

واکنش خصوصیات رشدی و جذب عناصر گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) به کاربرد همزمان کمپوست زباله شهری و سه گونه قارچ تریکودرما (*Trichoderma* spp.)

آلاله متقیان^۱، همت‌اله پیردشتی^{۲*}، محمدعلی بهمنیار^۳ و بهاره متقیان^۴

۱- کارشناس ارشد، پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۲- نویسنده مسئول، دانشیار، پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

پست الکترونیک: h.pirdashti@sanru.ac.ir

۳- دانشیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۴- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۰

تاریخ اصلاح نهایی: آذر ۱۳۹۰

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۰

چکیده

به منظور بررسی اثر کاربرد همزمان کمپوست زباله جامد شهری و گونه‌های مفید قارچ تریکودرما بر خصوصیات سبز شدن گیاهچه، رشد و جذب برخی عناصر کم‌مصرف در گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار به صورت گلدانی اجرا گردید. تیمارها شامل ۳ سطح از کمپوست زباله جامد شهری (۱۵، ۳۰ و ۴۵ تن در هکتار به صورت جداگانه و تلفیق شده با ۵۰٪ کود شیمیایی)، کود شیمیایی (۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، ۵۰ کیلوگرم در هکتار K₂O و ۴۵ کیلوگرم در هکتار P₂O₅) و شاهد (بدون مصرف کمپوست و کود شیمیایی) و سه گونه تریکودرما (*T. hamatum* و *T. harzianum*، *T. viridae*) بود. مقایسات گروهی بیانگر آنست که گروه کمپوست زباله شهری موجب کاهش معنی‌دار درصد ظهور نهایی (۰/۸/۰۲٪)، متوسط زمان ظهور گیاهچه (۵۲/۳۲٪) و سرعت ظهور تجمعی گیاهچه (۱۵/۶۷٪) در مقایسه با کود شیمیایی گردید. در مقابل، گروه کودی مذکور وزن تر اندام هوایی و ریشه (به ترتیب ۱۳/۱۰٪ و ۳۳/۵۹٪) و وزن خشک و طول ریشه گیاه (به ترتیب ۲۸/۳۰٪ و ۱۳/۲۴٪) را نسبت به کود شیمیایی افزایش داد. در این آزمایش کمپوست زباله شهری محتوی مس، روی و آهن بافت گیاهی را (به ترتیب ۲۶/۸۵٪، ۱۴/۱۴٪ و ۲۰/۰۹٪) در مقابل کود شیمیایی افزایش داد. همچنین استفاده از کمپوست زباله تلفیق‌شده موجب بهبود ۹/۰۳ و ۱۲/۲۶ درصدی محتوی آهن و مس گیاه در مقایسه با کاربرد جداگانه آن گردید. در بین گونه‌های تریکودرما، گونه *T. harzianum* موجب افزایش وزن خشک اندام هوایی و ریشه (به ترتیب ۱۶/۰۵٪ و ۱۷/۲۷٪)، ارتفاع گیاه و طول ریشه (به ترتیب ۸/۴۴٪ و ۱۳/۰۳٪) و میزان مس بافت گیاهی (۳۱/۱۴٪) در مقابل *T. hamatum* گردید. در مجموع در این آزمایش سطوح ۳۰ و ۴۵ تن در هکتار کمپوست به‌رغم محدودیت سبز شدن، توانستند رشد و کیفیت گیاه ریحان را بهبود بخشند.

واژه‌های کلیدی: ریحان (*Ocimum basilicum* L.)، تریکودرما، کمپوست، گیاهچه، عناصر کم‌مصرف.

مقدمه

امروزه روند رو به افزایش تخریب منابع آب، خاک و محیط زیست در اثر کاربرد بی رویه مواد شیمیایی در کشاورزی و روشهای رایج تولید مواد غذایی در جهان موجب توجه و ترغیب محققان به بخش کشاورزی پایدار گردید (Avis et al., 2008). در این راستا استفاده از مواد آلی همانند کمپوست ضایعات کشاورزی، شهری و صنعتی به منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی و کاربرد میکروارگانیسمهای مفید خاکزی مانند گونه‌های مختلف تریکودرما (*Trichoderma spp.*) به منظور کنترل بیولوژیک گیاهان زراعی و تجزیه بهتر مواد آلی خاک در زمره اهداف کشاورزی پایدار به شمار می‌رود (Rivero et al., 2009; Bennett & Whipps, 2008).

بررسی‌ها نشان می‌دهند که قارچ تریکودرما از طریق مکانیسم‌های خاصی مانند ترشح آنزیم (زیلاناز و سلولاز) که می‌توانند مستقیماً تولید اتیلن در گیاه را به منظور واکنش دفاعی در حضور عامل بیماری‌زا تحریک نمایند، تولید آنتی بیوتیک، نفوذ به باکتریها و قارچ‌های بیماری‌زا، دفع مسمومیت و افزایش انتقال قند و اسیدهای آمینه در ریشه گیاهان موجب ایجاد مقاومت القائی در برابر تنش و کنترل بیولوژیک بیماریهای خاکزی می‌شود (Harman, 2006). در همین راستا گزارش شده که بعضی گونه‌های تریکودرما از جمله *T. harzianum* و *T. viridae* با برخورداری همزمان از خواصی مثل میکوپارازیتیسم، آنتی بیوزیس و قابلیت رقابت ساپروفیتی قادرند جمعیت قارچ‌های بیماری‌زا را به میزان قابل توجهی کاهش دهند (Woo et al., 2006).

علاوه بر مزایای کنترل بیولوژیک این گونه قارچ‌ها، بهبود فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک و خصوصیات

رشدی گیاهانی مانند زیره (Haggag & Abo-Sedera, 2005)، خیار (Yedidia et al., 2001)، اسفناج (Kucuk et al., 2009) نخودفرنگی (Mottaghian et al., 2009)، سویا (یزدانی و همکاران، ۱۳۸۷)، گندم (شاهسواری و همکاران، ۱۳۸۹) و قارچ صدفی (Jayalal & Adikaram, 2007) در تیمار با گونه‌های مختلف قارچ تریکودرما مانند *T. hamatum*، *T. viridae*، *T. virens*، *T. koningii* و به‌ویژه *T. harzianum* گزارش شده‌است. از طرفی محققان در بررسی کاربرد تلفیقی کودهای آلی و قارچ‌های مفید خاکزی بهبود رشد گیاهان مورد مطالعه را گزارش نمودند؛ به‌عنوان مثال Haggag و Abo-Sedera (۲۰۰۵) کاربرد کمپوست بقیای بادام‌زمینی به همراه گونه‌های *T. harzianum*، *T. Koningii* و *T. hamatum* را موجب بهبود کیفیت گیاه زیره دانستند. Hameeda و همکاران (۲۰۰۷) افزایش قابل ملاحظه رشد سورگم در تلفیق کمپوست کاه و کلش برنج با قارچ آربوسکولار میکوریزا را مشاهده نمودند. در همین زمینه بهبود ظهور و بنیه گیاهچه، رشد رویشی و عملکرد گندم در تیمار تلفیقی کمپوست دامی و گونه‌های قارچ تریکودرما گزارش شده‌است (شاهسواری و همکاران، ۱۳۸۹).

