اثر کاربرد ورمی کمپوست بر برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک

زهرا احمدآبادی*، مهدی قاجار سپانلو و سپیده رحیمی آلاشتی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۶/۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۲/۲۱)

چکیده

به منظور بررسی اثر کاربرد ورمی کمپوست بر برخی خواص فیزیکی و شیمیایی خاک شامل جرم مخصوص حقیقی (ρ_s)، جرم مخصوص ظاهری (ρ_b)، تخلخل (f)، ظرفیت نگهداشت آب خاک (S)، رطوبت در نقاط ظرفیت زراعی (FC) و پژمردگی دائم (PWP)، میزان آب قابل دسترس (AWC)، pH، هدایت الکتریکی (EC) و کربن آلی (OC)، آزمایشی در قالب طرح کرت‌های خرد شده با پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارهای کودی در کرت‌های اصلی و سال‌های اعمال این تیمارها در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. تیمارهای کودی به عنوان فاکتور اصلی در شش سطح (T_1 = شاهد، T_2 = کود شیمیایی، T_3 = ۲۰ تن ورمی کمپوست در هکتار، T_4 = ۲۰ تن ورمی کمپوست در هکتار + ۱/۲ تیمار T_2، T_5 = ۴۰ تن ورمی کمپوست در هکتار+ ۱/۲ تیمار T_2 و T_6 = ۴۰ تن ورمی کمپوست در هکتار) و سال‌های اعمال این تیمارها به عنوان فاکتور فرعی در سه سطح به صورت A = یکسال، B = دو سال متوالی و C = سه سال متوالی کود دهی بود. نتایج به‌دست آمده از این آزمایش نشان داد که کاربرد ورمی کمپوست به‌صورت معنی‌داری سبب بهبود تمامی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی شد. نتایج بیانگر آن است که خصوصیاتی مانند FC، PWP، AWC، pH، OC و EC در تیمارهای سال‌های مصرف کود دارای اختلاف معنی‌دار با شاهد بودند و آثار متقابل تیمارهای کودی و سال‌های مصرف آنها نیز در مورد ρ_s ، FC، EC و OC تأثیر معنی‌دار داشت و در سایر موارد فاقد اختلاف معنی‌دار بود.

واژه‌های کلیدی: ورمی کمپوست، خصوصیات فیزیکی خاک، خصوصیات شیمیایی خاک

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی‌ارشد، استادیار و دانشجوی سابق کارشناسی‌ارشد مهندسی علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: z.ahmadabadi@yahoo.com

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-11-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.13.7]

مقدمه

خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک که بیش از ۸۰ درصد زمین‌های کشاورزی را شامل می‌شوند و از نظر مواد آلی فقیر می‌باشند، لذا برای بهبود باروری این خاک‌ها، افزودن مواد آلی به آنها ضروری است (۲). ورود مواد آلی به خاک با افزایش مقدار و قابلیت جذب عناصر غذایی توسط گیاه سبب افزایش سطح حاصل‌خیزی خاک و هم‌چنین بهبود شرایط فیزیکی آن می‌شود (۱). منابع سنتی و محدود مواد آلی، جوابگوی نیاز روز افزون بخش کشاورزی به کود آلی نیست (۲). از این‌رو استفاده از موادی نظیر ضایعات کشاورزی و مواد زائد صنعتی، به عنوان منابع تأمین‌کننده مواد آلی خاک رو به گسترش است. برخی از این مواد زائد قبل از استفاده در زمین‌های کشاورزی، به منظور کاهش خطرات زیست محیطی آنها، بایستی مورد بررسی و پردازش قرار گیرند. اخیراً فرایند تولید کمپوست با استفاده از انواعی از کرم‌های خاکی، به عنوان یک فناوری آسان و دوستدار طبیعت برای تولید کود آلی از مواد زائد و تثبیت این گونه مواد مورد توجه قرار گرفته است (۱۷).

