پژوهش‌های کاربردی در گیاه‌پزشکی ۹ (۴): ۷۴-۶۱ (۱۳۹۹)

DOI: 10.22034/ARPP.2021.12362

اثر کودهای کمپوست، ورمی کمپوست و چای آنها بر بیماری پژمردگی آوندی باکتریایی و شاخص‌های رشدی در گیاهچه‌های گوجه‌فرنگی

دریافت: ۹۹/۲/۲۳ بازنگری: ۹۹/۵/۲۱ پذیرش: ۹۹/۹/۱۵

شهرزاد حکیم رابط، ساغر کتابچی✉

به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد، استادیار(✉ketabchis@gmail.com)، گروه بیماری‌شناسی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران.

چکیده

کنترل بیماری‌های باکتریایی یکی از مشکلات محصولات کشاورزی به خصوص گلخانه‌ای می‌باشد. در این پژوهش، تاثیر کودهای کمپوست و ورمی‌کمپوست و چای (عصاره) آنها روی گیاهان گوجه‌فرنگی آلوده به پژمردگی آوندی باکتریایی ناشی از *Ralstonia solanacearum* در شرایط گلخانه در قالب یک آزمایش فاکتوریل با طرح پایه کاملا تصادفی شامل چهار نوع کود در چهار غلظت (صفر، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد حجمی) بررسی شد. مایه زنی باکتری با غلظت 10^8 CFU/mL در مرحله دو تا سه برگی گیاهچه‌ها در گلدان صورت پذیرفت. درصد کاهش وقوع بیماری و تغییرات شاخص رشدی در تیمارها با هم مقایسه گردید. نتایج نشان داد اکثر تیمارها در مقایسه با شاهد مایه‌زنی شده با باکتری، باعث بازدارندگی از بیماری شدند ولی بیشترین میزان کنترل بیماری به مقدار ۶۶/۶۷ و ۶۰/۰ درصد به ترتیب با کشت گیاهان در بستر حاوی کود ورمی‌کمپوست با غلظت‌های ۴۰ و ۳۰ درصد حجمی به دست آمد. در بستر حاوی ۳۰ درصد حجمی چای-ورمی‌کمپوست شدت بیماری به میزان ۵۳/۳۳ درصد کاهش یافت. در گیاهان مایه‌زنی شده با باکتری، بهترین شاخص‌های رشدی در بسترهای حاوی کود ورمی‌کمپوست و چای-ورمی کمپوست با غلظت ۴۰ درصد و همچنین چای کمپوست با غلظت ۳۰ درصد به دست آمد.

کلمات کلیدی: پژمردگی باکتریایی، وزن خشک، کودهای آلی، *Ralstonia solanacearum*

The effect of compost fertilizers, vermicompost and their tea on Control of bacterial vascular wilt and growth indices in tomato seedlings

Received: 12 May 2020 Revised: 11 Aug 2020 Accepted: 5 Dec 2020

Shahrzad Hakim Rabet, Saghar Ketabchi ✉ ID

Former MSc Student, Assistant Professor (✉ ketabchis@gmail.com), *Department of Plant Pathology, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran.*

Abstract

Control of bacterial diseases is one of the problems in agricultural products, specially greenhouses. In this study, the effect of compost and vermicompost fertilizers and their tea on tomato plants infected with bacterial vascular wilt caused by *Ralstonia solanacearum* in greenhouse conditions was investigated based on a factorial experiment with a completely randomized design including four types of compost fertilizers, in four concentrations (zero, 20, 30 and 40% by volume). Bacterial suspension with concentration of 10^8 CFU / mL was added to pot soil at two to three leaf stage of seedlings. The percentage of reduction on disease incidence and growth index changes in treatments were compared. The results showed that most of the treatments inhibited the disease compared to the control inoculated with bacteria, but the highest rate of disease control was obtained in treatments containing vermicompost with a concentration of 40 and 30% by volume, respectively 66.67% and 60.0%. In the substrate containing 30% by volume of vermicompost tea, the severity of disease decreased by 53.33%. In plants inoculated with bacteria, the best growth indices were obtained in substrates containing vermicompost, compost and vermicompost tea with a concentration of 40% and also compost tea with a concentration of 30%.

Keywords: Bacterial withering, Dry weight, stem length, Organic fertilizers, *Ralstonia solanacearum*

How to cite:

Hakim Rabet Sh, Ketabchi S, 2021. The effect of compost fertilizers, vermicompost and their tea on control of bacterial vascular wilt and growth indices in tomato seedlings, *Journal of Applied Research in Plant Protection* 9 (4): 61–74.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

در حال حاضر استفاده از نهاده‌های بوم سازگار مانند کمپوست و ورمی‌کمپوست ازجایگاه ویژه‌ای در تولید محصولات ارگانیک و کشاورزی پایدار برخوردار می‌باشد. تغذیه گیاهان با مواد ارگانیک و آلی از طریق بهینه‌سازی و افزایش کارایی مصرف عناصر غذایی و کنترل زیستی آفات و بیماری‌ها منجر به بهبود عملکرد محصولات کشاورزی می‌شود و همچنین استفاده از این نهاده‌ها باعث بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک می‌شود (Gopinath *et al.* 2008). ورمی‌کمپوست نوعی کود آلی می‌باشد که در نتیجه تغییر، تبدیل و هضم نسبی ضایعات آلی، کود دامی، بقایای گیاهی و غیره در ضمن عبور از دستگاه گوارش گونه‌هایی از کرم خاکی (ورمی‌کمپوست) و دفع این مواد از بدن کرم حاصل می‌شود (Beykkhormizi *et al.* 2016). ورمی‌کمپوست حاوی بسیاری از اسیدهای فنلی مثل گالیک اسید و کلروژنیک اسید است که موجب مقاوم‌سازی گیاهان در برابر عوامل بیماری‌زا می‌شود (Litterick & Wood 2009). اشکال مختلف ورمی‌کمپوست اعم از مایع یا جامد، اثرات مفیدی بر محصولات گلخانه‌ای و مزرعه‌ای دارند. این فراورده‌ها موجب تحریک جوانه‌زنی دانه، تحریک رشد، مقاوم‌سازی در برابر عوامل بیماری‌زا و افزایش عملکرد گیاهان مختلف می‌شوند (Mehta & Karnwal 2013). چای کمپوست و چای ورمی-کمپوست در حقیقت عصاره به دست آمده از مخلوط آب با کمپوست و ورمی‌کمپوست می‌باشند که دارای ویژگی‌های میکروبی و شیمیایی سودمند کودهای کمپوست و چای ورمی کمپوست می‌باشند. بیشترین کاربرد استفاده از چای کمپوست و چای ورمی‌کمپوست تقریباً به طور انحصاری به توانایی آنها در سرکوب عوامل بیماری‌زای گیاهی مرتبط است (Mahaffee *et al.* 2006). چای ساخته شده از انواع کمپوست‌ها می‌تواند عوامل بیماری خاکزاد زا مهار نماید (Pane *et al.* 2011; Santos *et al.* 2011) با این حال تأثیر کمپوست و ورمی‌کمپوست و چای آنها در کنترل بیماری‌های خاکی بسته به خواص کمپوست مورد استفاده، نحوه آماده‌سازی چای، شرایط محیطی تهیه چای کمپوست، تنوع جمعیت میکروبی و حضور ریزموجودات خاص، می‌تواند متفاوت باشد تحقیقات نشان داده است میکروارگانیسم-های مفید موجود در کودهای آلی با سازوکارهایی نظیر رقابت برای منابع کربن و مواد غذایی (مانند آهن)، تولید آنتی بیوتیک یا ترکیبات دیگر سمی برای بیمارگرها، شکار بیمارگرها و یا پارازیته کردن آنها، فعال‌سازی ژن‌های مقاومت در گیاهان و بهبود تغذیه و سلامت گیاه باعث افزایش مقاومت گیاه و مقابله با بیمارگر می‌شوند (Noble & Coventry 2005). کاربرد کمپوست یا ورمی‌کمپوست و یا عصاره‌های آنها میزان دسترسی گیاه را به فسفر، منیزیم و آهن افزایش می‌دهد و با بهبود شرایط فیزیکی خاک و بالا بردن عوامل تغذیه‌ای باعث توسعه و افزایش در رشد گیاه شده و تا حدودی موجب کاهش مرگ و میر گیاهچه می‌شود (Sahni *et al.* 2008) به عبارت دیگر، سطوح بالای جمعیت میکروبی مفید در ورمی‌کمپوست رقابت گیاهان و بیمارگرها را بر سر منابع غذایی به نفع گیاهان پیش می‌برد. این باکتری‌ها همچنین باعث جلوگیری از نفوذ پاتوژن‌ها به داخل ریشه گیاهان از طریق اشغال کردن تمام سطوح ریشه گیاهی می‌شوند (Sahni *et al.* 2008).