از سوی دیگر ریحان (*Ocimum basilicum L.*) با گستره‌ی وسیع جغرافیایی یکی از گیاهان مهم متعلق به خانواده نعناع است که در صنایع غذایی، داروسازی، دندانپزشکی و صنایع عطرسازی کاربرد فراوان دارد (امیدبیگی، ۱۳۸۴؛ Makri & Kintzios, 2007). هدف از این تحقیق نیز بررسی تأثیر مقادیر مختلف کمپوست زباله شهری و سه گونه قارچ سودمند تریکودرما (*T. viridae*، *T. hamatum*، *T. harzianum*) بر

(units) در هر گرم سبوس گندم (معادل $1/1 \times 10^4$ اسپور) جهت تلقیح برای خاک هر گلدان (۱ کیلوگرم خاک) هنگام کاشت در نظر گرفته شد (Walker et al., 2004).

در هر گلدان پلاستیکی (به قطر ۱۵ و ارتفاع ۱۷ سانتی‌متر) ۲۰ عدد بذر ریحان بنفش کشت و پس از ظهور نهایی گیاهچه (۸ روز پس از کاشت) گیاهچه‌ها به تعداد ۳ عدد تنک شدند. آبیاری گلدان‌ها هر ۲ روز یک‌بار به‌طور یکنواخت انجام و هر هفته یک‌بار نیز گلدان‌ها جابجا گردید تا تمام گیاهان در شرایط محیطی (نور و گرما) یکسان قرار گیرند. در این آزمایش تعداد گیاهچه‌های ظاهر شده طی ۸ روز متوالی پس از کاشت شمارش گردید. درصد ظهور نهایی گیاهچه‌ها ۸ روز پس از کاشت تعیین و برای محاسبه متوسط زمان ظهور گیاهچه‌ها (MET: Mean Emergence Time) با در نظر گرفتن زمان لازم برای ظهور ۵۰٪ گیاهچه‌ها و زمان لازم برای حداکثر ظهور گیاهچه‌ها (برحسب تعداد روز از زمان کاشت) از معادله ۱ (Orchard, 1977) استفاده شد:

$$MET = \frac{\sum fxi}{F} \quad (1)$$

در این معادله f_x تعداد گیاهچه‌های ظاهر شده در میانه دوره ظهور، x روز چهارم و F حداکثر تعداد گیاهچه‌های ظاهر شده در این دوره می‌باشد و سرعت ظهور گیاهچه (FER: Field Emergence Rate) با استفاده از معادله زیر (Abdul-baki & Anderson, 1973) تعیین گردید:

$$FEF = \frac{\text{درصد ظهور نهایی گیاهچه‌ها}}{\text{تعداد روز از کاشت تا پایان یادداشت‌برداری}} \quad (2)$$

خصوصیات ظهور گیاهچه، رشد و محتوی عناصر کم‌مصرف این گیاه بود.

مواد و روشها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شرایط گلدانی در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری طی سال ۱۳۸۸ اجرا گردید. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از: سطوح ۱۵، ۳۰ و ۴۵ تن کمپوست زباله شهری در هکتار به صورت جداگانه و همراه با ۵۰٪ کود شیمیایی مورد نیاز خاک، کود شیمیایی توصیه شده (به میزان ۹۰ کیلوگرم ازت در هکتار از منبع اوره، ۵۰ کیلوگرم K_2O در هکتار از منبع سولفات پتاسیم و ۴۵ کیلوگرم P_2O_5 در هکتار از منبع سوپرفسفات تریپل) و شاهد (بدون مصرف کمپوست و کود شیمیایی) و تلقیح با سه گونه قارچ تریکودرما (*T. viridae* و *T. hamatum*، *T. harzianum*). بافت خاک مورد استفاده رسی سیلتی، pH آن ۷/۵۸ و هدایت الکتریکی آن ۲/۴۶ بود. خصوصیات شیمیایی خاک و کمپوست زباله شهری مورد استفاده در جدول ۱ آمده‌است.

در این آزمایش سویه‌های قارچ تریکودرما در محیط کشت PDA (آگار- دکستروز- سیب‌زمینی) در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت یک هفته تکثیر و بعد به بستر کشت سبوس گندم استریل (اتوکلاو در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد و فشار ۱/۵ اتمسفر به مدت ۳۰ دقیقه) منتقل گردید (Cavalcante et al., 2008). پس از ۵ روز اسپورزایی میزان ۱۰ گرم از محیط کشت سبوس به‌همراه اسپورهای قارچ تریکودرما پس از رقیق شدن با آب مقطر با احتساب 10^4 واحد کلنی‌ساز (cfu: Colony forming

(1977) اندازه‌گیری شد.

سرعت ظهور تجمعی گیاهچه (CER: Cumulative Emergence Rate) با استفاده از معادله ۳ (Orchard,)

$$CER = \frac{\text{تعداد گیاهچه‌های شمارش شده}}{\text{تعداد روز تا شمارش نخست}} + \dots + \frac{\text{تعداد گیاهچه‌های شمارش شده}}{\text{تعداد روز تا شمارش نخست}} \quad (3)$$

الکتریکی و خاکستر به همراه ۲/۵ میلی لیتر اسید کلریدریک (۳۸٪) با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی لیتر رسانده شد (امامی، ۱۳۷۵). از عصاره بدست آمده محتوی عناصر کم مصرف توسط دستگاه جذب اتمی (Spectra AA 10- Australia) تعیین گردید. در این آزمایش تجزیه آماری داده‌های آزمایش و مقایسه گروهی ارتوگونال (سلطانی، ۱۳۸۴) با کمک نرم افزار SAS (SAS Institute, 1997) و مقایسه میانگین‌ها برای صفات مورد ارزیابی به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۰.۵٪ انجام شد.

در مرحله برداشت گیاه صفات ارتفاع گیاه، طول ریشه، وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی هر بوته اندازه‌گیری شد. از اندام هوایی گیاه ریحان ۳۵ روز پس از کشت نمونه‌گیری و نمونه‌ها بلافاصله به آزمایشگاه منتقل و پس از شستشو با آب مقطر در آون تهویه‌دار با حرارت ۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. به منظور اندازه‌گیری مقدار عناصر کم مصرف (آهن، روی، مس و منگنز)، نیم گرم از نمونه خشک اندام هوایی گیاه در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت در کوره

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی خاک و کمپوست زباله شهری استفاده شده در آزمایش

خصوصیات	بافت خاک	اسیدیته pH	کربن آلی (%)	نیتروژن (%)	فسفر	پتاسیم	مس	منگنز	آهن	روی
					قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)					
خاک	رسی-سیلتی	۷/۵۲	۲/۴۱	۰/۲۳	۱۴	۲۷۸/۰۵	۵/۵۷	۱۳/۹۶	۵۸/۴۷	۱/۰۲
کمپوست زباله شهری	-	۷/۴۱	۲۱	۱/۰۳	۴۵۵۷	۸۴۸۹/۳۳	۳۶۲/۱۸	۲۵۱/۹۶	۷۷۹/۴۲	۷۶۶/۳۹

نتایج

اثر مصرف کود و قارچ بر خصوصیات ظهور گیاهچه ریحان

با توجه به تأثیر معنی‌دار تیمار کودی و کاربرد قارچ بر مؤلفه‌های سبز شدن گیاهچه ریحان، حداکثر درصد ظهور نهایی (بیش از ۹۵٪)، در سطح ۱۵ تن کمپوست زباله شهری (تلفیق شده و تلفیق نشده) در هکتار مشاهده شد و سطح ۳۰ تن در هکتار (تلفیق شده و تلفیق نشده) در یک گروه آماری با شاهد قرار داشت. در این آزمایش سطح

۴۵ تن در هکتار کمپوست در هر دو حالت تلفیق شده و تلفیق نشده از حداقل درصد ظهور گیاهچه برخوردار بود (جدول ۲) و مقایسه گروهی تیمار کودی بیانگر کاهش ۸ درصدی این صفت تحت تیمار کمپوست زباله شهری نسبت به کود شیمیایی است (جدول ۵). در بین گونه‌های تریکودرما نیز *T. harzianum* و *T. hamatum* (به ترتیب با افزایش ۵/۴۹ و ۸/۰۲ درصدی) از لحاظ این صفت بر *T. viridae* برتری داشتند (جدول ۵).

