مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی
جلد اول، شماره سوم، پاییز ۸۷
۸۲- ٦٥
www.ejcp.info

تأثیر تریکودرما (*Trichoderma* spp.) و انواع مختلف کودهای آلی بر رشد و نمو سویا [*Glycine max* (L). Merril]

محمد یزدانی[۱]، همت‌اله پیردشتی[۲]، محمدعلی تاجیک[۲] و محمدعلی بهمنیار[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد، [۲]استادیار، [۳]دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۷/۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۱۰/۲۸

چکیده

بررسی موجودات خاکزی و برهم‌کنش روابط همزیستی مفید بین اجزاء بوم‌نظام در زنجیره‌های غذائی و چرخه‌های حیاتی یکی از مباحث نوین کشاورزی پایدار در مدیریت منابع خاک است. به‌منظور بررسی اثرات دو گونه تریکودرما و انواع کودهای آلی بر رشد و نمو گیاه سویا آزمایشی در گلخانه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سال ۱۳۸۷ به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی با چهار تکرار و به‌صورت گلدانی انجام شد. چهار بستر کاشت شامل، خاک مزرعه (شاهد)، ورمی‌کمپوست و کمپوست زباله (۲۰ تن در هکتار) و کود دامی (۳۰ تن در هکتار) و دو گونه تریکودرما (*T. harzianum*، *T. viride*)، به‌همراه شاهد (بدون تلقیح) به‌عنوان عوامل مورد بررسی در نظر گرفته شدند. نتایج آزمایش نشان داد که مصرف کمپوست زباله شهری، ورمی‌کمپوست و کود دامی به‌همراه قارچ *T. viride* به‌ترتیب ۱۹/٦، ۳۷/۷ و ۱۸/۳ درصد وزن ریشه را نسبت به شاهد افزایش داد. تلقیح هر دو نوع تریکودرما و مصرف کمپوست زباله شهری و کود دامی سبب افزایش معنی‌دار وزن ساقه و گیاهچه شدند. همچنین مصرف هر دو گونه تریکودرما به‌همراه کود دامی و کمپوست زباله درصد ظهور اولیه گیاهچه را نسبت به شاهد افزایش داد و از نظر درصد ظهور نهائی قارچ *T. harzianum* فقط با افزودن کمپوست زباله اثر افزایشی داشته است. تلقیح قارچ *T. harzianum* نیز سبب افزایش سرعت ظهور تجمعی گیاهچه نسبت به شاهد (بدون تلقیح) شده است.

واژه‌های کلیدی: تریکودرما، سویا، کمپوست زباله، کود دامی، ورمی‌کمپوست

*- مسئول مکاتبه: pirdasht@yahoo.com

مقدمه

کشاورزی پایدار یک فرایند زیستی است که سعی در پیاده‌سازی خصوصیات کلیدی یک اکوسیستم طبیعی دارد. در این رهیافت، هدف تقویت و افزایش دراز مدت حاصل‌خیزی خاک، کنترل زیستی آفات و بیماری‌ها، کاهش یا حذف کودهای شیمیایی و مواد حاصل‌خیز کننده است. در سال‌های اخیر ضرورت مطالعه ویژگی‌های زیستی منطقه رشد ریشه در راستای کشاورزی پایدار به‌منظور بهبود تغذیه و رشد گیاه، بسیار مورد توجه قرار گرفته است. همچنین در همین راستا تولید کود آلی (کمپوست) به طریقه بیوتکنولوژی و از کلیه منابع آلی از جمله زباله‌های خانگی، ضایعات کشاورزی (باگاس نیشکر، ضایعات پسته و چای، کاه و کلش غلات، سبوس برنج و...) و بازیافت (لجن) فاضلاب‌های شهری و خانگی و غیره صورت می‌گیرد (ملکوتی، ۱۹۹۹).

قارچ‌های تریکودرما گروهی از میکروارگانیسم‌های خاکزی بوده که نقش اصلی آنها در تبدیل بازمانده های آلی و تولید کمپوست می‌باشد (بالاک و همکاران، ۲۰۰۵). این قارچ‌ها قادرند به راحتی و به‌طور سریع عمل تخمیر و تجزیه سلولز، همی‌سلولز و لیگنین را انجام داده و در تولید کمپوست بسیار مفید باشند (هارمن و همکاران، ۲۰۰٤).

همچنین، بررسی محققین حاکی از آن است که گونه‌های تریکودرما تحت مکانیسم‌های خاصی سبب افزایش رشد گیاهان می‌شوند. از جمله مکانیسم‌های بیان شده می‌توان به کنترل زیستی بیماری‌های خاکزی با ترشح آنزیم (برونر و همکاران، ۲۰۰۵؛ سینگ و همکاران، ۲۰۰۷)، تولید آنتی‌بیوتیک (آنیجا و همکاران، ۲۰۰۵) و نفوذ در بدنه قارچ‌های بیماری‌زا (هارمن و همکاران، ۲۰۰۵؛ وارا و همکاران، ۲۰۰۰)، دفع مسمومیت و افزایش انتقال قند و اسید آمینه در ریشه گیاهان، ایجاد مقاومت‌القائی[1] در برابر تنش‌های محیطی، افزایش جذب عناصر غذایی با افزایش حلالیت عناصر، ترشح هورمون‌های رشد و شبه‌هورمون و تولید آنزیم‌های زیلاناز و سلولاز که می‌توانند به‌طور مستقیم تولید اتیلن را در گیاه در واکنش به حضور عامل بیماری زا تحریک نمایند، اشاره نمود (گراول و همکاران، ۲۰۰۷؛ شارما و همکاران، ۱۹۹۹).

بررسی چاکون و همکاران (۲۰۰۷) نشان داد که تیمار قارچ تریکودرما بر ریشه نشاء توتون، سبب افزایش وزن تر (۱٤۰٪)، سطح برگ (۳۰۰٪)، ریشه‌های جانبی (۳۰۰٪) و برگ (۱٤۰٪) شد. آلتیناس و بال (۲۰۰۸) در بررسی قارچ تریکودرما بر رشد و توسعه پیاز در محیط کشت کمپوست گزارش کردند

1- Induced Resistance

که وزن تر گیاهچه به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش یافت و در تیمارهایی که مواد آلی و عناصر غذایی به همراه قارچ مصرف شد، عملکرد قابل عرضه به بازار به‌طور معنی‌داری افزایش یافت.

