

تأثیر کودهای آلی، زیستی و شیمیایی بر میزان روغن و پروتئین دانه سویا

مریم احمدی^۱، محمدحسین قرینه^۲، قدرت‌اله فتحی^۳، منوچهر سیاح‌فر^۴، عزیز کرملاجعب^۵ و خدیجه

احمدی^۶

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین، خوزستان، ایران

آدرس پست الکترونیک: Maryamahmadi0467@yahoo.com

تلفن تماس: ۰۹۱۶۹۷۶۰۴۶۷

۲- دانشیار، گروه زراعت، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین، خوزستان، ایران

آدرس پست الکترونیک: hossain_gharineh@yahoo.com

۳- استاد، گروه زراعت، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین، خوزستان، ایران

آدرس پست الکترونیک: fathi2000@yahoo.com

۴- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خرم‌آباد، لرستان، ایران

آدرس پست الکترونیک: sayyahfar@gmail.com

۵- دانشجوی دکتری، گروه زراعت، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین، خوزستان، ایران

آدرس پست الکترونیک: aziz66k13@yahoo.com

۶- کارشناس زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، ایران

آدرس پست الکترونیک: khadijahmadi@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی اثر کود آلی ورمی کمپوست و کودهای زیستی فسفات و باکتری ریزوبیوم بر رشد و عملکرد سویا در کشت دوم، آزمایشی در سال ۱۳۹۲ در مرکز تحقیقات کشاورزی خرم‌آباد انجام گرفت. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. فاکتور اول سطوح مختلف کود ورمی کمپوست شامل صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ تن ورمی کمپوست در هکتار و فاکتور دوم تلقیح با کودهای بیولوژیکی که شامل تلقیح با بارور ۲، تلقیح با باکتری همزیست تثبیت کننده نیتروژن، تلقیح توام با باکتری‌ها و عدم تلقیح بود. همچنین یک کرت به عنوان شاهد که در آن ۱۲۰، ۸۰ و ۴۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب اوره، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم بکار برده شده و به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با تیمارهای قبلی مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که بیشترین میزان پروتئین (۳۸/۹ درصد)، عملکرد پروتئین (۱۳۰۲/۱ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد روغن (۶۹۲/۷ کیلوگرم در هکتار) با مصرف ۱۵ تن ورمی کمپوست حاصل گردید. تلقیح باکتری دارای تأثیر معنی‌داری بر روی میزان روغن نبود، ولی اثر معنی‌داری بر روی سایر صفات داشت به طوری که بیشترین میزان پروتئین (۴۲/۳ درصد)، عملکرد

پروتئین (۱۲۲۴/۸ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد روغن (۶۸۳/۸ کیلوگرم در هکتار) با مصرف تلقیح توأم باکتری های ریزوبیوم و فسفات زیستی به دست آمد.

واژگان کلیدی: تلقیح باکتری، سویا، کودهای زیستی، ورمی کمپوست

مقدمه

سویا جایگاه مهمی را از لحاظ تامین پروتئین و روغن دارا است و به دلیل برخورداری از اسیدهای چرب اشباع نشده بویژه اسید لینولئیک، قابلیت هضم بالای روغن، مرغوبیت کنجاله و نیز تثبیت بیولوژیک نیتروژن از طریق ایجاد همزیستی با باکتری های ریزوبیوم و افزایش حاصلخیزی خاک از توجه زیادی برخوردار است (سید شریفی، ۱۳۸۸).

در چند دهه اخیر مصرف نهاده های شیمیایی در اراضی کشاورزی موجب معضلات زیست محیطی عدیده ای از جمله آلودگی منابع آب، افت کیفیت محصولات کشاورزی، کاهش تنوع زیستی و فرسایشی ژنتیکی، ایجاد مقاومت در امراض و آفات گیاهی و کاهش میزان حاصلخیزی خاک ها شده است (شارما، ۲۰۰۲). کشاورزی پایدار بر پایه مصرف کودهای آلی و بیولوژیک با هدف حذف یا تقلیل چشمگیر در مصرف نهاده های شیمیایی، یک راه حل مطلوب جهت غلبه بر این مشکلات به شمار می آید. کشاورزی پایدار نظامی است که ضمن برخورداری از پویایی اقتصادی، می تواند موجب بهبود وضعیت محیط زیست و استفاده بهینه از منابع موجود شده و همچنین در تأمین نیازهای غذایی انسان و ارتقاء کیفیت زندگی جوامع بشری نقش بسزایی داشته باشد. علاوه بر این، کشاورزی پایدار با رعایت اصول اکولوژیکی، می تواند ضمن ایجاد توازن در محیط زیست، کارایی استفاده از منابع را افزایش داده و زمینه بهره وری طولانی مدت تری را نیز برای انسان فراهم سازد. یکی از ارکان اصلی در کشاورزی پایدار استفاده از کودهای آلی و بیولوژیک در اکوسیستم های زراعی است. کودهای بیولوژیک، شامل مواد نگهدارنده ای با جمعیت متراکم یک یا چند نوع ارگانیسم مفید خاکزی و یا بصورت فرآورده متابولیک این موجودات می باشند که به منظور تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در اکوسیستم زراعی بکار می روند. بطور معمول، ارگانیسم های مورد استفاده برای تولید کودهای بیولوژیک از خاک منشأ گرفته و در اغلب خاک ها حضور فعال دارند. معهدا در بسیاری از موارد، کمیت و کیفیت آنها در حد مطلوب نیست و بهمین دلیل استفاده از مایه تلقیح آنها، ضرورت پیدا می کند (صالح راستین، ۱۳۸۰). از مهمترین کودهای بیولوژیک می توان به باکتری تثبیت کننده نیتروژن (باکتری ریزوبیوم) و باکتری حل کننده فسفات (بارور ۲) اشاره کرد. گونه ریزوبیومی که میزبان اختصاصی گیاه سویا است برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم نام دارد (خلدیرین و اسلام زاده، ۱۳۸۰). شریواستاوا و همکاران (۲۰۰۰) در بررسی اثر تلقیح با باکتری ریزوبیوم بر روی سویا گزارش کردند که تلقیح با ریزوبیوم سبب ۸/۶ درصدی عملکرد سویا در مقایسه با کاربرد معمول کود افزایش شد. باکتری های حل کننده فسفات شامل گروهی از ریزوموجودات بوده که قادرند فسفر نامحلول خاک را به فرم محلول تبدیل و در دسترس گیاه قرار دهند. استفاده از این باکتری ها یکی از راههایی است که می تواند برای تغذیه و بهبود رشد محصول و به علاوه حفظ بهداشت محیط زیست به آن امیدوار بود. شهاباتا و الخوار