مطالعات متعددی اثر مثبت ورمی‌کمپوست و کمپوست و عصاره آنها را در سرکوب بیماری‌های گیاهی نشان داده است. در بررسی انجام شده توسط (Zhao *et al.* 2019) که از ورمی-کمپوست جهت کنترل بیماری پژمردگی فوزاریومی گوجه فرنگی با عامل *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc.) W. C. Snyder and H. N. Hans استفاده گردید، مشخص گردید ورمی‌کمپوست می‌تواند از طریق افزودن باکتری‌های مفید به خاک این بیمارگر را سرکوب کند. به کار بردن چای کمپوست از حمله پیتیوم در هویج، ریزوکتونیا در خیارهای گلخانه‌ای، ورتیسیلیوم در توت فرنگی، کپک پودری در انگور و بیماری‌های باکتریایی ریشه در خیار جلوگیری کرده است (Pathma *et al.* 2019). در مطالعه‌ای که توسط Khalil (2006) صورت گرفت نشان داده شد که تیمار با چای کمپوست هوازی باعث کاهش بیماری‌های غده‌ای و برگی سیب‌زمینی می‌شود. استفاده از چای کمپوست باعث کنترل کپک پودری گوجه‌فرنگی گردیده و شیوع سایر بیماری‌ها را تا ۱۹ درصد کاهش داده است (Segarra *et al.* 2009). استفاده از چای کمپوست بیماری‌هایی را که توسط *Rhizoctonia solani* Kühn در کلم‌پیچ، *Sclerotinia minor* Jagger درکاهو و *Sclerotium rolfsii* Sacc. در فلفل ایجاد می-شود کاهش داده است (Pane *et al.* 2014). کاربرد دو نوع کمپوست بقایای گیاهی و فراورده‌های سیلو برای کاهش خسارت پژمردگی ورتیسیلومی پنبه مفید اعلام شد (Shabani & Jamali 2017).

باکتری *Ralstonia solanacearum* (smith) یکی از عوامل مهم کاهش دهنده محصول گوجه‌فرنگی در مناطق گرمسیری، نیمه گرمسیری و معتدل دنیا به شمار می‌رود. بیش از ۲۷۰ گونه متعلق به ۵۰ خانواده گیاهی به عنوان میزبان این باکتری گزارش شده است. *Ralstonia solanacearum* یک بیمارگر خاکزاد و

www.SID.ir

Archive of SID

عامل مهمی در محدود کردن تولید بسیاری از گیاهان در سرتاسر جهان می‌باشد و روی طیف وسیعی از گیاهان تیره سولاناسه (مانند سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی و بادمجان)، توتون، موز و بعضی از گیاهان زینتی ایجاد بیماری می‌کند (Aslam *et al.* 2017). استان فارس سالانه ۲۳ درصد از گوجه‌فرنگی کشور را تأمین می‌کند و قطب تولید گوجه‌فرنگی کشور است. بیماری پژمردگی باکتریایی یکی از عوامل عمده محدود کننده کشت این محصول در استان فارس به شمار می‌رود. کنترل این بیماری با توجه به خاکزاد بودن عامل بیماری مشکل می‌باشد و در اغلب مواقع راهکار موثری برای کنترل این بیماری وجود ندارد (Moslemkhani *et al.* 2010).

تحقیقات در خصوص استفاده از کودهای کمپوست و ورمی‌کمپوست، به خصوص چای کمپوست و چای ورمی-کمپوست در کنترل بیماری‌های باکتریایی محدود می‌باشد. این پژوهش با هدف بررسی تعیین میزان تأثیرگذاری این کودها بر خصوصیات رشدی گیاه گوجه فرنگی و نیز تأثیر آنها بر کاهش شدت بیماری ناشی از *R. solanacearum* و معرفی بهترین کود و غلظت آنها جهت کنترل بیماری انجام شد.

مواد و روش‌ها

خالص سازی و اثبات بیماری زایی Ralstonia solanacearum

جدایه باکتری مورد استفاده در این تحقیق از گروه گیاهپزشکی دانشگاه صنعتی اصفهان تهیه شد (اهدایی جناب آقای دکتر مسعود بهار، دانشگاه صنعتی اصفهان) که متعلق به بیووار II و نژاد ۳ بود. جدایه دریافتی روی محیط کشت TZC (Tetrazolium Chloride) کشت داده شد و پرگنه‌های گرد، قرمز رنگ با حاشیه سفید و نامنظم همراه با مواد لزج فراوان رشد کردند (Hooker 1981). قدرت بیماری‌زایی این باکتری با انجام آزمون بیماری‌زایی مطابق روش Nguyen and Ranamukhaarachchi (2010) با مایه زنی سوسپانسیون باکتری با غلظت 10^8 CFU/mL به ساقه گیاهان شش برگی گوجه‌فرنگی در محل انشعاب ساقه، انجام شد و پس از گذشت دو هفته، وجود علائم پژمردگی مورد بررسی قرار گرفت. این آزمایش صرفاً جهت تایید داشتن قابلیت بیماری‌زایی باکتری انجام شد. به منظور نگهداری طولانی مدت باکتری *R. solanacearum*، جهت آزمایشات بعدی، باکتری را روی محیط تریپیک سوی آگار (Tryptic soy agar) کشت و روی آن گلیسیرین ریخته شد و در یخچال نگهداری شد.

تهیه چای ورمی کمپوست و چای کمپوست

به منظور تهیه محلول چای کمپوست و چای ورمی کمپوست، یک کیلوگرم ورمی کمپوست تولید شرکت البرز پارسه و یک کیلوگرم کمپوست تولید شرکت آریا پرتو (جدول ۱، ترکیبات تشکیل دهنده آنها) به طور جداگانه در چهار لیتر آب مقطر به مدت ۴۸ ساعت خیسانده شد. پس از آن محلول حاصل با استفاده از الک مش شماره ۲۰ صاف گردید و با افزودن آب به این عصاره، غلظت‌های ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد حجمی تهیه شد (Nourafcan *et al.* 2016).

جدول ۱. خصوصیات کودهای ورمی‌کمپوست و کمپوست استفاده شده در این تحقیق.

Table 1. Characteristics of vermicompost and compost fertilizers used in this study.

