

بررسی تحقیقات کاربرد ورمی کمپوست در کشاورزی

جلال امیدی و سمانه عبدالمحمدی^۱

کارشناس ارشد باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

jalalomidi58@yahoo.com

کارشناس ارشد باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

abu_tilon@yahoo.com

دریافت: اسفند ۹۷ و پذیرش: دی ۹۸

چکیده

از یک سو مصرف زیاد نهاده‌های شیمیایی در اراضی کشاورزی موجب معضلات زیست‌محیطی، افت کیفیت محصولات کشاورزی، ایجاد مقاومت در امراض و آفات گیاهی و کاهش میزان حاصلخیزی خاک‌ها شده است. از سوی دیگر امنیت غذایی و افزایش کیفیت محصولات کشاورزی از دغدغه‌های رایج بسیاری از جوامع می‌باشد. این در حالی است که بیش از ۶۰ درصد زمین‌های کشاورزی ایران را خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک تشکیل می‌دهند که از نظر مواد آلی فقیر می‌باشند، لذا برای بهبود باروری این خاک‌ها، افزودن مواد آلی به آن‌ها ضروری است. بخش عمده‌ای از تحقیقات گذشته در زمینه تاثیر ورمی کمپوست بر عملکرد محصولات مختلف زراعی-باغی-زینتی و داروئی، کاهش آثار تنش‌ها و اثرات این کود آلی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک متمرکز شده است. با توجه به مطالعات انجام شده و در راستای کاهش و مصرف متعادل کودهای شیمیایی، کاربرد ورمی کمپوست به میزان پنج تا ۱۰ تن در هکتار در گیاهان دارویی، ۲۰-۳۰ درصد حجمی در گلدان گیاهان زینتی، ۲۰-۶۰ تن در هکتار در گیاهان زراعی، ۴۰-۸۰ تن در هکتار هر دو یا سه سال یکبار در سبزی و صیفی و ۳۰-۶۰ تن در هکتار هر سه سال یکبار در درختان میوه به تنهایی یا به صورت تلفیقی با کودهای شیمیایی توصیه شده است. به نظر می‌رسد که کاربرد کود ورمی کمپوست با بهبود خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک، سبب کاهش چشم‌گیر مصرف کودهای شیمیایی شده و اثرات مثبت بسیاری در جهت پایداری تولید محصولات کشاورزی به همراه داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: زباله، مشکلات زیست‌محیطی، ورمی کمپوست

مقدمه

کشاورزان ایرانی به طور محدود از ورمی کمپوست استفاده می کنند. استفاده از روش تولید ورمی کمپوست از دو جهت اهمیت دارد، نخست اینکه حجم زیادی از مواد زاید آلی با این روش بازیافت می شود و از نقطه نظر اقتصادی و محیط زیست مهم است. دوم اینکه استفاده از ورمی کمپوست تولید شده در اراضی کشاورزی سبب بهبود کیفیت خاک و رشد گیاهان می شود که صرفه اقتصادی فراوانی را می تواند به دنبال داشته باشد (ارزانش و عباسی، ۱۳۹۰). کمپوست یک کود آلی است که حاصل تبدیل و تغییر انواع پسماندهای گیاهی و حیوانی در نتیجه فعالیت ریزجانداران بوده و یک کود بیولوژیک محسوب می شود (خوازی و ملکوتی، ۱۳۸۰). ورمی کمپوست نیز کمپوست تولید شده به کمک کرم های خاکی می باشد که در نتیجه هضم بقایای آلی ضمن عبور از دستگاه گوارش کرم ها به وجود می آید (جهانی و همکاران، ۱۳۹۰).

کشور ایران سالیانه فقط از منابع زباله های شهری، ظرفیت توان تولید بیش از چهار میلیون تن کود آلی ورمی کمپوست را دارا می باشد. در سال ۲۰۰۳ میزان تولید ورمی کمپوست در ایسلند یک میلیون تن برآورد شده است. در کشور هندوستان ۲۰۰ هزار نفر کشاورز در این بخش مشغول به کار هستند و یک شرکت نیز در همین کشور با داشتن ۱۰ هزار نفر کارگر، ماهیانه ۵۰ هزار تن ورمی کمپوست تولید می کند. کشاورزان کوبایی در جهت تولید و مصرف ورمی کمپوست تا آنجا پیشرفت داشته اند که به جای کودهای شیمیایی نیز از این کود استفاده می کنند، در حالی که در کشور ایران با دارا بودن مشکلاتی همچون بیکاری، کمبود مواد آلی خاک های کشور، گران بودن و مشکلات زیست محیطی کودهای شیمیایی و ... هنوز



شکل ۱- کرم های خاکی تولیدکننده ورمی کمپوست

ظاهری مثل کود گیاهی دارد و دارای تخلخل بالا و فعالیت گسترده میکروبی و آنزیمی است و توانایی بسیاری در نگه داری رطوبت و آب دارد. ورمی کمپوست توانایی خاک را در زهکشی، هوادهی و نگه داری آب بالا می برد و معمولا حاوی مواد غذایی در فرم های قابل دسترس مانند نیترات، فسفات، کلسیم و پتاسیم محلول است (آرانکون و همکاران، ۲۰۰۵). فعالیت میکروبی باکتری ها در ورمی کمپوست گسترده و بسیار زیاد است. ورمی کمپوست شامل تنظیم کننده های رشد گیاهی مانند جیبرلین، سیتوکینین، اکسین و سایر مواد موثر بر رشد (ویتامین های گروه B) تولید شده

ورمی کمپوست نوعی کود آلی بیولوژیک با pH تنظیم شده، سرشار از مواد هیومیک و عناصر غذایی به شکل قابل جذب برای گیاه، دارای انواع ویتامین ها و هورمون های محرک رشد است که در اثر عبور مواد آلی از دستگاه گوارش کرم های خاکی به وجود می آید (پیوست و الفتی، ۱۳۸۷؛ درزی و همکاران، ۱۳۸۸). ورمی کمپوست حاصل تخریب مواد آلی از طریق تعاملات بین ریزسازواره های خاک و کرم خاکی است. ورمی کمپوست کود مناسبی با نسبت C:N کافی برای خاک به شمار می رود (راماسامی و همکاران، ۲۰۱۱). مواد تشکیل دهنده ورمی کمپوست

