نقش کودهای زیستی و آلی در عملکرد کمی و کیفی سویا (*Glycine max* L.) رقم ویلیامز

فاطمه پاسبان[1]، حمیدرضا بلوچی[*2]، علیرضا یدوی[2]، امین صالحی[3]، محمود عطارزاده[4]

تاریخ دریافت: 94/3/10 تاریخ پذیرش: 94/8/4

1- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج
2- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج
3- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج
4- دانشجوی دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج
* مسئول مکاتبه: Email: balouchi@yu.ac.ir

چکیده

با توجه به اهمیت سویا به عنوان یک گیاه روغنی با ارزش و سازگار با اقلیم ایران، این مطالعه با هدف ارزیابی اثر کودهای زیستی و آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا رقم ویلیامز به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با 3 تکرار در بهار سال 1391 در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه یاسوج اجرا شد. عامل‌های آزمایش شامل پنج سطح کود آلی (10 و 15 تن در هکتار کود گاوی، 5 و 10 تن در هکتار ورمی کمپوست و شاهد بدون کود) و دو سطح کود زیستی (عدم مصرف باکتری و مصرف باکتری برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم به اضافه کود فسفات بارور 2) بود. نتایج آزمایش نشان داد که بیشترین عملکرد دانه و عملکرد روغن در تیمارهای 15 تن در هکتار کود گاوی (به ترتیب 449 و 102 گرم در متر مربع) و تیمار ورمی کمپوست 5 تن در هکتار (به ترتیب 400 و 98/6 گرم در متر مربع) و بدون مصرف کود زیستی حاصل شد و کمترین عملکرد دانه و عملکرد روغن در تیمار شاهد و بدون کود زیستی بدست آمد. کود ورمی‌کمپوست 10 تن در هکتار نیز باعث کاهش درصد روغن نسبت به تیمار عدم کاربرد کود آلی گردید. کاربرد کودهای آلی، تعداد غلاف در بوته، زیست توده، عملکرد دانه، عملکرد روغن، درصد پروتئین و عملکرد پروتئین را افزایش داد. در نهایت نتایج نشان داد که کاربرد 15 تن در هکتار کود گاوی و 5 تن در هکتار ورمی کمپوست می‌تواند موجب تولید بیشتر دانه سویا در یاسوج گردد.

واژه‌های کلیدی: برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم، سویا، عملکرد روغن، کشاورزی پایدار، ورمی‌کمپوست

The Role of Organic and Biological Fertilizers in Qualitative and Quantitative Yield of Soybean (*Glycine max* L.) cv Williams

Fatemeh Pasban[1], Hamidreza Balouchi[2*], Alireza Yadavi[2], Amin Salehi[3], Mahmood Attarzadeh[4]

Received: May 31, 2015 Accepted: October 26, 2015
1- M.Sc. Student, Dept. of Agronomy and Crop Breeding, Agriculture Faculty, Yasouj University, Iran.
2-Assoc. Prof., Dept. of Agronomy and Crop Breeding, Agriculture Faculty, Yasouj University, Iran.
3- Assist. Prof., Dept. of Agronomy and Crop Breeding, Agriculture Faculty, Yasouj University, Iran.
4- Ph.D. Student, Dept. of Agronomy and Crop Breeding, Agriculture Faculty, Yasouj University, Iran.
*Corresponding Author: balouchi@yu.ac.ir

Abstract

Given the importance of soybean oil as a valuable oilseed crop compatible with Iranian climate, this study was conducted to evaluate the effects of biological and organic fertilizers on soybean yield and yield components. A factorial experiment based on randomized complete block design was conducted with three replications in the spring of 2011 in Yasouj, Iran. Experimental factors included five levels of organic fertilizer (10 and 15 t/ha manure, 5 and 10 t/ha vermicompost and control without organic fertilizer) and two levels of bio-fertilizer (lack of bacteria and the use of the *Bradyrhizobium japanicum* bacterium plus phosphate Barvar 2). The results showed that the highest grain and oil yield were obtained using 15 t/ha manure (449 and 102 g/m^2, respectively) and 5 t/ha vermicompost without bio-fertilizers (400 and 98.6 g/m^2, respectively) and the lowest were obtained in the control treatment without organic fertilizer. Application of 10 t/ha vermicompost decreased oil content significantly compared to treatment without organic fertilizer. The use of organic fertilizers increased pods per plant, biological yield, grain yield, oil yield, protein percentage and protein yield. Results showed that application of 15 t/ha manure and five t/ha vermicompost can caused higher soybean grain yield in Yasouj.

Keywords: Oil yield, *Bradyrhizobium japanicum*, Soybean, Sustainable Agriculture, Vermicompost.

مقدمه

سویا با نام علمی (*Glycine max*)، گیاهی است از تیره لگومینوزه که روز کوتاه و گرمادوست می‌باشد. سویا با 36 درصد پروتئین،30 درصد کربوهیدرات، از مقدار بسیار خوبی فیبر، ویتامین‌ها و مواد معدنی تشکیل شده است (آبدرایموا و همکاران 2014). ارقام اصلاح شده سویا دارای میزان پایین اسیدهای چرب اشباع می‌باشد. از طرفی میزان بالای اسید اولئیک و

میزان کم اسید پالمتیک، اسید استئاریک این ارقام، روغن سویا را تبدیل به روغن مناسب و سالم برای انسان کرده است (برگلوند 2002). سهم جهانی سویا در تأمین روغن خوراکی حدود 44 درصد است. با این حال تولید این گیاه زراعی در قاره‌های آسیا و آفریقا تنها 5 درصد از کل تولید جهانی سویا است (فائو 2010).