Mn	Fe	Zn	K	P	N	pH	EC (ds/m)	vermicompost
419.1 ppm	0.9004 %	111.6 ppm	14932 ppm	193.7 ppm	0.4%	7.5	5.5	
Mn	**Zn**	**Ca**	**K**	**P**	**N**	**pH**	**EC (Mmhos/cm)**	**compost**
276.8 ppm	85.0 ppm	25.1%	17.3 %	15.0 %	5.3 %	5.7	5.3	

تهیه سوسپانسیون باکتری Ralstonia solanacearum

برای تهیه سوسپانسیون، باکتری روی محیط آگار مغذی (Nutrient agar = NA) کشت داده شد. پس از گذشت ۴۸ ساعت باکتری به وسیله لوپ سترون از سطح محیط جمع شده و داخل ارلن حاوی آب مقطر دو بار سترون ریخته شد، به گونه‌ای که سوسپانسیون غلیظی از باکتری حاصل شد. سپس، جذب (چگالی) نوری (OD) سوسپانسیون حاصله توسط دستگاه اسپکتوفتومتر در طول موج ۶۰۰ نانومتر اندازه‌گیری و روی ۰/۱ تنظیم شد. در این OD غلظت باکتری 10^8 CFU/mL می‌باشد (10^8 CFU/mL معادل با ۰/۱ = OD_{600}) (Algam *et al.* 2010).

www.SID.ir

Archive of SID

بذرهای گوجه‌فرنگی رقم سانسید ۶۱۰۸ توسط هیپوکلریت سدیم یک درصد به مدت یک دقیقه ضدعفونی شدند و پس از شستشو با آب مقطر سترون در سینی نشاء کاشته شدند. گیاهچه‌ها پس از رسیدن به مرحله ۲-۳ برگی، به گلدان‌های پلاستیکی (با ابعاد ۱۲ × ۱۱ × ۹ سانتی‌متر به ترتیب قطر دهانه، ارتفاع و قطر ته گلدان، با حجم یک کیلوگرم) منتقل شدند. قبل از کاشت، تیمارهای حاوی کمپوست، ورمی‌کمپوست، چای کمپوست و چای ورمی‌کمپوست، با غلظت‌های ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد حجمی به طور جداگانه به گلدان‌هایی که حاوی خاک باغچه با خصوصیاتی که در جدول (۲) شرح آن آورده شده است، اضافه گردید.

اعمال تیمار در شرایط گلخانه

برای هر تیمار، سه گلدان (تکرار) در نظر گرفته شد. بدین منظور گیاهچه‌ها به، ۲۴ گلدان حاوی ورمی‌کمپوست (۱۲ گلدان بدون مایه‌زنی باکتری + ۱۲ گلدان با مایه‌زنی باکتری)، ۲۴ گلدان حاوی کمپوست، ۲۴ گلدان حاوی چای کمپوست و ۲۴ گلدان حاوی چای ورمی‌کمپوست منتقل شدند. مجموع گلدان‌های بدون مایه‌زنی باکتری ۴۸ عدد و گلدان‌های با مایه‌زنی باکتری نیز ۴۸ عدد (مجموعاً ۹۶ گلدان) بود (شکل ۱).

افزودن غلظت‌های مختلف چای کمپوست و چای ورمی-کمپوست بدین صورت بود که هر کدام به طور جداگانه در مخازن ۴ لیتری تهیه شده و سپس این محلول‌ها در دو روز متوالی به مقدار ۲۵۰ میلی لیتر به خاک گلدان با حجم یک کیلوگرم اضافه شدند. افزودن کمپوست و ورمی‌کمپوست نیز بدین صورت بود که مثلاً برای حجم ۲۰ درصد حجمی، ۲۰۰ گرم کمپوست یا ورمی‌کمپوست مابقی (۸۰۰ گرم) خاک باغچه بود و برای سایر غلظت‌ها این تناسب رعایت گردید. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتور اول در چهار سطح شامل تیمارهای کمپوست، ورمی کمپوست، چای کمپوست و چای ورمی کمپوست و فاکتور دوم با چهار سطح شامل غلظت‌های مختلف (صفر، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد) و فاکتور سوم با دو سطح شامل گیاهان مایه‌زنی شده با باکتری و گیاهان مایه‌زنی نشده با باکتری در نظر گرفته شد.

مایه‌زنی گیاهچه‌ها

بعد از گذشت ۴-۳ روز از کشت نشای گوجه‌فرنگی و آبیاری آنها، گیاهچه‌ها توسط باکتری مایه‌زنی شدند. برای آغشته‌سازی گیاهچه‌های گوجه‌فرنگی با باکتری از سوسپانسیون باکتری استفاده گردید. به هر گلدان مقدار ۵۰ میلی‌لیتر از سوسپانسیون باکتری با غلظت 10^8 CFU/mL اضافه شد (Algam *et al.* 2010). غلظت‌های صفر هر تیمار (بدون کاربرد انواع کود) مربوط به تیمار شاهد بدون مایه‌زنی باکتری و شاهد مایه‌زنی شده با باکتری در هر گروه بود. گلدان‌های حاوی گیاهچه‌های کشت شده در گلخانه با دمای ۲ ± ۲۵ درجه سیلسیوس نگهداری و هر دو روز یک بار از نظر بروز علائم بیماری مورد بررسی قرار گرفتند.

جدول ۲. جدول خصوصیات خاک گلدان‌ها.

Table 2. Soil properties table.

Clay	Silt	Sand	(K)	(P)	(N)	pH	EC
13.2	34.6	54.4	459.0 ppm	74.8 ppm	0.28 %	7.62	1.66 (ds/m)

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 انجام گرفت و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد. همچنین از نرم افزار Excel جهت ترسیم نمودارها استفاده شد.

بررسی درصد بازدارندگی از بیماری

سه هفته پس از مایه‌زنی گیاهان با عامل بیماری جهت ارزیابی شدت بیماری از مقیاسی به شرح زیر استفاده شد (Aslam *et al.* 2017).

صفر (۰): عدم وجود علائم آلودگی، ۱: کمتر از ۱۰ درصد برگ‌های گیاه پژمرده شده، ۲: بین ۱۱ تا ۲۵ درصد برگ‌های گیاه پژمرده شدند، ۳: بین ۲۶ تا ۵۰ درصد برگ‌های گیاه پژمرده شدند، ۴: بین ۵۱ تا ۷۵ درصد برگ‌های گیاه پژمرده شدند، ۵: بیش از ۷۵ درصد برگ‌های گیاه پژمرده شدند.

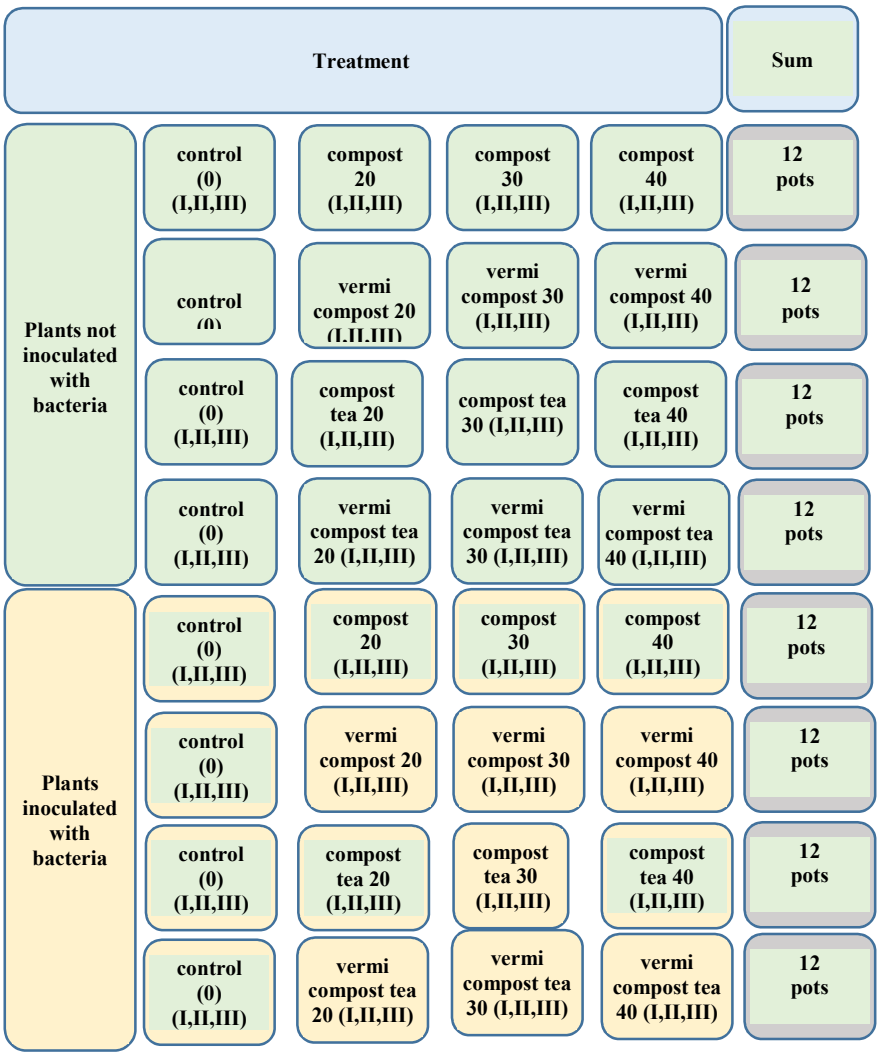
سپس شدت بیماری بر حسب درصد (Percent Disease Index) (PDI)، طبق معادله زیر محاسبه گردید (Parsa *et al.* 2018):

$$DI = [\Sigma (n_i \times v_i) / (N \times V)] \times 100$$ فرمول (۱)

www.SID.ir

Archive of SID

در این معادله، n_i تعداد گیاهان در هر رتبه، v_i رتبه بیماری در هر گیاه طبق مقیاس، N تعداد کل گیاهان مورد بررسی در هر تیمار و V بالاترین رتبه شدت بیماری (عدد ۵) مطابق مقیاس مورد استفاده می‌باشد.