مواد مختلف برای تولید ورمی کمپوست

از ویژگی‌های جوامع سنتی آن است که هیچ چیز دور ریخته نمی‌شود. این جوامع برخلاف جوامع صنعتی سرمایه‌داری زباله‌ساز نیستند. چرخه مواد در چنین فرهنگ-هایی در طبیعت گسسته نمی‌شود و هر زباله، نخاله و تفاله بی‌فایده‌ای سودمند می‌گردد و به عبارت دیگر به کود تبدیل می‌شود (فرهادی، ۱۳۸۲). یکی از این مواد فضولات دامی است. بر اساس آمار مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات وزارت جهاد کشاورزی (۱۳۹۱) سالانه بیش از ۲۰ میلیون تن کود دامی تولید می‌گردد که می‌توان از این پتانسیل بالا در جهت تولید ورمی کمپوست استفاده نمود. بخش عظیمی از محصولات کشاورزی اعم از زراعی، باغی و دامی که با صرف هزینه‌های گران تولید می‌شود به دلایل متعدد در چرخه تولید تا مصرف ضایع شده و از بین می‌رود. میزان این ضایعات در کشور ما بالا است و برای محصولات مختلف از ۱۰ تا ۵۰ درصد و بیش از آن نیز گزارش شده است (پورقاسم و همکاران، ۱۳۹۲). ضایعات الواری و چوبی از منابع دیگر برای تولید ورمی کمپوست هستند اما مطالعات بسیار کمی مربوط به کاربرد این مواد در تولید ورمی کمپوست صورت گرفته است. بقایای گندم، یونجه، ذرت و سویا که به صورت کاه در مزارع کشاورزی باقی می‌مانند که از این بین کاه گندم به دلیل انعطاف‌پذیرتر بودن نسبت به دیگر مواد ترجیح داده می‌شود (گیگلیوتی و همکاران، ۲۰۰۲). همچنین مطالعات زیادی روی تولید ورمی کمپوست از ضایعات حیوانی، لجن فاضلاب، زباله شهری و ضایعات کشاورزی-صنعتی صورت گرفته است (اندوا و همکاران، ۱۹۹۹).

توسط ریزسازواره‌ها است (جک و همکاران، ۲۰۱۱). ورمی کمپوست حاصلخیزی خاک را به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهد چرا که عناصر معدنی موجود در آن به راحتی توسط گیاهان جذب می‌شود. مطالعات بسیاری نشان دادند که ورمی کمپوست می‌تواند رشد و زیست‌توده گیاهان را افزایش دهد (سعیدنژاد و رضوانی مقدم، ۲۰۱۱؛ درزی و همکاران، ۲۰۱۲). اثرات ورمی کمپوست در گیاهان مختلف برای اهداف متفاوتی مورد بررسی قرار گرفته است. از جمله می‌توان به مطالعات انجام شده در جهت عملکرد (شهبازی و همکاران، ۱۳۹۴؛ پاکزاد اصل و همکاران، ۱۳۹۵؛ جلیلیان و همکاران، ۱۳۹۶؛ کوزه‌گرکالجی، ۱۳۹۷)، خصوصیات مورفولوژیک و غلظت عناصر در گیاه نخود و گوجه‌فرنگی (صدقیانی و همکاران، ۱۳۹۴؛ حسین‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶)، جوانه‌زنی و وضعیت فیزیولوژیکی ترتیزک (کاربر و همکاران، ۱۳۹۶)، عملکرد دانه و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی سویا تحت شرایط تنش کم‌آبی (جهانگیری‌نیا و همکاران، ۱۳۹۵)، خصوصیات کیفی گیاه دارویی همیشه‌بهار (راحی کاریزی و همکاران، ۱۳۹۷)، فاکتورهای رشد و نمو، عملکرد بذر و میزان روغن گیاه دارویی گل مغربی (نعمتی و عزیز، ۱۳۹۲)، جذب عناصر N, P, K و عملکرد دانه در گیاه دارویی رازیانه (درزی و همکاران، ۱۳۸۸)، عملکرد رویشی و اسانس گیاه دارویی مریم‌گلی (نیک‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۵)، خصوصیات مورفولوژیک گیاه دارویی تاتوره (نورافکن و همکاران، ۱۳۹۵)، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک (احمدآبادی و همکاران، ۱۳۹۰)، میزان عناصر غذایی کم‌مصرف در خاک و غلظت آن‌ها در گیاه گل‌گاوزبان (احمدآبادی و همکاران، ۱۳۹۰)، تغییرات فسفر در خاک آهکی (ضرابی و همکاران، ۱۳۹۶)، بهبود خواص بیولوژیک خاک آلوده به سرب (خدایی و همکاران، ۱۳۹۵) و ... اشاره نمود.



شکل ۲- مواد حاصل از ضایعات کشاورزی و جنگلی

جدول ۱- مقایسه خصوصیات شیمیایی ورمی کمپوست و کمپوست باغی (علیخانی و ثواقبی، ۱۳۸۵)

ورمی کمپوست	کمپوست باغی	ویژگی
۶/۸	۷/۸	pH
۱۱/۷	۳/۶	EC(dS/m)
۱/۹۴	۰/۸	نیتروژن کل (%)
۹۰۲	۱۸۶/۵	نیترات (mg/kg)
۰/۴۷	۰/۳۵	فسفر کل (%)
۰/۷	۰/۴۸	پتاسیم کل (%)
۴/۴۰	۲/۲۷	کلسیم کل (%)
۰/۰۲	<۰/۰۱	سدیم کل (%)
۰/۴۶	۰/۵۷	منیزیم کل (%)
۷۵۶۳	۱۱۶۹۰	آهن کل (mg/kg)
۲۷۸	۱۲۸	روی کل (mg/kg)
۴۷۵	۴۱۴	منگنز کل (mg/kg)
۲۷	۱۷	مس کل (mg/kg)
۳۴	۲۵	بر کل (mg/kg)

اثر ورمی کمپوست زباله شهری بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

ورمی کمپوست زباله شهری علاوه بر تأثیر بر غلظت عناصر غذایی، pH موجود در خاک، بر خواص شیمیایی خاک مانند EC، درصد مواد آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی و نیز بر خواص فیزیکی خاک تأثیر می‌گذارد (ماتوس و آراند، ۲۰۰۳). در یک پژوهش اثر کاربرد ورمی کمپوست و کود دامی در خاک بر بهبود وضعیت فیزیکی خاک را گزارش کردند و بیشترین اثر را به ورمی کمپوست نسبت دادند (تجادا و گونزالس، ۲۰۰۸). محققان گذشته با به کارگیری ورمی کمپوست در خاک، بیان کردند که

معمولاً ورمی کمپوست را در باغبانی با نسبت‌های برابر با کود دامی مخلوط و برای هر درخت بین سه تا پنج کیلوگرم در چاله‌ای به عمق ۱۵ تا ۳۰ و عرض ۶۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر در اطراف پایه‌ی درخت قرار می‌دهند. سپس این قسمت با مخلوطی از ورمی کمپوست و کود دامی پر می‌شود. بر روی این مخلوط نیز یک لایه خاک می‌ریزند. در زراعت به طور مثال در گندم نیز می‌توان ورمی کمپوست را به میزان پنج تا ۱۰ تن در هکتار در هنگام کاشت به همراه نیمی از مقدار توصیه کودی منطقه استفاده نمود (ناگاوالم و همکاران، ۲۰۰۴).

فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک است. ورمی کمپوست علاوه بر قابلیت جذب آب با حجم بالا، شرایط مناسب جهت دانه‌بندی و قدرت نگه‌داری مواد غذایی مورد نیاز گیاهان را فراهم می‌نماید (سینگ، ۲۰۰۴). ورمی کمپوست حاوی عناصر غذایی بسیار غنی به ویژه ازت بوده که به تدریج آن‌ها را در اختیار گیاه قرار می‌دهد (این نکته از نظر حاصلخیزی خاک بسیار پر اهمیت است). این کود در مقایسه با سایر کودهای آلی دارای میزان عناصر اصلی غذایی بالاتری است. همچنین علاوه بر تأثیر در غلظت عناصر غذایی موجود در خاک بر هدایت الکتریکی، درصد مواد آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی و pH خاک نیز تأثیر می‌گذارد (ماتوس و آراند، ۲۰۰۳).

استفاده از کودهای آلی مانند ورمی کمپوست می‌تواند علاوه بر حفظ ماده آلی و عناصر غذایی خاک، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک را بهبود بخشد و کیفیت محصول تولیدی را تضمین نماید. بنابراین می‌توان گفت افزایش میزان تولید در واحد سطح نباید هزینه‌های زیادی به اکوسیستم تحمیل نماید (شهدی کومله، ۱۳۹۸).



شکل ۳- ورمی کمپوست زباله شهری

این نوع کود سبب اسفنجی‌شدن بافت خاک و افزایش درصد خلل و فرج و در نهایت کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک می‌شود (میرزایی تالارپشتی و همکاران، ۱۳۸۸). کاربرد ورمی کمپوست به همراه کود شیمیایی در خاک‌های زراعی به عنوان کود آلی، دارای تأثیر مثبت بر وضعیت فیزیکی و شیمیایی خاک داشته و کاربرد آن در خاک به عنوان کود باعث بهبود نفوذپذیری خاک و افزایش محتوای آب خاک می‌شود. ورمی کمپوست می‌تواند به عنوان یک کود مناسب و مقرون به صرفه نسبت به کودهای شیمیایی و هم‌چنین برای جبران کمبود مواد آلی در خاک و به دنبال آن شرایط نامناسب خاک استفاده شود (احمدآبادی و همکاران، ۱۳۹۰). کرم‌های خاکی در هنگام مصرف ماده آلی مقداری زیادی خاک نیز می‌خورند. مواد حاصل از تغذیه کرم خاکی بعد از دفع، خاکدانه‌های مستحکمی را تشکیل می‌دهد که یکی از پایدارترین انواع خاکدانه‌ها و هم‌چنین بهترین نوع خاکدانه‌ها یعنی خاکدانه‌های کروی هستند (ادواردز، ۲۰۰۴). ورمی کمپوست در خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک تأثیر بسزایی دارد. این کود اصلاح‌کننده خصوصیات

اثر ورمی کمپوست بر جذب عناصر غذایی

ورمی کمپوست حاوی اکثر عناصر غذایی قابل دسترس مثل نیترات، فسفر، کلسیم و پتاسیم محلول برای گیاه است و شواهد بسیاری مبنی بر کیفیت بهتر کود حاصل از این روش و تأثیر مثبت آن بر رشد و عملکرد گیاهان مختلف وجود دارد (گوتیرز و همکاران، ۲۰۰۷). وجود عناصر کم‌مصرف مانند آهن، روی، مس و منگنز از دیگر مزایای کود

ورمی کمپوست می‌باشد (عطیه و همکاران، ۲۰۰۰). بالا بودن میزان عناصر غذایی مثل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در مقایسه با سایر کودهای آلی و به‌علاوه دارا بودن عناصر میکرو مانند آهن، روی، مس و منگنز از مزایای ورمی کمپوست است (حسین‌زاده و همکاران، ۲۰۱۶). از ویژگی‌های ورمی کمپوست مواد هیومیکی است که در اثر عبور مواد آلی از دستگاه گوارش کرم‌های

مقایسه با چهار تن ورمی کمپوست و شاهد، باعث افزایش وزن هزار دانه رازیانه گردید (غلامی و همکاران، ۱۳۹۴). تلقیح بذور گلرنگ با باکتری‌های *آزوسپریلیوم* و *ازتوباکتر* باعث افزایش ۲۱ و ۳۵ درصدی عملکرد و اجزاء عملکرد دانه این گیاه می‌شود. بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاه در اثر کاربرد کودهای بیولوژیک علت این افزایش اعلام شد (سلیمانی فرد و سیادت، ۲۰۱۱). هم‌چنین مصرف هم‌زمان کمپوست و ورمی کمپوست نسبت به مصرف جداگانه آن‌ها در بهبود صفات کمی و کیفی به‌لیمو مؤثرتر بود (اصغری و همکاران، ۱۳۹۵). با کاربرد سطوح مختلف کود ورمی - کمپوست (صفر، چهار و ۱۲ تن در هکتار) در گیاه شوید گزارش شد که حداکثر عملکرد زیست‌توده و ارتفاع بوته به ترتیب در سطوح چهار و ۱۲ تن ورمی کمپوست در هکتار به دست آمد (درزی و حاج سید هادی، ۲۰۱۲). استفاده از کود ورمی کمپوست باعث بهبود صفات رویشی گیاه به‌لیمو شد (سعیدنژاد و رضوانی مقدم، ۱۳۸۹).

اثر ورمی کمپوست بر ماده موثره گیاهان دارویی

کاربرد کودهای آلی (ورمی کمپوست) باعث افزایش درصد اسانس گیاهان دارویی می‌شود (عطیه و همکاران، ۲۰۰۰). در تحقیقی دیگر، مقدار اسانس و نیز مقدار ترکیبات ضروری گیاه دارویی بابونه، در شرایط کشت ارگانیک یعنی استفاده از ورمی کمپوست به جای کودهای شیمیایی به مراتب بالاتر از کشت رایج آن بود (ویلدووا و همکاران، ۲۰۰۶). کاربرد کودهای زیستی مانند ورمی - کمپوست علاوه بر عملکرد سبب افزایش میزان اسانس گیاه دارویی رازیانه می‌شود (آزاز و همکاران، ۲۰۰۹). تحقیقات روی گیاه دارویی بابونه آلمانی نشان داد، بیشترین درصد اسانس مربوط به کاربرد ۱۰ تن ورمی کمپوست در هکتار و کمترین درصد اسانس مربوط به عدم استفاده از آن بود. در پژوهشی دیگر بیشترین میزان اسانس گیاه دارویی بادرشبو در شرایط کاربرد هم‌زمان کودهای زیستی بیوسولفور، نیتروکسین و بیو فسفر به‌دست آمد (رحیم‌زاده و همکاران، ۲۰۱۳). مونا و همکاران (۲۰۰۸) گزارش

خاکی به وجود می‌آید. این مواد دارای اثرات مشابه تنظیم -کننده‌های رشد و هورمون‌ها است (بودن و همکاران، ۲۰۱۰). پیوست و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی اثر ورمی - کمپوست بر رشد و عملکرد اسفناج گزارش کردند که مخلوط ۱۰ درصد ورمی کمپوست و خاک اثر معنی داری بر افزایش سطح برگ، میزان پتاسیم، فسفر، نیتروژن، کلسیم و عناصر ریزمغذی مانند آهن، روی و منگنز داشته است.

