

اثر کود زیستی ورمی کمپوست و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا در خرم آباد

پریسا مؤمنی فیلی^{۱*}، علی خورگامی^۲ و منوچهر سیاح فر^۳

(۱) دانش آموخته‌ی کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد خرم آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم آباد، ایران.

(۲) عضو هیات علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد خرم آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم آباد، ایران.

(۳) عضو هیات علمی، مرکز تحقیقات کشاورزی لرستان، خرم آباد، ایران.

این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد است.

* نویسنده مسئول: Parisa_momenifeyli@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۶/۱۷

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۴/۱۵

چکیده

به منظور بررسی اثر کود زیستی ورمی کمپوست و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا در کشت دوم (تابستانه) در خرم آباد این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم آباد در تابستان ۱۳۹۱ اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل شامل چهار سطح کود ورمی کمپوست (شاهد، ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار) و چهار سطح تراکم بوته (۵۰، ۲۵، ۱۶/۶ و ۱۲/۵ بوته در مترمربع) بود که در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. نتایج نشان داد که کود زیستی ورمی کمپوست بر عملکرد دانه، شاخص برداشت، تعداد غلاف در بوته، وزن هزار دانه و تعداد غلاف در مترمربع در سطح احتمال پنج درصد معنی دار بود. اثر تراکم نیز بر تمامی صفات به جز تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه و شاخص برداشت معنی دار و برهمکنش این دو عامل بر عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و تعداد غلاف در مترمربع معنی دار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد، با افزایش مصرف کود ورمی کمپوست، عملکرد دانه افزایش یافت، به طوری که مصرف ۱۵ تن در هکتار، بیشترین عملکرد دانه (۲۲۳۱ کیلوگرم در هکتار) و مصرف پنج تن در هکتار ورمی کمپوست، کمترین عملکرد دانه (۱۶۸۲ کیلوگرم در هکتار) را تولید کرد. هم‌چنین با افزایش تراکم بوته عملکرد دانه کاهش یافت، به طوری که تراکم ۵۰ بوته در مترمربع، بیشترین عملکرد دانه (۲۳۰۲ کیلوگرم در هکتار) و تراکم ۱۲/۵ بوته در مترمربع، کمترین عملکرد دانه (۱۶۲۸ کیلوگرم در هکتار) را تولید کرد. به طور کلی و با توجه به نتایج حاصل، بیشترین عملکرد دانه در مصرف ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست و در تراکم ۵۰ بوته در مترمربع حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: شاخص برداشت، عملکرد دانه، کشت تابستانه.

مقدمه

سویا (*Glycine max*) یا لوبیای روغنی از نباتات قدیمی و بومی آسیاست که از ۲۸۲۸ سال قبل از میلاد در نواحی شمال شرقی چین شناسایی و کشت آن مرسوم شد. هم‌چنین این گیاه یکی از پنج دانه مقدس (برنج، گندم، جو، ارزن و سویا) محسوب می‌شده است (آذری، ۱۳۷۱). فاکتورهای زیادی از جمله شرایط آب و هوایی، تاریخ کاشت، آرایش زراعی کاشت، جمعیت گیاهی و مدیریت عملیات زراعی از طریق اثر بر اجزای عملکرد می‌توانند باعث تغییر در عملکرد شوند (Pavez and gardner, 1987; Ethredge *et al.*, 1989; Hoggard *et al.*, 1978; Sanford, 1982). ورمی کمپوست یک کود زیستی بوده که از طریق فرآوری ضایعات آلی نظیر کود دامی، بقایای گیاهی و غیره به‌وسیله کرم‌های خاکی تولید می‌شود. این ماده دارای تخلخل زیاد، قدرت جذب و نگهداری بالای عناصر معدنی، تهویه و زهکش مناسب، ظرفیت زیاد نگهداری آب و بدون بوی نامطبوع و عوامل بیماری‌زا بوده و امروزه استفاده از آن در کشاورزی پایدار، جهت بهبود رشد و کیفیت محصولات زراعی و باغی متداول می‌باشد (Arancon *et al.*, 2002, Atiyeh *et al.*, 2002). در طول فرآیند تولید ورمی کمپوست به‌وسیله کرم‌ها سرعت تجزیه مواد آلی افزایش یافته و خواص فیزیکی و شیمیایی این مواد تغییر کرده و این مواد ناپایدار به‌طور هوازای اکسید شده و به حالت پایدار در می‌آیند (Suthar, 2009). تحقیقات متعددی در رابطه با اثر کاربرد ورمی کمپوست بر رشد و نمو گیاهان زراعی انجام گرفته است که نتایج نشان داده است، ورمی کمپوست با ایجاد شرایط مطلوب برای تغذیه گیاه باعث افزایش رشد گیاه، افزایش عملکرد و اجزای عملکرد می‌شود (Board, 2000). Pirdashti و همکاران (۲۰۱۰) اثر مثبت کودهای آلی از جمله ورمی کمپوست را به‌صورت جداگانه و تلفیق با کود شیمیایی در بهبود جوانه زنی، رشد و عملکرد گیاه سویا گزارش نمودند. Kumar و همکاران (۲۰۰۵) و Anwar و همکاران (۲۰۰۵) نیز در مطالعه خود به‌ترتیب بر سورگوم و گیاه دارویی نعنای مشاهده نمودند که کاربرد سطوح مختلف ورمی کمپوست در مقایسه با کنترل، به‌طور قابل‌توجهی عملکرد بیولوژیکی را بهبود بخشید. Jat و Ahlawat (۲۰۰۴) در تحقیق روی نخود نتیجه گرفتند که مصرف ورمی کمپوست باعث افزایش عملکرد دانه شد. در تحقیقات دیگری هم که بر گوجه فرنگی و سیب زمینی شیرین انجام گرفت نیز به‌کارگیری مقادیر مختلف ورمی کمپوست در مقایسه با کنترل، موجب افزایش عملکرد محصول شد (Frahm *et al.*, 2002; Arancon *et al.*, 2002)؛ سماوات و همکاران، (۱۳۸۰). Jat و Ahlawat (۲۰۰۶) گزارش کردند که مصرف سه تن در هکتار کود ورمی کمپوست باعث افزایش بارز عملکرد بیولوژیک در مقایسه با شاهد گردید. درزی و همکاران (۱۳۸۷) گزارش کردند که کاربرد ۱۰ تن ورمی کمپوست بیش‌ترین تعداد چتر در بوته رازیانه و عملکرد بیولوژیک را باعث می‌شود. Zaller (۲۰۰۷) گزارش کرد که استعمال ورمی کمپوست موجب بهبود معنی‌دار عملکرد بیولوژیک ارقام گوجه فرنگی نسبت به تیمار شاهد گردید. تراکم مناسب یعنی تعداد بوته در واحد سطح