شکل ۱. نقشه کلی انجام آزمایش.

Figure 1. General map of the experiment.

میزان درصد بازدارندگی از بیماری یا درصد مهار بیماری در مقایسه با شاهد مایه‌زنی شده با باکتری بر اساس فرمول زیر محاسبه و یادداشت شد (Nawangsih *et al.* 2012):

$$I = [(C - T) / C] \times 100 \quad \text{فرمول (۲)}$$

در این فرمول، I درصد بازدارندگی از بیماری، C شدت بیماری در تیمار شاهد مایه‌زنی شده با باکتری و T شدت بیماری در تیمارهای آزمایشی بود.

بررسی صفات مرتبط با شاخص رشد گیاه گوجه‌فرنگی

هشت هفته پس از تلقیح گیاه توسط باکتری مورد نظر، از هر گلدان نمونه‌برداری شده و مواردی شامل طول اندام هوایی و ریشه بر حسب سانتی متر توسط خط‌کش، وزن تر قسمت‌های هوایی و ریشه بر حسب گرم توسط ترازو با دقت ۰/۰۰۱، و قطر ساقه توسط کولیس و بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری گردید.

نتایج و بحث

درصد بازدارندگی از بیماری

در این پژوهش نوع کود و غلظت آن اثر معنی‌داری بر درصد بازدارندگی از بیماری در سطح احتمال یک درصد نشان داد. در بررسی اثر متقابل نوع کود آلی و غلظت‌های آنها مشخص شد که اکثر تیمارها در مقایسه با شاهد بیمار باعث بازدارندگی از بیماری شده بودند ولی کشت گیاهان در بستر حاوی کود ورمی‌کمپوست

www.SID.ir

Archive of SID

با غلظت ۴۰ درصد حجمی ۶۶/۶۷ درصد و یا ۳۰ درصد حجمی به طور متوسط ۶۰/۰ درصد و در بستر حاوی چای ورمی-کمپوست با غلظت ۴۰ درصد حجمی در حدود ۵۳/۳۳ درصد توانست بیماری را کنترل کند (شکل ۲). درسایر تیمارها، حداقل بازدارندگی در حدود ۱۳/۳۳ درصد بود. کمترین درصد بازدارندگی متعلق به گیاهان تیمار شاهد (عدم کاربرد کودهای آلی) مایه‌زنی شده با باکتری بود (جدول ۳).

طی مطالعات مختلفی اثرات بازدارندگی ورمی‌کمپوست روی بیمارگرهای خاکزاد متعددی از جمله *Verticillium dahliae* به اثبات رسیده است (Moradi *et al.* 2014). به نظر می‌رسد که ورمی‌کمپوست به علت وجود یک یا چند میکروارگانیسم آنتاگونیست بیمارگر دارای خاصیت بازدارندگی می‌باشد. این ریزموجودات آنتاگونیست یا ناهمساز به طرق مختلف از قبیل تولید آنتی‌بیوتیک، تولید آنزیم‌های تجزیه کننده، رقابت برای غذا، یا مستقیماً از طریق پارازیته کردن، اجازه تولید جمعیت کافی برای ایجاد بیماری حاد را به بیمارگر نمی‌دهند (Chaoui *et al.* 2002). در واقع ورمی‌کمپوست غنی از عناصر غذایی و حاوی هومات کلسیم است (Gómez-Brandón *et al.* 2015) که مانع خشک شدن سریع ورمی‌کمپوست و باعث بهبود تلقیح قارچها و باکتری‌های مفید از قبیل تریکودرما، سودوموناس و اسپورهای قارچهای مایکوریز می‌گردد.

جدول ۳. اثر غلظت‌های مختلف انواع کود بر درصد بازدارندگی از بیماری پژمردگی آوندی باکتریایی ناشی از *Ralstonia solanacearum* در گیاهان گوجه فرنگی.

Table 3. Effect of different concentrations of the fertilizers on the inhibition percentage of bacterial wilt disease caused by *Ralstonia solanacearum* in tomato plants.

concentration (%vol) / Organic fertilizer	index of inhibitory percentages			
	شاهد	20	30	40
Compost	6.67 e	13.33 de	33.33 cd	33.33 cd
Vermicompost	6.67 e	46.67 b	60.00 ab	66.67 a
Compost tea	6.67 e	13.33 de	40.00 bc	40.00 bc
Vermicompost tea	6.67 e	33.33 cd	53.33 a-c	53.33 a-c

•The means with the same letters in each column and row do not have a significant difference in the Duncan test at 1% probability level.

Ansari *et al.* (2020) اعلام کردند ورمی‌کمپوست به دلیل دارا بودن مواد مغذی زیاد و تنوع میکروبی در مقایسه با کمپوست معمولی در بهبود تنوع میکروبی خاک برتری دارد همچنین باعث بهبود ساختار دانه‌ای خاک پس از کاربرد در خاک می‌شود، با این حال، این اثر مثبت به شدت به خواص خاک بستگی دارد. طبق اظهارات (Pathma *et al.* 2019) به دلیل وجود باکتری‌های تجزیه کننده در ورمی‌کمپوست دارای اثرات بازدارندگی روی عوامل بیماری‌زا از جمله *F. verticillioides* (Sacc.) Nirenberg، *Pythium ultimum* Trow و *Rh. solani* می‌باشد. اثرات مثبت میکروبی ممکن است یکی از دلایل کنترل بیماری‌ها باشد چراکه با افزودن مواد آلی به خاک جمعیت و تنوع میکروبی به خاک افزوده می‌شود و اثرات آنتاگونیستی افزایش می‌یابد (Pathma *et al.* 2019). مواد غذایی مصرف شده به وسیله کرم خاکی باعث کاهش بیمارگرهایی مانند *Ralstonia*، *Fusarium*، *Verticillium* و افزایش جمعیت *Pseudomonas fluorescent* و *Actinomyces* و ثابت ماندن جمعیت *Bacillus* و *Trichoderma* می‌شود (Sarma *et al.* 2010). جایگزینی ورمی کمپوست در بستر کشت باعث کاهش بیماری قارچی به وسیله *R. solani*، *Phytophthora drechsleri* Tucker Schlecht. emend. و *F. oxysporum* Snyder & Hansen در گل ژربرا شد (Brisco-McCann & Hausbeck 2018). کاربرد ده تا ۳۰ درصد ورمی-کمپوست در بستر کشت گلخانه‌ای و باغی باعث کاهش معنی‌دار پیتیوم و رایزکتونیا در شرایط گلخانه‌ای شده است (Liu *et al.* 2019). عصاره ورمی‌کمپوست یا همان چای ورمی کمپوست مانع رشد *Botrytis cinerea* Per. و *F. oxysporum* (Lib.) de و *S. sclerotiorum* Bary در جو و باقلا در شرایط مزرعه شد (Singh *et al.* 2003). این گزارشات با نتایج آزمایش حاضر مطابقت می‌کند.