کود ورمی کمپوست حاصل از این فرآیند، متشکل از فضولات کرم‌های خاکی، مواد به‌کار رفته در تهیه بستر کشت، مواد زائد آلی در مراحل مختلف تجزیه، کرم‌های خاکی در مراحل مختلف تکامل و هم‌چنین میکروارگانیسم‌های مربوط به فرآیند کمپوست‌سازی است (۱۳). ورمی کمپوست دارای ویژگی‌های بسیاری مانند تخلخل زیاد، تهویه و زه‌کشی مناسب، قدرت جذب و نگهداری زیاد رطوبت، سطح جذب زیاد برای آب و مواد غذایی است و استفاده از آن در کشاورزی پایدار برای بهبود وضعیت تخلخل خاک و در نتیجه فراهمی بیشتر عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، بسیار مفید است، در واقع برتری ورمی کمپوست نسبت به سایر کودهای آلی این است که به خوبی تغییر ساختار یافته و تعداد ریز موجودات بیماری‌زای گیاهی در آن به شدت کاهش یافته است، فرآیند هوموسی شدن در مرحله رسیدگی ورمی کمپوست در سطح وسیع‌تری صورت می‌گیرد که در نهایت کود تولیدی در این روش به علت بالا بودن نسبت کربن به ازت فاقد بوی نامطبوع و فعالیت حشرات مزاحم می‌باشد (۳ و۱۲). ورمی کمپوست علاوه بر تأثیر بر غلظت عناصر غذایی موجود در خاک بر خواص شیمیایی خاک مانند pH ، هدایت الکتریکی، درصد مواد آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی و هم‌چنین بر خواص فیزیکی خاک نیز تأثیر می‌گذارد (۲۱). تجادا و گونزالز (۲۹) 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. میرزایی و همکاران (۶) با به کارگیری ورمی کمپوست در خاک، بیان کردند که این نوع کود باعث اسفنجی شدن بافت خاک و افزایش درصد خلل و فرج و در نهایت کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک می‌شود. به طور کلی به‌کارگیری ورمی کمپوست به عنوان یک کود آلی می‌تواند منجر به بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک شود (۲۷). این کود در حال حاضر به‌صورت بسته‌بندی شده با قیمت مشخص در بازار موجود است که روش‌های مختلفی برای بازاریابی آن در سطح تجاری وجود دارد از جمله فروش اینترنتی محصول، فروش حضوری محصول و تهیه کاتالوگ و توزیع آن در بین مشتریان در محل نمایشگاه‌های گل و گیاه (۵). از آنجا که گزارش‌های محدودی در مورد نقش کود ورمی کمپوست بر خواص فیزیکی و شیمیایی خاک وجود دارد (۱۰)، لذا این پژوهش با هدف بررسی تأثیر کاربرد سطوح و دفعات مختلف ورمی کمپوست بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک انجام پذیرفته است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۸۷، در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در قالب طرح کرت‌های خرد شده با پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در کرت‌هایی به ابعاد ۱/۵ در ۳ متری اجرا گردید. شش ماه قبل از اجرای این آزمایش کرت ها تحت کشت گیاهان نعناع و گاوزبان بودند که در زمان کشت به روش بارانی آبیاری می‌شدند و بعد از انجام نمونه‌برداری بقایای آنها کاملاً از زمین برداشته شد و کرت‌ها

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-11-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.13.7]

برای انجام آزمایش فوق، آماده شدند. تیمارهای کودی به عنوان فاکتور اصلی عبارت بودند از: (T_1 = شاهد، T_2 = کود شیمیایی، T_3 = ۲۰ تن ورمی کمپوست در هکتار، T_4 = ۲۰ تن ورمی کمپوست در هکتار + ۱/۲ تیمار T_2، T_5 = ۴۰ تن ورمی کمپوست در هکتار + ۱/۲ تیمار T_2 و T_6 = ۴۰ تن ورمی کمپوست در هکتار) و سال‌های اعمال این تیمارها به عنوان فاکتور فرعی در سه سطح به‌صورت A = یکسال (۱۳۸۵)، B=دو سال متوالی (۸۵ و ۸۶) و C = سه سال متوالی (۸۵، ۸۶ و ۸۷) کود دهی بود.

ماده خام اولیه برای تهیه ورمی کمپوست، زباله شهری بوده است. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه و هم‌چنین ورمی کمپوست مورد استفاده در جدول ۱ آمده است. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک شامل جرم مخصوص حقیقی به روش آزمایشگاهی با استفاده از پیکنومتر، جرم مخصوص ظاهری به روش نمونه‌برداری دست نخورده با تهیه نمونه های خاک و توزین پس از خشک شدن در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد (۱۹)، تخلخل از طریق انجام محاسبه با توجه به مقادیر به‌دست آمده از جرم مخصوص حقیقی و ظاهری (۴)، ظرفیت نگهداشت آب خاک در حالت اشباع در آزمایشگاه با تهیه گل اشباع و اندازه‌گیری درصد رطوبت وزنی (۱۸)، رطوبت در نقطه ظرفیت زراعی به روش مزرعه‌ای (۴)، نقطه پژمردگی دائم به روش بریگز و شانتز (۱۱)، آب قابل دسترس از تفاضل مقادیر ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم، ماده آلی به روش والکی بلاک (۲۳)، pH نمونه های خاک در گل اشباع و هدایت الکتریکی آنها در عصاره اشباع (۳۰) اندازه‌گیری شدند.

