



به زراعی کشاورزی

دوره ۱۸ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۵

صفحه‌های ۳۳۱-۳۱۹

تأثیر کاربرد کودهای ورمی کمپوست و میکوریزا بر عملکرد کمی و کیفی سویا در شرایط تنش کم آبی

الهام جهانگیری^{۱*}، سید عطاالله سیادت^۲، احمد کوچکزاده^۳، محمدرضا مرادی تلاوت^۴، منوچهر سیاح‌فر^۵

۱. دانش‌آموخته کارشناس ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، اهواز - ایران
۲. استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، اهواز - ایران
۳. استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، اهواز - ایران
۴. استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، اهواز - ایران
۵. استادیار، بخش زراعت، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، خرم‌آباد - ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۴/۱۰/۵

تاریخ وصول مقاله: ۹۴/۸/۳

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کاربرد کودهای ورمی کمپوست و میکوریزا بر عملکرد کمی و کیفی سویا رقم L17 در شرایط تنش کم آبی، آزمایشی به صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار، در مرکز تحقیقات کشاورزی شهرستان خرم‌آباد، در سال ۱۳۹۲ اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل آبیاری در سه سطح (پس از ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A)، ورمی کمپوست و میکوریزا در شش سطح (عدم مصرف کودهای میکوریزا و ورمی کمپوست، تلقیح با کود میکوریزا، مصرف ۵ و ۱۰ تن در هکتار کود ورمی کمپوست، مصرف ۵ و ۱۰ تن در هکتار کود ورمی کمپوست به همراه میکوریزا) به ترتیب به عنوان کرت‌های اصلی و فرعی بودند. نتایج آزمایش نشان داد که تنش کم آبی سبب کاهش معنی‌دار تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته، وزن هزاردانه، عملکرد دانه و زیستی شد، به طوری که بیشترین عملکرد دانه با میزان ۳۲۱۶/۷ کیلوگرم در هکتار در تیمار ۶۰ میلی‌متر تبخیر به دست آمد. استفاده تلفیقی از کودهای ورمی کمپوست و میکوریزا سبب افزایش صفات مذکور به غیر از تعداد دانه در غلاف گردید. عملکرد دانه در تیمارهای ۵ و ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست به همراه میکوریزا به ترتیب نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۲۳ و ۲۹ درصد افزایش داشت. با افزایش فاصله آبیاری میزان روغن دانه کاهش و میزان پروتئین دانه افزایش پیدا کرد. در نهایت، جهت صرفه‌جویی در آب آبیاری و هزینه نهاده‌ها و حصول عملکرد مطلوب در شرایط تنش کم آبی، می‌توان از تلفیق کود ورمی کمپوست به میزان ۵ تن در هکتار به همراه میکوریزا استفاده کرد.

کلیدواژه‌ها: پروتئین دانه، تشتک تبخیر، روغن دانه، عملکرد دانه، عملکرد زیستی

۱. مقدمه

سویا (*Glycine max L.*) به عنوان مهم‌ترین منبع تولید روغن و پروتئین گیاهی محسوب می‌شود و زراعت این گیاه در ایران از نظر تأمین بخشی از روغن مورد نیاز کشور از اهمیت خاصی برخوردار است [۳]. میزان پروتئین دانه سویا بسته به ارقام مختلف و همچنین شرایط محیطی تولید، بین ۳۰ تا ۵۰ درصد متغیر است که البته در بیشتر ارقام معمول سویا پروتئین دانه ۳۰ تا ۳۵ درصد می‌باشد و میزان پروتئین کنجاله سویا ۴۰ تا ۴۵ درصد است [۱۳]. همچنین دانه سویا حاوی ۲۰ درصد روغن می‌باشد [۸]. از آنجا که یکی از عوامل محدودکننده رشد سویا در ایران کمبود رطوبت است [۳]. لذا یکی از مهم‌ترین مدیریت‌های مزرعه برای دستیابی به شرایط مطلوب رشد جامعه گیاهی و عملکرد مناسب، تأمین آب کافی می‌باشد تا گیاه در مراحل حساس رشد دچار تنش رطوبتی نگردد. کمبود آب از مرحله گلدهی به بعد رشد و نمو اندام‌های زایشی را تحت تأثیر قرار داده و باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود [۱۱]. تنش خشکی در مرحله گلدهی و اوایل غلاف‌بندی باعث افزایش سرعت سقط غلاف‌ها و در نتیجه کاهش عملکرد نهایی دانه سویا می‌شود [۴ و ۸].

حاصل‌خیزی خاک‌ها و مدیریت مصرف نهاده‌های شیمیایی بستگی به رطوبت خاک دارد. در شرایط تنش خشکی در انتقال مواد غذایی در گیاه اختلال ایجاد می‌شود، اما برخی از قارچ‌های مفید خاکزی نظیر میکوریزا با تشکیل کلونی در ریشه و افزایش جذب آب و مواد غذایی، تولید در گیاهان زراعی تحت تنش را بهبود می‌بخشد [۱۴]. قارچ میکوریزا ارتباط آب با گیاه میزبان را به وسیله افزایش هدایت هیدرولیکی خاک، افزایش نسبت تعرق و کاهش مقاومت روزنه‌ای به وسیله تغییر در تعادل هورمون‌های گیاهی بهبود می‌بخشد. این تغییرات سبب بهبود تغذیه فسفر گیاهان میکوریزایی تحت شرایط تنش

خشکی می‌شود [۲۰]. ورمی‌کمپوست، نوعی کمپوست تولید شده به کمک کرم‌های خاکی است که به علت داشتن خصوصیات نظیر تخلخل زیاد، قدرت جذب و نگهداری بالای عناصر معدنی و آزادسازی تدریجی آن‌ها و نیز ظرفیت بالای نگهداری آب استفاده از آن در کشاورزی پایدار برای بهبود رشد و کیفیت محصولات زراعی و باغی متداول می‌باشد [۱۵ و ۱۶].