کشاورزی پایدار نوعی کشاورزی است که از به‌کار بردن نهاده‌های سنتزی مانند کودهای شیمیایی به علت تأثیر منفی بر تعادل زیستی اجتناب می‌کند، اما از تناوب نهاده‌های آلی برای ایجاد چرخه برای تأمین عناصر غذایی استفاده می‌کند (کوو و همکاران 2004). از این‌رو، کشاورزی پایدار از طریق جایگزینی مواد شیمیایی با کودهای آلی و زیستی، درصدد افزایش حاصلخیزی و سلامت خاک، حفظ محیط زیست و افزایش کیفیت محصولات می‌باشد (ابهین مستو و همکاران 2006).

یکی از کودهای قابل استفاده در کشاورزی پایدار، ورمی‌کمپوست می‌باشد، ورمی‌کمپوست که در نتیجه فرآیندهای هضم و تبدیل ضایعات آلی همچون کودهای دامی و بقایای گیاهی ضمن عبور از دستگاه گوارش کرم‌های خاکی بوجود می‌آید، از جمله منابع اساسی تغذیه گیاهان در نظام‌های زراعی پایدار می‌باشد. به علاوه استفاده از ورمی‌کمپوست در کشاورزی پایدار سبب افزایش جمعیت و فعالیت میکروارگانیزم‌های مفید خاک و در جهت فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه عمل می‌کند (آرنکون و همکاران 2004). ورمی‌کمپوست با بهبود وضعیت تهویه خاک، باعث افزایش اکسایش گوگرد شده و همچنین حضور ورمی‌کمپوست به عنوان منبع کربن، فعالیت میکروارگانیزم‌های حل کننده فسفات و اکسید کننده گوگرد را تشدید می‌کند (محمدی آریا و همکاران 1389).

یکی دیگر از کودهای مورد استفاده در کشاورزی پایدار کودهای حیوانی می‌باشد. کودهای حیوانی دارای اثرات یک جانبه نبوده، بلکه از یک طرف کمک به تأمین مواد غذایی می‌شود و از طرف دیگر خصوصیات ساختمان خاک را اصلاح می‌کند (مخبیلا 2006). علاوه بر کودهای آلی، مصرف کودهای زیستی نیز جایگاه قابل توجهی در کشاورزی پایدار به منظور جایگزین نمودن نهاده‌های شیمیایی دارا می‌باشد. میکروارگانیسم‌های موجود در این قبیل کودها با تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، افزایش فعالیت‌های حیاتی موجود در خاک و نیز ترشح برخی هورمون‌ها و اسیدهای آلی، باعث بهبود رشد گیاه می‌شوند (بریا و همکاران 2005). کاظمی و همکاران (1384) در بررسی تأثیر تلقیح بذر با باکتری *ریزوبیوم برادی ژاپونیکوم* بر عملکرد و اجزاء عملکرد دو رقم سویا گزارش کردند که تلقیح این باکتری سبب افزایش معنی‌دار تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه و در نهایت عملکرد نهایی سویا گردید. شهاتا و ال خواز (2003) تأثیر کود زیستی را بر گیاه آفتابگردان مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که کاربرد کود زیستی صفات کیفی را در مقایسه با تیمار کنترل (عدم تلقیح) بهبود می‌بخشد، به‌طوری که باعث افزایش میزان روغن و پروتئین دانه گردید. ماهشابو و همکاران (2008) نیز با بررسی تلفیقی کود آلی در سویا دریافتند که عملکرد دانه با مصرف تلفیقی کود دامی و ورمی‌کمپوست نسبت به کاربرد هر کدام به تنهایی افزایش معنی‌داری دارد. سوجاتا و همکاران (2008) گزارش نمودند که کاربرد ورمی‌کمپوست با سایر کودهای آلی نسبت به کاربرد جداگانه آنها روی گیاه ذرت نقاط ضعف موجود در هر یک از دو نوع کود را جبران می‌کند و با تأمین بهتر عناصر غذایی همراه با بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک شرایط را برای افزایش جذب، بهبود تولید و عرضه مواد پرورده به بلال و در نهایت افزایش میزان عملکرد دانه در واحد سطح فراهم می‌کند.

مشکلات زیست محیطی ناشی از کاربرد کودهای شیمیایی، هزینه‌های تولید و تأثیر سویی که بر

چرخه زیستی و خود پایداری بوم نظام‌های زراعی دارند از یک سو و مسأله تأمین غذای کافی با کیفیت برای جمعیت روزافزون جهان از سویی دیگر نیاز به تجدیدنظر در روش‌های افزایش تولید محصولات زراعی را ضروری ساخته است، بنابراین به منظور نیل به کشاورزی پایدار توجه به استفاده بیشتر از کودهای زیستی و آلی و همچنین مصرف کمتر یا حذف کودهای شیمیایی در جهت افزایش بهره‌وری، انگیزه پژوهش حاضر می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی 1391 در مزرعه تحقیقاتی کشاورزی واقع در چنارستان شهرستان یاسوج با مشخصات جغرافیایی30 درجه و 38 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی 51 درجه و 32 دقیقه شرقی و ارتفاع از سطح دریا 1832 متر اجرا گردید. حداقل درجه حرارت ماهانه منطقه محل آزمایش 9/0- درجه سانتی‌گراد در دی ماه و حداکثر آن 38/5 درجه سانتی‌گراد در تیر ماه بود. مشخصات خاک محل آزمایش به شرح جدول 1 بود.