که در آن حداکثر عملکرد دانه حاصل شود و در بیش از آن بین گیاهان مجاور تداخل ایجاد شود. البته باید توجه داشت که تراکم مناسب تراکمی نیست که در آن بهترین رشد و نمو و بالاترین تولید در یک گیاه به دست آید، بلکه تراکمی است که در آن حداکثر تولید دانه در هکتار با احتمال اینکه توسعه و تولید یک گیاه کاهش یابد، باشد. برای رسیدن به حداکثر تولید، تراکم نباید چنان کم باشد که از پتانسیل بالقوه کاملاً استفاده نشود و نیز نبایستی خیلی زیاد باشد که به علت رقابت بیش از حد گیاهان از نظر رطوبت، مواد غذایی و سایر عوامل مؤثر بر رشد، بازده کلی گیاه کاهش یابد (خواججه پور، ۱۳۸۳). بازدهی انرژی نورانی در فتوسنتز به توزیع نور در داخل جامعه گیاهی بستگی دارد. در شرایط و محیط مناسب زراعی افزایش تراکم بوته برای دستیابی به حداکثر عملکرد ضروری است. با کاهش فواصل بین ردیف‌ها و افزایش تراکم گیاهی در سویا، عملکرد دانه افزایش می‌یابد (Seiter *et al.*, 2004). با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، وزن هزار دانه تغییر معنی‌داری نمی‌کند (کشیری و همکاران، ۱۳۸۵; Carpenter and Board, 1997). هر چند در بعضی موارد در سویا افزایش تراکم، باعث افزایش این صفت گردید (خادم‌حمزه و همکاران، ۱۳۸۳). احمدوند و کوچکی (۱۳۷۷) دریافتند که در بین سه تراکم ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ بوته در کشت دوم سویا در مشهد، تراکم ۱۲۰ بوته در مترمربع بیش‌ترین عملکرد را داشت. هم‌چنین Rosalind و همکاران (۲۰۰۰) در سویا گزارش کردند که با تغییر تراکم کاشت، وزن صد دانه تغییر نمی‌کند، ولی Enyi (۱۹۷۳) و Hayat و همکاران (۲۰۰۳) گزارش نمودند که وزن صد دانه در سویا و ماش تحت اثر تراکم کاشت قرار می‌گیرد. رزمی (۱۳۸۹) گزارش کرد که با افزایش تراکم بوته، تعداد دانه در مترمربع و عملکرد دانه افزایش و تعداد غلاف در بوته و وزن صد دانه کاهش یافت. مقدم‌خمسه و همکاران (۱۳۸۳) گزارش کردند که تراکم بر صفات زایشی به‌خصوص اجزای عملکرد دانه به جز وزن هزار دانه مؤثر بود. عامل تراکم بر تعداد غلاف در بوته، وزن غلاف، تعداد دانه در هر بوته و عملکرد دانه مؤثر بود. برهمکنش تیمارها بر هیچ‌کدام از صفات به‌جز وزن خشک ساقه و تراکم بر صفات رویشی گیاه اثر نداشت. ارتفاع گیاه، وزن خشک ساقه، فاصله اولین غلاف و وزن هزاردانه در سطوح مختلف تراکم یکسان بود. کم‌ترین تراکم (۲۰ بوته در مترمربع) حداکثر تعداد شاخه فرعی، تعداد و وزن غلاف، تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه را تولید می‌کند. سیاح‌فر (۱۳۷۸) گزارش کرد که عامل تراکم اثر معنی‌داری بر روی عملکرد دانه و شاخص برداشت داشته و با افزایش تراکم، هر دو افزایش پیدا کردند. از بین اجزای عملکرد فقط تعداد غلاف در بوته تحت اثر تراکم قرار گرفت و با کاهش تراکم، تعداد غلاف در بوته افزایش یافت. خادم‌حمزه و همکاران (۱۳۸۳) گزارش نمود که با افزایش تراکم، تعداد غلاف در تک گیاه کاهش، اما در واحد سطح افزایش یافت. هم‌چنین وزن صد دانه با افزایش تراکم کاهش و عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و ارتفاع گیاه افزایش یافت. دادیان (۱۳۸۲) و Cho و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که تراکم‌های مختلف گیاهی روی تعداد دانه در غلاف اثری ندارد. کشیری و همکاران (۱۳۸۵) با بررسی تراکم ۳۵، ۴۵ و

۵۵ بوته در مترمربع و سه رقم سویا در کشت تابستانه در گرگان دریافتند که با افزایش تراکم، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه بوته کاهش یافت اما تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت تغییر معنی داری نداشت. پورحقیگوی سرشکه و همکاران (۱۳۸۷) گزارش کردند که با افزایش تراکم در سویا، وزن صد دانه، شاخص برداشت، تعداد غلاف و تعداد دانه در گیاه کاهش پیدا کرد. اگر چه با افزایش تراکم از تعداد غلاف و تعداد دانه در تک گیاه کاسته شد، اما به دلیل افزایش تعداد گیاه در واحد سطح، بین عملکرد، تعداد غلاف و دانه در گیاه همبستگی مثبت و معنی دار مشاهده گردید. اسدالهی و همکاران (۱۳۸۳) گزارش کردند که با افزایش تراکم عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد غلاف در بوته و شاخص سطح برگ افزایش یافت. سیادت و همکاران (۱۳۸۷) گزارش کردند که فاصله روی ردیف در سویا تأثیر معنی داری بر صفات تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت داشت. با توجه به منابع آبی و خصوصیات اقلیمی استان لرستان، کشت دوم سویا بعد از غلات دانه ریز به منظور استفاده بهینه از آب و هوا، زمین، کارگر و منابع مورد استفاده و امکان تولید دو محصول در یک فصل زراعی انجام می‌گیرد. حفظ حاصل خیزی خاک و استفاده از عناصر ریز مغذی از عوامل مهم در افزایش عملکرد سویا می‌باشد. امروزه کاربرد سموم و کودهای شیمیایی در زمین‌های زراعی به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است. علاوه بر هزینه‌های اضافی اثر جبران‌ناپذیری بر محیط زیست و سلامت انسان دارند و آلودگی خاک و آب ناشی از مواد شیمیایی باعث ایجاد مسائل بفرنج در این زمینه شده است (Mirzaei *et al.*, 2009). لذا تحقیق حاضر برای بررسی اثر کود زیستی ورمی کمپوست و تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد و تا حدودی جایگزین نمودن کودهای زیستی با کودهای شیمیایی و امکان کشت تابستانه سویا در خرم‌آباد طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم‌آباد واقع در منطقه کمالوند با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۷ دقیقه، عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۲۶ دقیقه و ارتفاع از سطح دریا ۱۱۴۷۸ متر، در تابستان سال ۱۳۹۱ اجرا گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل شامل چهار سطح کود ورمی کمپوست (شاهد، ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار) بود که این سطوح با توجه به نتایج آزمایش‌های قبلی که بر سایر گیاهان انجام شد تعیین گردید و میزان مواد و عناصر غذایی آن در جدول ۱ نشان داده شده است و چهار سطح تراکم بوته (۵۰، ۲۵، ۱۶/۶ و ۱۲/۵ بوته در مترمربع) بود که از طریق تغییر در فاصله بوته روی ردیف به ترتیب با فاصله (۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ سانتی‌متر) اعمال که در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. رقم مورد استفاده *M9* و خاک محل آزمایش بر اساس آزمون خاک از نوع لوم رسی بود که برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن در جدول ۲ نشان داده شده است. میزان مصرف کودهای شیمیایی در تیمار شاهد بر