افزایش ارتفاع گیاه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه غلاف، وزن صد دانه و عملکرد دانه سویا را در اثر کاربرد کود آلی ورمی‌کمپوست نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد [۱۷]. همچنین در آزمایشی دیگر، با بررسی اثر کودهای زیستی و آلی میکوریزا و ورمی‌کمپوست در مقایسه با کود شیمیایی نیتروژن و فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ذرت گزارش شد که بیشترین میزان عملکرد دانه، وزن هزار دانه، وزن خشک و طول ریشه گیاه در تیمار تلفیقی ۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به همراه میکوریزا و عدم مصرف کود شیمیایی به دست آمد [۱۰]. از آنجا که تنش کم‌آبی به عنوان عامل محدودکننده در تولیدات گیاهی مطرح است، بنابراین مقابله با آثار مخرب تنش به شیوه‌های مختلف نظیر کاربرد کودهای آلی و زیستی حائز اهمیت است. استفاده از کودهای ورمی‌کمپوست و میکوریزا در کنار هم می‌تواند ضمن کاهش شدت تنش کم‌آبی، در بهبود عملکرد گیاهان زراعی و پایداری تولید آن‌ها مؤثر باشند. هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر کاربرد کودهای ورمی‌کمپوست و میکوریزا بر برخی خصوصیات کمی و کیفی سویا در شرایط تنش کم‌آبی می‌باشد.

۲. مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر کاربرد کودهای ورمی‌کمپوست و میکوریزا بر عملکرد کمی و کیفی سویا در شرایط تنش کم‌آبی، آزمایشی در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی

به زراعی کشاورزی

تأثیر کاربرد کودهای ورمی کمپوست و میکوریزا بر عملکرد کمی و کیفی سویا در شرایط تنش کم آبی

بذر هر تیمار براساس ۸۰ کیلوگرم در هکتار تعیین شد. پیش از اجرای آزمایش، براساس نتایج آزمون خاک، معادل ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن از منبع اوره (که معادل ۵۰ کیلوگرم در هکتار آن به صورت کود استارتر در هنگام کاشت و مابقی آن به عنوان کود سرک در مرحله گلدهی به زمین داده شد) و ۸۵ کیلوگرم در هکتار فسفات از منبع سوپرفسفات تریپل و ۴۰ کیلوگرم در هکتار کود پتاس از منبع سولفات پتاسیم همراه با کاشت به زمین داده شد (جدول ۱). پیش از کاشت میزان‌های متفاوت کود ورمی کمپوست با توجه به مساحت کرت‌های آزمایشی و تیمارهای مربوطه، محاسبه و به طور کامل با خاک مخلوط شدند که خصوصیات شیمیایی آن در جدول ۲ ارائه شده است. میکوریزا گونه (*Glomus hoi*) استفاده شده در این تحقیق از شرکت تولیدکننده کود بیولوژیک با نام ارگانیک همدان تهیه شد که مورد تأیید مؤسسه تحقیقات آب و خاک سازمان تحقیقات کشاورزی کشور است. این کود دارای ۱۵ اسپور در هر گرم و ۹۳۰ هیف از قارچ میکوریزا در هر سانتی متر مکعب می‌باشد. پیش از کاشت در کرت‌هایی که مربوط به تیمار تلقیح کود زیستی میکوریزا بود، شیارهایی به عمق ۶ تا ۷ سانتی متر ایجاد و کود میکوریزا به میزان لازم و به صورت یکنواخت در داخل آنها ریخته شد و عملیات کشت در این شیارها انجام شد. سپس، برای تأمین رطوبت کافی در خاک، بلافاصله مزرعه آبیاری شد.

صفات اندازه‌گیری شده شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزاردانه، عملکرد دانه و زیستی، عملکرد روغن و میزان روغن دانه بود. عملیات برداشت در ۳۰ مهرماه انجام شد. عملکرد دانه و وزن هزاردانه در زمان رسیدگی کامل، با برداشت سه مترمربع از دو خط میانی هر کرت و با حذف حاشیه‌ها تعیین گردید.

شهرستان خرم‌آباد با مشخصات طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۱۷۱ متر ارتفاع از سطح دریا، در تابستان ۱۳۹۲ اجرا شد. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. عملیات کاشت در یکم تیرماه انجام شد. در این آزمایش، از بذور اصلاح شده رقم L17 که از شرکت دانه‌های روغنی استان لرستان تحت نظارت وزرات جهاد کشاورزی تهیه شده بود، استفاده گردید. تیمارهای آزمایشی شامل: آبیاری در سه سطح (پس از ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A که به ترتیب به عنوان آبیاری نرمال، تنش کم‌آبی ملایم و شدید در نظر گرفته شدند) در کرت اصلی و کودهای ورمی کمپوست و میکوریزا در شش سطح (عدم مصرف کودهای میکوریزا و ورمی کمپوست، تلقیح با کود میکوریزا، مصرف ۵ و ۱۰ تن در هکتار کود ورمی کمپوست، مصرف ۵ و ۱۰ تن در هکتار کود ورمی کمپوست به همراه میکوریزا) در کرت فرعی بود. آبیاری به صورت جوی و پشته انجام شد. نحوه اعمال تیمارهای آبیاری به این شکل بود که اولین آبیاری بعد از کاشت صورت گرفت، زمان آبیاری در کرت‌های شاهد و تنش از روش کسر رطوبتی اتمسفر و با استفاده از تشتک تبخیر کلاس A تعیین شد. زمانی که تبخیر به ۶۰ میلی‌متر رسید، آبیاری تیمار شاهد انجام گرفت. آبیاری کلیه کرت‌های مورد آزمایش تا مرحله ابتدای گلدهی به صورت یکنواخت و مطابق تیمار شاهد انجام شد. پس از آن اعمال تیمارهای تنش صورت گرفت و بر این اساس زمان آبیاری تنش ملایم و شدید کم‌آبی به ترتیب ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A بود.