اثر مصرف کود و قارچ بر صفات مورفولوژیکی ریحان

همان طور که در جدول ۳ مشاهده می شود سطوح ۳۰ و ۴۵ تن در هکتار کمپوست تلفیق شده به ترتیب با میانگین ۷/۷۷ و ۸/۵۵ گرم در بوته از حداکثر وزن تر اندام هوایی ریحان برخوردار بودند. با مقایسه گروهی تیمار کودی مشخص گردید که کاربرد کمپوست زباله شهری ۱۳/۱۰٪ وزن تر اندام هوایی را نسبت به کود شیمیایی افزایش داد و کمپوست به حالت تلفیق شده نیز با افزایش ۳۱/۲۳ درصدی این صفت در مقایسه با حالت تلفیق نشده برتری نشان داد (جدول ۵). در این آزمایش وزن تر اندام هوایی این گیاه تحت تأثیر گونه های قارچ قرار نگرفت (جدول ۳).

با توجه به جدول ۳ حداکثر وزن تر ریشه نیز در سطوح ۳۰ و ۴۵ تن در هکتار کمپوست تلفیق شده (بیش از ۰/۳۳ گرم در بوته) مشاهده شد و قارچ *T. viridae* از لحاظ افزایش وزن تر ریشه نسبت به گونه *T. hamatum* برتری داشت (جدول ۳). در بررسی اثر متقابل کاربرد کود در قارچ بر صفت مذکور مشخص گردید که قارچ *T. hamatum* در سطح ۴۵ تن در هکتار کمپوست تلفیق شده حداکثر وزن تر ریشه (۰/۳۹ گرم) را موجب گردید. البته قارچ *T. harzianum* در سطح ۳۰ تن در هکتار کمپوست تلفیق شده و *T. viridae* در سطوح ۳۰ و ۴۵ تن در هکتار کمپوست تلفیق شده با تیمار مذکور در یک گروه آماری قرار داشتند (جدول ۴). همچنین وزن خشک اندام هوایی گیاه ریحان در گستره ۱/۵۳-۱/۴۳ گرم در بوته تحت سطوح ۳۰ (تلفیق شده) و ۴۵ (تلفیق شده و تلفیق نشده) تن کمپوست زباله شهری در هکتار حداکثر بوده است و تیمارهای ۱۵ (تلفیق شده) و ۳۰ (تلفیق نشده) تن در هکتار کمپوست و کود شیمیایی این صفت را بیش از ۳۱٪ نسبت به شاهد بهبود بخشیدند (جدول ۳).

همان طور که در جدول ۲ ملاحظه می شود سطح ۱۵ تن در هکتار کمپوست تلفیق شده از حداکثر مقدار عددی متوسط زمان ظهور گیاهچه برخوردار بود و حداقل مقدار این صفت در سطوح ۳۰ و ۴۵ تن در هکتار (تلفیق شده و تلفیق نشده) مشاهده شد (جدول ۲). قارچ *T. harzianum* بیش از ۱۶٪ متوسط زمان ظهور گیاهچه را نسبت به گونه های *T. hamatum* و *T. viridae* کاهش داد (جدول ۵).

در این آزمایش سرعت ظهور نهایی گیاهچه تحت تیمار ۱۵ تن در هکتار کمپوست زباله شهری (تلفیق شده و تلفیق نشده) و کود شیمیایی بیش از شاهد بود و سطح ۴۵ تن در هکتار کمپوست زباله شهری (تلفیق شده و تلفیق نشده) از حداقل سرعت ظهور گیاهچه برخوردار بود (جدول ۲). علاوه بر این تلقیح خاک با دو گونه *T. harzianum* و *T. hamatum* صفت مذکور را در مقایسه با *T. viridae* بهبود بخشید (جدول ۲).

حداکثر سرعت ظهور تجمعی گیاهچه در تیمار ۱۵ تن در هکتار کمپوست تلفیق شده مشاهده شد و سطوح ۳۰ و ۴۵ تن در هکتار کمپوست به طور معنی داری این صفت را نسبت به شاهد کاهش دادند (جدول ۲). با توجه به مقایسه گروهی تیمار کودی، کاربرد کمپوست به میزان ۱۵/۶۷٪ سرعت ظهور تجمعی گیاهچه را نسبت به کود شیمیایی کاهش داد (جدول ۵). در بین گونه های تریکودرما، *T. harzianum* موجب افزایش ۳/۳۱ درصدی سرعت ظهور تجمعی گیاهچه در مقایسه با *T. viridae* گردید و قارچ *T. hamatum* نیز با افزایش ۸ درصدی این صفت نسبت به *T. viridae* برتری نشان داد (جدول ۵).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین اثر تیمار کودی و گونه‌های تریکودرما بر خصوصیات ظهور گیاهچه ریحان (۸ روز پس از کاشت)

تیمار	نهایی گیاهچه	متوسط زمان ظهور گیاهچه	سرعت ظهور	سرعت ظهور	تجمعی گیاهچه
(تعداد گیاهچه در روز)					
کود (F)					
۴۵ تن کمپوست زباله جامد شهری غنی شده در هکتار	۷۴/۰۷ e	۰/۰۷ c	۹/۲۶ e	۲/۰۵ e	
۴۵ تن کمپوست زباله جامد شهری در هکتار	۷۸/۷۰ d	۰/۰۷ c	۹/۸۳ e	۲/۱۵ e	
۳۰ تن کمپوست زباله جامد شهری غنی شده در هکتار	۸۵/۱۸ c	۰/۰۶ c	۱۰/۶۵ c	۲/۵۲ d	
۳۰ تن کمپوست زباله جامد شهری در هکتار	۸۷/۹۶ c	۰/۰۶ c	۱۰/۹۹ c	۲/۶۲ d	
۱۵ تن کمپوست زباله جامد شهری غنی شده در هکتار	۹۸/۱۵ a	۰/۱۸ a	۱۲/۲۶ a	۳/۲۴ a	
۱۵ تن کمپوست زباله جامد شهری در هکتار	۹۵/۳۷ ab	۰/۱۶ b	۱۱/۹۲ ab	۳/۱۰ b	
کود شیمیایی	۹۳/۵۱ b	۰/۱۶ b	۱۱/۶۹ b	۳/۰۳ bc	
شاهد (بدون مصرف کود آلی و یا شیمیایی)	۸۸/۸۸ c	۰/۱۶ b	۱۱/۱۰ c	۲/۹۰ c	
گونه‌های تریکودرما (T)					
<i>T. harzianum</i>	۸۸/۵۴ a	۰/۱۰ b	۱۱/۰۶ a	۲/۶۸ b	
<i>T. hamatum</i>	۹۰/۹۷ a	۰/۱۳ a	۱۱/۰۷ a	۲/۸۲ a	
<i>T. viridae</i>	۸۴/۰۷ b	۰/۱۲ a	۱۰/۴۶ b	۲/۶۰ c	
منبع تغییرات					
F	***	***	***	***	
T	***	***	***	***	
F × T	NS	NS	NS	NS	
ضریب تغییرات (%)	۵/۲۶	۲۱/۷۸	۵/۲۰	۴/۳۲	

*: میانگین هر گروه در هر ستون که دارای حروف مشترک هستند، فاقد اختلاف آماری معنی‌داری براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.