(۲۰۰۳) افزایش معنی دار میزان روغن آفتابگردان را با مصرف کود زیستی گزارش کردند. در آزمایش اکبری (۱۳۸۸) نیز کاربرد کود زیستی باعث افزایش معنی دار عملکرد روغن آفتابگردان نسبت به تیمار شاهد شد. ورمی کمپوست از مهم ترین کودهای آلی می باشد که نقش مهمی در افزایش کمی و کیفی محصول دارد. خصوصیات که ورمی کمپوست را به یک کود زیستی ایده آل تبدیل می کنند، عبارتند از: وجود آنزیم هایی مانند پروتئاز، لیپاز، آمیلاز و سلولاز که پس آوردهای کشاورزی در خاک را تجزیه کرده و حمله سایر میکروارگانیسم ها را سریعتر می کند، غنی بودن از ویتامین ها، آنتی بیوتیک ها و هورمون های رشد، عاری از عوامل بیماری زا، افزایش پایداری ساختمان خاک و حفظ رطوبت خاک. بنابراین بکارگیری کودهای آلی و بیولوژیک، گامی اساسی و مطمئن در جهت دستیابی به اهداف کشاورزی پایدار می باشد.

مواد و روش ها

این پژوهش در تابستان ۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی شهرستان خرم آباد با ارتفاع ۱۱۷۱ متر از سطح دریا، اجرا شد. در این مطالعه از لاین L17 استفاده گردید که این لاین از نوع رشد نامحدود بوده و در اثر تلاقی دو رقم Union و Elf به دست آمده است و دارای دوره ی رشدی در حدود ۱۲۰ تا ۱۲۵ روز است (دانشیان، ۲۰۰۴). آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. فاکتور اول سطوح مختلف کود ورمی کمپوست شامل صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست و فاکتور دوم تلقیح با کودهای زیستی در چهار سطح شامل تلقیح با بارور ۲ حاوی باکتری های حل کننده فسفات (PSB)، تلقیح با باکتری همزیست تثبیت کننده نیتروژن B. japonicum (BJ)، تلقیح توام با BJ + PSB و عدم تلقیح بودند. هر تکرار شامل ۱۶ کرت آزمایشی بود و یک کرت به عنوان شاهد که در آن ۱۲۰، ۸۰ و ۴۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب اوره، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم بکار برده شده و به صورت طرح بلوک های کامل تصادفی با تیمارهای قبلی مورد مقایسه قرار گرفت. هر کرت فرعی شامل ۴ خط کشت به طول ۶ متر و عرض ۲ متر، فواصل ردیف ۵۰ سانتی متر و فواصل بوته ها روی ردیف ۵ سانتی متر در نظر گرفته شد بین دو تکرار نیز ۲ متر فاصله در نظر گرفته شد. کودهای زیستی بر اساس دستور العمل های موجود به بذرهای مورد نظر تلقیح و هوا خشک شدند و در اولین فرصت کشت انجام شد. کلیه کرتها بلافاصله پس از کشت آبیاری شدند. عملکرد دانه (بر حسب کیلوگرم در هکتار و بر اساس ۱۴ درصد رطوبت) پس از رسیدگی کامل که بیش از ۸۰ درصد غلافها خشک می شوند، با برداشت سه متر مربع از دو خط میانی هر کرت و با حذف حاشیه ها اندازه گیری شد. شاخص برداشت که کارایی توزیع مواد فتوسنتزی را بین اندام های مختلف گیاه نشان می دهد با محاسبه عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی و با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد.

$$HI = SDW/TDW * 100$$

جهت تعیین درصد پروتیین و روغن در دانه، بعد از پایان برداشت، نمونه هایی به طور تصادفی از تیمارها انتخاب شده و به آزمایشگاه منتقل شده و با استفاده از روش میکرو کج لیدال و سوکسوله تعیین گردید. تمامی محاسبات آماری شامل تجزیه واریانس و مقایسه میانگین ها با استفاده از نرم افزار SAS صورت گرفت. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی داری (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

جدول ۱. خصوصیات خاک مورد آزمایش

هدایت الکتریکی (dS/m)	واکشن گل شباع کل (درصد)	فسفر قابل جذب (mg.kg ⁻¹)	پتاسیم قابل جذب (mg.kg ⁻¹)	آهن قابل جذب (mg.kg ⁻¹)	منیزیم قابل جذب (mg.kg ⁻¹)	کربن آلی (درصد)	رس سیلت شن بافت خاک	لومی رسی
۲/۵	۷/۵	۸/۴	۲۹۵	۱۱	۷/۵	۱/۱۹	۲۳	۴۴