هر کرت فرعی شامل چهار خط کشت به طول شش متر و عرض دو متر، فواصل ردیف ۵۰ سانتی‌متر و فواصل بوته‌ها روی ردیف پنج سانتی‌متر در نظر گرفته شد. میزان

به‌زراعی کشاورزی

الهام جهانگیری نیا و همکاران

جدول ۱. خصوصیات خاک مورد آزمایش

عمق خاک (cm)	هدایت الکتریکی (ds/m)	واکنش گل اشباع	نیترژن کل (%)	فسفر mg.kg^{-1} (l)	پتاسیم (mg.kg^{-1})	آهن (mg.kg^{-1})	کربن آلی (%)	بافت خاک
۰-۳۰	۲/۵	۷/۵	۰/۱۶	۸/۴	۲۹۵	۱۱	۱/۱۹	لومی - رسی

جدول ۲. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ورمی کمپوست مورد استفاده

هدایت الکتریکی (ds/m)	اسیدیته	نیترژن (%)	فسفر (%)	پتاسیم (%)	آهن mg.kg^{-1} (l)	منگنز (mg.kg^{-1})	روی mg.kg^{-1} (l)	رطوبت (%)	نسبت C/N
۱/۱	۷	۴/۹۶	۰/۶۱	۳/۱۹	۳۶-۵۰	۱۵-۲۵	۲۷-۴۰	۲۵	۷/۶۶

صفات اندازه‌گیری شده شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزاردانه، عملکرد دانه و زیستی، عملکرد روغن و میزان روغن دانه بود. عملیات برداشت در ۳۰ مهرماه انجام شد. عملکرد دانه و وزن هزاردانه در زمان رسیدگی کامل، با برداشت سه مترمربع از دو خط میانی هر کرت و با حذف حاشیه‌ها تعیین گردید. برای اندازه‌گیری وزن هزاردانه از هر کرت پنج نمونه ۲۰۰ عددی به صورت تصادفی انتخاب و وزن شد، پس از محاسبه و میانگین‌گیری وزن هزاردانه به دست آمد. شمارش دانه‌ها با دست و محاسبه وزن از طریق ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم در آزمایشگاه انجام شد. عملکرد زیستی از مجموع عملکرد دانه و وزن اندام‌های هوایی به دست آمد. اجزای عملکرد شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته با میانگین‌گیری ۱۰ بوته از هر کرت که به طور تصادفی انتخاب شده بودند، ارزیابی شد. میزان روغن با استفاده از دستگاه سوکسوله و به روش پیشنهادی پوریم انداره‌گیری شد [۲۵]. عملکرد روغن از حاصل ضرب عملکرد دانه در درصد روغن به دست آمد.

برای اندازه‌گیری وزن هزاردانه از هر کرت پنج نمونه ۲۰۰ عددی به صورت تصادفی انتخاب و وزن شد، پس از محاسبه و میانگین‌گیری وزن هزاردانه به دست آمد. شمارش دانه‌ها با دست و محاسبه وزن از طریق ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم در آزمایشگاه انجام شد. عملکرد زیستی از مجموع عملکرد دانه و وزن اندام‌های هوایی به دست آمد. اجزای عملکرد شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته با میانگین‌گیری ۱۰ بوته از هر کرت که به طور تصادفی انتخاب شده بودند، ارزیابی شد. میزان روغن با استفاده از دستگاه سوکسوله و به روش پیشنهادی پوریم انداره‌گیری شد [۲۵]. عملکرد روغن از حاصل ضرب عملکرد دانه در درصد روغن به دست آمد. کلیه محاسبات آماری شامل تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها، با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۰) صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌داری (LSD) در سطح احتمال خطای پنج درصد انجام شد.

به‌زراعی کشاورزی

تأثیر کاربرد کودهای ورمی کمپوست و میکوریزا بر عملکرد کمی و کیفی سویا در شرایط تنش کم آبی

P، و N را باعث شده است [۲۴]. به طور کلی در این آزمایش، دسترسی بهتر به عناصر غذایی و وجود مواد آلی در اثر کاربرد تلفیقی کودها باعث فراهمی شرایط بهتر در زمان گلدهی و گرده افشانی شد و در نتیجه تعداد غلاف در بوته افزایش یافت.

۳.۲. تعداد دانه در بوته

بیشترین تعداد دانه در بوته در تیمار آبیاری نرمال به دست آمد که نسبت به تیمار تنش شدید حدود ۴۰ درصد افزایش یافته است (جدول ۴). افزایش تنش کم آبی تعداد دانه در بوته را کاهش داده است که دلیل این امر کاهش تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف است. کاهش تعداد دانه در بوته در اثر افزایش تنش خشکی نیز مشاهده شده است [۴ و ۸]. همبستگی بین تعداد دانه در بوته و تعداد غلاف در بوته بسیار قوی، مثبت و معنی دار ($r = 0.87^{**}$) بود که بیانگر این است که تعداد غلاف در بوته بخش عمده‌ای از تغییرات تعداد دانه در بوته را توجیه می‌کند (جدول ۵). در شرایط آبیاری کامل، گیاه با بهره‌گیری از کلیه شرایط محیطی و توسعه اندام‌های رویشی و تولید مناسب مواد فتوسنتزی، بیشترین تعداد غلاف را تولید می‌کند و در نتیجه بیشترین تعداد دانه نیز از این سطح حاصل می‌شود و هر گونه تنش باعث کاهش تعداد غلاف و دانه می‌شود [۴]. با افزایش سطوح کودی تعداد دانه در بوته افزایش یافت، به نحوی که بیشترین مقدار برای تیمار ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست + میکوریزا به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد ۳۰ درصد افزایش داشت (جدول ۴). در بین اجزای عملکرد بیشترین همبستگی ($r = 0.9^{**}$) را با عملکرد دانه، تعداد دانه در بوته داشت (جدول ۵). لذا تعداد دانه در بوته مهم‌ترین جزء عملکرد دانه در این تحقیق معرفی می‌گردد.