***، **، * و NS: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱، ۰/۰۱ و ۵٪ و عدم معنی‌داری

در این آزمایش حداکثر ارتفاع گیاه (حدود ۳۶ سانتی متر) در سطح ۴۵ تن در هکتار کمپوست زباله شهری تلفیق شده مشاهده شد و تیمارهای ۳۰ (تلفیق شده و تلفیق نشده) و ۴۵ (تلفیق نشده) تن در هکتار کمپوست و کود شیمیایی در یک گروه آماری نسبت به سطح ۱۵ تن در هکتار کمپوست (تلفیق شده و تلفیق نشده) و شاهد از

همچنین در بررسی اثر متقابل کود و قارچ مشخص شد که گونه‌های *T. harzianum* و *T. viridae* در سطح ۳۰ تن کمپوست تلفیق شده در هکتار از حداکثر وزن خشک ریشه برخوردار بودند. گونه‌های مذکور حدود ۲۵٪ وزن خشک ریشه را نسبت به *T. hamatum* در همین سطح مصرف کمپوست افزایش دادند (جدول ۴).

(تلفیق شده و تلفیق نشده) و ۳۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری تلفیق شده با میانگین بیش از ۳۷/۷۱ میلی گرم بر کیلوگرم ماده خشک گیاه حداکثر بوده است و دیگر کودهای آلی در یک گروه آماری با کود شیمیایی قرار داشتند (جدول ۳). همان طور که در جدول ۵ مشاهده می شود گونه *T. harzianum* با افزایش ۴/۳۴ درصدی میزان منگنز گیاه نسبت به *T. viridae* برتری داشت.

حداکثر میزان تجمع آهن بافت گیاه نیز با میانگین ۴۵۸/۴۹ میلی گرم بر کیلوگرم در سطح ۴۵ تن در هکتار کمپوست زباله شهری تلفیق شده مشاهده شد و سطوح ۱۵ (تلفیق شده)، ۳۰ و ۴۵ تن (تلفیق شده و تلفیق نشده) در هکتار کمپوست توانستند محتوی این عنصر در گیاه ریحان را نسبت به کود شیمیایی و شاهد افزایش دهند (جدول ۳). مقایسه گروهی نیز نشان داد که گونه های *T. harzianum* و *T. hamatum* به ترتیب با افزایش ۶/۳۱ و ۳/۳۵ درصدی محتوی آهن نسبت به *T. viridae* تأثیر بیشتری بر تجمع این عنصر در گیاه داشتند (جدول ۵). میزان عنصر روی (Zn) در بافت گیاهی تحت تیمارهای ۱۵، ۳۰ و ۴۵ تن در هکتار کمپوست زباله شهری (تلفیق شده و تلفیق نشده) به ترتیب ۱۱/۷۴٪، ۲۱/۱۲٪ و ۲۶/۹۶٪ نسبت به شاهد افزایش نشان داد (جدول ۳). البته مقایسه گروهی تیمارها نشان داد که کاربرد کمپوست زباله شهری ۱۴/۱۴٪ محتوی روی بافت گیاهی را در مقایسه با کود شیمیایی افزایش داد (جدول ۵). همچنین قارچ *T. harzianum* به ترتیب ۱۱/۳۷٪ و ۱۵/۵۴٪ تجمع این عنصر در گیاه را نسبت به گونه های *T. hamatum* و *T. viridae* کاهش داد (جدول ۵).

لحاظ این صفت برتری نشان دادند (جدول ۳). همچنین کاربرد کود موجب افزایش طول ریشه گیاه نسبت به تیمار شاهد گردید و حداکثر طول ریشه در گستره‌ی ۹/۸۰-۱۰/۷۰ سانتی متر تحت تیمارهای ۳۰ و ۴۵ تن در هکتار کمپوست مشاهده شد (جدول ۳). با توجه به مقایسه گروهی تیمار کودی در سطح ۱۵ تن در هکتار کمپوست، ارتفاع گیاه و طول ریشه (به ترتیب ۱۴/۹۲٪ و ۱۸/۰۵٪) در مقایسه با سطح ۳۰ تن در هکتار کمپوست کاهش داشت (جدول ۵). در بررسی تأثیر گونه های تریکودرما بر صفات مذکور مشخص گردید که *T. harzianum* معادل ۸/۴۴٪ ارتفاع گیاه ریحان را نسبت به گونه *T. viridae* افزایش داد. همچنین قارچ *T. harzianum* بیش از ۱۳٪ طول ریشه این گیاه را در مقایسه با دو گونه دیگر افزایش داد (جدول ۵).

اثر مصرف کود و قارچ بر تجمع عناصر کم مصرف اندام هوایی گیاه ریحان

در این آزمایش محتوی مس اندام هوایی گیاه تحت تیمارهای ۳۰ و ۴۵ تن در هکتار کمپوست (تلفیق شده و تلفیق نشده) در گستره‌ی ۲۸/۸۱-۲۰/۹۷ میلی گرم بر کیلوگرم نسبت به کود شیمیایی افزایش داشت. البته حداکثر محتوی مس بافت گیاه در تیمار ۴۵ تن کمپوست زباله شهری تلفیق شده در هکتار مشاهده شد (جدول ۳). با توجه به مقایسه گروهی تیمارها کمپوست زباله شهری ۲۶/۸۵٪ محتوی مس گیاه را نسبت به کود شیمیایی افزایش داد و گونه *T. harzianum* نیز با بیش از ۳۱٪ افزایش محتوی مس گیاه نسبت به دو گونه دیگر برتری نشان داد (جدول ۵).

همچنین محتوی منگنز اندام هوایی گیاه ریحان در کاربرد ۱۵ تن در هکتار کمپوست زباله شهری

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین اثر تیمار کودی و گونه‌های تریکودرما بر خصوصیات رشدی و تجمع برخی عناصر کم‌مصرف (آهن، روی، مس و منگنز) در اندام هوایی گیاه ریحان در ۳۵ روز پس از کاشت