شاخص‌های رشدی گیاه گوجه‌فرنگی

نتایج این آزمایش نشان داد، به طور کلی طول ریشه در گیاهان مایه‌زنی شده با باکتری در مقایسه با گیاهان مایه‌زنی

www.SID.ir

Archive of SID

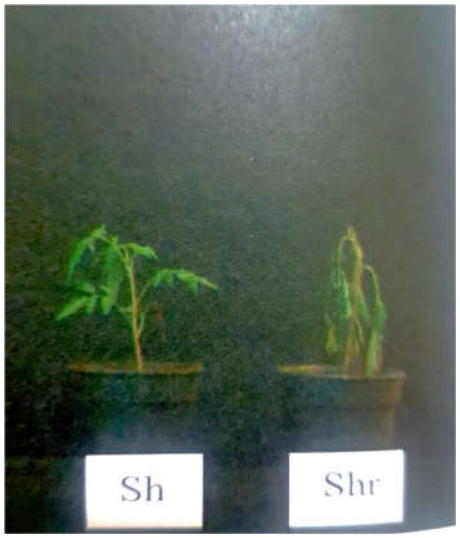
نشده با باکتری کاهش یافت، ولی در بین گیاهان بیمار، کاهش طول ریشه گیاهانی که در بستر حاوی ۳۰ درصد حجمی چای کمپوست و یا ۴۰ درصد ورمی‌کمپوست یا چای ورمی‌کمپوست کشت شده بودند، کمتر از سایر گیاهان بود. کشت گیاهان مایه-زنی شده با باکتری در بستر کشت فاقد کودهای آلی (تیمار شاهد) باعث شد ریشه به طور معنی‌داری کمتر رشد کند و کمترین مقدار را داشتند (جدول ۴).

جدول ۴. اثر متقابل نوع کود و غلظت آن بر طول ریشه در گیاهان گوجه‌فرنگی مایه‌زنی نشده و مایه‌زنی شده با بیماری باکتری *R. solanacearum*

Table 4. Interaction effect of fertilizer type and its concentration on root length in non-inoculated or inoculated tomato plants with *R. solanacearum*.

Organic fertilizer	Plant concentration (%vol)	plant height (cm)	
		Non inoculated with bacteria	Inoculated with bacteria
Compost	(Control)	8.65 gh	2.13 l
	20	7.89 gh	3.83 k
	30	9.75 c-f	6.53 i
	40	10.07 c-e	5.85 i
Vermicompost	(Control)	8.65 gh	2.13 l
	20	9.93 c-e	6.72 i
	30	10.23bc	8.84 gh
	40	10.81a	9.54 ef
Compost tea	(Control)	8.65 gh	2.13 l
	20	10.07c-e	9.19 fg
	30	11.10 a	9.83 c-e
	40	10.76 ab	9.87 c-e
Vermicompost tea	(Control)	8.65gh	2.13 l
	20	8.91 gh	5.69 j
	30	10.24 bc	8.22 h
	40	10.15 cd	9.62 d-f

*The means with the same letters in each column and row do not have a significant difference in the Duncan test at 1% probability level.



شکل ۲. علائم پژمردگی در گیاه گوجه فرنگی مایه‌زنی شده با باکتری *Ralstonia solanacearum* (گلدان سمت راست) در مقایسه با گیاه مایه‌زنی نشده و بدون علائم (گلدان سمت چپ).

Figure 2. Symptoms of wilting in the tomato plant inoculated with *Ralstonia solanacearum* (right pot) in comparison with the non-inoculated plant (left pot).

www.SID.ir

Archive of SID

بستر حاوی ۳۰ یا ۴۰ درصد چای کمپوست و یا ۴۰ درصد ورمی‌کمپوست یا چای ورمی‌کمپوست کشت شدند، بیشتر از سایر گیاهان بود. کشت گیاهان مایه‌زنی شده با باکتری در بستر فاقد کودهای آلی (تیمار شاهد) باعث شد ارتفاع بوته به طور معنی‌داری کمتر از سایر تیمارها باشد و کمترین (۵/۱۶ سانتی متر) مقدار را داشتند (جدول ۵). نتایج به دست آمده در این آزمایش در ارتباط با ارتفاع بوته گیاه با نتایج Darzi *et al.* (2011) که عنوان کردند ورمی‌کمپوست باعث افزایش ارتفاع بوته گیاه می‌شود، مشابه است. عمده دلایل افزایش در ارتفاع گیاه در ارتباط با ورمی کمپوست را می‌توان اینطور بیان کرد که میزان نیتروژن ورمی‌کمپوست (جدول ۱) نسبت به سایر کودهای آلی بیشتر می‌باشد به همین دلیل مصرف ورمی‌کمپوست باعث تحریک رشد و افزایش ارتفاع گیاه می‌شود. از دلایل دیگر می‌توان گفت که ورمی‌کمپوست از طریق قدرت زیاد جذب آب، قابلیت تحریک کنندگی فعالیت میکروب‌های مفید خاک و فراهمی مطلوب عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف بر روی میزان فتوسنتز تأثیر مثبت گذاشته و موجب افزایش ارتفاع بوته می‌شود (Islam *et al.* 2014). چای‌کمپوست به دلیل دارا بودن عواملی نظیر میکروارگانیسم‌های مفید به طور مستقیم با ساز و کارهای متفاوت مانند تولید سورفاکتانت، افزایش نفوذپذیری کوتیکول، تولید و رهاسازی تنظیم کننده‌های رشد گیاهی و افزایش فراهمی آب و عناصر غذایی باعث افزایش رشد گیاه و از جمله ارتفاع گیاه می‌شود و به طور غیرمستقیم با بیمارگرها از لحاظ مصرف عناصر غذایی و اشغال مکان رقابت می‌کنند و باعث بهبود رشد گیاه از جمله ارتفاع گیاه می‌شود. همچنین چای کمپوست با تحریک تولید ترکیبات اکسین مانند می‌تواند علت افزایش ارتفاع گیاه باشد. اسیدآمینه تریپتوفان پیش ماده سنتز اکسین می‌باشد و وجود عنصر روی در ساختمان این اسید آمینه ضروری است و با توجه به این‌که چای‌کمپوست غنی از مواد

جدول ۵. اثر متقابل نوع کود و غلظت آن بر ارتفاع بوته در گیاهان گوجه‌فرنگی مایه‌زنی نشده و مایه‌زنی شده با بیماری باکتری *R. solanacearum*

Table 5. Interaction effect between fertilizer type and its concentration on plant height in non- inoculated or inoculated tomato plants with *R. solanacearum*.

Organic fertilizer	Plant concentration (%vol)	plant height (cm)	
		Non inoculated with bacteria	Inoculated with bacteria
Compost	(Control)	18.06 gh	5.16 k
	20	18.46 gh	5.70 k
	30	21.23 c-e	11.93 i
	40	22.61 c-e	12.86 i
Vermicompost	(Control)	18.06 gh	5.16 k
	20	21.76 c-e	12.46 i
	30	22.63 bc	18.59 gh
	40	24.29 a	20.63 ef
Compost tea	(Control)	18.06 gh	5.16 k
	20	22.16 c-e	19.63 fg
	30	25.13 a	21.46 c-e
	40	24.16 ab	21.59 c-e
Vermicompost tea	(Control)	18.06 gh	5.16 k
	20	18.79 g	9.49 j
	30	22.66 bc	17.09 h
	40	22.39 cd	20.86 d-f

The means with the same letters in each column and row do not have a significant difference in the Duncan test at 1% probability level.

