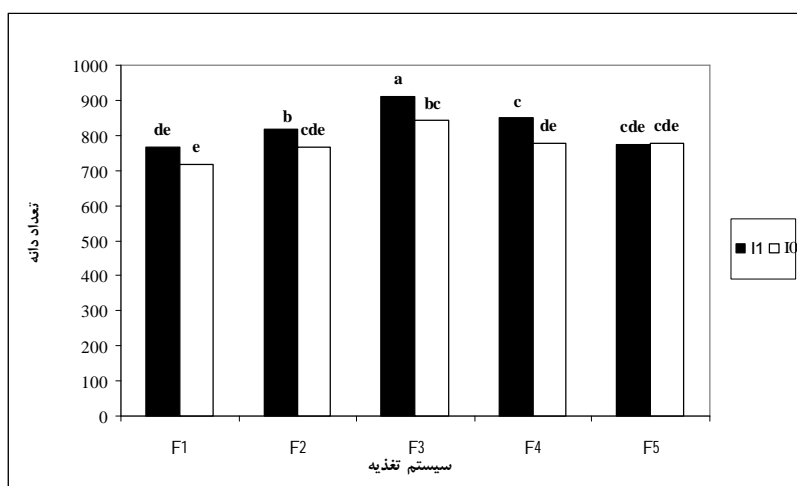
شکل ۱- نمودار ترکیب سیستم تغذیه ای و کود زیستی (PGPR) از نظر عملکرد دانه

با بررسی یافته‌های آزمایش می‌توان نتیجه گرفت این باکتری‌ها می‌توانند به طور مستقیم روی رشد گیاه بوسیله افزایش جذب نیتروژن، سنتز فیتو هورمون‌ها، محلول‌سازی مواد معدنی مفید باشد (هرمان و همکاران ۲۰۰۸). زیستی باکتریایی (ازتوباکتر و آزوسپریلیوم) از نظر تعداد دانه (شکل ۲) نشان می‌دهد که در تیمار تغذیه‌ی تلفیقی همراه با بذور تلقیح شده تعداد دانه بیشتر از تیمارهای سیستم تغذیه‌ی شیمیایی و ارگانیک بوده است. در بین تیمارهای سیستم تغذیه‌ی تلفیقی، تیمار  $F_3$  (۵۰٪ در صدآلی + ۵۰٪ درصد شیمیایی) بالاترین وزن هزار دانه، تعداد دانه و قطر طبق را داشته است (جدول ۴). کلیه تیمارهای بذور تلقیح شده به باکتری‌ها دارای وزن هزار دانه، تعداد دانه و قطر طبق بیشتری نسبت به تیمارهای با بذور تلقیح نشده بودند (جدول ۵). افزایش وزن هزار دانه با توجه به افزایش طول پر شدن دانه قابل توجیه بوده و می‌تواند بیانگر تأثیر باکتری‌های افزایش دهنده رشد گیاه و سیستم تغذیه‌ی تلفیقی بر عملکرد دانه از طریق افزایش مقدار مواد فتوسنتزی ذخیره شده در بررسی ترکیب متقابل سیستم‌های مختلف تغذیه‌ی ای و کود دانه در طول مدت بیشتر پر شدن دانه باشد. با توجه به افزایش قطر طبق با کاربرد کودهای تلفیقی و کودهای زیستی

بررسی مقایسه میانگین سیستم‌های تغذیه‌ی ای نشان می‌دهد که، تیمار  $F_3$  (۵۰٪ در صد آلی + ۵۰٪ در صد شیمیایی) بالاترین وزن هزار دانه، تعداد دانه و قطر طبق را داشته است (جدول ۴). افزایش قابلیت دسترسی گیاه به عناصر غذایی، 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 عوامل افزایش عملکرد اجزای عملکرد در تیمارهای سیستم حاصلخیزی تلفیقی می‌باشد. همچنین عناصر غذایی در کودهای آلی بر عکس کودهای شیمیایی به آهستگی آزاد شده و در طی فصل رشد در اختیار گیاه قرار می‌گیرد. در نتیجه فرسایش و شستشو از آن‌ها کمتر می‌باشد و تا انتهای فصل رشد می‌تواند عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را تأمین نمایند. این نتایج با یافته‌های حاصل از سایر محققان بر روی گیاه ذرت و گندم مطابقت دارد (پوشامپ ۱۹۸۶ و گاگون و همکاران ۱۹۹۷).

جدول ۵ نشان می‌دهد که تلقیح بذرها با کود زیستی (ازتوباکتر و آزوسپریلیوم) سبب افزایش اجزاء عملکرد شده است. بررسی زهیر و همکاران (۱۹۹۸) نیز مشخص ساخت که در اثر تلقیح بذرها ذرت با باکتری‌های ازتوباکتر و پسودوموناس وزن هزار دانه به میزان ۹/۶ درصد و عملکرد دانه ۱۹/۸ درصد افزایش می‌یابد.