تجمع عناصر کم‌مصرف در اندام هوایی گیاه				خصوصیات رشدی گیاه				ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	طول ریشه	تیمار
روی	آهن	منگنز	مس	وزن خشک ریشه	وزن خشک اندام هوایی	وزن تر ریشه	وزن تر اندام هوایی			
اندام هوایی (میلی‌گرم بر کیلوگرم)				(گرم در گیاه)						
کود (F)										
۴۴/۲۸ ab	۴۵۸/۴۹ a	۳۵/۸۴ bcd	۲۸/۸۱ a	۰/۱۵ b	۱/۴۹ a	۰/۳۵ a	۸/۵۵ a	۹/۸ bc	۳۶/۳ a	۴۵ تن کمپوست زباله جامد شهری غنی‌شده در هکتار
۴۶/۰۸ a	۳۹۹/۸۰ b	۳۴/۵۸ cd	۲۴/۵۸ b	۰/۱۲ b	۱/۴۳ a	۰/۲۶ b	۵/۷۹ b	۱۰/۷ a	۳۳/۹ b	۴۵ تن کمپوست زباله جامد شهری در هکتار
۴۱/۱۰ b	۳۴۶/۷۲ c	۳۷/۷۱ ab	۲۳/۶۸ bc	۰/۱۹ a	۱/۵۳ a	۰/۳۳ a	۷/۷۷ a	۱۰/۲ ab	۳۴/۰۰ b	۳۰ تن کمپوست زباله جامد شهری غنی‌شده در هکتار
۴۱/۳۰ b	۳۱۳/۵۷ d	۳۶/۵۵ bc	۲۰/۹۷ cd	۰/۱۴ b	۰/۹۰ c	۰/۲۴ c	۵/۰۷ bc	۱۰/۶ a	۳۱/۵ c	۳۰ تن کمپوست زباله جامد شهری در هکتار
۳۷/۶۹ c	۳۰۲/۶۶ de	۳۹/۶۲ a	۱۸/۷۹ de	۰/۱۱ c	۱/۱۷ b	۰/۲۱ c	۵/۷۹ b	۹/۲ c	۲۹/۳ d	۱۵ تن کمپوست زباله جامد شهری غنی‌شده در هکتار
۳۶/۶۴ c	۲۹۴/۵۰ ef	۳۷/۹۶ ab	۱۶/۹۵ ef	۰/۰۹ c	۰/۷۷ cd	۰/۱۷ d	۴/۳۳ cd	۸/۴ d	۲۷/۸ d	۱۵ تن کمپوست زباله جامد شهری در هکتار
۳۵/۳۶ cd	۲۸۱/۷۹ f	۳۵/۱۵ cd	۱۶/۳۲ ef	۰/۰۹ c	۱/۲۲ b	۰/۱۸ d	۵/۳۷ b	۸/۵ d	۳۲/۵ bc	کود شیمیایی
۳۲/۳۴ d	۲۶۳/۳۵ g	۳۳/۵۲ d	۱۳/۹۸ f	۰/۰۷ d	۰/۶۲ d	۰/۱۷ d	۳/۹۴ d	۶/۸ e	۲۵/۵ e	شاهد (بدون مصرف کود آلی و یا شیمیایی)
گونه‌های تریکودرما (T)										
۳۶/۱۱ b	۳۳۳/۶۹ b	۳۷/۳۳ a	۲۶/۰۴ a	۰/۱۲ b	۱/۲۵ a	۰/۲۴ ab	۵/۷۴	۱۰/۳۱ a	۳۲/۲۶ a	<i>T. harzianum</i>
۴۰/۲۱ a	۳۵۱/۴۹ a	۳۶/۰۶ a	۱۷/۹۳ b	۰/۱۰ c	۱/۰۵ b	۰/۲۳ b	۵/۵۴	۸/۹۶ b	۲۹/۵۴ b	<i>T. hamatum</i>
۴۱/۷۲ a	۳۱۲/۶۴ c	۳۵/۷۱ ab	۱۷/۳۲ b	۰/۱۴ a	۱/۱۲ b	۰/۲۶ a	۶/۲۵	۸/۵۶ b	۳۲/۲۳ a	<i>T. viridae</i>
منبع تغییرات										
***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	F
***	***	*	***	***	**	*	NS	***	***	T
NS	NS	NS	NS	*	NS	*	NS	NS	NS	F × T
۸/۸۴	۵/۲۰	۶/۲۷	۱۵/۳۲	۱۶/۳۰	۱۷/۹۸	۱۵/۲۶	۱۶/۲۴	۷/۹۷	۷/۱۱	ضریب تغییرات (%)

*: میانگین هر گروه در هر ستون که دارای حروف مشترک هستند، فاقد اختلاف آماری معنی‌داری براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۰.۵٪ می‌باشند.

***، ** و NS: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۰.۱٪ و ۰.۵٪ و عدم معنی‌داری

جدول ۴- اثر متقابل کودی و گونه تریکودرما بر خصوصیات وزن تر و خشک ریشه گیاه ریحان

وزن خشک ریشه (گرم در گیاه)	وزن تر ریشه	گونه‌های تریکودرما	کود
۰/۱۲ c-e	۰/۳۱ bc	<i>T. harzianum</i>	۴۵ تن کمپوست زباله جامد شهری غنی شده در هکتار
۰/۱۶ b	۰/۳۹ a	<i>T. hamatum</i>	
۰/۱۵ bc	۰/۳۵ ab	<i>T. viridae</i>	
۰/۱۱ d-f	۰/۲۳ d-h	<i>T. harzianum</i>	۴۵ تن کمپوست زباله جامد شهری در هکتار
۰/۱۲ c-e	۰/۲۶ c-f	<i>T. hamatum</i>	
۰/۱۵ bc	۰/۲۹ b-d	<i>T. viridae</i>	
۰/۲۰ a	۰/۳۵ ab	<i>T. harzianum</i>	۳۰ تن کمپوست زباله جامد شهری غنی شده در هکتار
۰/۱۵ bc	۰/۲۹ b-d	<i>T. hamatum</i>	
۰/۲۰ a	۰/۳۵ ab	<i>T. viridae</i>	
۰/۱۳ b-d	۰/۲۴ d-g	<i>T. harzianum</i>	۳۰ تن کمپوست زباله جامد شهری در هکتار
۰/۱۱ d-f	۰/۲۱ e-h	<i>T. hamatum</i>	
۰/۱۶ b	۰/۲۷ c-e	<i>T. viridae</i>	
۰/۱۲ c-e	۰/۲۳ d-h	<i>T. harzianum</i>	۱۵ تن کمپوست زباله جامد شهری غنی شده در هکتار
۰/۰۵ i	۰/۱۴ i	<i>T. hamatum</i>	
۰/۱۵ bc	۰/۲۷ c-e	<i>T. viridae</i>	
۰/۱۰ d-g	۰/۱۹ g-i	<i>T. harzianum</i>	۱۵ تن کمپوست زباله جامد شهری در هکتار
۰/۰۷ g-i	۰/۱۴ i	<i>T. hamatum</i>	
۰/۱۱ d-f	۰/۲۰ f-i	<i>T. viridae</i>	
۰/۰۹ e-h	۰/۱۷ hi	<i>T. harzianum</i>	کود شیمیایی
۰/۰۸ f-i	۰/۱۷ hi	<i>T. hamatum</i>	
۰/۱۱ d-f	۰/۱۸ g-i	<i>T. viridae</i>	
۰/۰۸ f-i	۰/۱۷ hi	<i>T. harzianum</i>	شاهد (بدون مصرف کود آلی و یا شیمیایی)
۰/۰۶ hi	۰/۱۹ g-i	<i>T. hamatum</i>	
۰/۰۷ g-i	۰/۱۴ i	<i>T. viridae</i>	

جدول ۵- مقایسه گروهی میانگین تیمار کودی و گونه‌های تریکودرما از نظر خصوصیات ظهور گیاهچه ریحان (۸ روز پس از کاشت)، خصوصیات رشدی و تجمع برخی عناصر کم‌مصرف (آهن، روی، مس و منگنز) گیاه ریحان در ۳۵ روز پس از کاشت