محققین معتقدند که شرایط فیزیکوشیمیائی خاک بر بقاء و روند تغییرات جمعیت تریکودرما مؤثر می‌باشد (روحانی، ۲۰۰٤؛ سینگ و همکاران، ۲۰۰۷). بررسی‌ها نشان می‌دهد که با افزایش درصد مواد آلی خاک جمعیت تریکودرما نیز افزایش می‌یابد. بعضی از گونه‌های تریکودرما از جمله *T. harzianum* و *T. viride* با برخورداری توأم از خواصی مثل میکوپارازیتیسم[1]، آنتی بایوزیس[2]، و قابلیت رقابت ساپروفیتی[3] قادرند جمعیت قارچ‌های بیماریزا را به میزان قابل توجهی کاهش دهند (سلطانی و همکاران، ۲۰۰۵؛ نیک نژاد و همکاران، ۱۹۹۹) ولی در شرایط طبیعی به‌دلیل پائین بودن واحدهای تکثیری آنها در خاک، به نحو موثری درکنترل بیماری‌های قارچی موثر نیستند (کاوال کانت و همکاران، ۲۰۰۸). بنابراین باید با اضافه کردن قارچ تریکودرما به خاک جمعیت آنها را افزایش داد (بنت و ویپ، ۲۰۰۸). دانه سویا به‌عنوان یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی پروتئینی، به‌طور متوسط دارای ٤۰٪ پروتئین و ۲۰٪ روغن می‌باشد که از کنجاله آن هم به‌طور گسترده‌ای برای تغذیه دام و طیور استفاده شده و علاوه بر آن به‌دلیل تثبیت نیتروژن، نقش مهمی در حاصلخیزی و بهبود خاک دارد. این گیاه در برابر عوامل بیماری‌های پیتیوم[4]، فیتوفتورا[5]، فوزاریوم[6] و رایزوکتونیا[7] آسیب پذیر می‌باشد (سالمی، ۱۹۹۹). با توجه به موارد مطرح شده و کاربرد روزافزون کودهای آلی در راستای کشاورزی پایدار، در این طرح اثرات دو گونه قارچ تریکودرما در حضور انواع مختلف این کودها بر بهبود رشد و نمو گیاه سویا مورد ارزیابی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سال ۱۳۸۷ به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی با چهار تکرار و به‌صورت گلدانی انجام شد. چهار بستر کاشت، خاک مزرعه (شاهد)، ورمی‌کمپوست (منشاء کود گاوی و ضایعات نیشکر) و کمپوست زباله شهری (۲۰ تن

1- Mycoparasitism
2- Antibiosis
3- Competitive Saprophytic Ability
4- *Pythium*
5- *Phytophthra*
6- *Fusarium*
7- *Rhizoctonia*

در هکتار) و کود دامی (۳۰ تـن در هکتـار) و دو گونـه تریکودرمـا (*T. harzianum*، *T. viride*)، به‌همراه شاهد (بدون تلقیح) به‌عنوان عوامل مورد بررسی در نظر گرفته شد. از خاک، کمپوسـت زبالـه شهری، ورمی‌کمپوست و کود گاوی مـورد اسـتفاده در آزمـایش نمونـه بـرداری شـده و خـصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها تعیین گردید (جدول‌های ۱ و ۲).

جدایه‌های قارچ تریکودرما از مجموعه قارچ‌های زنده آزمایشگاه قارچ شناسی تهیه گردیـد. بـرای شروع آزمایش جهت تکثیر جدایه‌های مزبور ابتدا این جدایه‌ها در محیط کشت PDA (عصاره سـیب زمینی، دکستروز و آگار) به‌مدت یک هفته در دمـای ۲۵ درجـه سلـسیوس تکثیـر و پـس از پـنج روز اسپورزایی در محیط کشت سبوس گندم بر اساس بررسی‌های کاوال کانت و همکـاران (۲۰۰۸) تکثیـر شدند. محیط کشت مورد استفاده قبلا در اتوکلاو به‌مدت ۳۰ دقیقه و در حرارت ۱۲۰ درجه سلسیوس و فشار ۱/۵ اتمسفر استریل شد. مقدار ده گرم از محیط کشت سبوس و اسپورهای قارچ تریکودرما به تعداد 10^8 واحد کلونی ساز در هرگرم که با لام هموسیتومتر[1] شمارش شـد و بـه خـاک هرگلـدان دو کیلوگرمی افزوده شد و کاملا با آن مخلوط گردید. جهت بررسی نوع مـاده آلـی و بـا توجـه بـه‌میـزان استفاده رایج این مـواد در کـشت سـویا، سـی تـن در هکتـار کـود دامـی، کمپوسـت زبالـه شـهری و ورمی‌کمپوست براساس بیست تن در هکتار و با تعمیم دادن آن به حجم خاک گلدان، با خاک گلـدان مخلوط شده و تعداد هشت بذر سویا رقم هیل در هر گلدان کاشته و آبیاری گردیـد. گلـدان‌هـا بطـور روزانه مورد بازدید قرار گرفته و تعداد گیاهچه‌هـای ظـاهر شـده تـا ۸ روز پـس از کاشـت یادداشـت گردید. سپس درصد ظهور اولیه گیاهچه‌ها (٤ روز پس از کاشت) درصد ظهور نهـایی گیاهچـه‌هـا (۸ روز پس از کاشت) زمان لازم برای ظهور ۵۰ درصـد گیاهچـه‌هـا و زمـان لازم بـرای حـداکثر ظهـور گیاهچه‌ها (برحسب تعداد روز از زمان کاشت) تعیین شده و متوسط زمان ظهور گیاهچه‌هـا (MET)[2] با استفاده از رابطه زیر تعیین شد (اورکارد، ۱۹۹۷).

$$\mathrm{MET} = \sum \frac{fxi}{F} \qquad \text{(رابطه ۱)}$$

در این رابطه fx تعداد گیاهچه‌های ظاهر شده در میانه دوره ظهورگیاهچه‌ها (روز چهارم) و F حداکثر تعداد گیاهچه‌های ظاهر شده در این دوره می باشند. سرعت ظهور گیاهچه‌ها[3] با استفاده از رابطه زیـر تعیین گردید (اورکارد، ۱۹۹۷).