جدول 1- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق نمونه (cm)	بافت خاک	کربن آلی (%)	اسیدیته	قابلیت هدایت الکتریکی (dS/m)	نیتروژن (%)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)
0-30	لومی رسی	1/0	7/6	0/6	0/10	32/8	374

این آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با 3 تکرار و 10 تیمار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل فاکتور اول: 5 سطح کود آلی (10 و 15 تن در هکتار کود گاوی، 5 و 10 تن در هکتار ورمی کمپوست و شاهد) و فاکتور دوم: 2 سطح کود زیستی که شامل شاهد (عدم مصرف باکتری و کود زیستی فسفات بارور 2) و مصرف باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم به اضافه کود زیستی فسفات بارور 2 بود. لازم به ذکر است که کود زیستی فسفاته بارور 2 حاوی دو نوع باکتری حل کننده فسفات است که با استفاده از دو ساز و کار ترشح اسیدهای آلی و آنزیم فسفاتاز باعث تجزیه ترکیبات فسفره نامحلول در خاک شده و در نتیجه امکان جذب شدن این عنصر را برای گیاهان فراهم می‌کنند. فاصله بین تکرارها 2 متر و فاصله بین کرت‌ها یک متر بود. کرت‌ها دارای ابعاد 2 در 3 متر و در هر کرت، فاصله بین بوته‌ها روی ردیف 7/5 سانتی‌متر و فاصله ردیف‌ها 50 سانتی‌متر بود. هر کرت آزمایشی از 5 خط کاشت به صورت جوی و پشته بود و کاشت در وسط پشته‌ها انجام شد. کود زیستی، کود گاوی و ورمی کمپوست به ترتیب، از شرکت فناور سبز تهران، گاوداری یاسوج و شرکت کیمیا سبز شیراز خریداری گردید. زمین ابتدا به وسیله گاوآهن برگرداندار شخم زده شد، بعد از آن توسط دیسک کلوخه‌ها خرد و تسطیح کامل با ماله انجام شد و سپس به وسیله فاروئر جوی و پشته‌ها ایجاد شدند. بعد از آماده سازی کامل زمین و احداث کرت‌ها، 2 روز قبل از کاشت بذور آبیاری صورت گرفت. سپس کودهای مورد نظر به صورت مخلوط و بصورت دستی در کرت‌ها ریخته شد و با خاک مخلوط گردید. بذور روی پشته‌ها در تاریخ 13 خرداد ماه کاشته شدند و سپس بلافاصله آبیاری دوم انجام گرفت. عمل آبیاری تا قبل از رسیدگی کامل محصول ادامه داشت و در طول دوران رشد و نمو عملیات وجین علف‌های هرز در کرت‌ها با دست انجام شد. در مدت زمان کاشت تا برداشت محصول

هیچ گونه آفت یا عامل بیماریزایی در مزرعه مشاهده نگردید و برداشت محصول در تاریخ 23 آبان ماه صورت گرفت. به منظور تعیین تعداد غلاف در بوته 10 بوته در هر کرت به طور تصادفی انتخاب و مورد ارزیابی قرار گرفتند و میانگین آنها برای هر صفت محاسبه شد. عملیات برداشت نهایی برای تمامی تیمارها زمانی صورت گرفت که تقریبا 90 ٪ غلاف‌های سویا به رنگ قهوه‌ای و کامل خشک شده بودند. برای این منظور پس از حذف دو خط حاشیه از هر کرت، سطحی معادل 3 متر مربع جهت مقایسه عملکرد برداشت شدند. تمام بوته‌ها از محل طوقه توسط داس جدا و جهت کاهش رطوبت بوته‌ها و رسیدن رطوبت به حدود 12 تا 14 درصد به مدت یک هفته در هوای آزاد قرار داده شدند. در مرحله بعد برای بدست آوردن عملکرد زیستی نمونه‌های مربوط به هر کرت وزن شدند. برای برآورد عملکرد نهایی، دانه‌ها را از کاه جدا کرده و سپس دانه‌های برداشت شده در هر کرت آزمایش به طور جداگانه با ترازو دقیق توزین شدند. به منظور اندازه‌گیری سایر صفات نظیر روغن و پروتئین از هر کرت نمونه‌هایی از آنها به طور تصادفی انتخاب و به آزمایشگاه منتقل شد. جهت اندازه‌گیری درصد روغن دانه از روش سوکسله (جانسون و اولریچ 1959) استفاده شد. جهت استخراج از روش سمور (1999) و تعیین کمی پروتئین‌های ذخیره‌ای بذر از روش برادفورد (1976) استفاده شد. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد و جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال 5% استفاده گردید.

نتایج و بحث

تعداد غلاف در بوته

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود آلی و اثر متقابل کود آلی و زیستی بر تعداد غلاف در بوته در سطح احتمال 1% معنی‌دار بود، اما اثر کود زیستی بر تعداد غلاف در بوته اثر معنی‌داری نشان نداد (جدول 2).