اثر ورمی کمپوست بر عملکرد گیاهان زارعی، دارویی و باغی

استفاده از ورمی کمپوست در کشاورزی پایدار علاوه بر افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک (مانند قارچ میکوریزا و میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات) در جهت فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم محلول عمل نموده و سبب بهبودی رشد و عملکرد گیاه زارعی می‌شود (آرانکون و همکاران، ۲۰۰۴). عطیه و همکاران (۲۰۰۲) در مطالعات خود به افزایش معنی‌دار عملکرد گیاهان کشت داده شده در خاک تحت تیمار با ورمی کمپوست اشاره داشته‌اند که این به محتوای بالای عناصر غذایی ورمی کمپوست و همچنین بهبود خصوصیات خاک از نظر فیزیکی (بهبود تهویه و ظرفیت نگه‌داشت آب)، شیمیایی (کربن آلی و عناصر تغذیه‌ای) و زیستی در نتیجه کاربرد ورمی کمپوست مربوط می‌شود.

ورمی کمپوست منبع غنی از عناصر پرمصرف، کم‌مصرف، ویتامین‌ها، آنزیم‌ها و هورمون‌های محرک رشد گیاه است. از این‌رو استفاده از آن در کشاورزی پایدار علاوه بر افزایش جمعیت و فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک، سبب رشد زیاد و سریع گیاهان از جمله گیاهان دارویی می‌گردد (پرابها و همکاران، ۲۰۰۷). کاربرد شش تن در هکتار کود ورمی کمپوست باعث افزایش معنی‌دار عملکرد علوفه‌تر و خشک علف قناری نسبت به کود شیمیایی و همچنین شاهد گردید (ورناصری قندعلی و همکاران، ۱۳۹۵). کاربرد هشت تن ورمی کمپوست در

در گیاهان شد و از طریق کاهش اثرات مضر شوری، باعث افزایش عملکرد در این گیاه شد (آدامی پور و همکاران، ۲۰۱۹).

استفاده از کود ورمی کمپوست می‌تواند اثرات منفی ناشی از تنش‌های محیطی را کاهش دهد. به منظور بررسی اثر کود ورمی کمپوست بر خصوصیات مورفولوژیکی و غلظت عناصر برگ و ریشه گیاه نخود (رقم پیروز) در شرایط تنش کم‌آبی آزمایشی صورت گرفت. نتایج نشان داد که در شرایط بدون تنش، کود ورمی-کمپوست منجر به افزایش معنی‌دار تمامی صفات مورد بررسی شد. در شرایط تنش ملایم، کاربرد ورمی کمپوست به صورت معنی‌داری ارتفاع بوته، تعداد برگ و غلاف در گیاه، وزن خشک ریشه، طول، سطح و حجم ریشه، غلظت پتاسیم و کلسیم در برگ و ریشه را افزایش داد. در شرایط تنش شدید، افزودن ورمی کمپوست به خاک منجر به افزایش معنی‌دار تعداد برگ و غلاف در گیاه، قطر ریشه، غلظت پتاسیم و کلسیم در برگ و ریشه شد. بر طبق نتایج این مطالعه، استفاده از مخلوط کود ورمی کمپوست و خاک به منظور بهبود شرایط تنش کم‌آبی توصیه می‌شود (حسین-زاده و همکاران، ۱۳۹۶). محققان در طی مطالعه‌ای به این نتیجه رسیدند که کاربرد کمپوست و ورمی کمپوست در خاک‌های آلوده به فلزات سنگین باعث افزایش راندمان شاخص‌های میکروبی خاک آلوده می‌گردد (بلیاایوا و همکاران، ۲۰۰۵).

مشکلات و موانع مختلف در تولید و کاربرد ورمی-

کمپوست

منابع زیاده شهری، حجم بقایای گیاهی و سایر مواد آلی قابل کمپوست شدن در ایران بسیار زیاد است. هم‌اکنون بسیاری از بقایای گیاهی و ضایعات محصولات کشاورزی به دلیل عدم وجود مکانیسم مناسب کمپوست شدن، سوزانده می‌شوند. در حالی که می‌توان بسیاری از این بقایای حیوانی و گیاهی را تبدیل به کود ورمی کمپوست کرد. در کشور ما به دلیل آشنا نبودن بسیاری از کشاورزان

کردند که کاربرد کودهای آلی سبب افزایش عملکرد اسانس رازیانه شد.

کاربرد تلفیقی کود آلی و شیمیایی، میزان اسانس را در گیاه دارویی سیاهدانه (*Nigella sativa L.*) نسبت به استفاده انفرادی آن افزایش داده است (صالحی و همکاران، ۱۳۹۴). در گیاه مریم‌گلی با مصرف ۳۰ تن ورمی-کمپوست در هکتار بیشترین درصد اسانس (۰/۷۹ درصد) به دست آمد و کمترین درصد اسانس با کاربرد یک تن ورمی کمپوست در هکتار به مقدار (۰/۳۹ درصد) حاصل شد. بین استفاده از باکتری محرک رشد و عدم استفاده تفاوت حدود ۱۰ درصدی بوده و کاربرد باکتری عملکرد اسانس را بهبود بخشیده است (نیک‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۵).

اثر ورمی کمپوست در کاهش آسیب تنش‌های محیطی

پژوهش‌های متعدد نشان داده است که اصلاح خاک با مواد آلی، به دلیل دارا بودن خصوصیات مطلوبی نظیر قابلیت نگهداری بالای آب، ظرفیت تبادل کاتیونی، افزایش جذب عناصر غذایی و سایر مشخصه‌های سودمند فیزیکی، شیمیایی و زیستی، منجر به افزایش پایداری تولیدات کشاورزی در شرایط تنش‌های محیطی می‌گردد (هیرتا و همکاران، ۲۰۱۰). خواص شیمیایی هیومیک اسید موجود در کودهای آلی مانند ورمی کمپوست از طریق نگه‌داری عناصر غذایی و افزایش هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد و فعالیت میکروارگانیسم‌ها، سبب افزایش تجمع نیتروژن، فسفر و سایر عناصر مورد نیاز در گیاه شده و عملکرد را نیز بهبود می‌بخشد و گیاه را در مقابل تنش‌های محیطی مقاوم می‌کند (اصغری لجایر و همکاران، ۱۳۹۳).

برخی مطالعات در زمینه برهم‌کنش استفاده از کود ورمی-کمپوست و تنش شوری نشان داد که این کود آلی می‌تواند اثرات زیان‌آور تنش شوری را در گیاه آفتابگردان کاهش دهد و در نهایت منجر به افزایش رشد و تولید محصول شود (رفیق و نصرت، ۲۰۰۹). استفاده از ورمی کمپوست در شرایط تنش شوری در گیاه همیشه‌بهار، سبب افزایش شاخص‌های مورفولوژیکی و جذب عناصر معدنی

بهبود از آن‌ها، آموزش‌های لازم طراحی شده و برنامه‌ریزی -
هایی صورت گیرد (برینر و همکاران، ۲۰۰۶).