خصوصیات رشدی گیاه ریحان				خصوصیات ظهور گیاهچه ریحان				تیمار	
وزن خشک	وزن خشک	وزن تر	وزن تر	طول	ارتفاع	سرعت ظهور	متوسط زمان		
ریشه	اندام هوایی	ریشه	اندام هوایی	ریشه	گیاه	تجمعی گیاهچه	ظهور گیاهچه	نهایی گیاهچه	
گروه کودی									
(+۲۸/۳۰)**	(-۰/۳۰) NS	(+۳۲/۵۹)**	(+۱۳/۱۰)*	(+۱۳/۲۴)**	(-۱/۰۳) NS	(-۱۵/۶۷)***	(-۵۲/۳۲)***	(-۸/۰۲)***	کمپوست زباله شهری در برابر کود شیمیایی
(+۱۸/۸۶)**	(+۲۵/۷۷)***	(+۲۴/۵۲)***	(+۳۱/۲۳)***	(-۱/۹۵) NS	(+۶/۳۷)**	(-۰/۷۷) NS	(+۱۱/۸۷) NS	(-۱/۸۰)*	کمپوست زباله شهری غنی شده در برابر غنی نشده
(-۶۱/۹۶)***	(-۲۵/۰۰)**	(-۴۴/۱۵)***	(-۲۶/۹۸)**	(-۱۸/۰۵)***	(-۱۴/۹۲)***	(+۱۸/۸۶)***	(+۶۲/۶۰)***	(+۱۰/۵۳)***	۱۵ در مقابل ۳۰ تن در هکتار
(+۱۵/۶۱)*	(-۱۹/۷۵)**	(-۸/۵۵) NS	(-۱۱/۵۶)*	(+۲/۰۰) NS	(-۷/۲۳)**	(+۱۸/۳۱)***	(-۱۳/۸۶) NS	(+۱۱/۷۱)***	۳۰ در مقابل ۴۵ تن در هکتار
گروه قارچی									
(+۱۷/۲۷)*	(+۱۶/۰۵)*	(+۴/۱۶) NS	(+۳/۳۹) NS	(+۱۳/۰۳)***	(+۸/۴۴)*	(-۵/۱۲)*	(-۲۵/۴۳)*	(-۲/۷۵) NS	<i>T. hamatum</i> در مقابل <i>T. harzianum</i>
(-۱۲/۹۰)*	(+۹/۷۴)*	(-۸/۳۳) NS	(-۷/۹۲) NS	(+۱۶/۹۸)***	(+۰/۱۲) NS	(+۳/۳۱)*	(-۱۶/۷۵)*	(+۵/۴۹)*	<i>T. harzianum</i> در مقابل <i>T. viridae</i>
(-۳۶/۴۷)*	(-۶/۶۶) NS	(-۱۳/۰۴)*	(-۱۱/۷۱) NS	(+۴/۵۴) NS	(-۹/۱۰)*	(+۸/۰۰)**	(+۶/۹۲) NS	(+۸/۰۲)*	<i>T. hamatum</i> در مقابل <i>T. viridae</i>
تجمع عناصر کم‌مصرف اندام هوایی گیاه ریحان									
گروه کودی									
گروه قارچی									

***، **، * و NS: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ و عدم معنی داری

۰، اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده درصد افزایش (+) یا کاهش (-) خصوصیات مورد مطالعه گیاه ریحان است.

بحث

نتایج حاصل از بررسی اثر سطوح مختلف کمپوست زباله شهری و گونه‌های قارچ تریکودرما بر خصوصیات مرتبط با ظهور گیاهچه ریحان بیانگر آنست که در مراحل اولیه رشد گیاه، سطوح ۳۰ و ۴۵ تن در هکتار کمپوست موجب کاهش درصد ظهور (به ترتیب ۱۱/۷۷٪ و ۲۵/۰۴٪)، سرعت ظهور نهایی (به ترتیب ۱۱/۳۷٪ و ۲۶/۷۲٪)، سرعت ظهور تجمعی گیاهچه (به ترتیب ۲۳/۳۴٪ و ۵۰/۹۵٪) و در مجموع تأخیر در عوامل سبز شدن گیاهچه نسبت به سطح ۱۵ تن در هکتار کمپوست گردیدند. به نظر می‌رسد افزایش شوری و یا تراکم خاک از دلایل عمده این تأخیر در سطوح بالای کمپوست باشد. بنابر گزارش شاهسواری و همکاران (۱۳۸۹) سطوح ۲۰ و ۳۰ تن کمپوست دامی در هکتار نیز موجب کاهش سرعت و درصد ظهور گیاهچه گندم در مقایسه با شاهد و سطح ۱۰ تن کمپوست در هکتار گردیدند. در حالیکه یزدانی و همکاران (۱۳۸۷) اظهار داشتند که تفاوت معنی‌دار بین شاهد و سطح ۲۰ تن کود دامی و کمپوست زباله شهری از لحاظ درصد ظهور نهایی گیاهچه سویا مشاهده نشد. همچنین در بررسی تأثیر گونه‌های تریکودرما بر خصوصیات ظهور گیاهچه مشخص گردید که گونه *T. hamatum* درصد ظهور و سرعت ظهور تجمعی گیاهچه (به ترتیب ۵/۴۹٪ و ۳/۳۱٪) را نسبت به قارچ *T. viridae* افزایش داد و متوسط زمان ظهور گیاهچه نیز در تلقیح خاک با *T. hamatum* به میزان ۱۶/۷۵٪ در مقایسه با *T. viridae* کاهش داشت. به احتمال زیاد برتری گونه *T. hamatum* به اثر افزایشی رشد و تولید ترکیب‌های افزایشنده رشد مربوط می‌شود (Gravel et al., 2007).

برخلاف تأثیر سوء سطوح ۳۰ و ۴۵ تن در هکتار کمپوست زباله شهری بر رشد اولیه گیاه، نتایج حکایت از آن

دارد که کاربرد تیمارهای مذکور به‌طور چشمگیری وزن تر و خشک اندام هوایی گیاه را نسبت به تیمار کود شیمیایی در هنگام برداشت بهبود بخشیدند. همچنین کاربرد قارچ *T. harzianum* وزن خشک اندام هوایی گیاه را نسبت به دو گونه دیگر افزایش داد. محققان افزایش حلالیت عناصر غذایی در محیط ریزوسفر و ترشح هورمون‌های رشد و شبه هورمون‌ها را از فواید جانبی کاربرد گونه‌های تریکودرما در بستر کشت می‌دانند (Pill et al., 2009).

در این آزمایش ارتفاع گیاه و طول ریشه نیز در سطح ۳۰ و ۴۵ تن در هکتار کمپوست زباله شهری نسبت به ۱۵ تن کمپوست در هکتار و کود شیمیایی افزایش یافت و گونه *T. harzianum* با بهبود ارتفاع گیاه و طول ریشه نسبت به دو گونه دیگر برتری نشان داد. در این زمینه Haggag و Abo-Sedera (۲۰۰۵) افزایش ارتفاع گیاه زیره را تحت تیمار کمپوست بقایای بادام‌زمینی تلقیح شده با *T. harzianum* گزارش نمودند. همچنین Yedidia و همکاران (۲۰۰۱) افزایش طول ریشه و اندام هوایی گیاه خیار، Naseby و همکاران (۲۰۰۰) افزایش طول ریشه نخود و Kleifeld و همکاران (۱۹۹۲) بهبود ارتفاع گیاهچه فلفل در کاربرد گونه *T. harzianum* را گزارش نمودند. همچنین افزایش قابل توجه ارتفاع گیاه اسفناج در کمپوست ۱۵ تن در هکتار تلقیح شده با *T. hamatum* گزارش شده است (Motaghian et al., 2009).