اساس نتایج آزمون خاک شامل کود اوره، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم به ترتیب ۵۰، ۱۰۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد. فاصله بین ردیف‌های کاشت برای تمام تیمارها ثابت و ۵۰ سانتی‌متر و هر بلوک شامل ۱۶ کرت و هر کرت آزمایشی شامل ۶ خط کاشت به طول ۴ متر و عرض ۳ متر بود. فاصله بین کرت‌های مجاور یک متر (دو پشته نکاشت) و فاصله بین بلوک‌ها دو متر بود. جهت برداشت نهایی و تخمین عملکرد دانه در واحد سطح (کیلوگرم در هکتار) ضمن حذف دو خط کناری و نیم‌متر حاشیه بالا و پایین، عملیات برداشت از چهار ردیف وسط به مساحت چهار مترمربع از قسمت بالایی هر کرت انجام شد. بوته‌های کف بر شده در چند دسته قرار گرفته با نخ کنفی بسته و داخل کرت مورد نظر قرار داده شد تا خشک شود، سپس دسته‌های مربوط به هر کرت جداگانه توزین شدند و برای هر کرت جداگانه ثبت شد. برداشت مزرعه در زمان رسیدگی فیزیولوژیک به صورت دستی انجام شد و عملکرد (با ۱۵ درصد رطوبت) و اجزای عملکرد (تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزاردانه) بر مبنای ۱۵ بوته که با رعایت حاشیه و به‌طور تصادفی از هر کرت برداشت شده، مورد محاسبه قرار گرفت. برای محاسبه شاخص سطح برگ (LAI)، تقریباً هر ۱۰ روز از سبز شدن تا رسیدگی محصول نمونه‌برداری انجام و سطح برگ به روش ترسیمی از ۴ بوته انجام شد. برای تجزیه واریانس داده‌ها از نرم‌افزار MSTATC و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

جدول ۱: میزان مواد و عناصر غذایی کود ورمی‌کمپوست مورد استفاده ارائه شده توسط شرکت سازنده

سایر مواد و مشخصات				عناصر میکرو				عناصر ماکرو				
مواد آلی	رطوبت	هدایت الکتریکی	pH	کلر	آهن	روی	منگنز	مس	O.C	فسفات	نیترژن	پتاس
(درصد)	(درصد)	(دسی‌زیمنس بر متر)		(Meg/lit)	(پی.پی.ام)	(پی.پی.ام)	(پی.پی.ام)	(پی.پی.ام)	(درصد)	(درصد)	(درصد)	(درصد)
۶۵	۲۵	۱/۱	۷	۱۵/۵	۳۶-۵۰	۲۷-۴۰	۱۵-۲۵	۵-۹۰	۳۷/۷	۴/۹۲	۰/۶۱	۳/۱۹

* یک قسمت در میلیون

جدول ۲: ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

بافت خاک	عمق (سانتی‌متر)	کربن (درصد)	فسفر ^۰ (پی.پی.ام)	پتاسیم (پی.پی.ام)	آهن (پی.پی.ام)	منگنز (پی.پی.ام)	روی (پی.پی.ام)	مس (پی.پی.ام)	pH	EC (میلی موز بر سانتی‌متر)	درصد ذرات رس		
											۳۳	۴۰	۲۷
لوم رسی	۰-۳۰	۰/۹۱	۱۳/۲	۲۹۵	۸/۱	۷/۵	۰/۷۵	۱	۷/۸	۰/۴۵	۳۳	۴۰	۲۷

* یک قسمت در میلیون

نتایج و بحث

تعداد غلاف در بوته

نتایج جدول ۳ نشان داد که اثر کود زیستی ورمی‌کمپوست و هم‌چنین برهمکنش کود زیستی ورمی‌کمپوست و تراکم بوته بر تعداد غلاف در بوته در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار، ولی اثر تراکم بوته بر تعداد غلاف در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج جدول ۳ نشان داد که مصرف ۱۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست (V₃) با میانگین ۴۰/۱۱ و مصرف ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست (V₂) با میانگین ۳۷/۲۳ دارای بیش‌ترین تعداد غلاف در بوته بودند و

عدم مصرف ورمی کمپوست (V_0) با میانگین $33/80$ کمترین تعداد غلاف در بوته را به خود اختصاص داد. از دلایل معنی دار شدن اثر ورمی کمپوست بر تعداد غلاف در بوته می توان گفت که گیاه بر اثر کاربرد ورمی کمپوست شاخ و برگ بیشتری داشته و منجر به تعداد غلاف در بوته بیش تر شده است. بررسی اثر تراکم بر تعداد غلاف در بوته نشان داد که با افزایش تراکم مقدار این صفت کاهش یافت، به طوری که تراکم $12/5$ بوته در مترمربع (D_4) با میانگین $43/26$ و تراکم $16/6$ بوته در مترمربع (D_3) با میانگین $39/86$ دارای بیشترین تعداد غلاف در بوته بودند و تراکم 50 بوته در مترمربع (D_1) با میانگین $28/61$ دارای کمترین تعداد غلاف در بوته بود. این نتایج با نتایج سیاحفر (1378)، رزمی (1389)، کشیری و همکاران (1385)، پورحقوقی سرشکه و همکاران (1387)، سیادت و همکاران (1387) و خادم حمزه و همکاران (1383) مطابقت داشت، آنان دریافتند که با کاهش تراکم، رقابت بر سر فضای رشدی کم شده و منابع رشدی مثل آب، نور و مواد غذایی بیشتری در اختیار بوته قرار گرفته که این امر باعث افزایش تعداد غلاف در بوته در این آزمایش ها گردید. بررسی برهمکنش ورمی کمپوست و تراکم بوته بر تعداد غلاف در بوته جدول ۵ نشان داد که بین تیمارها اختلاف معنی دار وجود داشت و حداکثر تعداد غلاف در بوته با میانگین $52/10$ مربوط به تیمار D_3V_4 (15 تن در هکتار ورمی کمپوست و تراکم $12/5$ بوته در مترمربع) و حداقل آن با میانگین $25/03$ مربوط به تیمار D_1V_0 (عدم مصرف ورمی کمپوست و تراکم 50 بوته در مترمربع) اختصاص یافت.