نتایج و بحث

شاخص برداشت

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان دهنده این است که اثر اصلی ورمی کمپوست و باکتری در سطح احتمال خطای یک درصد بر شاخص برداشت معنی دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین تاثیر ورمی کمپوست بر شاخص برداشت توسط آزمون LSD در سطح پنج درصد نشان داد که بین عدم مصرف ورمی کمپوست (شاهد) و مصرف مقادیر مختلف ورمی کمپوست اختلاف آماری معنی دار وجود داشت. مطابق شکل (۱) بیشترین و کمترین شاخص برداشت به ترتیب مربوط به تیمارهای ۱۵ تن ورمی کمپوست در هکتار (V4) با میانگین ۲۷/۸ درصد و عدم کاربرد ورمی کمپوست (V1) با میانگین ۲۵/۴۷ درصد بود. شاخص برداشت یکی از معیارهای مهم فیزیولوژیک محسوب می‌شود زیرا علاوه بر اینکه شاخص گویای گویای کارایی توزیع مواد فتوسنتزی در بین اندام‌های مختلف جامعه گیاهی است، اکثراً همبستگی بالایی با عملکرد دارد. شاخص برداشت بیان کننده نسبت توزیع مواد فتوسنتزی بین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک است. با توجه به روند تغییرات میانگین عملکرد دانه و شاخص برداشت چنین به نظر می‌رسد که شاخص برداشت در توجیه تغییرات عملکرد دانه نقش مهمی دارد. عملکرد دانه جزئی از عملکرد بیولوژیک است که هر چه این جز سهم بیشتری در تعیین عملکرد بیولوژیک داشته باشد شاخص برداشت نیز بالاتر خواهد بود. نتایج بدست آمده در تحقیق ما مبین آن است که افزایش مصرف مقدار ورمی کمپوست تا ۱۵ تن در هکتار می‌تواند از طریق بهبود میزان فتوسنتز، متعاقب آن افزایش عملکرد زیست توده و نیز سهم قابل توجهی از عملکرد زیست توده که به عملکرد دانه اختصاص می‌یابد، موجب افزایش شاخص برداشت گردد. مقایسه میانگین تاثیر تلقیح باکتری بر شاخص برداشت توسط آزمون LSD نشان داد که بین تلقیح باکتری و عدم تلقیح باکتری اختلاف معنی دار وجود داشت. تلقیح توام باکتری‌های ریزوبیوم و بارور (B4) با میانگین ۲۷/۹۹ دارای بیشترین شاخص برداشت و عدم تلقیح باکتری (B1) با میانگین ۲۵/۱۴ درصد دارای کمترین شاخص برداشت بود (شکل ۲). در همین رابطه یافته‌های اردکانی و همکاران (۱۳۷۹) بر روی گیاه گندم با نتیجه تحقیق حاضر مطابقت دارد. وی نشان داد که شاخص برداشت گندم در تیمار تلقیح با باکتری‌ها در مقایسه با تیمار عدم تلقیح به طور معنی داری بهبود یافت. آنها در تغییر نتیجه حاصله اظهار داشتند از آنجا که اثر کاربرد باکتری تاثیر محسوس و قابل توجهی بر روی عملکرد دانه داشت، لذا توانست موجب افزایش شاخص برداشت دانه نسبت به عدم کاربرد باکتری گردد. مقایسه

میانگین تیمارها مبین آن بود که بین شاهد و تیمارهای کودی تفاوت قابل ملاحظه‌ای وجود دارد به نحوی که شاخص برداشت در تیمار شاهد با میانگین ۳۰/۲ درصد برتری چشمگیری نسبت به بقیه تیمارها به جز تیمارهای V3B4 و V4B4 (مصرف ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست + تلقیح توام باکتری‌ها) از خود نشان داد (جدول ۴).

جدول ۲- خلاصه تجزیه واریانس مربوط به صفات کیفی

میانگین مربعات (MS)						منابع تغییرات
شاخص برداشت	عملکرد پروتیین	عملکرد روغن	درصد پروتیین دانه	درصد روغن دانه	درجه آزادی	(S.O.V)
۱۶۹/۵۹	۴۳۸۵۳/۰۷	۱۸۱۶۷/۹	۵/۱۱	۱/۳۹	۲	تکرار (R)
۱۲/۴۹**	۷۷۹۶۸۱/۱۲**	۵۱۳۱۷/۵**	۱۹۸/۰۱**	۸/۱۲**	۳	ورمی کمپوست (V)
۱۷/۳۶**	۳۹۵۲۸۴/۰۳**	۳۷۵۱۰/۵**	۱۰۹/۹**	۰/۳۵ ^{ns}	۳	باکتری (B)
۰/۱ ^{ns}	۱۸۲۶۳/۳۶ ^{ns}	۲۵۶۷/۷ ^{ns}	۴/۲ ^{ns}	۰/۰۹ ^{ns}	۹	V*B
۱/۲۵	۸۳۱۴/۸	۲۸۰۴/۹	۵/۲۳	۰/۸۸	۳۰	اشتباه آزمایشی (E)
۴/۲۲	۹/۳۲	۸/۷۸	۶/۶۹	۴/۳۷	-	ضریب تغییرات (/)

ns, * و ** به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال خطای یک و ۵ درصد