با توجه به جدول ۱ کمپوست زباله شهری مورد استفاده از لحاظ عناصر آهن، روی، مس و منگنز (به ترتیب با میانگین ۷۶۹/۴۲، ۷۶۶/۳۹، ۳۶۲/۱۸ و ۲۵۱/۹۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) غنی بوده است؛ از این‌رو محتوی آهن، روی و مس بافت گیاه تحت سطوح ۳۰ و ۴۵ تن کمپوست زباله شهری در هکتار به‌طور قابل ملاحظه‌ای نسبت به سطح ۱۵ تن

عناصر مورد بررسی در کاربرد انواع گونه‌های قارچ به چشم می‌خورد؛ به طوری که *T. harzianum* از لحاظ محتوی مس اندام هوایی گیاه ریحان بر *T. viridae* برتری نشان داد و گونه‌های *T. hamatum* و *T. viridae* در یک گروه آماری میزان عنصر روی (Zn) در گیاه را نسبت به *T. harzianum* افزایش دادند. بنابر گزارش Pirdashti و همکاران (۲۰۱۰) در بین گونه‌های قارچ تریکودرما، *T. harzianum* از لحاظ میزان تجمع عناصر آهن، روی و منگنز گیاه اسفناج نسبت به *T. viridae* برتری نشان داد. بعکس *T. viridae* جذب عنصر مس در گیاه مذکور را به طور معنی‌دار در مقایسه با *T. harzianum* افزایش داد. همچنین Singh و همکاران (۲۰۰۷) اظهار داشتند که فعالیت قارچ تریکودرما حلالیت فسفر و عناصر کم‌مصرف خاک و قابلیت دسترسی این عناصر را در گیاه افزایش داده و آن را از دلایل دیگر افزایش بنیه گیاه و مقاومت در مقابل عوامل بیماری‌زا دانستند.

به طور کلی بررسی اثر تیمار کودی بر خصوصیات رشدی و تغذیه گیاه ریحان نشان‌دهنده آنست که سطوح ۳۰ و ۴۵ تن در هکتار کمپوست توانست به طور قابل قبولی خصوصیات مورد مطالعه در گیاه را نسبت به کود شیمیایی افزایش دهد. نکته قابل توجه در نتایج این آزمایش تفاوت تأثیر گونه‌های *T. viridae*، *T. harzianum* و *T. hamatum* در سطوح مختلف کمپوست بر وزن تر و خشک ریشه بود. به طوری که رشد و جذب متفاوت عناصر کم‌مصرف گیاه ریحان تحت تیمار قارچ به وضوح بیانگر کارایی گونه‌های تریکودرما در افزایش کیفیت این گیاه بوده است.

کمپوست در هکتار و کود شیمیایی افزایش یافت. اما نکته قابل توجه در کاربرد کودهای آلی بهبود رشد همزمان با افزایش کیفیت محصول می‌باشد. در این زمینه Zheljzkov و همکاران (۲۰۰۶) حد استاندارد محتوی مس بافت گیاهی را نزدیک به ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش نمودند. با توجه به اینکه غلظت مس گیاه ریحان تحت سطوح ۳۰ (تلفیق‌شده) و ۴۵ (تلفیق‌شده و تلفیق‌نشده) تن در هکتار کمپوست بیش از حد مطلوب بوده است، به نظر می‌رسد بررسی دقیق نوع و میزان مصرف کودهای آلی برای کاشت سبزیجات برگی با بیوماس پایین حائز اهمیت ویژه است. در این آزمایش با وجود غنی بودن کمپوست زباله مصرفی از عناصر کم‌مصرف (جدول ۱)، حداکثر میزان منگنز بافت گیاه در کمترین سطح مصرف کمپوست (۱۵ تن در هکتار) مشاهده شد. بنابر گزارش Khalilian و همکاران (۲۰۰۲) کمپوست با افزایش pH خاک (که در این آزمایش ۷/۵۸ بود) موجب محدودیت فراهمی و جذب عنصر منگنز در گیاه می‌گردد. در این زمینه Soumare و همکاران (۲۰۰۳) نیز اظهار داشتند که جذب منگنز گیاه چاودار در تیمار ۲۵ و ۵۰ تن کمپوست در هکتار بیش از نسبت ۱۰۰ تن در هکتار بوده است و Mylavarapu و همکاران (۲۰۰۹) افزایش میزان عناصر روی، مس، منگنز و مولیبدن بافت گیاه جعفری در مصرف کمپوست (به هر دو حالت تلفیق‌شده با کود شیمیایی و تلفیق‌نشده) را گزارش نمودند. در بررسی میزان جذب برخی عناصر کم‌مصرف در بافت گیاه برگی اسفناج تحت تیمار کمپوست زباله شهری به همراه گونه‌های *T. viridae*، *T. hamatum* و *T. harzianum* مشخص گردید که بالاترین سطح مصرف کمپوست (۴۵ تن در هکتار) موجب حداکثر میزان تجمع عناصر آهن، روی، مس و منگنز بافت گیاه گردید. در این آزمایش تفاوت قابل توجهی بین میزان جذب