کلیه محاسبات آماری شامل تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها، با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۰) صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌داری (LSD) در سطح احتمال خطای پنج درصد انجام شد.

۳. نتایج و بحث

۳.۱. تعداد غلاف در بوته

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر تنش کم آبی و سطوح کودی بر تعداد غلاف در بوته در سطح احتمال خطای یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). با افزایش شدت تنش کم آبی تعداد غلاف در بوته کاهش یافت (جدول ۴)، به طوری که بیشترین مقدار این صفت در شرایط آبیاری نرمال به دست آمد. تعداد غلاف در بوته با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار ($r = 0.75^{**}$) و نقش به‌سزایی در تعیین عملکرد دانه داشت (جدول ۵). علت روند کاهشی تعداد غلاف در بوته با افزایش شدت تنش کم آبی را می‌توان به تشکیل گل و غلاف کمتر و همچنین افزایش میزان ریزش گل و غلاف در فاصله‌های زیاد آبیاری مرتبط دانست [۱۲]. کاربرد تلفیقی کودهای میکوریزا و ورمی کمپوست نیز سبب افزایش تعداد این صفت نسبت به کاربرد خالص و یا عدم مصرف آن‌ها شد، به طوری که بیشترین تعداد غلاف در بوته در تیمار ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست + میکوریزا مشاهده گردید که نسبت به تیمار شاهد حدود ۲۳ درصد افزایش داشت (جدول ۴). در واقع، میکوریزا به وسیله تولید هیف‌های خارجی و در نتیجه امکان گستردگی بیشتر ریشه به گیاه میزبان این امکان را می‌دهد که به عناصر غذایی تا شعاع ۲۰ سانتی‌متری یا دورتر از ریشه، دسترسی یابد [۹]. از طرف دیگر، ورمی کمپوست نسبت به سایر کودهای بیولوژیک مورد استفاده فراهمی بیشتر عناصر K, Ca, Mg

الهام جهانگیری نیا و همکاران

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس برخی صفات کمی و کیفی سویا

پروتیین دانه	عملکرد پروتئین	عملکرد روغن	عملکرد دانه	عملکرد زمستی	وزن هزار دانه	تعداد دانه در غلاف	تعداد دانه در بوته	تعداد غلاف در بوته	درجه آزادی	منبع تغییرات
۴۰/۰۵ ^{ns}	۵۳۳۹/۸۹ ^{ns}	۱۰۴۶۷/۶ ^{ns}	۳۳۲۳۳/۱۸۳ ^{ns}	۶۲۶۳۳۰۹ ^{ns}	۴۳۰/۱۶ ^{ns}	۰/۴۵ ^{ns}	۹۴/۶۳ ^{ns}	۶۸/۴۱ ^{ns}	۳	تکرار
۲۲۹/۸۳ ^{**}	۲۶۵۶۸۹/۱۳ ^{ns}	۴۶۰۹۷۸/۲ ^{**}	۹۶۲۰۵۸۹/۹ ^{**}	۵۹۱۶۲۷۵/۲ ^{**}	۲۳۹۵/۱۸ ^{**}	۰/۸۷ [*]	۶۷۱۱۶/۱۳ ^{**}	۶۴/۱۲ ^{**}	۲	آبیاری
۱۹/۰۷	۶۹۲۶۰/۸۴	۱۱۳۱۵۵	۳۷۱۵۶۶/۴۷	۴۶۰۶۲۲/۱۲	۱۱۸۸۴	۰/۰۹۵	۲۳۵/۲۶	۵۷/۹۸	۶	خطای اصلی
۲۵/۷۱ ^{ns}	۱۷۹۱۳۸/۸۵ ^{**}	۵۴۸۷۱/۰۲ ^{**}	۱۳۹۸۴۰/۷۰۲ ^{**}	۹۴۴۴۱۵۴/۶ ^{**}	۲۸۴/۶۸ ^{**}	۰/۱۲۵ ^{ns}	۸۰۶/۶۷ ^{**}	۶۷/۶۳ ^{**}	۵	سطوح کودی
۳۴/۳۹ ^{ns}	۵۷۴۹۷/۹۷ ^{ns}	۳۴۱۳/۴ ^{ns}	۹۷۱۶۴/۴۹ ^{ns}	۱۸۴۳۲۰/۷/۸ ^{ns}	۳۷/۲۳ ^{ns}	۰/۰۶۳ ^{ns}	۷۷/۲۵ ^{ns}	۱۵/۴۳ ^{ns}	۱۰	آبیاری x کود
۱۴/۴۲	۳۳۲۴۲/۱۶	۸۰۶۵/۳	۱۸۶۱۰/۸۵	۲۰۷۰۳۳۲/۱	۵۲/۸۶	۰/۰۸۴	۱۳۶/۳۲	۱۷/۰۷	۴۵	خطای فرعی
۱۰/۸۵	۲۰۳۸	۱۶/۹۷	۱۶/۲۱	۱۶/۸۳	۶/۷	۱۲/۲۳	۱۷/۵۶	۱۴/۷۷		ضرب تغییرات (۱)

ns و ** - به ترتیب سطوح غیرمعنی داری و معنی داری در سطح احتمال خطای ۵ و ۱ درصد را نشان می دهد.