جدول2- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به عملکرد حکمی و کیفی سویا روغن تحت تاثیر سطوح مختلف کود آلی و زیستی

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد غلاف در بوته	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد زیستی	شاخص برداشت	درصد روغن	عملکرد روغن
تکرار	2	2/03^{ns}	19/63**	599/23^{ns}	19228/30^{ns}	1/63^{ns}	2/40^{ns}	0/23^{ns}
کود آلی	4	81/70**	40/13^{ns}	22209/46**	35519/96**	107/78**	17/56**	1050/13**
کود زیستی	1	4/03^{ns}	26/13^{ns}	9013/33**	3477/63^{ns}	38/53^{ns}	2/94^{ns}	672/13**
کود آلی × زیستی	4	43/36**	45/80^{ns}	6104/16**	56100/96**	45/95^{ns}	10/64**	306/46**
خطای آزمایشی	18	5/70	51/26	250/41	7089/04	6/70	1/90	38/71
ضریب تغییرات	٪	5/70	6/03	4/57	7/64	8/23	5/91	7/75

**و* به ترتیب معنی‌داری در سطح 1٪ و 5٪ و ns عدم وجود تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهد.

مقایسه میانگین اثر متقابل کود آلی و زیستی بر تعداد غلاف در بوته نشان داد که بیشترین تعداد غلاف در بوته (24 عدد) مربوط به تیمار کود گاوی 15 تن در هکتار همراه با کاربرد کود زیستی بود و کمترین (10 عدد) مربوط به تیمار شاهد بدون کاربرد کود زیستی بود (جدول 3). همچنین در شرایط عدم کاربرد کود

زیستی، تیمار کود گاوی 15 تن در هکتار تعداد غلاف در بوته 21 بود که نسبت به شرایط کاربرد کود گاوی 10 تن در هکتار و عدم کاربرد کود آلی (به ترتیب 12 و 10 عدد) افزایش معنی‌داری نشان داد، اما نسبت به تیمار ورمی‌کمپوست 5 و 10 تن در هکتار (20 عدد) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج بدست آمده دیگر حاکی از این است که در شرایط کاربرد کود زیستی و عدم کاربرد کود آلی، تعداد غلاف در بوته 15 عدد بود که نسبت به تیمار عدم کاربرد کود زیستی و آلی (10 عدد) اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید (جدول 3). به‌نظر می‌رسد که در شرایط کاربرد کود زیستی، کود گاوی 15 تن در هکتار تا حدودی توانسته باعث افزایش تعداد غلاف در بوته نسبت به شرایط شاهد شود. نتایج بررسی‌ها نشان داد که باکتری‌های موجود در کودهای زیستی علاوه بر افزایش فراهمی عناصر غذایی خاک از طریق تثبیت زیستی نیتروژن، کنترل عوامل بیماریزا، تولید هورمون‌های تنظیم کننده و محرک رشد گیاه، عملکرد گیاهان و در نهایت نمود نظام زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (بالیان و همکاران 2008). همچنین موهانتی و همکاران (2006) نشان دادند که مصرف ورمی کمپوست در گیاه بادام زمینی باعث افزایش چشم‌گیر فعالیت زیستی در محیط رشد و پیامد آن بهبود جذب عناصری چون نیتروژن و فعالیت میکروبی خاک، سبب افزایش بیوماس گیاهی و در نهایت افزایش تعداد غلاف در بوته می شود. محققان در بررسی کود آلی و زیستی در تولید لوبیا بیان کردند که افزایش فعالیت ریز موجودات زنده خاک در شرایط آبیاری می‌تواند روی تعداد غلاف در بوته اثر معنی‌داری داشته باشد (توسلی و همکاران 1388).

وزن هزار دانه و عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر کود آلی، زیستی و اثر متقابل کود زیستی و آلی بر عملکرد دانه در سطح احتمال 1% اختلاف معنی‌داری دارد، اما وزن هزار دانه تحت تیمارهای مختلف معنی‌دار نگردید (جدول 2). جدول مقایسه میانگین نشان داد که تیمار 15 تن در هکتار کود گاوی بدون کاربرد کود زیستی با 469/3 گرم در متر مربع بالاترین عملکرد دانه را نسبت به سایر تیمارها دارد (جدول 3). همچنین در شرایط عدم کاربرد کود زیستی، تیمار کود گاوی 10 و 15 تن در هکتار و تیمار ورمی‌کمپوست 5 و 10 تن در هکتار سبب افزایش معنی‌داری در عملکرد دانه نسبت به شرایط عدم کاربرد کود آلی (شاهد) گردید. نتایج بدست آمده دیگر حاکی از این است که در شرایط کاربرد کود زیستی، تیمار کود ورمی‌کمپوست 10 تن در هکتار عملکرد دانه 371/1 گرم در متر مربع بود که نسبت تیمار عدم کاربرد کود آلی (280/3 گرم در متر مربع) افزایش معنی‌داری مشاهده گردید، اما نسبت به کود گاوی 15 تن در هکتار (367 گرم در متر مربع) اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول 3). به‌نظر می‌رسد که در شرایط کاربرد و عدم کاربرد کود زیستی، کود گاوی 15 تن در هکتار و تیمار ورمی‌کمپوست 10 تن در هکتار تا حدودی توانسته باعث افزایش عملکرد دانه نسبت به شرایط شاهد شود. تیمار کود آلی علاوه براینکه فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش می‌دهد، همچنین با بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی خاک ضمن ایجاد یک بستر مناسب برای رشد ریشه موجبات افزایش رشد اندام هوایی و تولید ماده خشک و در نهایت بهبود عملکرد را فراهم می‌آورد (سجادی نیک و همکاران 1390). سوجاتا و همکاران (2008) گزارش دادند که کاربرد ورمی‌کمپوست با سایر کودهای آلی باعث بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک برای افزایش جذب، بهبود تولید و عرضه مواد پرورده به بلال و در نهایت افزایش میزان عملکرد می‌گردد. نجفی و همکاران (1386) گزارش نمودند که کاربرد کود حیوانی به میزان 24 تن در هکتار باعث افزایش عملکرد دانه در لوبیا می‌گردد. جت و آهلاوات (2004) بیان داشتند که کاربرد ورمی‌کمپوست موجب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در گیاه نخود شده است.