1- Hemocytometer
2- Mean Emergence Time (MET)
3- Field Emergence Rate (FER)

رابطه (۲)
$$FER = \frac{\text{درصد ظهور نهایی گیاهچه‌ها}}{\text{تعداد روز از کاشت تا پایان یادداشت‌برداری}}$$

سرعت ظهور تجمعی (CER)[1] گیاهچه‌ها نیز از روز دوم تا روز هشتم با استفاده از رابطه زیر مشخص گردید (اورکارد، ۱۹۹۷):

(رابطه۳)
$$CER = \frac{\text{تعداد گیاهچه‌های شمارش شده}}{\text{تعداد روز تا شمارش نخست}} + \ldots\ldots\ldots + \frac{\text{تعداد گیاهچه‌های شمارش شده}}{\text{تعداد روز تا شمارش نخست}}$$

شاخص بنیه گیاهچه (SVI)[2] نیز با استفاده از رابطه زیر تعیین شد (عبدالباقی و آندرسون، ۱۹۷۳):

(رابطه ٤) شاخص بنیه گیاهچه = قابلیت جوانه زنی × وزن خشک گیاهچه

همچنین به‌منظور بررسی تاثیر تیمارهای آزمایش بر بنیه گیاهچه در مزرعه و ویژگی‌های مرتبط، ٤٥ روز پس از کاشت، پس از اندازه‌گیری محتوی کلروفیل از وسط بزرگترین برگ توسعه یافته با استفاده از دستگاه کلروفیل‌متر[3]، ارتفاع بوته‌ها برحسب سانتی‌متر تعیین شد. سپس تمامی بوته‌ها همراه با ریشه از گلدان خارج و تعداد گره‌های تثبیت کننده ازت در ریشه شمارش گردید. وزن خشک اندام‌های هر بوته نیز با قرار دادن در آون به‌مدت ٤٨ ساعت در دمای ۷۵ درجه سلسیوس و توزین با ترازوی دقیق با دقت ۰/۰۰۱گرم تعیین شد. در نهایت داده‌های آزمایش با نرم‌افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و مقایسه میانگین هر صفت به کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک و پنج درصد انجام شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در این آزمایش.

آهن	منگنز	روی	مس	پتاسیم	فسفر	ماده آلی	ازت کل	هدایت الکتریکی	اسیدیته	بافت خاک	ذرات خاک (درصد)		
قابل جذب (میلی گرم در کیلو گرم)							(درصد)	(m.mohs/cm)	(pH)		رس	سیلت	شن
۵۰/٤۷	۱۲/۸۰	۱/۱۲	۳/٦۳	۳٦۷/۳	۱۲/۳	۳/٤۸	٪۱۹/۳	۱/٤۰	۷/۵	رس سیلتی	٤۷/۳	٤۲/۱	۱۰/٦

1- Cumulating Emergence Rate (CER)
2- Seedling Vigour Index (SVI)
3- SPAD – 502 Minolta, Japan

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی کمپوست زباله شهری، ورمی کمپوست و کود گاوی مورد استفاده در آزمایش.

	اسیدیته	نسبت C/N	فسفر قابل جذب (درصد)	نیتروژن	پتاسیم قابل جذب	منگنز	مس	روی	آهن
				میلی‌گرم بر کیلوگرم					
کمپوست زباله	۷/٤۱	۱۱/۱٤	۰/٤٥	٥۸۳۲/۱۲	۸٤۸٥/۷٦	۲٥۱/۹٦	۳٦۲/۱۸	۷٦٦/۳۹	۷۱٥٤/۸۱
ورمی کمپوست	۸/۰٥	۱۱/٤٥	۰/٦۲	۱۸۳۳/۹۱	٦۲۲۸/۰۲	۳٥۱/٦۰	۹۲/۱۲	٥۱/۷۱	٥٤٦٥/۳٥
کود گاوی	۸/۱۸	۱۳/۲۳	۰/۷٦	۲۳۸۰/۲٥	٦۸۰/۸	۹۳/٤٥	۳/۷۸	۳٦/۹۳	٤٥۱/۳۹

نتایج و بحث

بررسی نتایج نشان داد که طول و وزن ریشه، نسبت ریشه به ساقه، وزن گیاهچه و تعداد گره تحت تأثیر نوع ماده آلی مصرفی قرار گرفت. اثرات قارچ تریکودرما بر اکثر خصوصیات مورد بررسی بر روی گیاهچه سویا معنی‌دار شد. همچنین برهم‌کنش نوع کود آلی و قارچ تریکودرما بر کلیه صفات مورفولوژیکی گیاه سویا به جزء طول ساقه اثر معنی‌داری داشته است (جدول ۲). مصرف مواد آلی مختلف اثرات معنی‌داری بر درصد ظهور اولیه و متوسط ظهور گیاهچه داشته است. تلقیح قارچ تریکودرما نیز درصد ظهور اولیه، نهائی و متوسط زمان ظهور، سرعت ظهور تجمعی و سرعت ظهور و شاخص بنیه گیاهچه را نیز به‌طور معنی‌داری تغییر داد. همچنین نوع قارچ و کود آلی بر درصد ظهور اولیه، درصد ظهور نهایی و سرعت ظهور تجمعی اثر متقابل معنی‌داری نشان دادند (جدول ۳).

بررسی اثرات ساده میانگین‌ها نشان داد که در گلدان های شاهد و مصرف کود دامی بوته‌های سویا طول ریشه بیشتری نسبت به ورمی‌کمپوست داشتند و بین مصرف کمپوست زباله و ورمی‌کمپوست تفاوت معنی‌داری از این نظر وجود نداشت. از نظر وزن ریشه مصرف کمپوست زباله شهری بیشترین و شاهد (بدون کود آلی) و ورمی‌کمپوست کمترین وزن ریشه را داشتند.

مصرف مواد آلی مختلف تفاوت معنی‌داری را روی طول و وزن ساقه ایجاد نکرده است. وزن گیاهچه و تعداد گره، تحت تأثیر کاربرد کمپوست زباله و کود دامی نسبت به شاهد و ورمی‌کمپوست به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ٤). بررسی‌ها نشان می‌دهد مصرف کودهای آلی به واسطه فراهمی فسفر و بیشتر عناصر کم مصرف سبب افزایش رشد و عملکرد گیاهان می‌شود که رفع کمبود عناصر غذایی کم مصرف به‌وسیله مواد آلی، به‌علت قدرت کمپلکس‌کنندگی این مواد عنوان شده است (ملکوتی و همایی، ۲۰۰٤).

جدول ۲- میانگین مربعات اثرات دو گونه تریکودرما و انواع مختلف کودهای آلی بر رشد و نمو گیاه سویا.