جدول ۳- خلاصه تجزیه واریانس مربوط به صفات کیفی تیمارهای مختلف کودی

میانگین مربعات (MS)						منابع تغییرات
شاخص برداشت	عملکرد پروتیین	عملکرد روغن	درصد پروتیین دانه	درصد روغن دانه	درجه آزادی	(S.O.V)
۱۶۹/۳	۴۲۵۹۵/۵	۱۹۰۲۴/۲	۵/۱۱	۱/۱۱	۲	تکرار (R)
۸/۱**	۳۰۸۰۳۲/۷**	۲۵۱۶۹/۵**	۷۰/۳۶**	۱/۸۱ ^{ns}	۱۶	تیمار (T)
۱/۳۷	۸۱۲۱/۹	۲۴۴۸۶/۷	۴/۹۴	۰/۸۵	۳۲	اشتباه آزمایشی (E)
۴/۳۹	۹/۱۴	۸/۲۵	۶/۴۴	۴/۳۱	-	ضریب تغییرات (/)

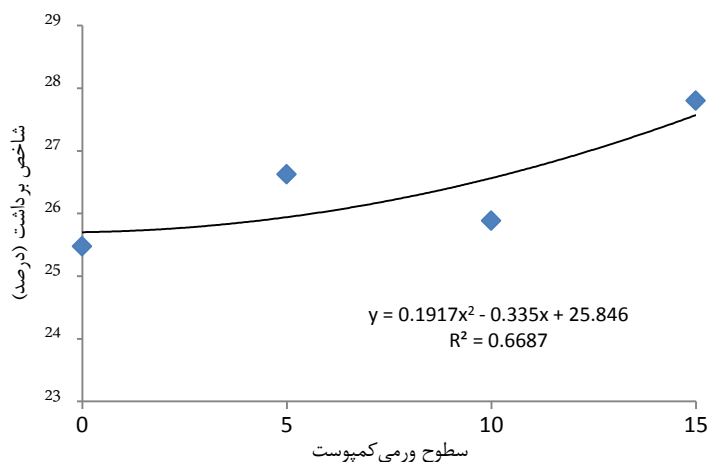
ns, * و ** به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال خطای یک و ۵ درصد

جدول ۴- نتایج مقایسات میانگین صفات کیفی و شاخص برداشت تیمارهای مختلف کودی

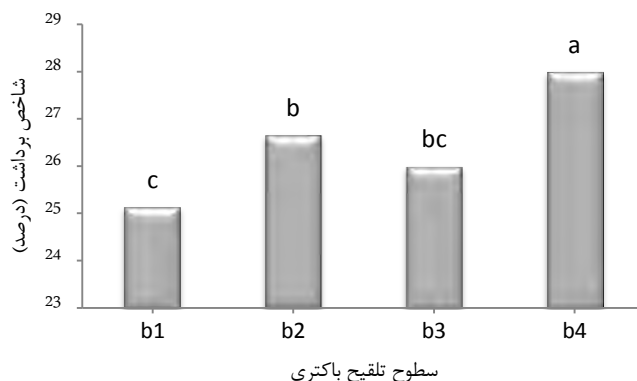
تیمارها	شاخص برداشت دانه (درصد)	پروتیین دانه (درصد)	عملکرد پروتیین دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد روغن دانه (کیلوگرم در هکتار)
V1b1	۲۴/۲i	۲۷/۳g	۵۱۲/۸gh	۶۱۷/۱i

۶۶۸/۳hi	۴۸۷/۵h	۳۰efg	۲۴/۹ghi	V1b2
۶۹۶/۷hig	۵۳۲/۶fgh	۲۹/۱fg	۲۵/۶۳efghi	V1b3
۸۸۷/۴cde	۶۲۳/۱bcde	۳۲/۱def	۲۷/۱۳cdef	V1b4
۷۱۷/۸fghi	۵۵۲/۹efgh	۲۹/۲gf	۲۵/۲۶fghi	V2b1
۸۵۸/۱def	۵۸۴/۸defg	۳۲/۵def	۲۶/۱۶defgh	V2b2
۷۷۲/۹efgh	۵۳۷/۲fgh	۳۱/۷def	۲۶/۸۶cdefg	V2b3
۱۰۳۴/۹c	۶۳۲/۵bcde	۳۵/۴cd	۲۸/۲bc	V2b4
۸۲۸/۳efg	۵۴۹/۶efgh	۳۱/۷def	۲۴/۸۳hi	V3b1
۱۰۰۲/۱cd	۵۶۹/۷defgh	۳۶/۶/۶bc	۲۵/۵۳efghi	V3b2
۱۰۰۹/۵c	۶۱۰/۹cdef	۳۴/۱cd	۲۶/۰۶efghi	V3b3
۱۳۴۳/۱b	۶۷۸/۲bc	۴۱a	۲۷/۱Cdef	V3b4
۹۸۷/۲cd	۶۲۲/۱bcde	۳۳/۵cde	۲۶/۲۶cdefgh	V4b1
۱۲۵۸/۲b	۶۴۷/۸bcd	۴۰/۴a	۲۷/۳۳cde	V4b2
۱۳۲۹/۴b	۶۹۸/۵b	۳۹/۳ab	۲۸/۰۶bcd	V4b3
۱۶۳۳/۴a	۸۰۱/۴a	۴۲/۳a	۲۹/۵۳ab	V4b4
۱۶۴۰/۳a	۸۰۵/۶a	۴۱/۷a	۳۰/۲A	control
۸۴/۳	۱۴۹/۸	۳/۶	۱/۹۵	LSD

اختلاف میانگین‌های دارای حرف مشابه با آزمون LSD در سطح احتمال ۹۵ درصد معنی‌دار نیستند.