جدول 3- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری کود آلی و زیستی بر تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه، عملکرد زیستی، درصد روغن و عملکرد روغن دانه سویا

کود زیستی	کود آلی	تعداد غلاف در بوته	عملکرد دانه (g/m^2)	عملکرد زیستی (g/m^2)	روغن دانه (٪)	عملکرد روغن (g/m^2)
عدم کاربرد کود زیستی	شاهد	10g	213/6f	914e	26/1ab	56c
	کود گاوی (10 تن در هکتار)	12fg	370/6c	996de	23/3cd	86/3b
	کود گاوی (15 تن در هکتار)	21ab	449/3a	1227ab	22/8cde	102/6a
	ورمی کمپوست (5 تن در هکتار)	20abc	400b	1294a	24/6cd	98/6a
	ورمی کمپوست (10تن در هکتار)	20abc	384/3bc	1134bcd	21/2de	81/3b
کاربرد کود زیستی	شاهد	15def	280/3e	1100bcd	22/5cde	63/3c
	کود گاوی (10 تن در هکتار)	18bcd	313d	1160abc	20/7e	65c
	کود گاوی (15 تن در هکتار)	24a	367c	1167abc	21/7de	79/3b
	ورمی کمپوست (5 تن در هکتار)	13efg	313d	1032cde	27a	84/6b
	ورمی کمپوست (10 تن در هکتار)	17cde	371/3c	997de	23cde	85/3b

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می باشند براساس آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

عملکرد زیستی و شاخص برداشت

اثر کود آلی و اثر متقابل کود آلی و زیستی بر عملکرد زیستی در سطح احتمال 1٪ معنی دار شد، ولی اثر کود زیستی بر عملکرد زیستی معنی‌دار نگردید (جدول 2). نتایج حاصل از مقایسه میانگین عملکرد زیستی نشان داد که در شرایط عدم کاربرد کود زیستی، بالاترین عملکرد زیستی مربوط به تیمار 5 تن ورمی‌کمپوست به میزان 1294 گرم بر متر مربع می‌باشد که نسبت به شرایط شاهد و کاربرد 10 تن در هکتار کود گاوی (به ترتیب 914 و 996 گرم بر متر مربع) افزایش معنی‌داری نشان داد؛ اما نسبت به کود گاوی 15 تن در هکتار (1227 گرم در متر مربع) اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول 3). نتایج بدست آمده دیگر حاکی از این است که تغییرات معنی‌داری در عملکرد زیستی در شرایط کاربرد کود زیستی به همراه تیمارهای مختلف کود آلی نسبت به شاهد صورت نگرفته است. کومار و همکاران (2005) بیان نمودند که افزودن ورمی‌کمپوست نه تنها جذب عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش می‌دهد، بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و فرایندهای حیاتی خاک ضمن ایجاد یک محیط مناسب برای رشد ریشه، موجبات افزایش رشد اندام‌های هوایی و تولید ماده خشک

می‌شود و عملکرد زیستی را بالا می‌برد. کاوندر و همکاران (2003) نتیجه گرفتند که کاربرد ورمی‌کمپوست در سورگوم دانه‌ای از طریق تحریک فعالیت میکروارگانیزم‌های مفید خاک و عرضه مداوم و پایدار عناصر معدنی به ویژه نیتروژن به گیاه سبب بهبود عملکرد زیستی نسبت به شاهد (بدون کاربرد ورمی‌کمپوست) شد. تحقیق انجام شده بر گیاه نخود نشان داد که، مصرف سه تن ورمی‌کمپوست در واحد سطح، باعث افزایش چشمگیر عملکرد زیستی و عملکرد دانه این گیاه در مقایسه با شاهد گردید (جت و آهلاوات 2004).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تنها اثر کود آلی بر شاخص برداشت در سطح احتمال 1٪ معنی‌دار بود و اثر کود زیستی و اثر متقابل کود زیستی و آلی بر شاخص برداشت معنی‌دار نگردید (جدول 2). نتایج حاصل از مقایسه میانگین شاخص برداشت نشان داد که در شرایط تیمار ورمی‌کمپوست 10 تن در هکتار شاخص برداشت 35/6 بود، که نسبت به شرایط کاربرد کود گاوی 10 تن در هکتار و عدم کاربرد کود آلی (به ترتیب 32 و 24/6 درصد) افزایش معنی‌داری نشان داد، اما نسبت به تیمار کود گاوی 15 تن در هکتار (34/1 درصد) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول 4). به‌نظر می‌رسد که در شرایط کاربرد کود آلی با افزایش کود گاوی و ورمی‌کمپوست تا حدودی توانسته سبب افزایش شاخص برداشت نسبت به شرایط عدم کاربرد کود آلی (شاهد) شود (جدول 4) که بیشتر ناشی از افزایش عملکرد دانه بوده است. هر عاملی که سبب بیشتر شدن عملکرد دانه نسبت به وزن خشک کل گیاه می‌گردد، سبب افزایش این شاخص می‌شود که خود نشان دهنده تخصیص مناسبتر مواد فتوسنتزی و عناصر غذایی به دانه می‌باشد. استفاده از تیمارهای مختلف کود آلی سبب فراهمی مناسب و متعادل عناصر غذایی در طول فصل رشد به ویژه در فاز زایشی و رشد متعادل گیاه نسبت داده می‌شود.