تأثیر کاربرد کودهای ورمی کمپوست و میکوریزا بر عملکرد کمی و کیفی سویا در شرایط تنش کم آبی

جدول ۴. مقایسه میانگین برخی صفات کمی و کیفی سویا

تیمار	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن هزاردانه (gt)	عملکرد زیستی (Kg.ha ⁻¹)	عملکرد دانه (Kg.ha ⁻¹)	عملکرد روغن (Kg.ha ⁻¹)	عملکرد پروتئین (Kg.ha ⁻¹)	روغن دانه (%)	پروتئین دانه (%)
سطوح آبیاری										
آبیاری ترمال (شاهد)	۳۳/۳۸ ^a	۸۳/۴۹ ^a	۷/۵۱ ^a	۱۱۵/۷ ^a	۱۰۰۶۸/۸ ^a	۳۲۱۶/۷ ^a	۶۷۹/۰۹ ^a	۹۷۷/۷ ^a	۲۱/۹۷ ^a	۳۱/۴۳ ^b
تنش کم آبی ملایم	۲۷/۴ ^b	۶۵/۹۹ ^b	۷/۴۲ ^b	۱۰۹/۵۴ ^a	۸۸۴۲/۹ ^a	۲۶۸۹/۹ ^b	۵۴۷/۱۹ ^b	۹۴۰/۸۷ ^a	۲۰/۴۵ ^b	۳۴/۹۹ ^{ab}
تنش کم آبی شدید	۳۳/۰۹ ^b	۵۰/۰۵ ^c	۷/۱۶ ^c	۹۶/۱۶ ^b	۶۹۱۷/۸ ^b	۱۹۵۶/۱ ^c	۳۶۰/۵۹ ^c	۷۵۱/۳۸ ^a	۱۸/۴۴ ^c	۳۸/۵۶ ^a
LSD	۵/۳۷	۱۰/۸۳	۰/۲۱	۷/۷	۱۵۱۶	۴۳۰/۵۷	۹۸/۴۵	۲۴۲/۵۶	۰/۸۸	۴/۰۵
سطوح کودی										
شاهد	۲۴/۴ ^c	۵۴/۸ ^c	۷/۲۷ ^a	۱۰۱/۷۵ ^c	۷۵۱۳/۸ ^c	۲۲۲۴/۸ ^b	۴۳۵/۸ ^b	۷۰۰/۸۳ ^c	۱۹/۷۵ ^b	۳۳/۲۳ ^a
میکوریزا	۲۷/۱۷ ^{bc}	۶۲/۳ ^{bc}	۷/۲۷ ^a	۱۰۳/۷۵ ^c	۸۲۴۷/۸ ^c	۲۴۱۱/۳ ^b	۵۰۱/۸ ^{bc}	۸۳۸/۵ ^{bc}	۱۹/۴۷ ^a	۳۳/۴۳ ^a
تن در هکتار ورمی کمپوست	۲۷/۳۴ ^{bc}	۶۶/۰۴ ^b	۷/۴۰ ^a	۱۰۶/۵ ^{bc}	۷۹۹۸/۹ ^c	۲۴۷۲/۶ ^b	۴۸۲/۲ ^{bc}	۸۳۷/۸ ^{bc}	۲۰/۱۳ ^a	۳۶/۴۳ ^a
تن در هکتار ورمی کمپوست + میکوریزا	۲۷/۸ ^b	۶۵/۳ ^{bc}	۷/۳۳ ^a	۱۰۵/۵ ^{bc}	۸۵۱۳/۴ ^{bc}	۲۵۵۹/۱ ^b	۵۰۷/۸ ^b	۸۹۳/۹ ^{bc}	۲۰/۴۱ ^a	۳۶/۴۹ ^a
تن در هکتار ورمی کمپوست + میکوریزا	۲۹/۶ ^{ab}	۷۱/۳ ^{ab}	۷/۴۱ ^a	۱۱۱ ^{ab}	۹۴۹۹ ^{ab}	۲۹۲۱/۴ ^a	۵۹۶/۳ ^a	۹۴۳/۰ ^b	۲۰/۸۶ ^a	۳۳/۵۵ ^a
تن در هکتار ورمی کمپوست + میکوریزا	۳۱/۳ ^{ab}	۷۹/۰ ^a	۷/۵۱ ^a	۱۱۴/۸ ^{ab}	۹۸۰۵/۹ ^a	۳۱۳۶/۴ ^a	۶۴۷/۶ ^a	۱۱۲۵/۶ ^a	۲۰/۸۱ ^a	۳۶/۵۹ ^a
LSD	۳/۳۹	۹/۶	۰/۲۷	۵/۹۷	۱۱۸۲/۱	۳۴۹/۴۴	۸۶/۴۶	۱۷۵/۵۳	۱/۱۱	۳/۶۶

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد اختلاف آماری معنی‌داری با هم ندارند.

الهام جهانگیری نیا و همکاران

جدول ۵. ضرایب همبستگی ساده بین برخی خصوصیات کمی و کیفی سویا

صفت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۱. تعداد غلاف در بوته	۱									
۲. تعداد دانه در بوته	۰/۸۷**	۱								
۳. تعداد دانه در غلاف	۰/۸۱ ^{ns}	۰/۵۶**	۱							
۴. وزن هزار دانه	۰/۶۹**	۰/۶۴**	۰/۳۱**	۱						
۵. عملکرد بیولوژیک	۰/۷۵**	۰/۸۳**	۰/۶۳**	۰/۷۲**	۱					
۶. عملکرد دانه	۰/۷۵**	۰/۹۰**	۰/۵۴**	۰/۷۱**	۰/۹۵**	۱				
۷. عملکرد روغن	۰/۷۶**	۰/۵۸**	۰/۳۸**	۰/۶۳**	۰/۸۴**	۰/۸۳**	۱			
۸. عملکرد پروتئین	۰/۶۰**	۰/۵۲**	۰/۵۸**	۰/۶۸**	۰/۸۳**	۰/۸۵**	۰/۸۷**	۱		
۹. درصد پروتئین	-۰/۳۱**	-۰/۶۹*	-۰/۸ ^{ns}	-۰/۴۰**	-۰/۲۷*	-۰/۳۵**	-۰/۶۷*	-۰/۳۴**	۱	
۱۰. درصد روغن	۰/۴۳**	۰/۵۶**	۰/۴۴**	۰/۴۷**	۰/۳۶**	۰/۵۴**	۰/۵۸**	۰/۵۰**	-۰/۵**	۱

*، ** و ^{ns} - به ترتیب غیرمعنی داری و معنی داری در سطح احتمال خطای ۵ و ۱ درصد را نشان می‌دهد.