منابع مورد استفاده

- Hameeda, B., Harini, G., Rupela, O.P. and Reddy, G., 2007. Effect of composts or vermicomposts on sorghum growth and mycorrhizal colonization. *African Journal of Biotechnology*, 6(1): 009-012.
- Harman, G., 2006. Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma* spp. *Phytopathology*, 96: 190-194.
- Jayalal, R.G.U. and Adikaram, N.K.B., 2007. Influence of *Trichoderma harzianum* metabolites on the development of green mould disease in the *Oyster Mushroom*. *Ceylon Journal of Science*, 36(1): 53-60.
- Khalilian, A., Sullivan, M.J., Mueller, J.D., Sharalipour, A., Wolak, F.J., Williamson R.E. and Lippert, R.M., 2002. Effects of surface application of MSW compost on cotton production-soil properties, plant responses and nematode management. *Compost Science and Utilization*, 10(3): 270-279.
- Kleifeld, O. and Chet, I., 1992. *Trichoderma harzianum*-interaction with plants and effect on growth response. *Plant and Soil*, 144(2): 267-272.
- Kucuk, C., Kivanc, M., Kinaci, E. and Kinaci, G., 2007. Efficacy of *Trichoderma harzianum* (Rifaii) on inhibition of ascochyta blight disease of chickpea. *Annals of Microbiology*, 57: 665-668.
- Makri, O. and Kintzios, S., 2007. *Ocimum sp.* (basil): botany, cultivation, pharmaceutical properties and biotechnology. *Journal of Herbs, Spices and Medical Plants*, 13(3): 123-150.
- Mottaghian, A., Pirdashti, H., Bahmanyar, M.A., Shahsavari, A. and Hasanpour, R., 2009. Effect of three *Trichoderma* species and different amounts of enriched municipal waste compost on growth parameters in spinach (*Spinacia oleracea*). *Proceedings of 5th International Scientific Conference of Iran and Russia on Agricultural Development Problems*. Saint Petersburg, Russia, 8-9 October: 267-270.
- Mylavarapu, R.S. and Zinati, G.M., 2009. Improvement of soil properties using compost for optimum parsley production in sandy soil. *Scientia Horticulturae*, 120(3): 426-430.
- Naseby, D.C., Pascual, J.A. and Lynch, J.M., 2000. Effect of biocontrol strains of *Trichoderma* on plant growth, *Pythium ultimum* populations, soil microbial communities and soil enzyme activities. *Journal of Applied Microbiology*, 88: 161-169.
- Orchard, T.J., 1977. Estimating the parameters of plant seedling emergence. *Seed science and technology*, 5: 61-69.
- Pill, W.G., Collins, C.M., Goldberger, B. and Gregory, N., 2009. Responses of non-primed or primed seeds of 'Marketmore 76' cucumber (*Cucumis sativus* L.) slurry coated with *Trichoderma* species to planting in growth media infested with *Pythium aphanidermatum*. *Scientia Horticulturae*, 121: 54-62.
- Pirdashti, H., Mottaghian A. and Bahmanyar, M.A., 2010. Micronutrients biofortification in spinach (*Spinacia oleracea*) using urban waste compost
- امامی، ع.، ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی مؤسسه تحقیقات خاک و آب. شماره ۱. ۱۲۸ صفحه.
- امیدبگی، ر.، ۱۳۸۴. تولید و فرآوری گیاهان دارویی (جلد دوم). انتشارات آستان قدس. مشهد، ۳۴۷ صفحه.
- سلطانی، ا.، ۱۳۸۴. کاربرد نرم افزار SAS در تجزیه آماری. انتشارات جهاد دانشگاهی. ۱۸۲ صفحه.
- شاهسواری، ع.، پیردشتی، ه.، متقیان، آ. و تاجیک قنبری، م.ع.، ۱۳۸۹. واکنش خصوصیات رشدی و عملکرد گندم (*Triticum aestivum* L.) به کاربرد همزمان کود دامی، گونه‌های تریکودرما (*Trichoderma* spp.) و سودوموناس (*Pseudomonas* spp.) بوم‌شناسی کشاورزی، ۲(۳): ۴۵۸-۴۴۸.
- یزدانی، م.، پیردشتی، ه.، تاجیک قنبری، م.ع. و بهمنیار، م.ع.، ۱۳۸۷. تأثیر کاربرد تریکودرما (*Trichoderma* spp.) و انواع مختلف کودهای آلی بر رشد و نمو سویا (*Glycine max* (L.) Merr) الکترونیکی تولید گیاهان زراعی، ۱(۳): ۸۲-۶۵.
- Abdul-baki A.A. and Anderson, J.D., 1973. Vigor determination in soybean seed by multiple criteria. *Crop Science*, 13: 630-633.
- Avis, T.J., Gravel, V., Antoun, H. and Tweddell, J., 2008. Multifaceted beneficial effects of rhizosphere microorganisms on plant health and productivity. *Soil Biology and Biochemistry*, 40(7): 1733-1740.
- 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(3): 349-361.
- 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. *Food and Bioprocess Technology*, 1(1): 100-104.
- 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.
- Haggag, W.M. and Abo-Sedera, S.A., 2005. Characteristics of three *Trichoderma* species in peanut haulms compost involved in biocontrol of cumin wilt disease. *International Journal of Agriculture and Biology*, 7(2): 222-229.

- Walker, R., Rossall, S. and Asher, M.J.C., 2004. Comparison of application methods to prolong the survival of potential biocontrol bacteria on stored sugar-beet seed. *Journal of Applied Microbiology*, 97(2): 293-305.
- Woo, S.L., Scala, F., Ruocco, M. and Lorito, M., 2006. The molecular biology of the interactions between *Trichoderma* spp., phytopathogenic fungi and plants. *Phytopathology*, 96: 181-185.
- Yedidia, I., Srivastava, A.K., Kapulnik, Y. and Chet, I., 2001. Effect of *Trichoderma harzianum* on microelement concentrations and increased growth of cucumber plants. *Plant and soil*, 235(2): 235-242.
- Zheljzkov, V.D., Craker, L.E. and Xing, B., 2006. Effect of Cd, Pb and Cu on growth and essential oil contents in dill, peppermint, and basil. *Environmental and Experimental Botany*, 58: 9-15.
- inoculated with different *Trichoderma* species. *Proceedings of 2nd International Conference 'Vallis Aurea'* Focus on: Regional Development. Croatia, 3 September: 1123-1127.
- SAS Institute., 1997. *SAS User's Guide: Statistics*, Version 6.12 ed. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. 1162p.
- Singh, A., Srivastava, S. and Singh, H.B., 2007. Effect of substrates on growth and shelf life of *Trichoderma* and its use in biocontrol of diseases. *Bioresource Technology*, 98(2): 470-473.
- Soumare, M., Tack, F.M.G. and Verloo, M.G., 2003. Effects of a municipal solid waste compost and mineral fertilization on plant growth in two tropical agricultural soils of Mali. *Bioresource Technology*, 86: 15-20.
- Tarango Rivero, S.H., Nevarez Moorillon, V.G. and Orrantia Borund, E., 2009. Growth, yield, and nutrient status of pecans fertilized with biosolids and inoculated with rizosphere fungi. *Bioresource Technology*, 100(6): 1992-1998.

Response of growth characteristics and nutrients uptake of basil (*Ocimum basilicum* L.) to concomitant use of municipal waste compost and three species of *Trichoderma*

A. Mottaghian¹, H. Pirdashti^{2*}, M.A. Bahmanyar³ and B. Motaghian⁴

1- Genetics and Agricultural Biotechnology Institute of Tabarestan, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

2*- Corresponding author, Genetics and Agricultural Biotechnology Institute of Tabarestan, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran, E-mail: h.pirdashti@sanru.ac.ir

3- Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

4- MSc. Student, Islamic Azad University, Sciences and Research Branch, Tehran, Iran

Received: June 2011

Revised: December 2011

Accepted: December 2011

Abstract

In order to investigate the effects of municipal waste (MSW) compost and beneficial fungi of *Trichoderma* on seedling emergence parameters, growth and some micronutrients uptake of basil (*Ocimum basilicum* L.), a pot experiment was carried out in a factorial arrangement based on a randomized complete blocks design with 3 replications. The treatments were consisted of three levels of municipal solid waste compost (15, 30, 45 Mg ha⁻¹ alone and plus 50% chemical fertilizer), recommended chemical fertilizer (90 kg ha⁻¹ N, 50 kg ha⁻¹ K₂O and 45 kg ha⁻¹ P₂O) and a control (no compost or chemical fertilizer application) and three species of *Trichoderma* (*T. viridae*, *T. harzianum*, *T. hamatum*). The orthogonal contrasts revealed that municipal solid waste compost significantly decreased final seedling emergence percentage (8.02%), mean emergence time (52.32%) and cumulative emergence rate (15.67%) compared to chemical fertilizer. In contrast, this group of fertilizers increased aerial and root fresh weight (13.10 and 33.59%, respectively) and dry weight and length of root (28.30 and 13.24%, respectively) rather than chemical fertilizer. In this experiment, the MSW compost markedly increased plant tissue Cu, Zn and Fe content (26.85, 14.14 and 20.09%, respectively) compared to chemical fertilizer. Also, enriched MSW increased plant Fe and Cu content (9.03 and 12.27%, respectively) compared to non-enriched MSW. Among *Trichoderma* speceices, *T. harzianum* was superior in terms of aerial and root dry weight (16.05 and 17.27%, respectively), plant height and root lenght (8.44 and 13.03 %, respectively) and plant tissue Cu content (31.14%) compared to *T. hamatum*. Generally, in this experiment, the 30 and 40 Mg ha⁻¹ of compost despite the limitation of seedling emergence, could improve the growth and quality of basil.

Key words: basil (*Ocimum basilicum* L.), *Trichoderma*, compost, seedling, micronutrient.