ریزمغذی از جمله روی می‌باشد (جدول ۱)، می‌تواند با تأثیر بر سنتز هورمون‌ها به ویژه اکسین باعث افزایش ارتفاع گیاه شود. با کاربرد ورمی‌کمپوست به طور همزمان چندین سازوکار سرکوب بیماری در برابر بیمارگر فعال می‌شود و علاوه بر اینکه بر سلامت گیاه اثر دارد، باعث افزایش رشد و توسعه گیاه نیز می‌گردد (Islam *et al.* 2014).

www.SID.ir

Archive of SID

بر اساس نتایج این آزمایش مشخص شد، وزن تر ریشه گیاهان مایه‌زنی شده با باکتری در مقایسه با گیاهان مایه‌زنی نشده با باکتری کاهش یافت. ولی کاهش وزن تر ریشه گیاهان بیماری که در بستر حاوی ۴۰ درصد ورمی‌کمپوست، ۳۰ یا ۴۰ درصد چای کمپوست یا چای ورمی‌کمپوست قرار داشتند، در مقایسه با سایر گیاهان بیمار کمتر بود و در واقع با برخی از غلظت‌های (۲۰ درصد کمپوست و چای کمپوست) گیاهان سالم تفاوت معنی‌داری نداشتند. کشت گیاهان مایه‌زنی شده با باکتری در بستر کشت فاقد کودهای آلی باعث شد وزن تر ریشه به طور معنی‌داری کمتر از تیمارهای فوق باشد و کمترین (۰/۱۰ گرم) مقدار را داشتند (جدول ۶).

بر اساس نتایج این آزمایش مشخص شد، وزن تر اندام هوایی گیاهان مایه‌زنی شده با باکتری در مقایسه با گیاهان مایه‌زنی نشده با باکتری کاهش یافت. ولی کاهش وزن تر اندام هوایی گیاهان بیماری که در بستر حاوی ۴۰ درصد ورمی‌کمپوست، ۳۰ یا ۴۰ درصد چای کمپوست یا چای ورمی‌کمپوست قرار داشتند، در مقایسه با سایر گیاهان بیمار کمتر بود و در واقع با برخی از غلظت‌های (۲۰ درصد کمپوست و چای کمپوست) گیاهان مایه-زنی نشده با باکتری تفاوت معنی‌داری نداشتند. گیاهان مایه‌زنی شده با باکتری در بستر فاقد کودهای آلی باعث شد وزن تر اندام هوایی به طور معنی‌داری کمتر از تیمارهای فوق باشد و کمترین (۰/۲۰ گرم) مقدار را داشتند (جدول ۷).

نتایج این آزمایش با نتایج Atiyeh *et al.* (2002) که عنوان کردند ورمی‌کمپوست دارای هومات می‌باشد که دارای اثرات مشابه هورمون‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی هستند و وجود آنان همراه مواد آلی در ورمی‌کمپوست باعث تحریک رشد گیاه و افزایش ماده خشک تولیدی می‌شود مشابه است. در یافته‌ای دیگر Shahbazi *et al.* (2015) سهم عمده ورمی‌کمپوست در افزایش رشد را مربوط به افزودن مواد تنظیم کننده رشد نظیر هیومیک اسید دانسته که باعث افزایش رشد و تجمع ماده خشک می‌شود. Calvo *et al.* (2014) در نتایج آزمایشی گزارش کردند

جدول ۶. اثر متقابل نوع کود و غلظت آن بر وزن تر ریشه در گیاهان گوجه‌فرنگی مایه‌زنی نشده و مایه‌زنی شده با بیماری باکتری *Ralstonia solanacearum*

Table 6. Interaction effect of fertilizer type and its concentration on root fresh weight in non-inoculated or inoculated tomato plants with *Ralstonia solanacearum*.

Organic fertilizer	plant concentration (%vol)	fresh root weight (g)	
		Non inoculated with bacteria	Inoculated with bacteria
Compost	(Control)	0.52 b-e	0.10 j
	20	0.51 c-f	0.12 i
	30	0.54 a-d	0.25 h
	40	0.55 a-c	0.42 g
Vermicompost	(Control)	0.52 b-e	0.10 j
	20	0.53 b-d	0.27 h
	30	0.56 a-c	0.40 g
	40	0.58 a	0.50 d-f
Compost tea	(Control)	0.52 b-e	0.10 j
	20	0.56 a-c	0.40 g
	30	0.55 a-c	0.47 f
	40	0.57 ab	0.50 d-f
Vermicompost tea	(Control)	0.52 b-e	0.10 j
	20	0.51 c-f	0.24 h
	30	0.55 a-c	0.47 f
	40	0.57 ab	0.48f

*The means with the same letters in each column and row do not have a significant difference in the Duncan test at 1% probability level.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷. اثر متقابل نوع کود و غلظت بر وزن تر اندام هوایی در گیاهان گوجه‌فرنگی مایه‌زنی نشده و مایه‌زنی شده با بیماری باکتری *Ralstonia solanacearum*

Table 7. Interaction effect of fertilizer type and concentration on shoot fresh weight in non-inoculated or inoculated tomato plants with *Ralstonia solanacearum.*

Organic fertilizer	plant concentration (%vol)	Plant shoot fresh weight (g)	
		Non inoculated with bacteria	Inoculated with bacteria
Compost	(Control)	2.34 i	0.28 m
	20	2.54 gh	0.91 l
	30	2.87 de	1.94 j
	40	2.92 de	1.99 j
Vermicompost	(Control)	2.34 i	0.28 m
	20	2.45 hi	1.52 k
	30	2.90 de	2.52 gh
	40	3.25 ab	2.75 ef
Compost tea	(Control)	2.34 i	0.28 m
	20	2.99 cd	2.64 fg
	30	3.10 bc	2.81 e
	40	3.27 a	2.82 e
Vermicompost tea	(Control)	2.34 i	0.28 m
	20	2.53 gh	1.60 k
	30	3.11 bc	2.58 gh
	40	3.09 bc	2.82

*The means with the same letters in each column and row do not have a significant difference in the Duncan test at 1% probability level.

جدول ۸. اثر متقابل نوع کود و غلظت آن بر قطر ساقه در گیاهان گوجه‌فرنگی مایه‌زنی نشده و مایه‌زنی شده با بیماری باکتری *Ralstonia solanacearum*

Table 8. Interaction effect of fertilizer type and its concentration on stem diameter in non-inoculated or inoculated tomato plants with *Ralstonia solanacearum.*

Organic fertilizer	plant oncentration (%vol)	Stem diameter of tomato (mm)	
		non-inoculated with bacteria	Inoculated with bacteria
Compost	(Control)	7.0 i	1.8 m
	20	7.6 gh	2.7 l
	30	8.6 de	58.0 j
	40	8.7 de	59.0 j
Vermicompost	(Control)	7.0 i	1.8 m
	20	7.3 hi	4.5 k
	30	8.7 de	7.5 gh
	40	9.7 ab	8.2 ef
Compost tea	(Control)	7.0 i	1.8 m
	20	8.9 cd	7.9 fg
	30	9.3 bc	8.4 e
	40	9.8 a	8.4 e
Vermicompost tea	(Control)	7.0 i	1.8 m
	20	7.6 gh	4.8 k
	30	9.3 bc	7.7 gh
	40	9.2 bc	8.4 E

*The means with the same letters in each column and row do not have a significant difference in the Duncan test at 1% probability level.

www.SID.ir

Archive of SID

که با افزایش مصرف ورمی‌کمپوست در خاک میزان نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، مس، روی و منگنز افزایش می‌یابد. همچنین در آزمایش دیگر گزارش کردند تا سطح ۵۰ درصد حجمی میزان نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، روی و منگنز در خاک افزایش یافت به طوری‌که بیشترین میزان ماده خشک گیاه با کاربرد ۵۰ درصد حجمی ورمی‌کمپوست به دست آمد تیمارهای آزمایش شامل، شاهد، ۱۰، ۲۵ و ۵۰ درصد حجمی ورمی‌کمپوست بود (Sinha *et al.* 2010). افزایش وزن تر ریشه و اندام هوایی در برخی از گیاهان مایه‌زنی شده با باکتری احتمالاً به این دلیل است که تعدادی از میکروارگانیسم‌های کلونیزه کننده ریشه موجود در کودهای آلی نظیر کمپوست، ورمی‌کمپوست و عصاره آنها، علاوه بر رقابت با باکتری عامل بیماری، مسیرهای بیوشیمیایی مقاومت را در گیاهان فعال کرده که منجر به مقاومت گیاه در برابر بیماری شده است.