شکل ۲- نمودار اثر متقابل سیستم تغذیه ای و کود زیستی (PGPR) بر تعداد دانه

دانه در درصد روغن حاصل می شود و در این تحقیق درصد روغن تحت تأثیر سیستم های مختلف تغذیه ای قرار گرفته است. بیشترین درصد روغن (۴۹/۴) در تیمار  $F_1$  (۱۰۰ درصد آلی) و کمترین درصد روغن (۴۵/۳) در تیمار تلفیقی  $F_3$  (۵۰ درصد آلی + ۵۰ درصد شیمیایی) مشاهده می شود جدول (۴). کود زیستی تأثیر مثبتی و معنی داری در افزایش درصد روغن آفتابگردان داشته است.

درصد پروتئین دانه به عنوان یک صفت مهم به منظور استفاده از کنجاله دانه آفتابگردان در تغذیه دام به شکل محسوسی با کاربرد کود زیستی حاوی باکتری های افزایش دهنده رشد و کاربرد تلفیقی کود ها افزایش می یابد. همانطور که نتایج مقایسه میانگین نشان می دهد بالاترین درصد پروتئین در تیمار تلفیقی  $F_3$  (۵۰ درصد آلی + ۵۰ درصد شیمیایی) به میزان ۲۰/۲ می باشد (جدول ۴). همچنین جدول ۵ نشان می دهد تلقیح بذر ها با کود زیستی موجب افزایش پروتئین می شود. این نتیجه بدلیل تأثیر تلقیح باکتری در این تیمار باشد که کارآیی تنظیم کنندگی مناسب رشد، فعالیت فیزیولوژیکی و متابولیسمی را در گیاه افزایش داده اند (رام راثو و همکاران ۲۰۰۷). احتمالاً با کاربرد تلفیقی کود ها از طریق جلوگیری از هدر روی

مشخص می شود که با افزایش این متغیر، افزایش تعداد دانه در طبق امکان پذیر می باشد. در مطالعه ای نیز که توسط چاندرسکار و همکاران (۲۰۰۵) صورت گرفت تأثیر کود زیستی (ازتوباکتر، آزوسپریلیوم) و کود شیمیایی (اوره) به طور جداگانه و در ترکیب های مختلف بر روی استقرار مورفولوژی، عملکرد و وزن خشک ارزن بررسی شد. نتایج نشان داد که مورفولوژی و عملکرد و اجزای عملکرد نتیجه بهتری طی تلفیق کودهای زیستی و کودهای شیمیایی نسبت به زمانی که به تنهایی استفاده شده اند، ایجاد کردند. افزایش روغن از اهداف اصلی تولید دانه های روغنی است. نتایج مقایسه میانگین اثرات تیمار های مختلف تغذیه ای حاکی از آن است که حداکثر عملکرد روغن در تیمار  $F_3$  (۵۰ درصد آلی + ۵۰ درصد شیمیایی) و سپس در تیمار  $F_4$  (۷۵ درصد شیمیایی + ۲۵ درصد آلی) و حداقل در تیمار  $F_1$  (۱۰۰ درصد آلی) بدست آمده است (جدول ۴).

کاربرد کود زیستی باعث افزایش معنی دار عملکرد روغن (۱۱۱۴/۵ Kg/ha) نسبت به تیمار شاهد (۱۰۱۱/۹ Kg/ha) شد (جدول ۵). در تحقیقی که توسط کومار (۱۹۹۴) صورت گرفته است نشان داده شد که کاربرد ازتوباکتر به عنوان کود زیستی سبب افزایش عملکرد روغن در مقایسه با تیمار کنترل شده است. در واقع دو صفت عملکرد دانه و روغن تغییرات مشابهی را تحت تأثیر تیمار ها از خود نشان می دهند. با توجه به این نکته که عملکرد روغن از حاصل ضرب عملکرد

به طور کلی با توجه به نتایج حاصله کاربرد کود های تلفیقی به همراه باکتری های افزایش دهنده رشد، یک پیشرفت مهم در جهت کاهش مصرف کود های شیمیایی و آلودگی زیست محیطی در کشاورزی مدرن محسوب می شود.