جدول ۳: تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه گیری شده

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه	تعداد غلاف در مترمربع	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	شاخص سطح برگ
تکرار	۲	۱۱/۳۸۹	۰/۱۲۰	۴۸۹/۸۴۹	۸۶۲۴/۹۵۱	۱۱۱۱۶/۰۹۹	۴۹۹۸۹/۳۳۳	۸/۰۶۷	۰/۳۷۲
ورمی کمپوست	۳	۱۰۱/۸۹۴*	۰/۱۳۳ ^{ns}	۴۳۱/۶۸۸*	۵۳۰۱۱/۰۲۸*	۸۳۱۲۷۴/۸۴۷**	۴۶۱۷۸۶/۱۱۱ ^{ns}	۱۰۵/۱۷۹*	۰/۲۰۴ ^{ns}
فاصله بوته	۳	۵۰۶/۹۰۲**	۰/۰۹۹ ^{ns}	۲۲/۵۹۰ ^{ns}	۱۵۴۶۱۳۹/۸۶۶**	۱۱۸۰۱۰۹/۰۹۷**	۵۲۷۰۱۳۷/۲۲۲**	۵۱/۱۵۲ ^{ns}	۱۳/۶۴۵**
اثر متقابل	۹	۵۳/۵۰۷*	۰/۱۹۷ ^{ns}	۲۰۳/۵۹۰ ^{ns}	۳۷۴۰۰/۵۶۶*	۲۲۹۵۲۵/۰۴۶*	۱۹۵۰۹۴۷/۵۹۳ ^{ns}	۴۳/۹۹۰ ^{ns}	۰/۳۸۸ ^{ns}
خطا	۳۰	۲۳/۳۸۵	۰/۱۲۷	۱۲۳/۸۸۸	۱۴۹۹۱/۷۵۲	۷۶۱۷۰/۹۱۶	۹۷۹۰۵۴/۲۲۲	۲۵/۳۴	۰/۲۸۱
کل	۴۷	۳۰۳۲/۲۸۳	۶/۴۹۹	۷۸۹۱/۴۷۹	۵۶۰۱۰۶۰/۲۵۲	۱۰۴۰۷۲۳۶/۹۲	۶۴۲۲۵۹۰۲/۶۶۷	۱۶۴۱/۲۲۹	۵۴/۲۰۵
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱۳/۳۰	۱۷/۱۸	۱۰/۲۲	۱۴/۲۲	۱۴/۲۳	۱۳/۳۶	۱۸/۹۵	۱۴/۱۳

ns, * و **: به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی دار و اختلاف معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می باشند.

تعداد دانه در غلاف

نتایج جدول های ۳ و ۴ نشان داد که اثر کود زیستی ورمی کمپوست، تراکم بوته و برهمکنش کود زیستی ورمی کمپوست و تراکم بوته معنی دار نبود. همان طور که در جدول ۳ مشاهده شد، اثر کود ورمی کمپوست بر تعداد دانه در غلاف معنی دار نبود. دلیل این امر این است که تعداد دانه در غلاف عمدتاً تحت اثر ساختار ژنتیکی قرار می گیرد و با ثبات ترین جزء عملکرد دانه است، زیرا تعداد سلول های تخمک تقریباً در همه تخمدان ها برابر است (کوچکی و بنایان اول،

۱۳۷۳). اثر تراکم نیز بر تعداد دانه در غلاف معنی‌دار نبود و از دلایل غیرمعنی‌دار بودن این عامل شاید به این دلیل باشد که گیاه سویا زمانی که با تنش ناشی از افزایش تراکم گیاهی مواجه می‌شود تعادل بین مبداء و مقصد فیزیولوژیک خود را در درجه اول به وسیله ریزش گل‌ها برقرار می‌کند، در نتیجه تعداد دانه در غلاف کاهش نخواهد یافت. نتایج سیاح‌فر (۱۳۷۸)، دادیان (۱۳۸۲)، پورحقیقی‌سرشکه (۱۳۸۷) و سیادت و همکاران (۱۳۸۷) با نتایج فوق مطابقت دارد و این نتیجه را تأیید کرده‌اند.

جدول ۴: مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده

عوامل آزمایشی	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد غلاف در مترمربع	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	شاخص سطح برگ
V_0	۳۳/۸۰ b	۲/۰۶ a	۱۰۵/۵۴ ab	۷۸۲ b	۱۷۵۴ b	۷۵۱۷ a	۲۳/۹۸ b	۳/۶a
V_1	۳۴/۳۳ b	۲/۱۴ a	۱۰۲/۲۱ b	۸۳۷/۵ ab	۱۶۸۲ b	۷۴۱۴ a	۲۴/۱۳ b	۳/۷a
V_2	۳۷/۲۳ ab	۲/۱۵ a	۱۱۴/۷۹ a	۸۸۶/۵ ab	۲۰۸۸ a	۷۵۲۸ a	۲۸/۳۳ a	۳/۹a
V_3	۴۰/۱۱ a	۱/۹۲ a	۱۱۳/۰۴ a	۹۷۳/۳ a	۲۲۳۱ a	۷۴۶۲ a	۲۹/۸۲ a	۳/۶a
تراکم								
D_1	۲۸/۶۱ c	۱/۹۷ a	۱۰۸/۵ a	۱۳۷۱ a	۲۳۰۲ a	۸۳۳۱ a	۲۸/۰۴ a	۵/۱ a
D_2	۳۳/۷۵ b	۲/۰۹ a	۱۰۷/۱۳ a	۸۴۳/۳ b	۲۰۹۲ a	۷۳۳۵ b	۲۸/۶۳ a	۴ b
D_3	۳۹/۸۶ a	۲/۰۳ a	۱۰۹/۹۲ a	۶۶۳/۹a	۱۷۳۱ b	۷۱۹۱ b	۲۴/۵۵ a	۳/۱c
D_4	۴۳/۲۶ a	۲/۱۸ a	۱۱۰/۰۴ a	۵۶۵/۴ c	۱۶۲۸ b	۶۷۶۵ b	۲۵/۰۴ a	۲/۷c

حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد. V_0 : عدم مصرف کودورمی کمپوست و مصرف کودهای شیمیایی بر اساس آزمون خاک (شاهد)، V_1 : مصرف ۵ تن در هکتار کود زیستی ورمی کمپوست، V_2 : مصرف ۱۰ تن در هکتار کود زیستی ورمی کمپوست و V_3 : مصرف ۱۵ تن در هکتار کود زیستی ورمی کمپوست و D_1 : تراکم ۵۰ یوته در مترمربع، D_2 : تراکم ۲۵ یوته در مترمربع، D_3 : تراکم ۱۶/۶ یوته در مترمربع و D_4 : تراکم ۱۲/۵ یوته در مترمربع.