تجزیه آماری داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS و MSTAT C صورت گرفت. در این آزمایش روند تغییرات برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در تیمارهای کودی و سال‌های اعمال این تیمارها و هم‌چنین روند تغییرات بین این تیمارها مورد بحث و بررسی قرار گرفته است.

نتایج و بحث

خصوصیات فیزیکی خاک

با توجه به جدول تجزیه واریانس خصوصیات فیزیکی، مشخص می‌شود که تیمارهای کودی برتمام خصوصیات فیزیکی مورد مطالعه در این آزمایش، در سطح احتمال ۱٪ تأثیر معنی‌دار داشته است در صورتی که در مورد اثر سال های اعمال تیمارها، فقط در مورد رطوبت در نقاط ظرفیت زراعی و پژمردگی و میزان آب قابل دسترس، از لحاظ آماری معنی‌دار بود (جدول۲)، هم‌چنین با وجود کاهش جرم مخصوص ظاهری و حقیقی و افزایش تخلخل و ظرفیت نگهداشت آب خاک نسبت به شاهد، این کاهش و افزایش از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۳). آثار متقابل تیمارهای کودی و سال‌های اعمال آنها نیز فقط بر جرم مخصوص حقیقی و مقدار رطوبت در نقطه ظرفیت زراعی دارای اثر معنی‌دار بود و بر بقیه خصوصیات فیزیکی اندازه‌گیری شده اختلاف معنی‌داری نشان نداد.

جرم مخصوص حقیقی و ظاهری

کاربرد تیمارهای کودی مختلف در خاک، باعث کاهش معنی دار جرم مخصوص حقیقی و ظاهری خاک نسبت به شاهد شد (شکل ۱). نتایج مقایسه میانگین تیمارها در شکل ۱ نشان می‌دهد که کاربرد تلفیقی کود شیمیایی به همراه ورمی کمپوست تأثیر بیشتری بر کاهش جرم مخصوص حقیقی و ظاهری نسبت به مصرف کود شیمیایی به تنهایی دارد که این کاهش با افزایش مقدار کاربرد ورمی کمپوست، افزایش پیدا کرده و کمترین مقادیر جرم مخصوص حقیقی و ظاهری در تیمار ۴۰ تن ورمی کمپوست در هکتار دیده می شود. در واقع جرم مخصوص حقیقی خاک تابع نوع ذرات و کانی های خاک است ولی وجود مقادیر زیاد سبب کاهش این ویژگی می‌شود (۴). براساس نتایج به‌دست آمده از این آزمایش، آثار متقابل تیمارهای کودی و سال های اعمال این تیمارها بر میزان جرم مخصوص حقیقی در سطح احتمال ۵٪ دارای اثر معنی دار بود (جدول۴)، بدین

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-11-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.13.7]

جدول۱. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ورمی کمپوست مورد استفاده و خاک مورد مطالعه

پارامتراندازه‌گیری‌شده	واحد	ورمی کمپوست	خاک مورد مطالعه
ظرفیت نگهداشت آب خاک در حالت اشباع	(٪)	۵۱	۴۱/۱
تخلخل	"	۳۳/۱	۴۴/۷
رس	"	–	۴۳/۳
سیلت	"	–	۴۶/۳
شن	"	–	۱۰
رطوبت نقطه ظرفیت زراعی	"	–	۲۰/۴
رطوبت نقطه پژمردگی دائم	"	–	۱۱/۵
کربن‌آلی	"	۹/۸	۲/۲
جرم مخصوص حقیقی	(g/cm^3)	۱/۸	۲/۵
جرم‌مخصوص‌ظاهری	"	۱/۲	۱/۴
عمق	(cm)	–	۲۰–۰
pH	–	۷/۵	۷/۴
بافت	–	–	رسی سیلتی
هدایت الکتریکی	(ds / m)	۲/۰	۱/۲