شکل ۱- تاثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر شاخص برداشت

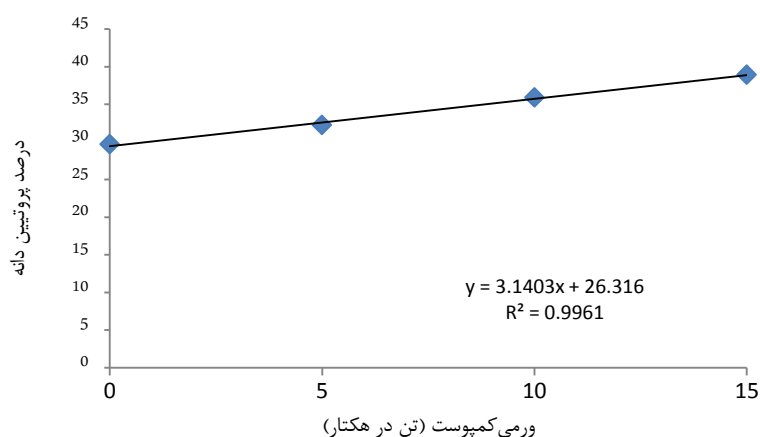


شکل ۲- تاثیر تلقیح باکتری بر شاخص برداشت

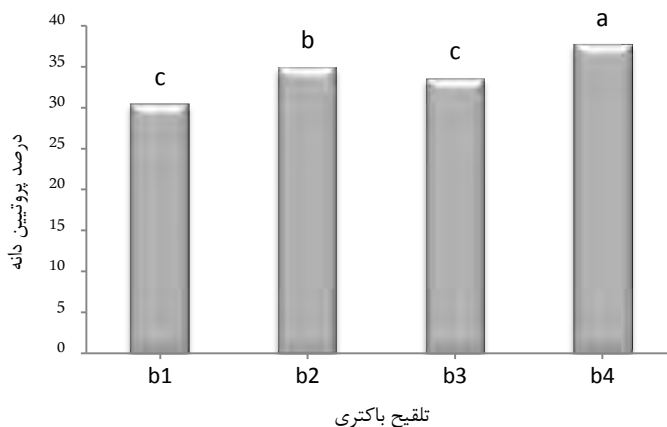
درصد پروتئین دانه

تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که درصد پروتئین دانه در سطح احتمال خطای یک درصد به طور معنی‌داری تحت تاثیر اثرات اصلی ورمی کمپوست و باکتری قرار گرفت اما اثر متقابل این دو عامل بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که تیمار مصرف ۱۵ تن درهکتار ورمی کمپوست با میانگین ۳۸/۹ درصد بیشترین تاثیر و تیمار عدم مصرف ورمی کمپوست با میانگین ۲۹/۶ درصد کمترین تاثیر را بر درصد پروتئین دانه داشت. این مقادیر اختلاف آماری معنی‌داری با یکدیگر دارند (شکل ۳). خواص فیزیکی و شیمیایی اسید هیومیک موجود در ورمی کمپوست و عصاره آن با افزایش ظرفیت نگهداری عناصر غذایی و افزایش هورمون‌های تنظیم کننده رشد باعث تجمع نیتروژن و پروتئین توسط گیاه شده است (آرانکون و همکاران، ۲۰۰۵). طبق نتایج مقایسه میانگین تیمارها، بیشترین درصد پروتئین مربوط به تیمار در تیمار تلقیح توأم ریزوبیوم و بارور ۲ (B4) با میانگین ۳۷/۷۲ درصد و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار عدم تلقیح باکتری با میانگین ۳۰/۴۴ درصد بود (شکل ۴). بارور ۲ با انحلال فسفات نامحلول و افزایش مقدار فسفر قابل دسترس برای باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن باعث افزایش تثبیت نیتروژن شده است و احتمالاً قدرت تثبیت زیستی نیتروژن دانه را افزایش می‌دهد و در نتیجه غلظت پروتئین دانه را افزایش داده است. نتایج وانی (۲۰۰۷) بر روی نخود با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. نتایج مقایسه میانگین تیمارهای مختلف کودی نشان داد بالاترین درصد پروتئین دانه مربوط به تیمار V4B4 (مصرف ۱۵ تن ورمی کمپوست + تلقیح توأم باکتری ریزوبیوم و بارور ۲) با میانگین ۴۲/۳ درصد بود. بین این تیمار با تیمار شیمیایی (control) با میانگین ۴۱/۷ درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴). ال کوجا و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که تلقیح تنها و

دوجانبه باکتری تثبیت کننده نیتروژن و حل کننده فسفر به طور معنی داری محتوای پروتئین بذر نخود را در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داد و این افزایش برابر یا بیشتر از تیمارهای کودی نیتروژنی، فسفری و نیتروژنی + فسفری بود. طاهر و همکاران (۲۰۰۹) به این نتیجه رسیدند که وقتی بذرهای سویا با ریزوبیوم تلقیح شد، کاربرد کود نیتروژن در مقادیر ۰، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار بر درصد پروتئین اثری نداشت. همچنین آنها نشان دادند که به هنگام تلقیح بذرهای سویا با ریزوبیوم، اضافه کردن کود فسفر به میزان ۹۰ کیلوگرم در مقایسه با عدم کوددهی فسفر سبب کاهش غیرمعنی داری در درصد پروتئین دانه می‌شود.