پیشنهادات ترویجی

در کشور ما به دلیل نارسایی‌های موجود در سیستم نگهداری، تبدیل و توزیع مقداری زیادی از محصولات کشاورزی ضایع می‌شود و سالیانه مقادیر فراوانی پسماند در بخش کشاورزی تولید می‌شود که متأسفانه بخش قابل توجهی از آن به شکل غیراصولی و به دور از ملاحظات زیست‌محیطی در محیط رها شده و یا دفن می‌گردد. از سوی دیگر حجم عظیم زباله‌های تولید شده در جوامع شهری نیز بر این مشکل افزوده است. در حالیکه می‌توان از ضایعات به جامانده از محصولات کشاورزی و زباله تولید شده در سطح شهرها، برای تولید ورمی کمپوست در مقیاس صنعتی استفاده کرد و مقادیر فراوانی کود ورمی کمپوست که مرغوب‌ترین کود آلی می‌باشد، تولید نمود. با تولید و مصرف ورمی کمپوست، از یک طرف کمبود مواد آلی که در خاک‌های کشاورزی ایران وجود دارد مرتفع شده و در مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی نیز صرفه‌جویی می‌شود. از طرف دیگر معضل زیست محیطی زباله‌های شهری و ضایعات کشاورزی هم حل می‌گردد. علاوه بر آن با تولید ورمی کمپوست، سالیانه مقادیر قابل توجهی بیومس کرم‌خاکی تولید می‌شود. این زیست‌توده تولیدی به‌عنوان یک منبع پروتئینی ایده‌آل برای تغذیه دام، طیور و آبزیان محسوب شده و می‌تواند از جنبه اقتصادی حایز اهمیت باشد. بدون شک استفاده از کودهای بیولوژیک و طبیعی نظیر کود ورمی کمپوست به حفظ و بهبود کیفیت خاک کمک می‌کند و نه تنها موجب احیاء و باز توانی و تغذیه خاک برای افزایش عملکرد و کمیت محصول می‌گردد بلکه موجب افزایش کیفیت، طعم و عطر محصولات شده و تقاضای بازار را افزایش می‌دهد (محمدی، ۱۳۹۶). خوشبختانه کشاورزان از فواید و آثار کود ورمی کمپوست آگاه بوده و تنها باید شرایط لازم جهت

با کرم‌های خاکی و نقش آن‌ها و حتی آشنا نبودن کارشناسان و برخی از محققین با ورمی‌کولوزی و به ویژه گونه‌های کمپوست‌کننده کرم‌های خاکی، از پتانسیل بالای این موجودات خاکزی استفاده نمی‌شود. در زمینه موضوعات تحقیقاتی نیز کمبودهای زیادی در بخش‌های پژوهشی مربوط به کرم‌های خاکی به چشم می‌خورد. بررسی مقالات منتشر شده در این زمینه در کشور و در سالیان اخیر (۱۳۹۷-۱۳۹۴) نشان می‌دهد که بیش از ۹۶ درصد از مقالات فقط در ارتباط با کاربرد کرم‌های خاکی و ورمی کمپوست در تغذیه گیاهی هستند و پژوهش‌های بسیار ناچیزی در رابطه با سایر موضوعات مانند اصلاح خاک و شناسایی و طبقه‌بندی کرم‌ها به انجام رسیده است. این در حالی است که در سایر کشورهای جهان، تحقیقات مربوط به کرم‌های خاکی در همه زمینه‌ها رشد کرده است. از طرف دیگر مسائل مربوط به اقتصاد و بازار خرید و فروش کرم‌های خاکی و ورمی کمپوست تولید شده از برنامه و انسجام لازم برخوردار نیست (بنی‌اعمام و بهزادنسب، ۱۳۹۷). صنعت ورمی کمپوست در ایران هنوز در نخستین مراحل رشد و عدم بلوغ به سر می‌برد و اکثر فعالیت‌های آن در جهت توسعه مصرف داخلی و در مقیاس کوچک متمرکز شده است. در این راستا، مسائل و مشکلات زیادی، تولیدکنندگان و محققین بخش کشاورزی ایران را به چالش کشیده است. از یک سو مسائلی همچون کیفیت ورمی کمپوست تولید شده و عدم وجود نظارت مناسب، نوع گونه‌های مورد استفاده در این فرآیند، کاهش تنوع زیستی کرم‌های خاکی بومی و اثرات نامطلوب کرم‌های خاکی غیر بومی، از جایگاه تحقیقاتی برخوردار نیست، از طرفی دیگر تولیدکنندگان ورمی کمپوست عمدتاً فاقد آشنایی لازم با این فرآیند بوده و مرجع نظارتی معتبر در این زمینه وجود ندارد (یحیی‌آبادی و خاوازی، ۱۳۸۹). یکی از عوامل موثر در عدم استفاده از کود آلی ورمی کمپوست در مزارع، موانع آموزشی در این زمینه می‌باشد. امروزه لازم است که در نظام فرهنگی هر کشور، در ارتباط با اهمیت منابع طبیعی و نحوه استفاده

۴- مراکز علمی و تحقیقاتی ذیصلاح، استاندارد کیفی لازم برای تهیه ورمی کمپوست را تدوین نمایند که در این استاندارد گونه‌های بومی کرم خاکی در اولویت باشند.

۵- واردات کرم‌های خاکی غیربومی به وسیله کمیته‌ای مشخص نظارت و بازرسی مستمر شود.

۶- مسایل مربوط به تولید، توزیع، قیمت‌گذاری و فروش ورمی کمپوست و کرم‌های خاکی توسط یک انجمن تخصصی متشکل از متخصصان و تولیدکنندگان متعهد انجام شود تا دست دلالان در این عرصه کوتاه شود.

۷- لزوم توجه به تولید محصول سالم و ارگانیک و ضرورت بکارگیری کودهای آلی همانند ورمی کمپوست در تولید این محصولات ترویج و توصیه شود.

استفاده از ورمی کمپوست تسهیل شود لذا پیشنهادات ذیل برای استفاد بهتر از ورمی کمپوست ارائه می‌گردد.

۱- به دلیل آشنا نبودن بسیاری از تولیدکنندگان بخش کشاورزی با مسائل ورمی کمپوست، لازم است وضعیت کمبود مواد آلی در خاک‌های ایران بررسی شده و همچنین اهمیت به‌کارگیری کودهای آلی مانند ورمی کمپوست در کشاورزی مد نظر قرار گرفته و ترویج شود.

۲- سیاست‌های اختصاص یارانه‌ای در جهت تشویق کشاورزان به تولید و استفاده از کودهای آلی تدوین شود و بخشی از یارانه اختصاص یافته به کودهای شیمیایی حذف شده و این یارانه به کودهایی مانند ورمی کمپوست تخصیص یابد.