براساس نتایج این آزمایش مشخص شد، قطر ساقه در گیاهان مایه‌زنی شده با باکتری نسبت به گیاهان مایه‌زنی نشده با باکتری کاهش یافت. ولی کاهش قطر ساقه گیاهان مایه‌زنی شده با باکتری که در بستر حاوی ۴۰ درصد ورمی‌کمپوست، ۳۰ یا ۴۰ درصد چای کمپوست یا چای ورمی‌کمپوست قرار داشتند، در مقایسه با سایر گیاهان مایه‌زنی شده با باکتری کمتر بود و در واقع با برخی از غلظت‌های (۳۰ درصد کمپوست و ورمی-کمپوست) گیاهان مایه‌زنی نشده با باکتری تفاوت معنی‌داری نداشتند. کشت گیاهان مایه‌زنی شده با باکتری در بستر فاقد کودهای آلی باعث شد قطر ساقه به طور معنی‌داری کمتر از تیمارهای فوق باشد و کمترین (۱/۸ میلی متر) مقدار را داشتند (جدول ۸). Abrishamchi *et al.* (2014) بیان کردند که کاربرد ورمی کمپوست باعث افزایش معنی‌داری در قطر ساقه گیاه گوجه‌فرنگی می‌شود. Samadzadeh *et al.* (2018) گزارش کردند که چای ورمی کمپوست رشد ریشه را در گیاه کلزا افزایش داد و علت آن را به دلیل داشتن ظرفیت بالای نگهداری آب و مواد غذایی کافی اعلام کردند که باعث افزایش سطح برگ و میزان میزان کلروفیل و افزایش وزن خشک کل گیاه می شود. بررسی چند فاکتور رشدی گیاه از قبیل ارتفاع، قطر ساقه، وزن تر و وزن خشک ساقه نشان می‌دهد که به طور کلی کود ورمی کمپوست، چای ورمی‌کمپوست و چای کمپوست بهترین نتیجه را دارا بود. اثرات مثبت ورمی‌کمپوست و عصاره آن و همچنین چای کمپوست را می‌توان به بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و همچنین میزان دسترسی گیاه به عناصر غذایی معدنی نسبت داد (Atiyeh *et al.* 2002). افزایش رشد اندام‌های هوایی و زیرزمینی را می‌توان مربوط به افزایش قابلیت جذب نیتروژن در چای کمپوست و یا اثر هورمون‌های رشد حاصل از فعالیت کرم‌های خاکی در ورمی‌کمپوست و عصاره آن دانست که از طریق استخراج محلول حاصل می‌شود. کودهای آلی pH محیط ریشه را پایین می‌آورند و از این طریق جذب بسیاری از عناصر برای ریشه گیاه راحت‌تر می‌شود (Han & Lee 2006).

در ارتباط با بهترین غلظت استفاده از انواع کود به طور کلی باید بیان داشت که با افزایش سطح غلظت کودها، شاخص‌های رشدی به طور معنی داری افزایش پیدا کرده و بهترین غلظت را می‌توان در ورمی‌کمپوست و چای ورمی‌کمپوست غلظت ۴۰ درصد و برای چای کمپوست غلظت ۳۰ درصد عنوان کرد. Razavi Nia *et al.* (2015) گزارش کردند که کاربرد کود آلی ورمی‌کمپوست با غلظت چهار تن در هکتار بیشترین میزان عملکرد را در سرخارگل داشت.

به طور کلی از بررسی نتایج این آزمایش مشخص گردید با استفاده از ورمی‌کمپوست با غلظت ۴۰ درصد حجمی ۶۶/۶۷ درصد و یا ۳۰ درصد حجمی به طور متوسط ۶۰/۰ درصد و در بستر حاوی چای ورمی‌کمپوست با غلظت ۴۰ درصد حجمی در حدود ۵۳/۳۳ درصد بیماری ناشی از باکتری خاکزی *R. solanacearum* را کنترل کردند و باعث بازدارندگی از رشد باکتری مذکور شدند و همچنین باعث بهبود رشد رویشی گیاه شدند. در سایر تیمارها، اگرچه در مقایسه با گیاهان مایه‌زنی نشده با باکتری رشد رویشی گیاه کاهش یافت ولی در مقایسه با تیمار شاهد مایه‌زنی شده با باکتری، کنترل بیماری و رشد رویشی بهبود یافت. کاربرد کمپوست نسبت به سایر موادها ضعیف‌تر عمل کرد. به طوری که استفاده از غلظت ۲۰ درصد حجمی اختلاف معنی‌داری با شاهد مایه‌زنی شده با باکتری از نظر درصد بازدارندگی بیماری نداشت. اقدام پیشگیرانه کشاورزان با استفاده از کودهای آلی مناسب، نحوه استفاده و غلظت صحیح باعث می‌شود ضمن بهبود کیفیت و کمیت محصولات با ایجاد مقاومت ذاتی در گیاهان ضمن کاهش مصرف سموم در کاهش آلودگی‌های زیست محیطی گام بردارند. حضور کودهای آلی در نظام‌های مختلف کشاورزی پایدار به ویژه از طریق اثرهای هم افزایی و تشدید کننده‌ای که میان آنها به وجود می‌آید، می‌تواند با ایجاد یک بستر مناسب و پیامد آن دسترسی مطلوب گیاه به عناصر غذایی، موجبات بهبود در رشد و افزایش زیست توده گیاه را فراهم آورد.

سپاسگزاری

نویسندگان از دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز بخاطر حمایت‌هایشان کمال تشکر و قدردانی را دارند.

www.SID.ir

Archive of SID

References

Abrishamchi P, Ganjeali A, Beyk Khormizi A, Avan A, 2014. Effect of vermicompost on germination and seedling growth of tomato (*Lycopersicum esculentom* L.) varieties, mobil and superorbina. *Journal of Horticultural Science* 27(4): 393–383.

Algam SAE, Xie G, Li B, Yu S, Su T, Larsen J, 2010. Effects of *Paenibacillus* strains and chitosan on plant growth promotion and control of Ralstonia wilt in tomato. *Journal of Plant Pathology* 92(3): 593–600.

Ansari AA, Ori L, Ramnarain YI, 2020. An effective organic waste recycling through vermicompost technology for soil health restoration. *In Soil Health Restoration and Management* 83–112.

Aslam M N, Mukhtar T, Hussain M A and Raheel M, 2017. Assessment of resistance to bacterial wilt incited by *Ralstonia solanacearum* in tomato germplasm. *Journal of Plant Diseases and Protection* 124(6): 585–590.

Atiyeh RM, Lee S, Edwards CA, Arancon NQ, Metzger JD, 2002. The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. *Bioresource Technology* 84(1): 7–14.

Beykkhormizi A, Abrishamchi P, Ganjeali A, Parsa M, 2016. Effect of vermicompost on some morphological, physiological and biochemical traits of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under salinity stress. *Journal of Plant Nutrition* 39(6): 883–893.

Brisco-McCann EI, Hausbeck MK, 2018. Diseases of Gerbera. *Handbook of Florists' Crops Diseases* 533–559.

Calvo P, Nelson L, Kloepper JW, 2014. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil* 383(1-2): 3–41.

Chaoui H, Edwards CA, Brickner A, Lee SS, Arancon NQ, 2002. November. Suppression of the plant diseases, Pythium (damping-off), Rhizoctonia (root rot) and Verticillium (wilt) by vermicomposts. *In Brighton Crop Protection Conference Pests and Diseases* 2: 711–716.

Darzi MT, Hadi MRH, Rejali F, 2011. Effects of vermicompost and phosphate biofertilizer application on yield and yield components in Anise (*Pimpinella anisum* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants* 26(4): 452–456. (In Persian with English abstract)

Darzi MT, Seyedhadi MH, Rejali F, 2012. Effects of the application of vermicompost and phosphate solubilizing bacterium on the morphological traits and seed yield of anise (*Pimpinella anisum* L.). *Journal of Medicinal Plants Research* 6(2): 215–219. (In Persian with English abstract)

Ghorbani R, Wilcockson S, Koocheki A, Leifert C, 2009. Soil management for sustainable crop disease control: a review. In Organic Farming, Pest Control and Remediation of Soil Pollutants pp.177–201.