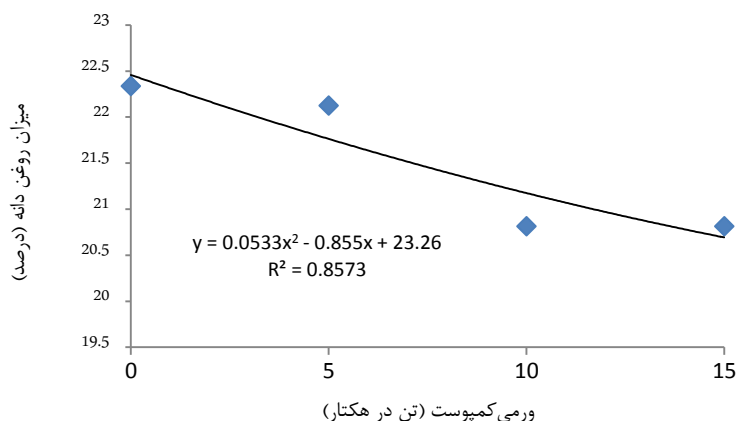
شکل ۳- تاثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر درصد پروتئین دانه



شکل ۴- تاثیر تلقیح باکتری بر درصد پروتئین دانه

درصد روغن دانه

نتایج تجزیه واریانس حاکی از معنی دار بودن اثر اصلی ورمی کمپوست روی میزان روغن دانه در سطح احتمال خطای یک درصد می باشد به نحوی که بیشترین درصد روغن دانه در تیمار عدم کاربرد ورمی کمپوست (V1) با میانگین ۲۲/۳۳ درصد و کمترین مقدار روغن دانه در تیمار ۱۵ تن ورمی کمپوست در هکتار با میانگین ۲۰/۸۱ درصد حاصل شد (شکل ۵). این نتیجه نشان دهنده آن است که سطوح ورمی کمپوست اثر معنی داری بر میزان روغن دانه دارند. یک رابطه منفی بین درصد روغن و مصرف بیشتر ورمی کمپوست مشاهده می شود. با توجه به نتایج (شکل ۵) افزایش سطوح ورمی کمپوست باعث افزایش نیتروژن دانه شد که با توجه به نتایج طاهرخانی و همکاران (۱۳۸۵) افزایش مصرف نیتروژن، تشکیل شدن پیش زمینه های پروتئینی نیتروژن دار بیشتر شده و تشکیل پروتئین در سنتز مواد فتوسنتزی افزایش می یابد و در نتیجه میزان مواد لازم برای تبدیل به روغن کاهش می یابد. فتحی و همکاران (۱۳۸۱) نیز کاهش مواد قابل دسترس سنتز اسیدهای چرب را در اثر افزایش کود نیتروژن را تایید کردند. نتایج تجزیه واریانس مندرج در جدول ۴ نشان داد که تیمارهای کودی اختلاف معنی داری بر درصد روغن دانه ایجاد نکردند.

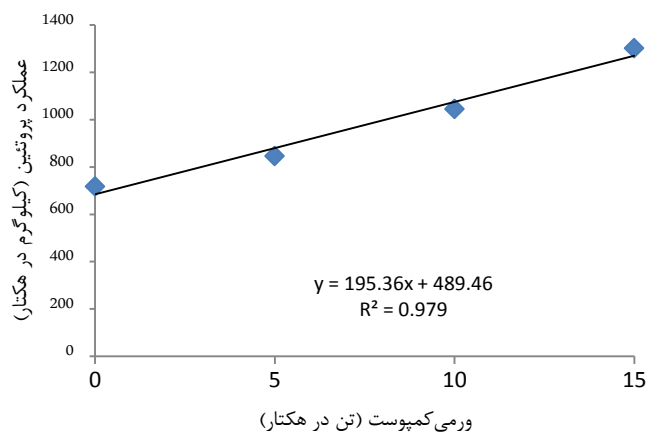


شکل ۵- تاثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر درصد روغن دانه

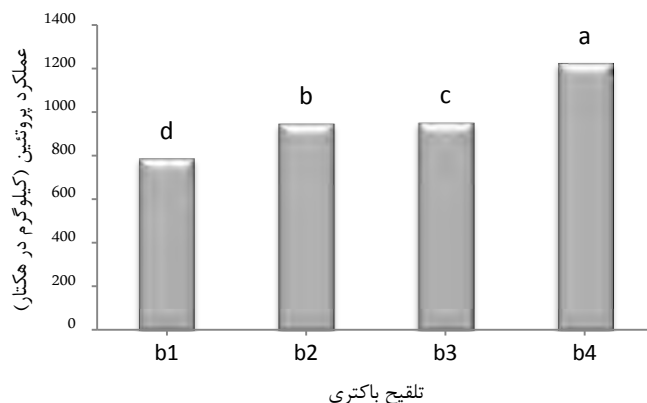
عملکرد پروتئین

نتایج تجزیه واریانس مندرج در جدول (۲) نشان داد که عملکرد پروتئین تحت تاثیر اثرات ساده ورمی کمپوست و باکتری قرار گرفت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیشترین میزان عملکرد پروتئین در تیمار ۱۵ تن ورمی کمپوست در هکتار (V4) با میانگین ۱۳۰۲/۱۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین این مقدار در تیمار عدم کاربرد ورمی کمپوست با میانگین ۷۱۷/۵۳ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (شکل ۶). مصرف مقادیر مناسب ورمی کمپوست از طریق بهبود فعالیت های میکروبی خاک و تولید تنظیم کننده های رشد توسط این