منبع تغییرات	درجه آزادی	طول ریشه	وزن ریشه	طول ساقه	وزن ساقه	وزن گیاهچه	نسبت ریشه به ساقه	تعداد گره تثبیت کننده نیتروژن
تکرار	۳	۱۸/۰٦	۰/۰۱	۰/۰٦	۰/۰۷	۰/۱۷	۰/۰٤	۰/۱۰
کود آلی (A)	۳	۲۲/۵۷*	۰/۰٤۷**	۷/۲٤^{ns}	۰/۱۱^{ns}	۰/۲۷**	۰/۰۳*	۲/٦۳**
تریکودرما (B)	۲	۳۰/۰٦*	۰/۰۵۷**	۸/٦۸*	۰/٦۰۱**	۰/۹۷**	۰/۰۳*	۰/۹٤**
A×B	٦	۱۹/۲۵*	۰/۰۰۵*	۳/٤۰^{ns}	۰/۱۱۱*	۰/۱۳*	۰/۰۲*	۰/۳۳*
خطای کل	۳٦	٦/٦٤	۰/۰۰۲	۳/۳۹	۰/۰٤۱	۰/۰٤	۰/۰۰۸	۰/۱٤۵
ضریب تغییرات	-	۱۳/۸۸	۱۱/٤۷	٦/۹۳	۱۱/۵۳	۹/۵۳	۱۲/۹۳	۱۷/۰۰

*،** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪ و ns عدم تفاوت معنی‌دار

بررسی میانگین اثرات تلقیح تریکودرما روی صفات نشان داد که کاربرد گونه *T. viride* طول ریشه، وزن ریشه، ساقه و وزن گیاهچه را نسبت به گونه *T. harzianum* و شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش داد (جدول ٤). گراول و همکاران (۲۰۰۷) نیز افزایش رشد ریشه و ساقه بوته‌های گوجه فرنگی تحت تأثیر این قارچ را به واسطه تولید هورمون‌های رشد مانند ایندول استیک اسید گزارش نمودند. همچنین کاربرد قارچ تریکودرما سبب افزایش معنی‌دار وزن ریشه و وزن گیاهچه شده است اما از نظر طول ریشه و نسبت ریشه به ساقه و تعداد گره بین تلقیح قارچ *T. harzianum* و شاهد تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. تلقیح قارچ *T. viride* سبب افزایش معنی‌دار رشد طولی ریشه، وزن ساقه، وزن گیاهچه و تعداد گره شده است.

جدول ۳- میانگین مربعات اثر دو گونه تریکودرما و انواع کودهای آلی بر برخی ویژگی‌های ظهور گیاهچه سویاز.

منبع تغییرات	درجه آزادی	درصد ظهور اولیه	درصد ظهور نهایی	متوسط زمان ظهور	سرعت ظهور تجمعی	سرعت ظهور	شاخص بنیه گیاهچه	کلروفیل SPAD
تکرار	۳	۲٦۰/٤	۱۹۲/۲	۰/۰٤	۱/۲٤	۳/۹۲	۲/۵۲	۲٤/٦۷
کود آلی(A)	۳	۲۳٤/۳*	۱٦۸/۱^{ns}	۰/۰٦۳**	۰/٤۵^{ns}	۳/٤٤^{ns}	۷/۳۵^{ns}	٤/٤٤^{ns}
تریکودرما (B)	۲	۷۸٤/۵*	٤۳/٦*	۰/۰۳۷*	۳/۹۰**	۸/۲۵*	۵۲/۸**	۰/۰۱^{ns}
A × B	٦	۲٤/٦*	۲۱۷/۰*	۰/۰۰۷^{ns}	۱/۰٦*	٤/٤۳^{ns}	۷/٤۸^{ns}	٤/۱۲^{ns}
خطای کل	۳٦	۷۵/۹۵	۱۰۳/۰	۰/۰۰۸	۰/٤٤	۲/۱۱	٤/۸۸	۳/۸۱
ضریب تغییرات	-	۱٦/۰۸	۱۱/۷۷	۱٤/۲۱	۱۳/۳۷	۱۱/۷۹	۱۱/۸۵	۵/۲۷

*، ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪ و ns عدم تفاوت معنی‌دار

مصرف کمپوست زباله شهری و ورمی‌کمپوست درصد ظهور اولیه و متوسط ظهور گیاهچه را به‌طور معنی‌داری افزایش داد (جدول ۵). مک کالوم و همکاران (۱۹۹۸) در بررسی‌های تعیین تأثیر کمپوست بر روند رشد در گندم گزارش نمودند که کمپوست موجب افزایش جوانه زنی و ماده خشک تولیدی در مقایسه با تیمار بدون کمپوست شده است. صفاتی مانند سرعت ظهور تجمعی، سرعت ظهور، شاخص بنیه گیاهچه و محتوی کلروفیل تحت تاثیر نوع مواد آلی قرار نگرفتند.

جدول ٤- میانگین اثرات ساده گونه‌های تریکودرما بر رشد و نمو گیاه سویا.

منبع تغییرات	طول ریشه (سانتی‌متر)	وزن ریشه (گرم)	طول ساقه (سانتی‌متر)	وزن ساقه (گرم)	وزن گیاهچه (گرم)	نسبت ریشه به ساقه	تعداد گره تثبیت‌کننده نیتروژن
کود آلی							
شاهد	۲۰/۰^{a}	۰/۳٦^{c}	۲٦/۰^{ab}	۱/٦۸^{a}	۲/۰۵^{b}	۰/۷۷^{a}	۱/٦۷^{c}
کود دامی	۱۹/٤^{ab}	۰/٤٤^{b}	۲۷/۵^{a}	۱/۸٤^{a}	۲/۲۸^{a}	۰/۷۰^{ab}	۲/۷۱^{a}
کمپوست‌زباله	۱۷/۷^{bc}	۰/٤۹^{a}	۲٦/۷^{ab}	۱/۸۵^{a}	۲/۳٤^{a}	۰/٦۷^{b}	۲/۵۰^{a}
ورمی‌کمپوست	۱۷/۰^{c}	۰/۳٦^{c}	۲۵/۹^{b}	۱/٦۸^{a}	۲/۰۵^{b}	۰/٦۵^{b}	۲/۰۵^{b}
گونه‌های تریکودرما							
T. harzianum	۱۸/۰^{b}	۰/٤۲۳^{b}	۲۷/۱^{a}	۱/۷۵^{b}	۲/۱٦^{b}	۰/٦٦^{b}	۲/۲۵^{ab}
T. viride	۲۰/۱^{a}	۰/٤۷۲^{a}	۲٦/۷^{ab}	۱/۹۷^{a}	۲/٤۳^{a}	۰/۷۵^{a}	۲/٤۸^{a}
شاهد	۱۷/۵^{b}	۰/۳۵۳^{c}	۲۵/۷^{b}	۱/۵۸^{c}	۱/۹٤^{c}	۰/٦۸^{ab}	۱/۹۹^{b}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون و هر تیمار مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

تلقیح قارچ تریکودرما تمامی صفات مورد بررسی سبز شدن گیاهچه را به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش داد اما بر قرائت کلروفیل‌متر تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۵). بررسی‌ها نشان می‌دهد وجود قارچ تریکودرما براساس اصل طرد رقابتی (گاس)[1] مانع از فعالیت سایر قارچ‌های بیماریزا

1- Gass

خواهد شد (هارمن و همکاران، ۲۰۰٤). بنابراین، این قارچ‌ها از طریق رقابت با پاتوژن‌های گیاهی و اشغال سریعتر مکان‌های فیزیکی مناسب، رشد عوامل بیماری‌زای ریشه را کند می‌نمایند. به‌علاوه، فعالیت قارچ تریکودرما سبب افزایش حلالیت فسفر و عناصر میکرو شده و قابلیت دسترسی این عناصر را برای گیاه افزایش می‌دهد. افزایش جذب عناصر غذائی در نتیجه فعالیت قارچ‌های تریکودرما نیز می‌تواند سبب افزایش رشد و بنیه گیاه شده و گیاه را در برابر عوامل بیماریزا مقاوم می‌سازد (روحانی، ۲۰۰٤؛ سینگ و همکاران، ۲۰۰۷). همچنین، مندز و گودس (۱۹۹۸) اثرات پاتوژنیک تریکودرما بر عوامل بیماری زای سویا را گزارش نمودند.