۳- کارگاه‌های آموزشی مناسب برای تولیدکنندگان ورمی کمپوست و کاربران این کودها برگزار شود تا روش‌های علمی و ترویجی علمی و به روز به آنان انتقال داده شود.

فهرست منابع

۱. احمدآبادی، ز.، قاجار سپانلو، م و بهمنیار، م. ع. ۱۳۹۰. تأثیر کاربرد ورمی کمپوست بر میزان عناصر غذایی کم مصرف در خاک و غلظت آنها در گیاه گاوزبان (*Borago officinalis*). مجله به‌زراعی کشاورزی. دوره ۱۳، شماره ۲: ۱۲-۱.
۲. احمدآبادی، ز.، قاجار سپانلو، م و رحیمی آلاشتی، س. ۱۳۹۰. اثر کاربرد ورمی کمپوست بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک. سال پانزدهم، شماره ۵۸: ۱۳۷-۱۲۵.
۳. ارزانش، م. ح. و عباسی، ن. ۱۳۹۰. ورمی کمپوست از تولید تا مصرف. نشریه ترویجی، مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی. ص ۱۵-۱.
۴. اصغری لاجیر، ح.، متشعزاده، ب.، ثوابی فیروزآبادی، غ. و هادیان، ج. ۱۳۹۳. تأثیر کاربرد مس و روی بر غلظت و جذب عناصر غذایی کم مصرف (مس، روی، آهن و منگنز) و پرمصرف (فسفر) در گیاه دارویی مرزه (*Satureja hortensis L.*) در شرایط گلخانه‌ای. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. سال پنجم، شماره ۱۹: ۹۵-۱۱۱.
۵. اصغری، م.، یوسفی‌راد، م. و معصومی زواریان. ا. ۱۳۹۵. بررسی اثرات کودهای آلی کمپوست و ورمی کمپوست بر روی صفات کمی و کیفی گیاه دارویی به‌لیمو. فصلنامه علمی و پژوهشی گیاهان دارویی. سال پانزدهم، دوره دوم، شماره ۵۸: ۷۱-۶۳.

۶. بنی‌اعمام، م. و بهزادنسب، ج. ۱۳۹۷. مدیریت تولید کود ورمی کمپوست (مسائل و مشکلات). دومین کنفرانس ملی توسعه کشاورزی، زمین سالم. سالن همایش پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران. انجمن علمی علوم و صنایع چوب و کاغذ ایران- سازمان بسیج مهندسين کشاورزی و منابع طبیعی استان البرز.
۷. پاکزاد اصل، س.، عزیزی، پ.، و کسرای، پ. ۱۳۹۵. بررسی اثر کودهای بیولوژیک (ورمی کمپوست) بر میزان عملکرد گیاه ماش. مجله پژوهش‌های زراعی در حاشیه کویر. جلد ۱۳، شماره ۳: ۱۸۰-۱۷۳.
۸. پورقاسم، ف.، علی بیگی، ا. ح. و زرافشان، ک. ۱۳۹۲. بهینه‌سازی مدیریت ضایعات و بقایای زراعی: مورد مطالعه روستای حسن‌آباد شهرستان روانسر استان کرمانشاه. نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی. سال ۲۴، پیاپی ۵۲، شماره ۴: ۱۰۲-۸۱.
۹. پیوست، غ. و الفتی چیرانی، ج. ۱۳۸۷. سبزی‌کاری با کمپوست. انتشارات عبدی. ۱۰۶ ص.
۱۰. جلیلیان، ع.، حامدی، ف.، نعمتی، ع.، شیخ‌الاسلامی، م.، ثابتی، پ. و زندیان، پ. ۱۳۹۶. بررسی تأثیر ورمی-کمپوست بر عملکرد و کیفیت چغندر قند و ارزیابی اقتصادی آن. نشریه پژوهش‌های کاربردی زراعی. دوره ۳۰، شماره ۳، پیاپی ۱۱۶: ۱۳-۱.
۱۱. جهانگیری نیا، ا.، سیادت، ع.، کوچک‌زاده، ا.، سیاح‌فر، م. و مرادی تلاوت، م. ر. ۱۳۹۵. اثر ورمی کمپوست و تلقیح میکوریزا بر عملکرد دانه و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی سویا (*Glycine max L.*) تحت شرایط تنش کم آبی. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. جلد ۸، شماره ۴: ۵۹۷-۵۸۳.
۱۲. جهانی، م.، بشارتی، ح. و گلچین، ا. ۱۳۹۰. تأثیر کاربرد ورمی کمپوست‌های غنی شده بر درصد ظهور گیاهچه و وزن خشک بوته ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴. پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب). دوره ۲۵، شماره ۱: ۳۸-۳۳.
۱۳. حسین‌زاده، س. ر.، امیری، ح. و اسماعیلی، ا. ۱۳۹۶. اثر سطوح ورمی کمپوست بر خصوصیات مورفولوژیک و غلظت عناصر در گیاه نخود (*Cicer arietinum L. cv. Pirouz*) تحت شرایط تنش آبی. تنش‌های محیطی در علوم زراعی. جلد دهم، شماره ۴: ۵۴۵-۵۳۱.
۱۴. خاوازی، ک. و ملکوتی، م. ج. ۱۳۸۰. ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور. مجموعه مقالات، نشر آموزش کشاورزی. ۶۰۰ ص.
۱۵. خدایی، پ.، رسولی صدقیانی، م. ح.، و خداوردیلو، ح. ۱۳۹۵. تأثیر ورمی کمپوست هرس درختان سیب بر بهبود برخی خواص بیولوژیک خاک آلوده به سرب. مجله تحقیقات کاربردی خاک. جلد ۴، شماره ۱: ۶۴-۵۴.
۱۶. درزی، م. ت.، فلاوند، ا. و رجالی، ف. ۱۳۸۸. تأثیر مصرف کودهای بیولوژیک روی جذب عناصر K, P, N و عملکرد دانه در گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare Mill.*). فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۵ (۱): ۱۹-۱.
۱۷. راحمی کاریزکی، ع.، رحیمی، ر.، قلی‌زاده، ع.، غلامعلی‌پور علمداری، ا.، صبوری، ح. و داودی، س. ح. ۱۳۹۷. اثر ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاهی و ورمی کمپوست بر خصوصیات کیفی گیاه دارویی همیشه-بهار (*Calendula officinalis L.*). دو ماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد ۳۴، شماره ۵: ۷۲۳-۷۱۱.