جدول ۵: برهمکنش صفات اندازه‌گیری شده

صفات تیمار	تعداد غلاف در بوته	تعداد غلاف در مترمربع	عملکرد دانه (کیلوگرم بر هکتار)
V_0D_1	۲۵/۰۳۴	۱۱۵۰bc	۲۳۵۴/۳ab
V_0D_2	۳۲/۲۰def	۸۰۴/۲de	۱۹۹۲/۵b-e
V_0D_3	۴۰/۰۳bcd	۶۶۶/۷efg	۱۵۸۹/۳def
V_0D_4	۳۷/۹۳b-e	۵۰۷/۳g	۱۰۸۲/۲g
V_1D_1	۳۳/۴۳def	۱۵۳۸a	۱۹۹۶b-e
V_1D_2	۲۹/۷۷ef	۷۴۳/۸ef	۱۹۲۵/۲b-e
V_1D_3	۳۴/۲۷c-f	۵۷۰/۸fg	۱۵۵۹/۷efg
V_1D_4	۳۹/۸۷bcd	۴۹۷/۹g	۱۲۴۷/۳fg
V_2D_1	۲۹/۱۰ef	۱۴۵۴a	۲۰۸۶/۵b-e
V_2D_2	۳۳/۱۰def	۸۲۷/۱de	۲۳۵۲/۳ab
V_2D_3	۴۳/۶۰b	۷۲۶/۴efg	۱۹۸۵/۸b-e
V_2D_4	۴۳/۱۳bc	۵۳۸/۵fg	۱۹۲۷/۳b-e
V_3D_1	۲۶/۸۷f	۱۳۴۲ab	۲۷۷۴/۲a
V_3D_2	۳۹/۹۳bcd	۹۹۷/۹cd	۲۱۰۰/۸bcd
V_3D_3	۴۱/۵۳bcd	۶۹۱/۷efg	۱۷۹۲/۳cde
V_3D_4	۵۲/۱۰a	۷۱۷/۷efg	۲۲۵۸/۸bc

حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

وزن هزار دانه

نتایج جدول ۳ نشان داد که اثر کود زیستی ورمی کمپوست در سطح احتمال پنج درصد معنی دار بود ولی تراکم بوته و برهمکنش کود زیستی ورمی کمپوست و تراکم بوته معنی دار نبود. نتایج جدول ۴ نشان داد که مصرف ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست (V_2) با میانگین ۱۱۴/۷۹ گرم و مصرف ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست (V_3) با میانگین ۱۱۳/۰۴ گرم و عدم مصرف ورمی کمپوست (V_0) با میانگین ۱۰۵/۵۴ گرم دارای بیشترین وزن هزار دانه و مصرف ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست (V_1) با میانگین ۱۰۲/۲۱ گرم دارای کمترین وزن هزار دانه بود. از دلایل معنی دار بودن اثر ورمی کمپوست بر وزن هزار دانه می توان گفت که کود ورمی کمپوست با داشتن موادی پیت مانند و با ظرفیت هوادهی و نگهداری آب بالا و سطوح جذب عناصر غذایی بالا باعث افزایش رشد گیاه و در نتیجه وزن هزار دانه شد. اثر تراکم بوته بر وزن هزار دانه معنی دار نبود، این امر احتمالاً به این دلیل بود که وزن هزار دانه یک صفت ژنتیکی است، که با نتایج کشیری و همکاران (۱۳۸۵)، Rosalind و همکاران (۲۰۰۰) و Seiter و همکاران (۲۰۰۴) در سویا مطابقت دارد. در این آزمایشات مشاهده کردند که با افزایش تراکم تعداد غلاف و تعداد دانه در بوته کاهش یافت که این تغییرات عامل اصلی ثبات وزن هزار دانه می باشد.

تعداد غلاف در مترمربع

نتایج جدول ۳ نشان داد که اثر کود زیستی ورمی کمپوست و برهمکنش کود زیستی ورمی کمپوست و تراکم بوته در سطح احتمال پنج درصد معنی دار و تراکم بوته در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. نتایج جدول ۴ نشان داد که مصرف ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست (V_3) با میانگین ۹۳۷/۳ و مصرف ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست (V_2) با میانگین ۸۸۶/۸ دارای بیشترین تعداد غلاف در مترمربع بود و در گروه برتر قرار گرفتند و عدم مصرف ورمی کمپوست (V_0) با میانگین ۷۸۲ دارای کمترین تعداد غلاف در مترمربع بود. اثر تراکم (فاصله بوته روی ردیف) بر تعداد غلاف در مترمربع معنی دار بود. مقایسه میانگینها نشان داد که تراکم ۵۰ بوته در مترمربع (D_1) با میانگین ۱۳۷۱ دارای بیشترین تعداد غلاف در مترمربع بود و در گروه برتر قرار گرفت و تراکم ۱۲/۵ بوته در مترمربع (D_4) با میانگین ۵۶۵/۴ دارای کمترین تعداد غلاف در مترمربع بود. بررسی برهمکنش ورمی کمپوست و تراکم بر تعداد غلاف در مترمربع جدول ۴ نشان داد که بین تیمارها اختلاف معنی دار وجود داشت و حداکثر تعداد غلاف در مترمربع با میانگین ۱۵۳۸ مربوط به تیمار V_1D_1 (۵) تن در هکتار ورمی کمپوست و تراکم ۵۰ بوته در مترمربع) و حداقل آن با میانگین ۴۹۷/۹ مربوط به تیمار V_1D_4 (۵) تن در هکتار ورمی کمپوست و تراکم ۱۲/۵ بوته در مترمربع) بود.