نیتروژن بعلت وجود کود دامی توانسته است نیتروژن بیشتری در اختیار گیاه قرار دهد و لذا میزان پروتئین در تیمارهای بکار گیری کود تلفیقی حاصل از کود دامی و شیمیایی نسبت به سایر تیمارها بیشتر است. در حقیقت با افزایش مصرف نیتروژن درصد پروتئین دانه آفتابگردان افزایش می یابد (غنی و همکاران ۲۰۰۰)

#### منابع مورد استفاده

- قلاوند، حمیدی آ، دهقان شعار م، ملکوتی م ج، اصغرزاده ا و چوکان ر، ۱۳۸۵. کاربرد کودهای زیستی (بیولوژیک)، راهبردی بوم‌شناختی برای مدیریت پایدار بوم‌نظامهای زراعی. مقالات کلیدی نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ۵-۷ شهریور ماه ۱۳۸۵، پردیس ابوریحان-دانشگاه تهران
- Beauchamp EG, 1986. Availability of nitrogen from three manures to corn field. Canadian Journal of Soil Science 66: 713-720
- Chandrasekar BR, Ambrose G and Jayabalan N, 2005. Influence of biofertilizers and nitrogen source level on the growth and yield of *Echinochloa frumentacea* (Roxb) Link. Journal of Agricultural Technology 1(2): 223-234.
- Gagnon b, Simard RR, Robitaille R, Goulet M and Ripux R, 1997. Effect of compost and inorganic fertilizers on spring wheat growth and Nuptake. Canadian Journal of Soil Science 77: 487-495.
- Ghani A, Hussain M and Hassan A, 2000. Interactive effect of nitrogen and water stress on leaf area of sunflower. Pak. J Biol Sci 3: 989-990.
- Ghosh PK, Mandal KG, Wangari RH and Hati KM, 2002. Optimization of fertilizer schedules in fallow and groundnut-based cropping systems and an assessment of system sustainability. Field Crop Research 80: 83-98.
- Gryndler M, Sudova R and Rydlova J, 2008. Cultivation of high-biomass crops on mine spoil banks: Can microbial inoculation compensate for high doses of organic matter? Bioresource Technology 99: 6391-6399.
- Herman MAB, Nault BA and Smart CD, 2008. Effect of plant growth-promoting rhizobacteria on bell pepper production and green peach aphid infestation in New York. Crop Protection 27: 996-1002.
- Karmaka S, Lague C, Agnew J and Landry H, 2007. Integrated decision support system (DSS) for manure management. Computers and Electronics 57: 190-201.
- Kumar V, 1994. Nitrogen economy in Indian mustard through use of *Azotobacter chroococcum*. Crop Res. 8: 449-452
- Mooleki SP, Schoenau JJ, Chales JL and Wen G, 2004. Effect of rat, frequency and incorporation of freedlot cattle manure on soil nitrogen availability, crop performance and nitrogen use efficiency in east-central Saskatchewan. Canadian Journal of Soil Science 84: 199-210.

- Munir MA, Malik MA and Saleem MF, 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.
- Orhan E, Esitken A, Ercisli S, Turan M and Sahin F, 2006. Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient contents in organically growing raspberry. Scientia Horticulturae 111: 38-43.
- Prakash V, Bhattacharyya R and Selvakumar G, 2007. Long-term effects fertilization on some properties under rainfed soybean-wheat cropping in the Indian Himalayas. J Plant Nutr Soil Sci 170: 224-233.
- Ram G and Patel JK, 1992. Single and combined effect of bio, organic and inorganic fertilizers on yield of sunflower and soil properties under rainfed condition. Advance Plant Sci 5: 161-167.
- Ram Rao DM, Kodandaramaiah J and Reddy MP, 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.
- Roesty D, Gaur R and Johri BN, 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. Soil Biology and Biochemistry 38: 1111-1120.
- Scheiner JD, Gutierrez-Boem FH and Lavado RS, 2002. Sunflower nitrogen requirement and <sup>15</sup>N fertilizer recovery in Western Pampas, Argentina. European Journal of Agronomy 17:73-79.
- Shaharoon B, Arshad M, Zahir ZA and Khalid A, 2006. Performance of *Pseudomonas* spp. Containing ACC-deaminase for improving growth and yield of maize (*Zea mays* L.) in the presence of nitrogenous fertilizer. Soil Biology & Biochemistry 38: 2971-2975.
- Shata SM, Mahmoud A and Siam S, 2007. Improving calcareous soil productivity by integrated effect of intercropping and fertilizer. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 3(6): 733-739.
- Sommerfeldt TG and Machay D, 1987. Utilization of cattle manure containing wood shaving: Effect on soil and crop. Canadian Journal of soil science 67: 309-316.
- Utayasoorian C, Balamurgan P and Muthuvel P, 1991. Direct and residual effect of FYM and NPK levels on sunflower. Madras Agric J 78: 207-209.
- Violent HGM and Portugal VO, 2007. Alternation of tomato fruit quality by root inoculation with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): *Bacillus subtilis* BEB-13bs. Scientia Horticulture 113: 103-106.
- Wu SC, Cao ZH, Li ZG and Cheung KC, 2005. Effect of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: A greenhouse trial. Geoderma.125: 155-166.
- Zahang H, Smeal D and Tomko J, 1998. Nitrogen fertilizer value of feedlot manure for irrigated corn production. Journal of Plant Nutrition 2: 287-296.
- Zahir AZ, Arshad M, and Khalid A. 1998. Improving maize yield by inoculation with plant growth promoting rhizobacteria. Pakistan Journal of Soil Science 15: 7-11.