۱۸. رسولی صدقیانی، م. ح.، مرادی، ن. و حمزه‌نژاد، ر. ۱۳۹۴. تأثیر نوع و نسبت ورمی کمپوست بر برخی شاخص-های رشد و غلظت عناصر غذایی در گوجه‌فرنگی در شرایط گلخانه‌ای، مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، سال ششم، شماره ۲۴: ۱۲۷-۱۱۵.
۱۹. سعیدنژاد، ا. ح.، رضوانی مقدم، پ. ۱۳۸۹. ارزیابی اثر مصرف کمپوست، ورمی کمپوست و کودهای دامی روی عملکرد، اجزای عملکرد و درصد اسانس زیره سبز (*Cuminum cyminum*) نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). جلد ۲۴، شماره ۲: ۱۴۸-۱۴۲.
۲۰. شهبازی، ش.، فاتح، ا. و آینه‌بند، ا. ۱۳۹۴. مطالعه اثر کاربرد هومیک اسید و ورمی کمپوست بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گندم نواحی گرمسیری. مجله تولیدات گیاهی (علمی کشاورزی). جلد ۳۸، شماره ۲: ۱۱۰-۹۹.
۲۱. شهدی کومله، ع. ۱۳۹۸. مروری بر کاربرد کودهای آلی رایج در کشت و تولید برنج سالم و ارگانیک. نشریه مدیریت اراضی. جلد ۷ شماره ۲: ۱۶۵-۱۴۳.
۲۲. صالحی، ع.، فلاح، س.، عباسی، ع.، ایرانی‌پور، ر.، و حیدری، م. ۱۳۹۴. اثر مدیریت تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد و خصوصیات کیفی (*Nigella sativa* L.) سیاهدانه. دوماهنامه علمی - پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد ۳۱، شماره ۲: ۲۶۱-۲۴۸.
۲۳. ضرابی، م.، عصاریه‌ها، م. و کلاه‌چی، ز. ۱۳۹۶. اثر ورمی کمپوست دامی و زیاله شهری بر تغییرات فسفر از منابع مختلف در یک خاک آهکی. نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب). الف، جلد ۳۱، شماره ۲: ۲۳۰-۲۱۵.
۲۴. علیخانی، ح. و ثواقبی، غ. ۱۳۸۵. تولید ورمی کمپوست برای کشاورزی پایدار (ترجمه). مرکز نشر جهاد دانشگاهی. ۲۸۶ ص.
۲۵. غلامی، ا.، اکبری، ا. و عباس‌دخت، ح. ۱۳۹۴. بررسی کاربرد کود های زیستی و آلی بر خصوصیات رشد و عملکرد گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare*)، نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. جلد ۷، شماره ۲: ۲۲۴-۲۱۵.
۲۶. فرهادی، م. ۱۳۸۲. کشتکاری و فرهنگ، چون و چراهایی بر کشاورزی صنعتی و شیوه‌های صنعتی بهورزی و بهداری و توان‌بخشی زمین در ایران. موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی.
۲۷. کاربر، م.، علیدادی، ح. و نیکروح، ن. ۱۳۹۶. تأثیر ترکیب ورمی کمپوست‌های مختلف بر جوانه زنی و وضعیت فیزیولوژیکی گیاه ترتیزک. فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط. دوره سوم، شماره ۱: ۷۳-۶۷.
۲۸. کوزه‌گر کالجی، م.، اردکانی، م. ر.، خداپنده، ن. و علوی فاضل، م. ۱۳۹۷. اثر همزیستی میکوریزایی همراه با ورمی کمپوست و چای کمپوست بر عملکرد نعنای آبی (*Mentha aquatic* L.). نشریه علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. جلد دوازدهم، شماره ۳ (۴۷): ۴۷۶-۴۶۱.
۲۹. محمدی، ف. ۱۳۹۶. موانع آموزشی و ترویجی به کارگیری کود ورمی کمپوست توسط کشاورزان (مطالعه موردی: شهرستان اسدآباد). فصلنامه آموزش محیط زیست و توسعه پایدار. سال ششم، شماره ۱: ۲۷-۱۹.
۳۰. میرزایی تالارپشتی، ر.، کامبوزیا، ج.، صباحی، ح. و دامغانی، ع. ۱۳۸۸. اثر کاربرد کودهای آلی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و تولید محصول و ماده خشک گوجه فرنگی. پژوهش‌های زراعی ایران. ۷ (۱): ۲۶۷-۲۵۷.

۳۱. نعمتی، ه. و عزیزی، م. ۱۳۹۲. اثر سطوح ورمی کمپوست و تراکم بوته بر فاکتورهای رشد و نمو، عملکرد بذر و میزان روغن گیاه دارویی گل مغربی (*Oenothera biennis* L.). تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی). جلد ۳۶، شماره ۲: ۲۳-۳۴.
۳۲. نورافکن، ح.، محمودی راد، ز. و پویان فر، م. ۱۳۹۵. اثر محلول پاشی چای ورمی کمپوست بر خصوصیات مورفولوژیک گیاه دارویی تاتوره. فصلنامه بوم شناسی گیاهان زراعی. جلد ۱۲، شماره ۲: ۱۷-۱۱.
۳۳. نیک نژاد، ی.، فلاح، ه. و محمودی، م. ۱۳۹۵. اثر ورمی کمپوست و کودهای زیستی بر عملکرد رویشی و اسانس گیاه دارویی مریم گلی (*Salvia officinalis*). مجله علمی پژوهشی اکو فیزیولوژی گیاهان زراعی. دوره ۸، شماره ۴: ۴۴۲-۴۳۱.
۳۴. ورناصری قندعلی، و.، رضوانی مقدم، پ. و خرم دل، س. ۱۳۹۵. بررسی عملکرد و اجزاء عملکرد علوفه علف قناری (*Phalaris canariensis* L.) در پاسخ به سطوح مختلف آبیاری، کودهای آلی، شیمیایی و تلفیقی. نشریه پژوهش های زراعی ایران. جلد ۱۴، شماره ۳: ۵۳۸-۵۲۶.
۳۵. یحیی آبادی، م و خاوازی، ک. ۱۳۸۹. استفاده از کرم های خاکی در تولید ورمی کمپوست (مسائل و مشکلات). اولین کنگره چالش های کود در ایران. تهران، موسسه تحقیقات. ص: ۸-۱.
36. Adamipour, N., Khosh-Khui, M., Salehi, H., Rho, H. 2019. Effect of vermicompost on morphological and physiological performances of pot marigold (*Calendula officinalis* L.) under salinity conditions. *Advances in Horticultural Science*, 33(3): 345-358.
37. Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Metzger, J.D., Lucht, C. 2005. Effects of vermin composts produced from cattle manure, food waste and paper waste on the growth and yield of peppers in the field. *Pedo biologia*, 49(4): 297-306.
38. Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C., and Metzger, J.D. 2004. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. *Bioresource Technology*, 93: 145-153.
39. Atiyeh, R.M., S. Subler, C.A. Edwards, G. Bachman, J.D. Metzger and W. Shuster. 2000. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedo biologia*, 44: 579-590.
40. Atiyeh, R.M., Arancon, N., Edwards, C.A., and Metzger, J.D. 2002. The influence of arthworm processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. *Bioresource Technology*, 81: 103-108.
41. Azzaz N.A., Hassan E.A., Hamad E.H. 2009. The chemical constituent and vegetative and yielding characteristics of fennel plants treated with organic and biofertilizer instead of mineral fertilizer. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3 (2): 579-587.
42. Belyaeva O.N., Haynes R.J. and Birukova O.A. 2005. Barley yield and soil microbial and enzyme activities as affected by contamination of two soils with lead, zinc or copper. *Biology and Fertility of Soils*, 41: 85-94.
43. Birner, R., K. Davis, J. Pender & M. Choen. 2006. "From Best practice to Best fit: A framework for analyzing pluralistic agricultural advisory services worldwide international food policy research institute".
44. Bowden, C.L., Evanylo, G.K., Zhang, X., Ervin, E.H., Seiler, J.R. 2010. Soil carbon and physiological responses of corn and soybean to organic amendments. *Compost Science and Utilization*, 18:162-173.
45. Darzi, M.T., Haj Seyed Hadi, M.R., 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.). *J. Medicinal Plants Reserch*, 6(2): 215-219.
46. Edwards, Clive A. (Ed.) *Earthworm Ecology*. Boca Raton: CRC Press, 2004. Second revised edition.