میکروارگانسیم‌ها و نیز در دسترس قرار دادن مقدار بیشتری نیتروژن برای مصرف گیاه، سبب افزایش مقدار نیتروژن و پروتئین دانه گردید (جت و اهلاوات، ۲۰۰۴)، و به تبع آن باعث افزایش عملکرد پروتئین گردید که از حاصلضرب مقدار پروتئین در عملکرد دانه حاصل می‌شود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیشترین میزان عملکرد پروتئین دانه مربوط به تیمار تلقیح توأم باکتری ریزوبیوم + بارور ۲ با میانگین ۱۲۲۴/۸۷ کیلوگرم در هکتار بود. در نتیجه افزایش عملکرد در واحد سطح، مجموع محصول پروتئین در واحد سطح افزایش می‌یابد. این نتایج می‌تواند ناشی از اثر هم‌افزایی و تشدید کننده باکتری‌ها باشد که این سبب افزایش فعالیت باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن و همچنین بهبود فرآیند معدنی شدن نیتروژن و افزایش قابلیت دسترسی نیتروژن گردد که در نهایت باعث غلظت جذب نیتروژن و انتقال آن به دانه و در نتیجه افزایش عملکرد پروتئین دانه گردیده است. یافته‌های این پژوهش با گزارشات روساس (۲۰۰۶) بر روی گیاه نخود مطابقت داشت. طبق نتایج مقایسات میانگین تیمارهای کودی مختلف (جدول ۴)، بیشترین مقدار عملکرد پروتئین در واحد سطح با میانگین ۸۰۵/۶ کیلوگرم در هکتار متعلق به تیمار شاهد می‌باشد، اما اختلاف معنی‌داری بین این تیمار با تیمار ترکیبی مصرف ۱۵ تن ورمی‌کمپوست + تلقیح توأم باکتری ریزوبیوم و بارور ۲ (V4B4) با میانگین ۸۰۱/۴ کیلوگرم در هکتار مشاهده نشد.



شکل ۶- تاثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر عملکرد پروتئین دانه

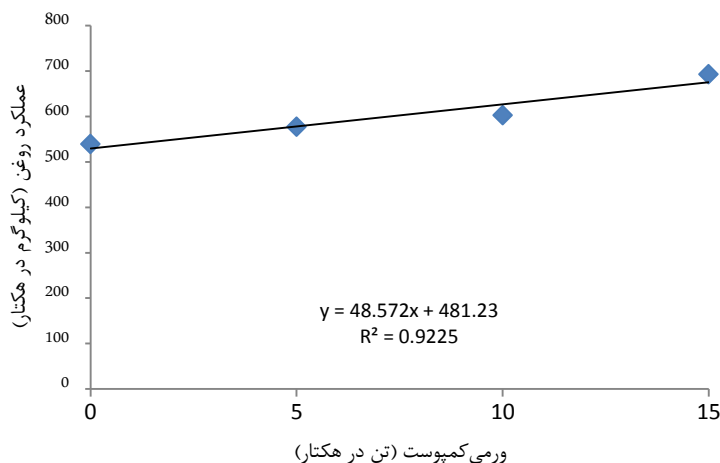


شکل ۷- تاثیر تلقیح باکتری بر عملکرد پروتئین دانه

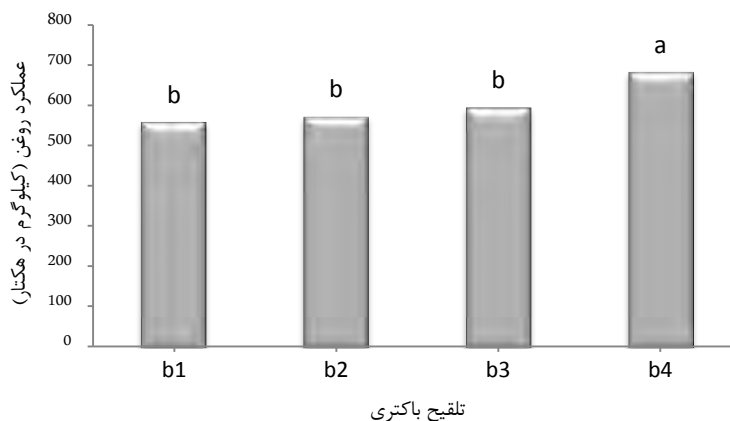
عملکرد روغن

تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که عملکرد روغن در سطح احتمال خطای یک درصد به طور معنی‌داری تحت تاثیر اثرات اصلی ورمی کمپوست و باکتری قرار گرفت. (جدول ۲). بیشترین میزان عملکرد روغن در تیمار ۱۵ تن ورمی کمپوست در هکتار (V4) و کمترین این مقدار در تیمار عدم کاربرد ورمی کمپوست (V1) به ترتیب با میانگین ۶۹۲/۷۴ کیلوگرم در هکتار و ۵۳۸/۸۹ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. این مقادیر اختلاف آماری معنی‌داری با یکدیگر دارند اما بین تیمارهای ۱۰ تن ورمی کمپوست در هکتار (V3) با میانگین ۶۰۲/۴۳ کیلوگرم در هکتار و ۵ تن ورمی کمپوست در هکتار با میانگین ۵۷۷/۲ کیلوگرم در هکتار اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۸). از آنجایی که عملکرد روغن در واحد سطح از حاصلضرب ۲ عامل عملکرد دانه و درصد روغن ناشی می‌شود و عملکرد دانه در تیمار ۱۵ تن ورمی کمپوست در هکتار با میانگین ۳۳۲۴/۹ بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که تیمار B4 (تلقیح باکتری ریزوبیوم + بارور) با میانگین ۶۸۳/۸۷ کیلوگرم در هکتار بیشترین تاثیر و تیمار عدم تلقیح با میانگین ۵۵۹/۴۲ کیلوگرم در هکتار، کمترین تاثیر را بر عملکرد روغن داشت. بین تیمار عدم تلقیح، تلقیح با ریزوبیوم و بارور ۲ هر کدام به تنهایی اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۹). با افزایش سطوح ورمی کمپوست و همچنین تلقیح توأم باکتری ریزوبیوم و بارور ۲ نیتروژن قابل دسترس افزایش در نتیجه عملکرد روغن افزایش و بر عکس میزان روغن کاهش پیدا کرده است چون افزایش عملکرد دانه به ازای هر واحد کود ورمی کمپوست 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 کرد که لازمه تولید عملکرد روغن مطلوب عملکرد دانه مطلوب است (شوقی کلخوران و همکاران، ۱۳۸۹). نتایج مقایسات میانگین بین تیمار شاهد و تیمارهای مختلف کودی نشان داد بالاترین عملکرد روغن دانه به تیمار شاهد با میانگین ۱۶۴۰/۳ اختصاص داده شد که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با تیمار تلقیحی