عملکرد دانه

نتایج جدول ۳ نشان داد که اثر کود زیستی ورمی کمپوست و تراکم بوته در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود ولی برهمکنش کود زیستی ورمی کمپوست و تراکم بوته در سطح احتمال پنج درصد معنی دار بود. نتایج جدول ۴ نشان داد که مصرف ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست (V_3) با میانگین عملکرد ۲۲۳۱ کیلوگرم در هکتار و مصرف ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست (V_2) با میانگین عملکرد ۲۰۸۸ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد دانه نسبت به شاهد بود و در گروه برتر قرار گرفت و مصرف ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست (V_1) با میانگین عملکرد ۱۶۸۲ کیلوگرم در هکتار دارای کمترین عملکرد دانه بود. از دلایل معنی دار بودن اثر ورمی کمپوست بر روی عملکرد دانه می توان گفت که میزان عملکرد دانه تولیدی در واحد سطح نیز به عنوان یک متغیروابسته تابعی از اجزای عملکرد محسوب می شود. همان طور که در این آزمایش مشاهده می شود تعداد غلاف در بوته و وزن هزار دانه تحت اثر عامل ورمی کمپوست قرار گرفت به طوری که تیمار ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست (V_3) بیشترین اثر را بر تعداد غلاف در بوته و وزن هزاردانه داشت. افزایش در اجزای عملکرد گیاه در تیمارهای مختلف باعث افزایش عملکرد دانه تولیدی گردید. اثر مطلوب ورمی کمپوست احتمالاً به دلیل مقادیر نسبتاً بالاتر عناصر غذایی و از این افزایش فراهمی عناصر ماکرو و میکرو می باشد. Pirdashti و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که کاربرد ورمی کمپوست به صورت جداگانه و تلفیق با کود شیمیایی باعث بهبود عملکرد گیاه سویا شد. با افزایش تراکم، مقدار عملکرد دانه افزایش یافت، به طوری که تراکم ۵۰ بوته در مترمربع (D_1) با میانگین ۲۳۰۲ کیلوگرم در هکتار و تراکم ۲۵ بوته در مترمربع (D_2) با میانگین ۲۰۹۲ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد دانه بوده و در گروه برتر قرار گرفتند و تراکم ۱۲/۵ بوته در مترمربع (D_4) با میانگین ۱۶۲۸ کیلوگرم در هکتار دارای کمترین عملکرد دانه بود. از دلایل عملکرد بالاتر تیمار D_1 (تراکم ۵۰ بوته در مترمربع) می توان گفت که در تراکم های بالاتر هر چند که از تعداد غلاف ها و تعداد دانه ها در ساقه های اصلی و فرعی تک بوته ها کاسته می شود اما در نهایت به علت تعداد بیش تر بوته در واحد سطح و در نتیجه استفاده بهتر بوته ها از نهاده ها و منابع موجود بالاخص تشعشع خورشیدی عملکرد دانه در واحد سطح افزایش می یابد به همین دلیل با افزایش تراکم در واحد سطح عملکرد هم افزایش می یابد و در تراکم های پایین D_4 (تراکم ۱۲/۵ بوته در مترمربع) از تعداد بوته ها و متعاقب آن از تعداد غلاف ها و دانه ها در واحد سطح کاسته شده و با اتلاف نهاده ها به خصوص تشعشع خورشیدی مواجه خواهیم بود و این به گونه ای است که حتی افزایش عملکرد تک بوته ها نیز قادر به جبران کاهش عملکرد نبوده و در نتیجه در تراکم های پایین با کاهش عملکرد دانه در واحد سطح همراه است. نتایج Pirdashti و همکاران (۲۰۱۰)، سیاح فر (۱۳۷۸)، رزمی (۱۳۸۹) و سیادت و همکاران (۱۳۸۷) با نتایج فوق مطابقت دارد و نتایج مقدم خمسه و همکاران (۱۳۸۳) با نتایج آزمایش مطابقت ندارد، آنان مشاهده کردند که تعداد بوته در واحد سطح

به تراکم مطلوب نرسیده و در نتیجه گیاه از نور و مواد غذایی به‌طور مطلوب استفاده ننموده و در نهایت عملکرد دانه کاهش یافته است. بررسی برهمکنش ورمی کمپوست و تراکم بوته بر عملکرد دانه جدول ۴ نشان داد که بین تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود داشت و حداکثر عملکرد دانه با میانگین $2774/2$ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار V_3D_1 (۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست و تراکم ۵۰ بوته در مترمربع) و حداقل آن با میانگین $1082/2$ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار V_0D_4 (عدم مصرف ورمی کمپوست و تراکم $12/5$ بوته در مترمربع) بود.

عملکرد بیولوژیک

نتایج جدول ۳ نشان داد که اثر کود زیستی ورمی کمپوست و هم‌چنین برهمکنش کود زیستی ورمی کمپوست و تراکم بوته معنی‌دار نبود ولی اثر تراکم بوته بر عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج جدول ۴ نشان داد که بین عدم مصرف ورمی کمپوست (شاهد) و مصرف مقادیر مختلف ورمی کمپوست اختلاف معنی‌دار وجود نداشت و همگی در یک گروه قرار گرفتند ولی با این حال مصرف ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست (V_2) با میانگین عملکرد 7528 کیلوگرم در هکتار دارای بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک بوده و مصرف ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست (V_1) با میانگین عملکرد 7414 کیلوگرم در هکتار دارای کم‌ترین عملکرد بیولوژیک بود. که با نتایج Kumar و همکاران (۲۰۰۵)، Anwar (۲۰۰۵)، Jat و Ahlawat (۲۰۰۶)، Zaller (۲۰۰۷) و درزی و همکاران (۱۳۸۷) مطابقت ندارد. نتایج نشان داد که با کاهش تراکم مقدار این صفت کاهش یافت. به‌طوری‌که تراکم ۵۰ بوته در مترمربع (D_1) با میانگین 8331 کیلوگرم در هکتار دارای بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک بوده و در گروه برتر قرار گرفت و تراکم $12/5$ بوته در مترمربع (D_4) با میانگین 6765 کیلوگرم در هکتار دارای کم‌ترین عملکرد بیولوژیک بود. از دلایل معنی‌دار شدن عملکرد بیولوژیکی تیمارهای مختلف این است که با افزایش تراکم پتانسیل تولیدی بوته‌ها جهت تولید ماده خشک نیز بیش‌تر می‌شود. در اینجا تراکم‌های بالاتر توانسته عملکرد بیولوژیکی را افزایش دهد. نتایج سیادت و همکاران (۱۳۸۷) با نتایج فوق مطابقت دارد، آنان دریافتند که اگر چه در فاصله روی ردیف کم یا تراکم زیاد، عملکرد بیولوژیکی تک‌بوته کاهش می‌یابد ولی این کاهش توسط تعداد بوته بیش‌تر جبران شده و بدین ترتیب عملکرد بیولوژیک افزایش می‌یابد.