تأثیر کاربرد کودهای ورمی کمپوست و میکوریزا بر عملکرد کمی و کیفی سویا در شرایط تنش کم آبی

۳.۳. تعداد دانه در غلاف

تأمین آب کافی و مناسب از مرحله گلدهی به بعد در تیمار آبیاری نرمال باعث شد بالاترین تعداد دانه در غلاف در این تیمار به دست آید. با افزایش تنش کم آبی تعداد دانه در غلاف کاهش یافت و کمترین میزان آن در تیمار تنش شدید به دست آمد (جدول ۴). دلیل این امر را می توان به افزایش پوکی غلاف بر اثر کاهش تخصیص مواد فتوسنتزی به دانه مرتبط دانست [۱۹]. تیمارهای کودی از لحاظ تعداد دانه در غلاف با هم اختلاف آماری معنی داری نشان ندادند (جدول ۴).

۳.۴. وزن هزاردانه

نتایج حاصل از مقایسه میانگین های سطوح آبیاری از لحاظ وزن هزاردانه نشان می دهد که افزایش شدت تنش کم آبی سبب کاهش وزن هزاردانه می شود، به طوری که کمترین میانگین این صفت در تیمار تنش کم آبی شدید مشاهده شد (جدول ۴). کاهش معنی دار تنش خشکی بر وزن هزاردانه نیز گزارش شد [۱]. نتایج مقایسه میانگین سطوح مختلف کودی از لحاظ وزن هزاردانه نشان می دهد که تیمار کودی ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست + میکوریزا بیشترین وزن هزاردانه را به خود اختصاص داد (جدول ۴). در واقع می توان این گونه تفسیر کرد اثرات تشدیدکننده ای که بین ورمی کمپوست و میکوریزا در اثر کاربرد تلفیقی آنها ایجاد شده است، این کودها توانسته اند با ایجاد یک محیط کشت مناسب و فراهمی عناصر غذایی سبب بهبود فتوسنتز و انتقال و ذخیره بیشتر مواد غذایی در دانه شده و در نهایت وزن هزاردانه را افزایش دهند. این جزء عملکرد نیز با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی داری ($r = 0.71^{**}$) داشت (جدول ۵).

۳.۵. عملکرد زیستی

با افزایش شدت تنش کم آبی از میزان عملکرد زیستی

کاسته شد، به نحوی که کمترین مقدار آن در تیمار تنش کم آبی شدید مشاهده شد (جدول ۴). این نتیجه با یافته های دیگر محققین در این زمینه مطابقت دارد [۲]. بیشترین عملکرد زیستی در تیمار ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست + میکوریزا به دست آمد که از لحاظ آماری با تیمار ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست + میکوریزا اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۴). مصرف کود ورمی کمپوست و میکوریزا باعث افزایش عملکرد زیستی می گردد [۱۸]. بیشترین همبستگی بین عملکرد زیستی و عملکرد دانه ($r = 0.95^{**}$) مشاهده شد (جدول ۵). این مطلب نشانگر آن است که با افزایش کل بیوماس، عملکرد دانه افزایش یافته است. با توجه به اینکه عملکرد دانه حاصل فعالیت فتوسنتزی اندام های گیاهی است و گیاهانی دارای عملکرد دانه بالایی خواهند بود که با توجه به شرایط رشد خود از عوامل تولید بهترین استفاده را برده و مواد فتوسنتزی بیشتری را در اندام های خود تجمع دهند، لذا همبستگی شدید و بالای این دو صفت دور از انتظار نیست.

۳.۶. عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس حاکی از معنی داری تنش کم آبی و سطوح کودی بر عملکرد دانه در سطح احتمال خطای یک درصد است (جدول ۳)، به طوری که کمترین میانگین این صفت در تیمار تنش کم آبی شدید بود (جدول ۴). در شرایط تنش کم آبی شدیدتر گیاه قادر به تحمل تنش نبوده و عملکرد دانه آن کاهش پیدا کرده است، کاهش عملکرد در این شرایط متأثر از کاهش تعداد دانه در بوته بوده است. تنش خشکی در گیاه سویا باعث کاهش تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، وزن خشک کل و شاخص برداشت می گردد [۷]. بیشترین عملکرد دانه در تیمار ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست + میکوریزا به دست آمد که از نظر آماری با تیمار ۵ تن در

الهام جهانگیری نیا و همکاران

۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست + میکوریزا به دست آمد (جدول ۴). باتوجه نتایج به دست آمده به نظر می‌رسد که افزایش سطوح کودی بر درصد روغن اثر معنی‌داری نداشت، ولی عملکرد دانه را افزایش داده است که همین امر موجب افزایش عملکرد روغن گردیده است. عملکرد روغن تحت تأثیر عملکرد دانه است و با افزایش عملکرد دانه، این صفت نیز افزایش می‌یابد [۲۳]. در مورد صفت عملکرد پروتئین اگرچه تمامی سطوح آبیاری در یک گروه آماری قرار گرفتند، ولی بین تیمارهای آبیاری نرمال و تنش شدید کم‌آبی اختلاف ۲۳ درصدی عملکرد پروتئین مشاهده شد (جدول ۴).