جدول 4- مقایسه میانگین شاخص برداشت، میزان گلوبولین و پرولامین دانه سویا در سطوح مختلف کود آلی

کود آلی	شاخص برداشت	گلوبولین دانه (mg/g)	پرولامین دانه (mg/g)
شاهد	24/6d	0/052bc	0/060a
کود گاوی 10 تن در هکتار	32bc	0/058b	0/050ab
کود گاوی 15 تن در هکتار	34/1ab	0/048c	0/034c
ورمی‌کمپوست5 تن در هکتار	30/8c	0/050bc	0/036c
ورمی‌کمپوست 10 تن در هکتار	35/6a	0/067a	0/045bc

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند براساس آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

درصد و عملکرد روغن

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود آلی و اثر متقابل کود آلی و زیستی بر درصد روغن در سطح احتمال 1% تفاوت معنی‌داری داشت، اما اثر کود زیستی بر درصد روغن معنی دار نگردید (جدول 2). مقایسه میانگین درصد روغن نشان داد که تیمار 5 تن در هکتار ورمی‌کمپوست همراه با کاربرد کود زیستی به میزان 27 درصد بالاترین و کود گاوی 10 تن در هکتار با کاربرد کود زیستی (20/7 درصد) پایین‌ترین درصد روغن را نسبت به سایر تیمارها دارا بود (جدول 3). نتایج بدست آمده دیگر حاکی از این است که در شرایط عدم کاربرد کود

زیستی، تیمار کود ورمی‌کمپوست 10 تن در هکتار درصد روغن 21/2 درصد بود که نسبت تیمار عدم کاربرد کود آلی (26/1 درصد) کاهش معنی‌داری مشاهده گردید، اما نسبت به کود گاوی 10 و 15 تن در هکتار (به ترتیب 23/3 و 22/8 درصد) اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول 3). از طرف دیگر در شرایط کاربرد کود زیستی، تیمار ورمی‌کمپوست 5 تن در هکتار تا حدودی توانسته باعث افزایش درصد روغن نسبت به شرایط شاهد شود. به‌نظر می‌رسد که کود گاوی 10 و 15 تن در هکتار باعث کاهش درصد روغن می‌شود. پیراسته انوشه و همکاران (1389) بیان نمودند که تیمارهای ورمی‌کمپوست وکود زیستی به کار برده شده در شرایط عدم تنش خشکی هیچ کدام اثر معنی‌داری بر درصد روغن دانه آفتابگردان نداشتند. شهاتا و ال خواز (2003) تأثیر کود زیستی را در گیاه آفتابگردان مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که کاربرد کود زیستی صفات کیفی را در مقایسه با تیمار کنترل بهبود بخشیده به طوری که باعث افزایش میزان روغن دانه می‌شوند.

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود زیستی و کود آلی و اثر متقابل آنها بر عملکرد روغن معنی‌دار بود (جدول 2). مقایسه میانگین عملکرد روغن دانه سویا در سطوح مختلف کود آلی و زیستی نشان داد که در شرایط عدم کاربرد کود زیستی، تیمار کود گاوی 15 تن در هکتار عملکرد روغن 102/6 گرم در متر مربع بود که نسبت تیمار عدم کاربرد کود آلی (56 گرم در متر مربع) افزایش معنی‌داری نشان داد، اما نسبت به ورمی کمپوست 5 تن در هکتار (98/6 گرم در متر مربع) اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول 3). به‌نظر می‌رسد که در شرایط کاربرد کود زیستی، کود گاوی 15 تن در هکتار و تیمار ورمی‌کمپوست 10 تن در هکتار تا حدودی توانسته باعث افزایش عملکرد روغن نسبت به شرایط شاهد شود. (جدول 3). باسو و همکاران (2008) نیز نشان دادند که کود دامی منجر به افزایش عملکرد دانه، عملکرد روغن و پروتئین در بادام زمینی می‌گردد. محمدی و همکاران (1390) گزارش کردند کاربرد 20 تن در هکتار کود دامی و 10 تن در هکتار کمپوست به صورت منفرد باعث افزایش درصد روغن دانه کلزا گردید، اما عملکرد روغن را افزایش معنی داری نداد. همچنین کاربرد همزمان کود دامی و کمپوست عملکرد روغن را نسبت به تیمار کود شیمیایی به طور معنی‌داری افزایش داد.

پروتئین دانه و اجزای آن

نتایج حاصل از جدول تجزیه وریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل کود آلی و زیستی و درصد پروتئین دانه را در سطح احتمال 1% تحت تاثیر قرار داد (جدول 5). همچنین گلوبولین و پرولامین فقط تحت تاثیر کود آلی در سطح احتمال 1% قرار گرفت و اثر کود زیستی و اثر متقابل کود زیستی و آلی بر گلوتلین در سطح احتمال 5% معنی‌دار گردید، اما آلبومین تحت تیمارهای مختلف معنی‌دار نگردید (جدول 5).

با توجه به جدول مقایسه میانگین پروتئین دانه و اجزای آن می‌توان گفت در شرایط کاربرد کود زیستی، بیشترین درصد پروتئین دانه در تیمار 10 تن در هکتار کود گاوی و کمترین آن در تیمار ورمی کمپوست 5 تن در هکتار مشاهده گردید (جدول 6). همچنین میزان گلوتلین دانه سویا در تیمار 15 تن در هکتار کود گاوی بدون کاربرد کود زیستی بیشترین و شاهد با کاربرد کود زیستی کمترین مقدار را دارا می‌باشد (جدول 6).