Goldani M, Kamali M, 2016. Evaluation of Culture Media Including Vermicompost, Compost and Manure under Drought Stress in Iranian Petunia (*Petunia hybrida*). *Journal of Plant Production* 39 (3): 91–100. (In Persian with English abstract)

Gómez-Brandón M, Vela Maria, Martínez-Toledo MV, Insam H, Domínguez J, 2015. Effects of compost and vermicompost teas as organic fertilizers. *Advances in Fertilizer: Technology Synthesis*1: 300–318.

Gopinath KA, Saha S, Mina BL, Pande H, Kundu S, *et al.,* 2008. Influence of organic amendments on growth, yield and quality of wheat and on soil properties during transition to organic production. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 82 (1): 51–60.

Han HS, Lee KD, 2006. Effect of co-inoculation with phosphate and potassium solubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. *Plant Soil and Environment* 52 (3): 130–136.

Hooker WJ, 1981. Common scab. Compendium of Potato Diseases, APS Press, 33–34.

Igiehon, NO, Babalola OO, 2017. Biofertilizers and sustainable agriculture: exploring arbuscular mycorrhizal fungi. *Applied Microbiology and Biotechnology* 101(12): 4871–4881.

Islam MR, Mondal C, Hossain I, Meah MB, 2014. Compost tea as soil drench: an alternative approach to control bacterial wilt in Brinjal. *Archives of Phytopathology and Plant Protection* 47 (12): 1475–1488.

Khalil MY, 2006. How-far would *Plantago afra* L. respond to bio and organic manures amendments. *Research Journal of Biological Sciences* 2(1): 12–21.

www.SID.ir

Archive of SID

Litterick A, Wood M, 2009. The use of composts and compost extracts in plant disease control. In: Disease Control in Crops.1th ed, wiley Blackwell press, PP: 223–292.

Liu D, Han W, Zhang Y, Jiang Y, 2019. Evaluation of vermicompost and extracts on tomato root-knot nematode. *Bangladesh Journal of Botany* 48(3): 845–851.

Mahaffee W, Scheuerell S, Bailey M, Lilley A, Timms-Wilson T, *et al.,* 2006. Compost teas: alternative approaches to the biological control of plant diseases. *Microbial Ecology of Aerial Plant Surfaces* 165–179.

Mehta N, Karnwal A, 2013. Solid waste management with the help of vermicomposting and its applications in crop improvement. *Journal of Biology and Earth Sciences* 3(1): 8–16.

Moradi H, Fahramand M, Sobhkhizi A, Adibian M, Noori M, *et al.,* 2014. Effect of vermicompost on plant growth and its relationship with soil properties. *International Journal of Farming and Allied Sciences* 3(3): 333–338.

Moslemkhani C, Mozafari J, Alizadeh A, Shamsbakhsh M, Goltappeh EM, 2010. Evaluation of potato cultivars for resistance to *Ralstonia solanacearum* under *in vitro* and greenhouse conditions. *Seed and Plant Improvement Journal* (4): 501–515.

Nawangsih AA, Aditya R, Tjahjono B, Negishi H, Suyama K, 2012. Bioefficacy and characterization of plant growthpromoting bacteria to control the bacterial wilt disease of peanut in Indonesia. *Journal of ISSAAS (International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences)* 18(1): 185–192.

Nguyen MT, Ranamukhaarachchi SL, 2010. Soil-borne antagonists for biological control of bacterial wilt disease caused by *Ralstonia solanacearum* in tomato and pepper. *Journal of Plant Pathology* 395-405.

Noble R, Coventry E, 2005. Suppression of soil-borne plant diseases with composts: a review. *Biocontrol Science and Technology* 15 (1): 3–20.

Nourafcan H, Mahmoudirad Z, Pouyanfar M, 2016. The effect of foliar application of vermicompost tea on morphological traits of Jimsonweed (*Datura stramonium* L.). *Agroecology Journal* 12(2): 11–17.

Pane C, Spaccini R, Piccolo A, Scala F, Bonanomi G, 2011. Compost amendments enhance peat suppressiveness to Pythium ultimum, Rhizoctonia solani and Sclerotinia minor. *Biological Control* 56 (2): 115–124.

Pane C, Celano G, ZacCardelli M, 2014. Metabolic patterns of bacterial communities in aerobic compost teas associated with potential biocontrol of soilborne plant diseases. *Phytopathologia Mediterranea* 277–286.

Parsa N, Viani A, Arzanlou M, 2018. Evaluation of different tomato varieties cultivated in East-Azerbayjan Province for resistance to the race 1 of *Fusarium oxysporum* f. sp. lycopersici. *Journal of Applied Research in Plant Protection* 7 (3): 77–89.

Pathma J, Raman G, Sakthivel N, 2019. Microbiome of Rhizospheric Soil and Vermicompost and Their Applications in Soil Fertility, Pest and Pathogen Management for Sustainable Agriculture. *In Soil Fertility Management for Sustainable Development* 189–210.

Razavi Nia M, Aghaalikhani M, Badi HN, 2015. Effect of vermicompost and chemical fertilizers on quantitative and qualitative properties of *Echinaceae pursuerea* (L.) Moench. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants* 31 (2): 357–373. (In Persian with English abstract)

Sahni S, Sarma BK, Singh DP, Singh HB, Singh KP, 2008. Vermicompost enhances performance of plant growth-promoting rhizobacteria in *Cicer arietinum* rhizosphere against *Sclerotium rolfsii*. *Crop Protection* 27 (3-5): 369–376.

Samadzadeh GJE, Majidi HE, Shirani RAH, Noormohammadi G, 2018. Effect of vermicompost fertilizer application on physiological characteristics of rapeseed (*Brassica napus* l.) Genotypes in two sowing dates. *Journal of Crop Ecophysiology* 12 (2): 269–286. (In Persian with English abstrac)

Santos Mila, Diánez Fernando, Carretero Francisco, 2011. Suppressive effects of compost tea on phytopathogens. *Natural Products in Plant Pest Management* 8(4): 242–262.

Sarma BK, Singh P, Pandey SK, Singh HB, 2010. Vermicompost as modulator of plant growth and disease suppression. *Dynamic Soil, Dynamic Plant* 4: 58–66.

Segarra G, Reis M, Casanova E, Trillas MI, 2009. Control of powdery mildew (*Erysiphe polygoni*) in tomato by foliar applications of compost tea. *Journal of Plant Pathology* 683–689.

www.SID.ir

Archive of SID

Shabani F, Jamali AH, 2017. Effects of three different compost types on verticillium wilt (*Gossypium hirsutum* L.) of cotton under greenhouse conditions. *Journal of Applied Research in Plant Protection* 6 (3): 41–52.

Shahbazi Sh, Fatehi E, Aynehband A, 2015. Evaluation of the effect of humic acid and vermicompost on yield and yield components of three wheat cultivars in tropical regions. *Journal of Plant Production* 38 (2): 99–110 (In Persian with English abstract)

Sinha J, Biswas CK, Ghosh A, Saha A, 2010. Efficacy of vermicompost against fertilizers on cicer and pisum and on population diversity of N. *Journal of Environmental Biology* 31: 287–292.

Singh UP, Maurya S, Singh DP, 2003. Antifungal activity and induced resistance in pea by aqueous extract of vermicompost and for control of powdery mildew of pea and balsam/Antifungaie Aktivität und induzierte Resistenz in Erbsen durch wässrigen Extrakt aus Wurmkompost und Bekämpfung des Echten Mehltaus an Erbsen und Gartenbalsamine. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz/ Journal of Plant Diseases and Protection* 110(6): 544–553.

Song W, Zhou L, Yang C, Cao X, Zhang L, *et al.,* 2004. Tomato Fusarium wilt and its chemical control strategies in a hydroponic system. *Crop protection* 23(3): 243–247.

Zhao F, Zhang Y, Dong W, Zhang Y, Zhang G, *et al.,* 2019. Vermicompost can suppress *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* via generation of beneficial bacteria in a long-term tomato monoculture soil. *Plant and Soil* 1-15.

© 2020 Copyright by Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran. This is an open access article under the CC BY NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/)

www.SID.ir