۳.۸. درصد روغن و پروتئین دانه

تنش کم‌آبی درصد روغن دانه را کاهش داد، به طوری که بیشترین درصد روغن در آبیاری نرمال به دست آمد (جدول ۴) که با نتایج دیگر تحقیقات در این زمینه مطابقت دارد [۲]. احتمالاً تنش کم‌آبی در سویا با کاهش ظرفیت دانه در جذب آسمیلات‌ها و تبدیل آنها به روغن، باعث تأثیر منفی بر درصد روغن دانه شده است. با افزایش شدت تنش کم‌آبی درصد پروتئین افزایش یافت (جدول ۴)، به طوری که بیشترین میزان پروتئین دانه در تیمار تنش شدید به دست آمد. در شرایط تنش کم‌آبی به علت کوچک شدن اندازه دانه، پروتئین حجم بیشتری از فضای دانه را نسبت به شرایط غیرتنش اشغال کردند [۵]. همچنین، بین درصد روغن و پروتئین همبستگی منفی و معنی‌داری وجود داشت ($r = -0.5^{**}$). همبستگی منفی و معنی‌داری نیز بین درصد پروتئین دانه و وزن هزاردانه ($r = -0.40^{**}$) مشاهده شد (جدول ۵). لذا، اندازه بذر با درصد پروتئین موجود در آن همبستگی منفی داشت و هرقدر اختصاص مواد فتوسنتزی به دانه بیشتر باشد، پروتئین کمتری در دانه تجمع می‌یابد. درصد روغن و پروتئین دانه تحت تأثیر

هکتار ورمی کمپوست + میکوریزا اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۴). با توجه به آزادسازی تدریجی عناصر توسط ورمی کمپوست به خاک به نظر می‌رسد جذب عناصر ماکرو و میکرو توسط گیاه در سال اول به کندی صورت گرفته است و در واقع میکوریزا توانسته شرایط مناسبی را برای بهبود فعالیت‌های میکروبی مفید در خاک مهیا کند و از طریق گسترش شبکه‌های هیفی خارجی عناصر موجود در خاک که جذب کلونیدهای خاک شده‌اند. همچنین، عناصر رها شده از ورمی کمپوست را در اختیار گیاه قرار دهد که این از اثرات سودمند کاربرد تلفیقی این کودها برای گیاه میزبان است که از طریق یک ایجاد محیط کشت مناسب و فراهمی عناصر غذایی، موجب بهبود رشد و نمو گیاه می‌شود. این موضوع با نتایج سایر پژوهشگران نیز مطابقت دارد [۱۰].

۳.۷. عملکرد روغن و پروتئین

با افزایش شدت تنش کم‌آبی، میزان عملکرد روغن کاهش یافت، به طوری که کمترین میزان این صفت در تیمار تنش شدید به دست آمد (جدول ۴). با افزایش تنش کم‌آبی به علت کاهش عملکرد دانه و درصد روغن در تنش‌های ملایم و شدید نسبت به تیمار شاهد به ترتیب حدود ۴۷ و ۲۰ درصد کاهش در عملکرد روغن مشاهده شد. وجود همبستگی بالا و معنی‌دار بین عملکرد دانه و عملکرد روغن ($r = 0.83^{**}$) مؤید این مطلب است که هرقدر عملکرد دانه افزایش پیدا کند، عملکرد روغن نیز افزایش می‌یابد (جدول ۵). در مجموع، افزایش شدت تنش باعث کاهش عملکرد روغن شد. کاهش زیاد عملکرد روغن به علت تأثیر تنش در کاهش ظرفیت دانه‌ها برای تجمع روغن و کاهش درصد روغن دانه‌ها، همچنین کاهش عملکرد دانه است. این نتیجه با یافته‌های سایر محققان در این زمینه مطابقت دارد [۶]. بیشترین میزان عملکرد روغن در تیمار

به‌زرعی کشاورزی

تأثیر کاربرد کودهای ورمی کمپوست و میکوریزا بر عملکرد کمی و کیفی سویا در شرایط تنش کم آبی

نیز دخیل بوده است و با کاهش این اثرات منفی توانسته اند سبب تولید محصول و حفظ عملکرد در حد قابل قبولی شود.

۵. تشکر و قدردانی

بدین وسیله از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان قدردانی می‌شود.

منابع

۱. بهتری ب، دباغ محمدی نسب ع، قاسمی گلغدانی ک، زهتاب سلماسی س و تورچی م (۱۳۸۷) اثر تنش کم آبی بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم سویا. دانش کشاورزی. ۱۸(۳): ۱۳۵-۱۲۵.
۲. پورموسوی م، کلوی م، دانشیان ج، قنبری ا و بصیرانی ن (۱۳۸۴) تأثیر کودهای دامی بر شاخص‌های رشد و ویژگی‌های زراعی و فیزیولوژیکی سویا در شرایط تنش رطوبتی. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل.
۳. خواجویی نژاد غ، کاظمی ح، آلیاری ه، جوانشیر ع و آروین س م ج (۱۳۸۳) اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و تراکم کاشت بر ویژگی‌های رشد، عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم سویا در کشت دوم. دانش کشاورزی. ۱۴(۲): ۷۰-۵۷.
۴. دانشیان ج (۱۳۷۸) مطالعه اکوفیزیولوژیک تنش کم آبی بر سویا. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات. تهران. رساله دکتری. ۲۵۰ ص.
۵. دانشیان ج، نورمحمدی ق، مجیدی هروان ا و جنوبی پ (۱۳۸۱) تأثیر تنش خشکی و مقادیر مختلف پتاسیم بر خصوصیات کمی و کیفی سویا. علوم کشاورزی. ۱(۸): ۱۰۸-۹۵.

تیمارهای کودی قرار نگرفت. در پژوهش مشابه دیگری نیز غیرمعنی‌داری سطوح مختلف ورمی کمپوست بر درصد پروتئین دانه سویا گزارش شده است [۲۲]. با افزایش کود نیتروژن در شرایط کمبود گوگرد اسیدآمین‌های آزاد افزایش یافته و ساختار پروتئین‌ها تکمیل نمی‌شود [۲۱]. در این آزمایش، اگرچه ورمی کمپوست فراهمی عناصر میکرو و ماکرو به خصوص نیتروژن را برای گیاه باعث شده است، ولی به نظر می‌رسد حضور گوگرد برای جذب نیتروژن به مقدار کافی ضروری است و به دلیل عدم مصرف کود گوگردی در این آزمایش، میزان پروتئین دانه تحت تأثیر تیمارهای کودی معنی‌دار نشده است.