نتایج بدست آمده دیگر حاکی از این است که کود ورمی کمپوست 10 تن در هکتار تا حدودی توانسته باعث افزایش میزان گلوبولین سویا گردد، اما میزان پرولامین دانه سویا، استفاده از این کود اثر عکس داشته و باعث کاهش معنی‌داری نسبت به شرایط شاهد گردید (جدول 4). این نتایج به دلیل اثرات مثبت کود آلی است که کارایی تنظیم‌کنندگی مناسب رشد، فعالیت فیزیولوژیکی

و متابولیسمی را در گیاه افزایش می‌دهد. نتایج بدست آمده توسط محققان نشان می‌دهد که آزادسازی ترکیبات نیتروژنه از ورمی‌کمپوست در طول فصل رشد باعث افزایش قابل توجه میزان پروتئین می‌گردد (سعید نژاد و همکاران 1390). سجادی نیک و همکاران (1390) گزارش کردند کود نیتروژن، کود ورمی‌کمپوست و همچنین تلقیح با کود زیستی نیتروکسین باعث افزایش عملکرد پروتئین در کنجد نسبت به شرایط شاهد گردید.

جدول5- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به کیفیت دانه سویا تحت تاثیر سطوح مختلف کود آلی و زیستی

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد پروتئین	آلبومین دانه	گلوبولین دانه	پرولامین دانه	گلوتلین دانه
تکرار	2	9/20^{ns}	0/00016^{ns}	0/0000093^{ns}	0/00018^{ns}	0/00034^{ns}
کود آلی	4	15/2^{ns}	0/0002^{ns}	0/00036**	0/00067**	0/00064^{ns}
کود زیستی	1	12/1^{ns}	0/00000005^{ns}	0/000073^{ns}	0/00024^{ns}	0/0018*
کود آلی × زیستی	4	21/9**	0/000060^{ns}	0/000094^{ns}	0/000032^{ns}	0/00082*
خطای آزمایشی	18	1/61	0/0002	0/000058	0/000086	0/00023
ضریب تغییرات		5/17	15/41	13/84	20/53	31/43

**و* به ترتیب معنی‌داری در سطح 1٪ و 5٪ و ns عدم وجود تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهد.

جدول 6- مقایسه میانگین درصد پروتئین و گلوتلین دانه سویا تحت تاثیر سطوح مختلف کود آلی و زیستی

کود زیستی	کود آلی	پروتئین دانه (%)	گلوتلین دانه (mg/g)
عدم کاربرد کود زیستی	**شاهد**	25/3**bcd**	0/048**bcde**
	کود گاوی 10تن در هکتار	23/2**de**	0/032**cde**
	کود گاوی 15 تن در هکتار	26/8**ab**	0/080**a**
	ورمی کمپوست 5 تن در هکتار	23/9**cde**	0/055**abcd**
	ورمی کمپوست 10 تن در هکتار	26/6**ab**	0/072**ab**
کاربرد کود زیستی	**شاهد**	23/5**de**	0/026**e**
	کود گاوی 10تن در هکتار	28/1**a**	0/057**abc**
	کود گاوی 15 تن در هکتار	21/7**ef**	0/041**cde**
	ورمی کمپوست 5 تن در هکتار	20/3**f**	0/030**de**
	ورمی کمپوست 10 تن در هکتار	25/9**bc**	0/049**abcde**

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند براساس آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج این آزمایش، بیشترین عملکرد دانه و عملکرد روغن در تیمارهای 15 تن در هکتار کود گاوی (به ترتیب 449 و 102 گرم در متر مربع) و تیمار ورمی کمپوست 5 تن در هکتار (به ترتیب 400 و 98/6 گرم در متر مربع) و بدون مصرف کود زیستی حاصل شد و همچنین کمترین عملکرد دانه و عملکرد روغن در تیمار شاهد بدون کاربرد کود زیستی مشاهده شد. کاربرد کودهای آلی توانسته عناصر غذایی را به میزان قابل قبول در اختیار گیاه قرار دهد و شرایط مناسب رشد و افزایش عملکرد را در پی داشته باشد. به نظر می‌رسد کودهای آلی با در دسترس قرار دادن مواد مغذی لازم گیاهان نقش مؤثری دارد و با فراهم آوردن محیط رشد مناسب باعث افزایش عملکرد می‌شود. به طور کلی کاربرد کودهای زیستی و آلی به طور نسبی تأثیر مثبتی بر تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه، عملکرد زیستی، عملکرد روغن و درصد پروتئین داشته است. در نهایت به نظر می‌رسد با مصرف کود آلی و زیستی بخشی از نیاز غذایی گیاه سویا به جای مصرف کود شیمیایی قابل تأمین است.

منابع مورد استفاده

پیراسته انوشه ه، امام ی و جمالی ف، 1389. مقایسه اثر کودهای زیستی با کودهای شیمیایی بر رشد، عملکرد و درصد روغن آفتابگردان در سطوح مختلف خشکی. مجله بوم شناسی کشاورزی، 2(3): 501-492.

توسلی ا ا، قنبری م، احمدی م و حیدری م، 1388. اثر کود دامی بر علوفه و عملکرد دانه ارزن (*Panicum miliaceum*) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris*) در کشت مخلوط. مجله علوم زراعی ایران، 8(2): 11-1.

رضوانی مقدم پ، امیری م ب و سیدی س م، 1393. اثر مصرف کودهای آلی و زیستی بر عملکرد، میزان روغن و ترکیب اسیدهای چرب روغن کنجد (*Sesamum indicum* L.). مجله علوم زراعی ایران، 16(3): 221- 209.

سجادی نیک ر، یدوی ع ر، بلوچی ح ر و فرجی ه، 1390. مقایسه کودهای شیمیایی (اوره)، آلی (ورمی‌کمپوست)، و زیستی (نیتروکسین) بر عملکرد کمی و کیفی کنجد (*Sesamum indicum* L.). مجله دانش کشاورزی و تولید پایدار، 21(2): 101-87.