جدول ۵- میانگین اثرات ساده قارچ‌های مختلف تریکودرما بر برخی ویژگی‌های ظهور گیاهچه سویا.

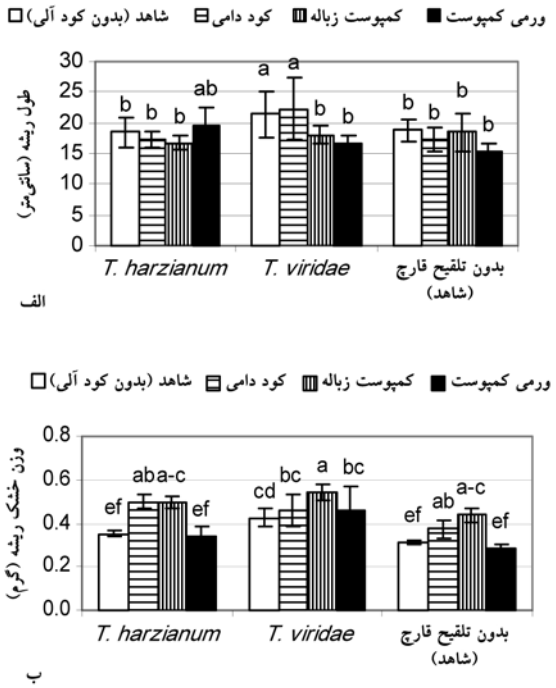
منبع تغییرات	درصد ظهور اولیه	درصد ظهور نهایی	متوسط زمان ظهور	سرعت ظهور تجمعی	سرعت ظهور	شاخص بنیه گیاهچه	کلروفیل SPAD
کود آلی							
شاهد	٤٨/٩^{b}	٩١/٦^{a}	۰/۵۳^{c}	۵/۰۲^{a}	۱۳/۰۹^{a}	۱۹/٤۷^{a}	۳۷/۲۵^{a}
کود دامی	۵۲/۰^{ab}	۸٤/۳^{a}	۰/٦۱^{b}	٤/۷٤^{a}	۱۲/۰۵^{a}	۱۸/۷۹^{a}	۳٦/۵۸^{a}
کمپوست زباله	۵۸/۳^{a}	۸۵/٤^{a}	۰/٦۷^{ab}	۵/۲۱^{a}	۱۲/۲^{a}	۱۸/٦۷^{a}	۳۷/۷۷^{a}
ورمی کمپوست	۵۷/۲^{a}	۸۳/۳^{a}	۰/٦۹^{a}	٤/۹۵^{a}	۱۱/۹۰^{a}	۱۷/۵۸^{a}	۳٦/٤^{a}
گونه‌های تریکودرما							
T. harzianum	۵۸/۵^{a}	۸۸/۲^{a}	۰/٦٦^{a}	۵/۲۹^{a}	۱۲/٦۱^{a}	۱۹/۵۸^{a}	۳۷/۰٤^{a}
T. viride	۵۷/۸^{a}	۸۹/۸^{a}	۰/٦٤^{a}	۵/۲٤^{a}	۱۲/۸۳^{a}	۱۹/۷۷^{a}	۳۷/۰۳^{a}
شاهد	٤٦/۰^{b}	۸۰/٤^{b}	۰/۵۷^{b}	٤/٤۱^{b}	۱۱/٤۹^{b}	۱٦/۵۳^{b}	۳٦/۹۸^{a}

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون و هر تیمار مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

بررسی برهم‌کنش مصرف کودهای آلی و انواع قارچ تریکودرما نشان داد که تلقیح قارچ *T. viride* در گلدان‌های بدون کود آلی و گلدان‌های حاوی کود دامی طول ریشه را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. اما در بین سایر تیمارها این صفت تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (شکل ۱-الف). آلتیناس

و بال (۲۰۰۸) اثرات تلقیح قارچ تریکودرما را بر رشد و عملکرد پیاز بررسی نموده‌اند. نتایج این بررسی تفاوت معنی‌دار بین شاهد و تیمار قارچ تریکودرما نشان داده است. همچنین تلقیح قارچ *T. harzianum* وزن ساقه را در گلدان‌های با مواد آلی کمپوست زباله شهری و گلدان‌های کود دامی به طور معنی‌داری نسبت به عدم استفاده از این قارچ افزایش داد (شکل ۲- الف).

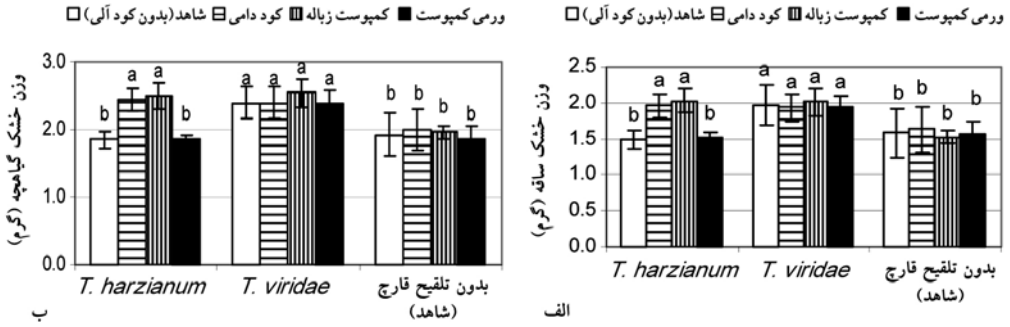
مصرف کمپوست زباله و ورمی‌کمپوست و کود دامی به‌همراه قارچ *T. viride* نیز به‌ترتیب ۱۹/٦، ۳۷/۷ و ۱۸/۳ درصد سبب افزایش وزن ریشه نسبت به شاهد گردید (شکل۱- ب). بادرالدین و همکاران (۲۰۰۰) در بررسی‌های خود نشان دادند که افزودن کود دامی و کمپوست به خاطر ایجاد بستر مناسب جهت فعالیت قارچ تریکودرما میزان پوسیدگی ریشه گوجه فرنگی را کاهش داده است. همچنین، سینگ و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه‌ای اعلام کردند که افزایش کلونی قارچ تریکودرما به میزان مواد آلی خاک (کمپوست) بستگی دارد. بولاک و همکاران (۲۰۰۲) نیز نتایج مشابهی را در این مورد گزارش نمودند. تلقیح هر دو نوع قارچ و مصرف کمپوست زباله شهری و کود دامی سبب افزایش وزن خشک ساقه و گیاهچه گردید اما در گلدان‌های محتوی ورمی‌کمپوست و گلدان‌های شاهد فقط قارچ *T. viride* اثر افزایشی بر وزن ساقه و گیاهچه داشته است (شکل ۲- الف و ب). در گلدان‌های حاوی کود دامی و بدون کود آلی قارچ *T. viride* سبب افزایش نسبت ریشه به ساقه گردید (شکل ۳- الف). بررسی نشان داده که قارچ *T. viride* بیشترین میزان تجزیه سلولز در کمپوست را سبب شده است (بادرالدین و همکاران، ۲۰۰۰).