47. Gigliotti G, Kaiser K, Guggenberger G, and Haumaier L. 2002. "Differences in the chemical composition of dissolved organic matter from waste materials of different sources". *Biology and Fertility of Soils*, 36: 321-329.
48. Gutierrez-Miceli, F.A., B. Moguel-Zamudio, M. Abud-Achila and V.F. Gutierrez-Oliva. 2007. Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Bioresource Technology*, 98(15): 2781-2786.
49. Hosseinzadeh, S.R., Amiri, H., Ismaili, A. 2016. Effect of vermicompost fertilizer on photosynthetic characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under drought stress. *Photosynthetica*, 54 (1): 87-92.
50. Huerta, E., Vidal, O., Jarquin, A., Geissen, V., Gomez, R. 2010. Effect of vermicompost on the growth and production of Amashito Pepper, Interactions with Earthworms and Rhizobacteria. *Compost Science and Utilization*, 18: 282-288.
51. Jack, A.L.H., Rangarajan, A., Culman, S.W., Sooksa-Nguan, T., Thies, J.E. 2011. Choice of organic amendments in tomato transplants has lasting effects on bacterial rhizosphere communities and crop performance in the field. *Applied Soil Ecology*, 48(1): 94-101.
52. Matos G D and Arrunda M A Z. 2003. Vermicompost as natural adsorbent for removing metal ions from laboratory effluents. *Process Biochemistry*, 39: 81-88.
53. Mona, Y., Kandil, A.M., and Swaefy Hend, M.F. 2008. Effect of three different compost levels on fennel and alvia growth character and their essential oils. *Biological Sciences*, 4: 34-39.
54. Nagavallem, KP, Wani, SP, Lacroix, S, Padmajas, VV, Vineela, C, Baburao, M, Sahrawat, KL. 2004. Vermicomposting: Recycling wastes into valuable organic fertilizer. *Global themr on Agroecosystems*, report. No. 8.
55. Ndegwa P. M, Thompson S. A, and Das K. C. 1999. "Effects of stocking density and feeding rate on vermicomposting of biosolids". *Bioresource technology*, 71: 5-12.
56. Peyvast, G, Olfati, J.A, Madeni, S, and Forghani, A. 2008. Effect of vermicompost on the growth and yield of spinach (*Spinacia oleracea*L.). *Journal of Food Agriculture and Environment*, 6: 110-113.
57. Prabha, M.L., Jayraaj, I.A., Jayraaj, R, and Rao, D.S. 2007. Effective of vermicompost and growth parameters of selected vegetable and medicinal plants. *Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Sciences*, 9 (2): 321- 326.
58. Rafiq, A., Nusrat, J., 2009. Demonstration of growth improvement in sunflower (*Helianthus annuus* L.) by the use of organic fertilizers under saline conditions. *Pakistan Journal of Botany*, 41: 1373-1384.
59. Rahimzadeh, S., Sohrabi, Y., Heidary, G.R, and Pirzad, A.R. 2011. Effect of biofertilizers application on some morphological traits and yield of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.). *Journal of Horticultural Science*, 25(3): 335-343.
60. Ramasamy, P.K., Suresh, S.N. 2011. Effect of vermicompost on root numbers and length of sunflower plant (*Helianthus annuus* L.). *Journal of pure and applied microbiology*, 4(1): 297-302.
61. Saeid Nejad, A.H., Rezvani Moghaddam, P. 2011. Evaluation of compost, vermin compost and cattle manure application on yield, yield components and essential oil percent in cumin (*Cuminum cyminum*). *Journal Horticulture Science*, 24(2): 142-148.
62. Singh, D.P. 2004. Vermiculture biotechnology and biocomposting In: *Environmental microbiology and biotechnology* (Eds: Singh, D.P., and Dwivedi, S.K.). New Age International (P) Limited Publishers, New Delhi: 239 pp.
63. Soleymanifard, A., and Siadat, S.A. 2011. Effect of inoculation with biofertilizer in different nitrogen levels on yield and yields components of safflower under dry land conditions. *American-Eurasian Journal Agriculture Environment Science*, 11: 473.-477.
64. Tejada M and Gonzalez J L (2008) Influence of two organic amendments on the soil physical properties. *Geoderma*, 145: 325-334.
65. Vildova, A., Stolcova, M., and Kloucek Orsak, P. M. 2006. Quality characterization of chamomile (*Matricaria recutita* L.) in organic and traditional agricultures. *International Symposium on Chamomile Research, Development and Production Presov*: 81-82.

Review of Research on Vermicompost Applications in Agriculture

- 2 P L G D Q G 6 \$ E G R O P R K D P P D G L

Former Grad. Student, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Guilan University, Rasht, Iran.
M D O D O # P L K R L R F R P

Former Grad. Student, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Guilan University, Rasht, Iran.
D E X B W L O R Q # \ D K R R F R P

5 H F H L Y D I G F K \$ F F H S D Q X G D U \

Abstract

While excessive chemical input into agricultural lands has caused environmental problems, deteriorating crop quality, disease and pest resistance in plants, and declining soil fertility, concerns about food security and enhanced quality of agricultural products have been steadily rising in most human communities. Meanwhile, more than 60% of Iran's agricultural land is located in arid and semi-arid areas that are poor in organic matter. It is, therefore, of utmost importance to improve soil fertility by application of organic matter to soil. A major portion of the vermicompost research in the past was focused on the effects of this organic fertilizer on the performance and yield of different farm, horticultural, ornamental, and medicinal crops; mitigation of plant stresses; and soil physicochemical properties. Based on the results obtained, application of vermicompost, either alone or in combination with chemical fertilizers, at 5–10 t/ha for medicinal plants, 20–30% of pot volume for ornamental plants, 20–60 t/ha for crop plants, 40–80 t/ha every two or three years for vegetables and summer fruits, and 30–60 t/ha every three years for fruit trees has been recommended. Application of vermicompost fertilizer seems not only to improve soil physicochemical properties but also to reduce significantly the amount of chemical fertilizers used, thereby contributing positively to sustainable crop production.

Keywords: Waste materials, Compost, Environmental problems, Vermicompost