۴. نتیجه‌گیری

از نتایج به دست آمده در تحقیق حاضر می‌توان نتیجه‌گیری کرد که تنش کم آبی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا رقم ۱۷۱۷ دارد. تنش کم آبی عملکرد دانه را حدود ۴۰ درصد و تعداد غلاف و دانه در بوته را نیز به ترتیب ۳۰ و ۴۰ درصد کاهش داد، درحالی‌که این کاهش در رابطه با وزن هزاردانه حدود ۱۶ درصد بود، بنابراین می‌توان گفت که تعداد دانه و غلاف در بوته به عنوان مهم‌ترین اجزای عملکرد در برنامه‌های اصلاحی در رابطه با مقاومت به تنش‌ها باید مدنظر گرفته شود. در این آزمایش، اگرچه اثر متقابل تیمارهای کودی و تنش کم آبی بر اجزای عملکرد و عملکرد دانه معنی‌دار نشد، ولی تیمارهای تلفیقی ۵ و ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست عملکرد دانه را به ترتیب حدود ۲۹ و ۲۳ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش دادند. این امر نشان دهنده این است که کاربرد کودهای ورمی کمپوست و میکوریزا به صورت تلفیقی علاوه بر تأمین بخش زیادی از عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و استقرار بهتر میکروارگانیسم‌های خاک‌زی برای تناوب‌های بعدی، در تعدیل اثرات منفی تنش کم آبی

به‌زراعی کشاورزی

الهام جهانگیری نیا و همکاران

۱۳. مرادی تلاوت م ر و سیادت س ع (۱۳۹۱) معرفی و تولید گیاهان دانه روغنی. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی. تهران.
14. Al-Karaki G, Mc Michael B and Zak G (2004) Field response of wheat to arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress. *Mycorrhiza*. 14: 263-269.
15. Arancon NQ, 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.
16. Atiyeh RM, Arancon NQ, Edwards CA and Metzger JD (2002) The influence of earthworm-processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. *Bioresource Technology*. 81: 103-108.
17. Azarpoor E, Moradi M and Bozorg HR (2012) Effect of Vermicompost application and seed inoculation with biological nitrogen fertilizer under different plant densities in Soybean (*Glycin max* L. cultivar, Williams). *African Journal of Agricultural Research*. 7(10): 1534-1541.
18. 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.
19. De Souza PI, Egli DB and Braeming WP (1997) Water stress during seed filling and leaf senescence in soybean. *Agronomy*. 89: 807-812.
20. Elwan LM (2001) Effect of soil water regimes and inoculation with mycorrhizae on growth and nutrients content of maize plants. *Zagazig Journal of Agriculture Research*. 28: 163-172.
21. Grant CA and Bailey LD (1993) Fertility management in canola production. *Canadian Journal of Plant Science*. 73: 651-670.
۶. دانشیان ج، هادی ح و جنوبی پ (۱۳۸۸) ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی ژنوتیپ‌های سویا در شرایط کم‌آبی. *علوم زراعی ایران*. ۱۱(۴): ۳۹۳-۴۰۹.
۷. شافعی س (۱۳۸۴) بررسی تأثیر کم‌آبی بر برخی از خصوصیات فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و زراعی ارقام مختلف سویا. دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج. پایان نامه کارشناسی ارشد.
۸. شاهمرادی ش (۱۳۸۲) بررسی اثر تنش خشکی بر روی صفات کمی و کیفی ارقام و لاین‌های پیشرفته سویا. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تهران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد.
۹. صباحی ح، میرزایی تالار پشته ر، فرزانه س و مهدوی دامغانی ع م (۱۳۸۴) کتاب جامع کود زیستی (ترجمه). انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.
۱۰. علیزاده ا، علیزاده ا و آریانال (۱۳۸۸) بهینه‌سازی مصرف نیتروژن و فسفر در زراعت پایدار ذرت با استفاده از میکوریزا و ورمی‌کمپوست. یافته‌های نوین کشاورزی. ۳(۳): ۳۱۶-۳۰۳.
۱۱. قلی‌نژاد ا، آینه‌بند ا، حسن‌زاده قورت‌تپه ع، برنوسی ا و رضایی و ح (۱۳۸۸) بررسی اثر تنش خشکی با سطوح نیتروژن و تراکم بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص برداشت رقم ایروفلور آفتابگردان. پژوهش‌های تولید گیاهی. ۲۷-۱: ۱۶(۳).
۱۲. محلوجی م، موسوی س ف و کریمی م (۱۳۷۹) اثر تنش رطوبتی و تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه لوبیا چیتی. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۴(۱): ۶۷-۵۷.

به زراعی کشاورزی

تأثیر کاربرد کودهای ورمی کمپوست و میکوریزا بر عملکرد کمی و کیفی سویا در شرایط تنش کم آبی

22. Kazemi Moghadam M, Hassanpour Darvishi H and Javaheri M (2014) Evaluation agronomic traits of soybean affected by vermicompost and bacteria in sustainable agricultural system. International Journal of Biosciences. 5(9): 406-413.
23. Mujaya IM and Yerokan OA (2003) Respones of sesame (*Sesamum indicum* L.) to plant population and nitrogen fertilizer in north-central Zimbabwe. Sesame and Safflower Newsletter. 18: 64-69.
24. Orozco FH, Cegarra J, Trujillo LM and Roig A (1996) Vermicomposting of coffee pulp using the earthworm *Eisenia fetida*: Effects on C and N contents and the availability of nutrients. Biology and Fertility of Soils. 22: 162-166.
25. Porim Test Methods (1995) Determination of Peroxide Value. Methods of test for palm oil and palm oil and products. Palm Oil Research Institute of Malaysia. Malaysia.