شاخص برداشت

نسبتی از عملکرد بیولوژیکی که عملکرد اقتصادی را نشان می‌دهد، شاخص برداشت نامیده می‌شود و بیان‌کننده انتقال ماده خشک به قسمتی از گیاه است که برداشت می‌شود. شاخص برداشت واقعی از نسبت وزن دانه به حداکثر وزن گیاه که در مرحله پایان گل‌دهی به‌دست می‌آید محاسبه می‌گردد. نتایج جدول ۳ نشان داد که اثر کود زیستی ورمی کمپوست در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود ولی اثر تراکم بوته و برهمکنش کود زیستی ورمی کمپوست و تراکم بوته معنی‌دار

نمود. نتایج جدول ۴ نشان داد که مصرف ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست (V_3) با میانگین ۲۹/۸۲ درصد و مصرف ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست (V_2) با میانگین ۲۸/۳۳ درصد دارای بیشترین شاخص برداشت بود. همچنین مصرف ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست (V_1) با میانگین ۲۴/۱۳ درصد و عدم مصرف ورمی کمپوست (V_0) با میانگین ۲۳/۹۸ درصد دارای کمترین شاخص برداشت بود. اثر تراکم بر شاخص برداشت معنی‌دار نبود. از دلایل آن می‌توان گفت که شاخص برداشت برای یک رقم صفتی پایدار است و تفاوت‌های اساسی در شاخص برداشت ناشی از شرایط محیطی در طول رشد گیاه می‌باشد. نتایج سیاح‌فر (۱۳۷۸)، پورحقی‌سرسکه و همکاران (۱۳۸۷) و سیادت و همکاران (۱۳۸۷) با نتایج فوق مطابقت ندارد، آنان مشاهده کردند که با افزایش تراکم عملکرد دانه افزایش یافته و با توجه به اینکه ارتباط مستقیم و مثبت بین عملکرد دانه و شاخص برداشت وجود دارد، لذا شاخص برداشت افزایش یافته است.

شاخص سطح برگ

نسبت سطح برگ بوته به سطح خاکی که به‌وسیله آن بوته اشغال می‌شود را شاخص سطح برگ گویند. نتایج جدول ۳ نشان داد که اثر کود زیستی ورمی کمپوست و برهمکنش کود زیستی ورمی کمپوست و تراکم بوته معنی‌دار نبود ولی اثر تراکم بوته معنی‌دار بود. مواد حاصل از ورمی کمپوست از طریق افزایش محتوای نیتروژن گیاه سبب افزایش وزن خشک و سطح برگ می‌شود. Bachman و Metzger (۲۰۰۸) گزارش کردند که ترکیب ۲۰ درصدی ورمی کمپوست در بستر کشت موجب حداکثر و حداقل سطح برگ به‌ترتیب در گیاهچه‌های سیب زمینی و فلفل می‌گردد. Meginnis و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که ورمی کمپوست باعث افزایش سطح برگ ریحان شد و دلیل این امر را به بهبود خواص فیزیکی محیط، افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها و افزایش ظرفیت نگهداری آب نسبت دادند. مقایسه میانگین تأثیر تراکم بوته بر شاخص سطح برگ توسط آزمون دانکن در سطح ۵ درصد نشان داد که بین تیمارهای مختلف فاصله بوته روی ردیف اختلاف معنی‌دار وجود داشت و تراکم ۵۰ بوته در مترمربع (D_1) با میانگین ۵/۱ دارای بیشترین شاخص سطح برگ و تراکم ۱۲/۵ بوته در مترمربع (D_4) با میانگین ۲/۷ دارای کمترین شاخص سطح برگ بود که با نتایج اسدالهی و همکاران (۱۳۸۳) مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

ورمی کمپوست می‌تواند با فوایدی همچون پایداری منابع خاک، حفظ تولید در درازمدت، جلوگیری از آلودگی محیط زیست و در نهایت عرضه محصول سالم و با کیفیت به بازار به‌عنوان جایگزینی بوم‌سازگار برای نهاده‌های غیرتجدیدشونده در نظام‌های اکولوژیک مطرح شود. وجود اختلاف معنی‌دار بین سطوح مختلف کود زیستی ورمی کمپوست و سطوح مختلف تراکم از نظر صفات مورد اندازه‌گیری، نشان داد که کشت تابستانه با استفاده از میزان مناسب کود ورمی کمپوست و تراکم،

منجر به حصول عملکرد بیش تر می شود و بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش می توان اظهار داشت که حد بهینه میزان کود ورمی کمپوست و تراکم سبب دستیابی به عملکرد مطلوب می گردد. بر این اساس کشت تابستانه سویا با میزان ۱۵ تن در هکتار کود ورمی کمپوست (افزایش ۲۷ درصدی نسبت به شاهد) و تراکم ۵۰ بوته در مترمربع (فاصله بوته روی ردیف ۴ سانتی متر) برای شرایط خرم آباد قابل توصیه می باشد. ولی با توجه به توجیه اقتصادی (هزینه کود مصرفی) و اینکه میزان ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست (افزایش ۱۹ درصدی نسبت به شاهد) در یک گروه با تیمار ۱۵ تن در هکتار قرار گرفتند این میزان برای حصول حداکثر عملکرد نیز قابل توصیه است، البته تکرار آزمایش در سال های آینده جهت رسیدن به نتایج دقیق ضروری می باشد.

منابع

- آذری، ا. ۱۳۷۱. بررسی و مقایسه عملکرد ارقام سویا در اصفهان. گزارش پژوهشی بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان. ۷۴ ص.
- احمدوند، ق. و کوچکی، ع. ۱۳۷۷. اثر تراکم و آرایش گیاهی بر عملکرد و صفات فیزیولوژیک در کشت دوم سویا در مشهد. مجله علوم و صنایع کشاورزی. ۱۲ (۱): ۲۲-۱۵.
- اسدالهی، س.، رفیعی، م. و خورگامی، ع. ۱۳۸۳. بررسی اثر تراکم بوته و آرایش کاشت بر برخی صفات مورفولوژیکی و عملکرد سویا در منطقه الشتر. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم آباد. ۱۲۰ ص.
- پورحقیقی سرشکه، ف.، دانشیان، ج. و ولدآبادی، ع. ۱۳۸۷. تأثیر تراکم گیاهی بر تغییرات عملکرد و اجزای آن در ارقام سویا. پژوهش نامه کشاورزی. ۱ (۱): ۲۵-۱۳.
- خادم حمزه، ح. ر.، کریمی، م.، رضائی، م. ع. و احمدی، م. ۱۳۸۳. اثر تراکم بوته و تاریخ کاشت بر صفات زراعی، عملکرد و اجزای عملکرد سویا. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۵ (۲): ۳۶۷-۳۵۷.
- خواجه پور، م. ر. ۱۳۸۳. اصول و مبانی زراعت. مرکز انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان. ۳۸۶ ص.
- دادیان، ع. ۱۳۸۲. بررسی تأثیر دور آبیاری و تراکم گیاه بر دو رقم سویا در استان مرکزی. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین. ۱۰۹ ص.
- درزی، م. ت.، فلاوند، ا. و رجالی، ف. ۱۳۸۷. بررسی اثر کاربرد میکوریزا، ورمی کمپوست و کود فسفات زیستی بر گل دهی، عملکرد بیولوژیک و همزیستی ریشه، در گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare Mill*). مجله علوم زراعی ایران. ۱۰ (۱): ۱۰۹-۸۸.