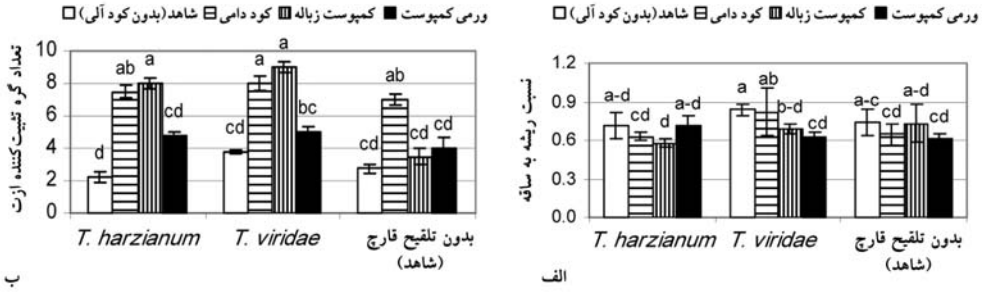
شکل ۱- اثرات مواد آلی مختلف و گونه‌های تریکودرما بر (الف) طول ریشه و (ب) وزن ریشه گیاه سویا.

تعداد گره تثبیت‌کننده نیتروژن نیز تحت تأثیر برهم‌کنش قارچ و ماده آلی قرار گرفت به‌طوری‌که افزودن قارچ *T. harzianum* و *T. viride* و کمپوست زباله شهری تعداد گره را به‌ترتیب به‌میزان ۳۵/۵ و ۳۹/۲ درصد افزایش داده است. تولید گره در سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نسبت به هم و شاهد نداشته‌اند (شکل ۳- ب). رودریش و همکاران (۲۰۰۵) در بررسی تلقیح توام باکتری‌های محرک رشد رایزوبیوم و باسیلوس و به‌همراه قارچ تریکودرما اظهار داشتند که تلقیق سه گانه این میکروارگانیسم‌ها با افزایش جوانه‌زنی، جذب عناصر غذایی و افزایش ارتفاع گیاه، افزایش تعداد شاخه و گره‌زایی عملکرد نخود را به‌طور معنی‌داری نسبت به تلقیح جداگانه آنها افزایش داده است. همچنین بررسی پویایی جمعیت‌های میکروارگانیسم‌ها نشان داد که این میکروارگانیسم‌ها اثر بازدارنده معنی‌داری نسبت به هم ندارند.

کاربرد هر دو گونه تریکودرما به‌همراه کود دامی و کمپوست زباله شهری درصد ظهور اولیه گیاهچه را نسبت به شاهد افزایش داده است (شکل٤ – الف). به‌طوری‌که بیشترین درصد ظهور اولیه در کمپوست زباله و کاربرد *T. harzizanum* بوده و کمترین درصد ظهور اولیه در تیمارهای بدون کود آلی و عدم کاربرد قارچ بوده است. از نظر درصد ظهور نهایی گیاهچه، ترکیب *T. harzianum* و کمپوست زباله نسبت به عدم کاربرد قارچ اثر افزایشی داشته اند (شکل ٤– ب).



شکل ۲- اثرات مواد آلی مختلف و گونه‌های تریکودرما بر (الف) وزن خشک ساقه و (ب) وزن خشک گیاهچه سویا.

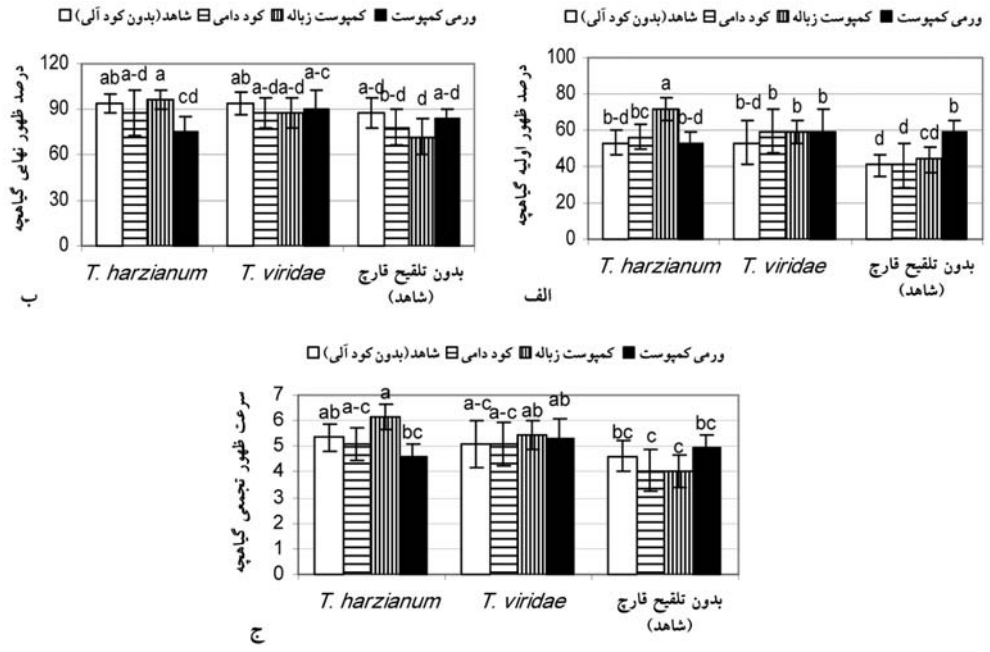


شکل ۳- اثرات مواد آلی و گونه‌های تریکودرما بر (الف) نسبت ریشه به ساقه و (ب) تعداد گره تثبیت‌کننده سویا.