۱۵ تن ورمی کمپوست + تلقیح دوگانه باکتری (V4B4) نداشت (جدول ۴). شهابا و الخوار (۲۰۰۳) نیز افزایش معنی‌دار میزان روغن آفتابگردان را با مصرف کود زیستی گزارش کردند. در آزمایش اکبری (۱۳۸۸) نیز کاربرد کود زیستی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد روغن آفتابگردان نسبت به تیمار شاهد شد.



شکل ۸- تاثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر عملکرد روغن دانه



شکل ۹- تاثیر تلقیح باکتری بر عملکرد روغن دانه

نتیجه گیری

با توجه به نتایج این آزمایش مشاهده شد کاربرد کودهای ورمی کمپوست و تلقیح باکتری‌های ریزوبیوم و فسفات زیستی تأثیر مثبت و معنی‌دار بر اکثر صفات مورد ارزیابی داشت به طوری که در بیشتر صفات مذکور،

کاربرد توأم کودهای مطلوب آلی و زیستی تأثیری برابر با تأثیر کود شیمیایی داشتند. بنابراین میتوان اظهار داشت که در راستای کاهش مصرف کودهای شیمیایی و نیل به اهداف کشاورزی پایدار بخش زیادی از نیاز غذایی گیاه سویا را میتوان با کاربرد کودهای آلی و بیولوژیک تأمین نمود.

منابع

۱. اردکانی، م. ر.، مظاهری، د.، مجد، ف. و نورمحمدی، ق. ۱۳۷۹. بررسی کارایی میکوریزا و استریتومایس در سطوح مختلف فسفر و تأثیر کاربرد آنها بر عملکرد و برخی صفات گندم. مجله علوم زراعی ایران، ۲۸(۲): ۱۷-۲۰.
۲. سیدشرفی، ر. ۱۳۸۸. گیاهان صنعتی (چاپ دوم). انتشارات دانشگاه محقق اردبیلی و عمیدی تبریز. ۴۲۲ صفحه.
۳. شوقی کلخوران، س.، قلاوند، ا. مدرس ثانوی، ع. م. و اکبری، پ. ۱۳۸۹. اثر نوع کود نیتروژن و مصرف کود زیستی بر عملکرد و کیفیت آفتابگردان (*Helianthus annuus L.*) مجله علوم زراعی ایران. جلد ۱۲. شماره ۴. ص ۴۸۱-۴۶۷.
۴. صالح راستین، ن. ۱۳۸۰. کودهای بیولوژیک و نقش آن در راستای نیل به کشاورزی پایدار، ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور، نشر آموزش کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی. کرج. ایران.
۵. طاهرخانی و. و گلچین، ا. ۱۳۸۵. اثر سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد روغن، کیفیت دانه، جذب پتاسیم و فسفر از خاک در کلزا. مجله دانش نوین کشاورزی. ص ۸۵-۷۷.
6. Arancon, N. Q., C. A. Edwards, P. Biermann, J. D. Metzger, C. Lucht. 2005. Effects of vermicomposts produced from cattle manure, food waste, and paper waste on the growth and yields of peppers in the field. *Pedobiologia*. 49: 297-306.
7. Elkoca, E., F. Kantar and F. Sahin. 2008. Influence of nitrogen fixing and phosphorus solubilizing bacteria on the nodulation, plant growth, and yield of chickpea. *J. Plant Nutr.*, 31: 157-171.
8. Jat R. S and I. P. S. Ahlawat. 2004. Effect of vermicompost, biofertilizer and phosphorus on growth, yield and nutrient uptake by gram (*Cicerarietinum*) and their residual effect on fodder maize (*Zea mays*). *Indian Journal of Agricultural sciences* 74 (7): 359-361.

9. Rosas, S. B., J. A. Andre's, M. Rovera and N. S. Correa. 2006. Phosphate-solubilizing *Pseudomonas putida* can influence the rhizobia – legume symbiosis. *Soil Biol. Biochem.* 38: 3502–3505.
10. Sharma, A. K. 2003. *Biofertilizers for sustainable agriculture*. Agrobios, India.
11. Shrivastava, U. K., R. L. Rajput, and M. L. Dwivedi. 2000. Response of soybean-mustard cropping system to sulfur and bio-fertilizers on farmer's field. *Legume Research.* 23: 277-278.
12. Wani, P. M. Saghirkhan and A. Zaidi. 2007. Synergistic effects of the inoculation whit nitrogen fixing and Phosphate- solubilizing rhizobacteria on the performance of field- grown chickpea. *Journal of plant nutrition and soil science*, 701 170(2); pp:283-284.