سعید نژاد ا ح، رضوانی مقدم پ، خزایی ح م و نصیری م، 1390. اثر کاربرد مواد آلی، کودهای بیولوژیک و کودهای شیمیایی بر قابلیت هضم و میزان پروتئین سورگوم علوفه‌ای. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، 9(4): 630-623.

کاظمی ش، گالشی س، قنبری ا و کیانوش غ ع، 1384. بررسی اثرات تاریخ کاشت و تلقیح بذر با باکتری بر عملکرد و اجزاء عملکرد دو رقم سویا. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، 12 (4): 26-20.

محمدی آریا م، لکزیان ا و حق نیا غ ح، 1389. تاثیر مایه تلقیحی حاوی باکتری تیو باسیلوس و قارچ آسپرژیلوس بر رشد گیاه ذرت. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، 8(1): 89-82.

محمدی خ، پاساری ب، رخزادی ا، قلاوند ا، علیخانی م آ و اسکندری م، 1390. واکنش عملکرد و کیفیت دانه کلزا به منابع مختلف کود دامی، کمپوست و کود شیمیایی در کردستان. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، 4(2): 101-81.

نجفی ح، گنجعلی ع، پرسا ح و رافعی ا، 1386. مطالعه خصوصیات فیزیولوژیک، مرفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف لوبیا در منطقه نیشابور. ویژه نامه علمی پژوهشی علوم کشاورزی، 1: 91-87.

Abdraimova NA, Umbetov AK, Yeleshev RE and Goos RJ, 2014. Effect of mineral and organic fertilizers on the Soybean (*Glycine max*) yield and fertility of the irrigated soils. Life Science Journal, 11(11): 256-261.

Arancon N, Edwards CA, Bierman P, Welch C and Metzger JD, 2004. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. Bioresource Technology, 93: 145-153.

Balyan JK, Puspendra S, Kumpawat BS and Jat M L, 2008. Effect of organic manure, fertilizer level and biofertilizers on soil nutrients balance in maize (*Zea mays* L.). Research on Crops, 9(2): 308-310.

Barea JM, Pozo MJ, Azcon R and Azcon-Aguilar C, 2005. Microbial co-operation in the rhizosphere. Journal of Experimental Botany, 56: 1761-1778.

Basu M, Bhadoria PBS and Mahapatra SC, 2008. Growth, nitrogen fixation, yield and kernel quality of peanut in response to lime, organic and inorganic fertilizer levels. Journal of Agricalture Science, 99: 4675-4683.

Berglund R B, 2002. Soybean production field guide for north dakota and northwestern minnesota. NDSU Extension Service North Dakota Soybean Council Minnesota Soybean Research and Promotion Council. 136 page.

Bradford M, 1976. Arapid and sensitive method for the quantization of protein utilizing the principle of protein- day binding. Annual Review of Biochemistry, 72: 248- 254.

Cavender ND, Atiyeh RM and Knee M, 2003. Vermicompost stimulates mycorrhizal colonization of roots of sorghum bicolor at the expense of plant growth. Pedobiologia, 47: 85-89.

Ebhin Masto R, Chhonkar PK, Singh D and Patra AK, 2006. Changes in soil biological and biochemical characteristics in a long-term field trial on a sub-tropical inceptisoil. Soil biology and Biochemistry, 38: 1577-1582.

FAO. 2010. http:// FAO. org. FAOSTATE. Agriculture statistics. Gardezi AK, Ferrera R, Acuna J L and Saavedra ML, 2000. *Sesbania emerus* (Aubi) urban inoculated with *Glomus sp*. In the presence of vermicompost. Mycorrhiza News, 12(3): 12-15.

Jat RS and Ahlawat IPS, 2004. Effect of vermicompost, biofertilizer and phosphorus on growth, yield and nutrient uptake by gram (*Cicer arietinum*) and their residual effect on fodder maize (*Zea mays*). Indian Journal Agriculture. Science, 74 (7): 359-361.

Johnson CM and Ulrich A, 1959. Analytical methods for use in plant analysis. Agricultural Experiment Station Bull. 766: 52-78.

Kumar S, Rawat CR, Dhar S and Rai S K, 2005. Dry matter accumulation, nutrient uptake and changes in soil fertility status as influenced by different organic sources of nutrients to forage sorghum (*Sorghum bicolor*). Indian Journal Agriculther Science, 75 (6): 340-342.

Kuo S, Ortiz Escobar ME, Hue NV and Hummel RL, 2004. Composting and compost utilization for agronomic and container crops. In: Pandalai (Ed.). Recent Research Development and environmental biology. Research Signpost, pp. 451-513.

Maheshbabu HM, Hunje R, Biradarpatil NK and Babalad HB, 2008. Effect of organic manures on plant growth, seed yield and quality of soybean. Karnataka Journal Agriculther Science, 21(2): 219-221.

Mkhabela TS, 2006. Areview of the use of manure in small-scale crop production system in South Africathin. Journal of Plant Nutrition, 29: 1157-1158.

Mohanty S, Paikaray NK and Rajan AR, 2006. Availability and uptake of phosphorus from organic manures in groundnut (*Arachis hypogea* L.)– Corn (*Zea mays* L.) sequence using radio tracer technique. Geoderma, 133(3-4): 225-230.

Sammour RH, 1999. Protein of linseed (*Linnum usitatissimum* L.) extraction and charac terization by electrophoresis. Botanical Bulletin of Academia Sinica, 40: 121-126.

Shehata MM and EL-Khawas SA, 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 Science, 6 (14): 1257-1268.

Sujatha MG, Lingaraju BS, Palled YB and Ashalatha KV, 2008. Importance of integrated nutrient management practices in maize under rain fed condition. Karnataka Journal of Agriculther Science, 21: 334-338.