تلقیح *T. harzianum* نیز سبب افزایش سرعت تجمعی گیاهچه نسبت به شاهد (بدون تلقیح) شده است (شکل ٤– ج). محققین گزارش نمودند که کاربرد کمپوست در ترکیب با خاک به‌دلیل تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه موجب افزایش معنی‌دار جوانه‌زنی و رشد در گیاهان می‌شود.

بررسی نتایج کلیفلد و کیت (۱۹۹۲) نیز نشان داد که سرعت خروج گیاهچه از خاک، ارتفاع گیاه، سطح برگ و وزن خشک گیاه به واسطه تلقیح قارچ تریکودرما به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش یافته است. به‌علاوه، افزایش رشد به واسطه تیمار قارچ تریکودرما در گیاهان دیگری مانند نخود (زینگ و شتی، ۲۰۰۰)، گوجه فرنگی (گراول و همکاران، ۲۰۰۷)، گندم (کاوال کانت و همکاران، ۲۰۰۸) و کاهو (آلتیناس و بال، ۲۰۰۸) نیز گزارش شد. نلسون و همکاران (۱۹۸۳) نیز گزارش نمودند که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین جمعیت تریکودرما و میزان مواد آلی در خاک دیده می‌شود.

بررسی اثرات همبستگی برخی از صفات مورد بررسی نشان داد که وزن گیاهچه با تعداد گره تثبیت کننده نیتروژن، ظهور گیاهچه و شاخص بنیه آن همبستگی مثبت و معنی‌داری داشته است که در این میان تعداد گره تثبیت‌کننده نیتروژن از همبستگی بالاتری ($r = ۰/۵۲^{**}$) نسبت به سایر صفات برخوردار است. همچنین، درصد ظهور اولیه ($r=۰/۶۱^{**}$) و سرعت ظهور تجمعی ($r=۰/۷۶^{**}$) همبستگی نسبتا بالایی با شاخص بنیه گیاهچه داشتند (جدول ٦). همبستگی مثبت و معنی دار بین شاخص بنیه گیاهچه و درصد ظهور اولیه مبین ارتباط مستقیم سرعت جوانه‌زنی با کارائی گیاهچه برای استقرار و ظهور سریع و یکنواخت گیاهچه در مزرعه می باشد که کاربرد قارچ تریکودرما و میزان مواد آلی می‌تواند تاثیر مثبت داشته در بهبود رشد گیاه سویا داشته باشد.



شکل ٤- اثرات مواد آلی و گونه‌های تریکودرما بر (الف) درصد ظهور اولیه؛ (ب) درصد ظهور نهایی و (ج) سرعت ظهور تجمعی گیاهچه سویا.

جدول ٦- ضرایب همبستگی بین برخی از صفات مورد بررسی (n =٤٨).

	وزن گیاهچه	تعداد گره	متوسط زمان ظهور	درصد ظهور اولیه	سرعت ظهور تجمعی	شاخص بنیه گیاهچه
وزن گیاهچه	۱					
تعداد گره	+۰/۵۲**	۱				
متوسط زمان ظهور	+۰/۳٤*	+۰/۳۰*	۱			
درصد ظهور اولیه	+۰/۳۹*	+۰/۲۸*	+۰/۷٦**	۱		
سرعت ظهور تجمعی	+۰/۳۲*	+۰/۱۷ns	+۰/٤۲**	+۰/۸٦**	۱	
شاخص بنیه گیاهچه	+۰/۳۲*	+۰/۰۷ns	+۰/۰۹ns	+۰/٦۱**	+۰/۷٦**	۱

*،**، به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪ و ns عدم تفاوت معنی‌دار

بررسی نتایج این آزمایش نشان داد که استفاده از قارچ تریکودرما می‌تواند موجب بهبود رشد و نمو گیاهچه سویا شود که این روند در حضور کودهای آلی نظیر کمپوست زباله شهری تسریع خواهد شد به طوری که با مصرف کمپوست زباله وزن ریشه گیاهچه سویا افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد داشته و وزن گیاهچه و تعداد گره، تحت تأثیر مصرف کمپوست زباله شهری و کود دامی نسبت به شاهد به طور معنی‌داری افزایش یافت. مصرف کمپوست زباله و ورمی‌کمپوست و کود دامی به‌همراه قارچ *T. viride* نیز سبب افزایش معنی‌دار وزن ریشه نسبت به شاهد شده و تلقیح هر دو نوع قارچ و مصرف کمپوست زباله و کود دامی سبب افزایش وزن گیاهچه شد. بنابراین با عنایت به نقش مهم قارچ تریکودرما در بهبود کیفیت خاک و افزایش مواد آلی و ارتقاء سطح حاصلخیزی آن و بهبود رشد سویا موارد زیر در جهت بهبود کارایی مصرف این گونه از میکروارگانیسم‌ها پیشنهاد می‌شود:
۱- بررسی وضعیت فراوانی، جداسازی و تفکیک گونه‌های قارچ‌های تریکودرما در خاک‌های مختلف
۲- کوشش برای تولید مایه تلقیح مناسب از این قارچ‌ها ۳- افزودن مواد آلی غنی‌کننده به خاک جهت تحریک و تقویت رشد آنها.

فهرست منابع

Abdul Baki, A.A., and Anderson, J.D. 1973. Vigor determination in soybean by multiple criteria. Crop Science, 13: 630-633.

Aneja, M., Gianfagna, T.J., and Hebbar, P.K. 2005. *Trichoderma harzianum* produces nonanoic acid, an inhibitor of spore germination and mycelial growth of two cacao pathogens. Physiological and Molecular Plant Pathology. 67: 304-307.

Altintas, S., and Bal, U. 2008. Effects of the commercial product based on *Trichoderma harzianum* on plant, bulb and yield characteristics of onion. Scientia Horticulturae. 116: 219-222.

Badreldin, S.M.S., Attia, M., and Abosedera, S.A. 2000. Field assessment of composts produced by highly effective cellulolytic microorganisms. Biology Fertilizer and Soils. 32: 35-40.

Bennett, A.J., and Whipps, J.M. 2008. Beneficial microorganism survival on seed, roots and in rhizosphere soil following application to seed during drum priming. Biological Control. 44: 349-361.

Brunner, K., Zeilinger. S., Ciliento, R., Woo, S.L., Lorito, M., Kubicek, C.P., and Mach, R.L. 2005. Improvement of the fungal biocontrol agent *Trichoderma atroviride* to enhance both antagonism and induction of plant systemic disease resistance. Applied and Environmental Microbiology. 71: 3959-3965.