- رزمی، ن. ۱۳۸۹. بررسی اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر برخی خصوصیات زراعی، عملکرد دانه و اجزای آن در ژنوتیپ های سویا در منطقه مغان. مجله به زراعی نهال و بذر. ۲-۲۶ (۴): ۴۰۳-۴۱۸.
- سماوات، س.، لکزیان، ا. و ضمیرپور، ع.ر. ۱۳۸۰. تأثیر ورمی کمپوست بر روی شاخص های رشد گیاه گوجه فرنگی. مجله علوم و صنایع کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد. ۱۵ (۲): ۸۳-۸۸.
- سیاح فر، م. ۱۳۷۸. بررسی اثر رقم و تراکم کاشت بر روی عملکرد، اجزای عملکرد، روند رشد دانه سویا در کشت دوم سویا در منطقه خرم آباد. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول. ۱۱۴ ص.
- سیادت، ع.، بهرامی، س.، پورهادیان، ح. و مشتقی، ع. ۱۳۸۷. اثر فاصله روی ردیف بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام سویا در کشت تابستانه در خرم آباد. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۴ (۱۵): ۵-۱۵.
- کشیری، ح.ا.، کشیری، م.، زینلی، ا. و باقری، م. ۱۳۸۵. بررسی تأثیر فاصله ردیف و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه سه رقم سویا در کشت تابستانه. فصلنامه علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۳ (۲): ۱۴۷-۱۵۶.
- کوچکی، ع. و بنایان اول، م. ۱۳۷۳. فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۲۵۲ ص.
- مقدم خمسه، ع.، دانشیان، ج.، جباری، ح.، فرچپور، ف. و سدید، ف. ۱۳۸۳. بررسی اثر تراکم و کاهش تعداد دفعات آبیاری بر عملکرد دانه و خصوصیات زراعی سویا در کشت دوم. همایش ملی ایده های نو در کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان. زمان برگزاری، خوراسگان، ایران. ۸۷-۸۹.
- Arancon, N., Edwards, C.A., Bierman, P., Metzger, J.D., Lee, S. and Welch, C. 2002.** Effects of vermicomposts on growth and marketable fruits of field-grown tomatoes, peppers and strawberries. The 7th International symposium on Earthworm Ecology Cardiff. Wales.
- Anwar, M., Patra, D.D., Chand, S., Alpesh, K. Nagvi, A.A. and Khanuja, S.P.S. 2005.** Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient. Accumulation, and oil quality of French basil, communication in soil. And plant Analysis 36: 1737-1746.
- Atiyeh, R.M., Arancon, N., Edwards, C.A. and Metzger, J.D. 2002.** Influence of earth worm processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. Bioresource Technology 81: 103-108.
- Bachman, G.R. and Metzger, J.R. 2008.** Growth of bedding plant in commercial potting substrate amended with vermicompost. Bioresource Technology 99, 3155-3161.

Board, J. 2000. Light interception efficiency and light quality affect yield components of soybean at low plant populations. *Crop Science* 40: 1285-1294.

Carpenter, A.C. and Board J.E. 1997. Branch yield components controlling soybean yield stability across plant populations. *Crop Science* 38: 885-891.

Cho, J., Jungjoon, L., Youngjin, O., Jaedong, L. and Sangbok, L. 2004. Effects of planting densities and maturing types on growth and yield of soybean in paddy field. *Korean-journal of crop science* 49 (2): 105-109.

Enyi, B.A.C. 1973. Effect of plant population on growth and yield of soybean. *Journal of Agriculture Science* 18 (1): 131-138.

Ethredge, W.J., Ashley, D.A. and Woodruff, J.M. 1989. Row spacing and plant population effects on yield component of soybean. *Agronomy Journal* 81: 943-950.

Frahm, A., Bruck, H., Mette, R., Sattelmacher, B., and proteies, J.M., 2002. Effect of vermiculture and N fertilizer application n yield of sweet potato (*Ipomoea batata* L.) clones. *Deuschertropentag, October 9-119 witzenhausen: challenges to Organic Farming and Sustainable Land Use in Tropics and Subtropics.*

Hayat, F., Arif, M. and Kakar, K.M. 2003. Effects of seed rates on mung bean varieties under dry land conditions. *International Journal of Agriculture Biologic* 5 (1): 160-161.

Hoggard, J., Shannon, C. and Johnson, D.R. 1978. Effect of plant population on yield and height characteristics in determinate soybean. *Agronomy Journal* 70: 1070-1072.

Jat, R.S. and Ahlawat, I.P.S. 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 of Agricultural sciences* 74 (7): 359-361.

Jat, R.S. and Ahlawat, I.P.S. 2006. Direct and residual effect of vermicompost, biofertilizer and phosphorus on soil nutrient dynamics and productivity of chichpea-fodder maize sequence. *Journal of Sustainable Agriculture* 28: 41-54.

Kumar, S., Rawat, C.R., Dhar, S. and Rai, S.K. 2005. Dry matter accumulation, nutrient uptake and changes in soil fertility status an influenced by different organic source of nutrients to forage sorghum (*Sorghum bicolor*). *India Journal of Agricultural sciences* 75 (6): 340-342.

Meginnis, M., Cook, A., Bilderback, T. and Lorcheide, M. 2003. Organic fertilization for basil transplant production. *Acta Horticulture* 491:213-218.

Mirzaei, R., Kambozia, J., Saboahi, H. and Mahdavi, A. 2009. Effect of different organic-fertilizers on soil physicochemical properties, production and biomass yield of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Iranian Journal of Crops Researches* 7 (1): 257-267.

Pavez, M.A.Q. and Gardner, F.P. 1987. Day length and sowing date responses of soybean lines with " Juvenil" trait. *Crop Science* 27: 305-310.

Pirdashti, H., Motaghian, A., Bahmanyar, M.A. 2010. Effect of organic amendments application on grain yield, leaf chlorophyll content and some morphological characteristics in soybean cultures. *Journal of Plant Nurture* 33: 485-495.

Rosalind, A.B., Purcell, L.C. and Vories, E.D. 2000. Short season soybean yield compensation in response to population and water regime. *Crop Science* 40: 1070-1078.

Sanford, J.O. 1982. Straw and tillage management practices in soybean- wheat double cropping. *Agronomy Journal* 47: 1032-1035.

Seiter, S., Altemose, C.E. and Davis, M.H. 2004. Forage soybean yield and quality responses to plant density and row distance. *Agronomy Journal* 96: 966-970.

Suthar, S. 2009. Impact of vermicompost and composted farmyard manure on growth and yield of garlic (*Allium Stivum* L.) field crop. *International Journal of Plant Product* 3 (1): 27-38.

Zaller, J.G. 2007. vermicompost as a peat in potting media. Effects on germination, biomass alloc, yields and fruit quality of three tomato. *Science Horticulture* 112: 191-199.