Bulluck, L., Brosius, M., Evanylo, G., and Kristaino, J.B. 2002. Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms. Applied Soil Ecology. 19: 147-160.

Chacon, M.R., Rodríguez-Galán, O., Benítez, T., Sousa, S., Rey, M., Llobell, A., and Delgado-Jarana1, J. 2007. Microscopic and transcriptome analyses of early colonization of tomato roots by *Trichoderma harzianum*. International Microbiology. 10:19-27.

Cavalcante, R.S., Lima, H.L.S., Pinto, G.A.S., Gava, C.A.T., and Rodriguez, S. 2008. Effect of moisture on *Trichoderma conidia* production on corn and wheat bran by solid state fermentation. Microbiol Biotechnology. 24: 319-325.

Gravel, V., Antoun, H., and Tweddell. R.J. 2007. Growth stimulation and fruit yield improvement of greenhouse tomato plants by inoculation with *Pseudomonas putida* or *Trichoderma atroviride*: Possible role of indole acetic acid (IAA). Soil Biology and Biochemistry. 39: 1968-1977.

Harman, G.E., Howell, C.R., Viterbo, A., Chet, I., and Lorito, M. 2004. *Trichoderma* species opportunistic, virulent plant symbionts. Microbiology. 2: 43-56.

Harman, G.E. 2005. Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma* spp. the nature and application of biocontrol microbes II: *Trichoderma* spp. Phytopathology. Pp: 190-194.

Kleifeld, O., and Chet, I. 1992. *Trichoderma harzianum* interaction with plants and effect on growth response. Plant and Soil. 144: 267-272.

Malecoti, M.J., 1999. Sustainable Agriculture and Yield Increase though Balanced Fertilization. Agriculture Education Press. 460p.

Malecoti, M.J., and Homaei, M. 2004. Arid and Semi- Arid Regions Difficulties and Solutions. Tarbiat Modares University Press. 508p.

Menendez. A.B., and Godeas, A. 1998. Biological control of Sclerotinia sclerotiorum attacking soybean plants. Degradation of the cell walls of this pathogen by *Trichoderma harzianum* (BAFC 742): Biological control of *Sclerotinia sclerotiorum* by *Trichoderma harzianum*. Mycopathologia. 142: 153-160.

Nelson, E.B., Kuter, G.A., and Hoitink, H.A.J. 1983. Effect of fungal antagonists and compost age on suppression of *Rhizoctonia* damping-off in container media amended with composted hard wood bark. Phytopathology. 73: 1457-1462.

McCallum, K.R., Keeling, A.A., Beckwith, C.P., and Kettlewell, P.S. 1998. Effects of green waste compost on spring wheat emergence and early growth. Horticulture. 467: 313-318.

Niknejad, M., Sharifi tehrani, A., and Okhovat, M. 1999. Investigation effect of antagonist *Trichoderma harzianum* fungi on *fozarium* in tomato in greenhouse condition. Journal of Agricultural Sciences. 31: 34-37.

Orchard, T. 1977. Estimating the parameters of plant seedling emergence. Seed Science and Technology. 5: 61-69.

Rohani, H. 2004. Effect of soil condition on variants population and antagonist survivor *Trichoderma spp.* Journal of Agricultural Sciences. 6: 1305-1316.

Rudresh, D.L., Shivaprakash, M.K., and Prasad, R.D. 2005. Effect of combined application of *Rhizobium*, phosphate solubilizing bacterium and *Trichoderma* spp. on growth, nutrient uptake and yield of chickpea (*Cicer aritenium* L.). Applied Soil Ecology. 28: 139-146.

SAS Institute. Inc. 1997. SAS/STAT Users Guide, version 6.12. SAS Institute. Inc. Cary, NC. USA. 220p.

Salemi, F. 1378. Soybean economic important. Agriculture and Industry. Pp: 37.

Soltani, H., Zafari, D., and Rohani. 2005. A stady on biological control of the crown, root and tuber fungal diseases of potato by *Trichoderma harzianum* in-vitro and fild condition in Hamadan. Journal of Agriculture and Water Research. 5: 13-25.

Sharma, H.S.S., Kilpatrick, M., Ward, F., Lyons, G., and Burns, L. 1999. Colonization of phase II compost by biotypes of *Trichoderma harzianum* and their effect on mushroom yield and quality. Applied Microbiology Biotechnology. 51: 572-578.

Singh, A., Srivastava, S., Singh, H.B. 2007. Effect of substrates on growth and shelf life of *Trichoderma harzianum* and its use in biocontrol of diseases. Bioresource Technology. 98: 470-473.

Vara, J.M.M., P.Ligero, A.M., and Ureba, M.J.B. 2000. Comparison of physical, chemical and biological methods of controlling garlic white root. European Journal of Plant Pathology. 106: 581-588.

Zheng, Z., and Shetty, K. 2000. Enhancement of pea (*Pisum sativum*) seedling vigour and associated phenolic content by extracts of apple pomace fermented with *Trichoderma* spp. Process Biochemistry. 36:79-84.

EJCP., Vol. 1 (3): 65-82
www.ejcp.info

Effect of *Trichoderma spp.* and different organic manures on growth and development in soybean [*Glycine max* (L.) Merril.]

M. Yazdani[1], *H. Pirdashti[2], M.A. Tajik[2] and M.A. Bahmanyar[3]
[1]M.Sc. Student of Agronomy, [2]Assistant Prof., and [3]Associate Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

Abstract

Evaluation of soil microorganisms and their beneficial relationships among ecosystem components is one of new topic in soil resource management for ensuring sustainable agriculture. In order to investigating effects of *Trichoderma spp.* and different organic manures on improvement of growth and development in soybean [*Glycine max* (L.) Merril.], an experiment was conducted at glasshouse in Sari Agricultural and Natural Resources Sciences University. The pot experiment was laid out factorial based on completely randomized design with four replications. Four seedbed materials [consisted of field soil as control, vermicompost and municipal waste compost (20 ton/ha) and farmyard manure (30 ton/ha)] and two species of *Trichoderma* (including *T. harzianum* and *T. viridae*) with a check were the treatments. Results showed that application of vermicompost, compost and farmyard manure enriched with *T. viridae* increased soybean root weight as much as 19.6, 37.7 and 18.3 percent, respectively. Inoculation of two fungi with farmyard manure and compost significantly increased shoot and plumelet weight. Furthermore, application of two fungi with farmyard manure and compost simultaneously increase seedling emergence percent compared to control. However, only *T. harzianum* and compost combination had additive effect in terms of final emergence percent. Overall, inoculation of *T. harzianum* could improve cumulating emergence rate (CER) compared to control.

Keywords: compost, farmyard manure, soybean, *trichoderma*, vermicompost

*- Corresponding Author; Email: pirdasht@yahoo.com