جدول۲. جدول تجزیه واریانس (F) خصوصیات فیزیکی خاک در ارتباط با تیمار کودی و سال‌های مصرف تیمارها

تیمار	ρ_s	ρ_b	f	S	F.C	PWP	AWC
T	۲۸۵/۲۶**	۱۱۷۵**	۸/۳۵**	۷۳/۷۵**	۸۴/۲۲**	۴۶/۷۷**	۶۲/۶۷**
Y	۰/۸۴^{ns}	۱/۰۲^{ns}	۷/۶۵^{ns}	۱/۲۱^{ns}	۱۸/۶۹**	۱۱/۳**	۸/۶۴**
Y*T	۰/۹۱^{ns}	۴/۶**	۱/۷۲^{ns}	۰/۸۸^{ns}	۲/۶۵*	۱/۰۵^{ns}	۲/۲۵ ^{ns}

*: معنی‌دار در سطح ۵٪ **: معنی‌دار در سطح ۱٪ ns : عدم تفاوت معنی‌دار

T : تیمار کودی، Y : سال‌های مصرف تیمار کودی، T*Y : اثرات متقابل تیمار کودی و سال‌های مصرف تیمارها، و ρ_s:جرم مخصوص حقیقی ρ_b جرم مخصوص ظاهری، f : تخلخل کل، S: ظرفیت نگهداشت آب خاک در حالت اشباع، FC: ظرفیت زراعی، pwp: نقطه پژمردگی دائم و A.W.C: آب قابل دسترس

جدول ۳. مقایسه میانگین تغییرات برخی خصوصیات فیزیکی خاک تحت تأثیر سال‌های اعمال کود

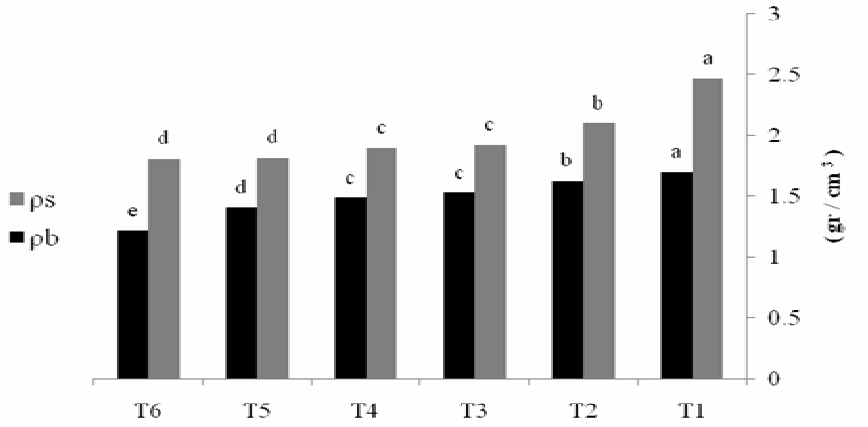
سال‌های اعمال کود	$(g/cm^3)\rho_s$	$(g/cm^3)\rho_b$	f (%)	S (%)
A	۱/۹	۱/۳	۵۶/۷	۴۷/۹
B	۱/۹	۱/۲	۵۷/۲	۴۸/۲
C	۱/۸	۱/۲	۵۷/۳	۴۸/۳

ρ_s:جرم مخصوص حقیقی، ρ_b: جرم مخصوص ظاهری، f : تخلخل کل و S: ظرفیت نگهداشت آب خاک در حالت اشباع.

A = یکسال، B = دو سال متوالی و C = سه سال متوالی کوددهی

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-11-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.13.7]



شکل ۱. مقایسه میانگین‌های تغییرات جرم مخصوص حقیقی و ظاهری در تیمارهای مختلف کودی

در هر دسته ستون، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند ($P \leq$ ٪۵)

ρ_s:جرم مخصوص حقیقی، ρ_b: جرم مخصوص ظاهری، T_1 = شاهد، T_2 = کود شیمیایی، T_3 = ۲۰ تن ورمی کمپوست در هکتار، T_4 = ۲۰ تن ورمی کمپوست در هکتار + ۱/۲ تیمار T_2، T_5 = ۴۰ تن ورمی کمپوست در هکتار + ۱/۲ تیمار T_2 و T_6 = ۴۰ تن ورمی کمپوست در هکتار

جدول۴. مقایسه میانگین تغییرات جرم مخصوص حقیقی در رابطه با آثار متقابل تیمارهای کودی و سال‌های مصرف کود

تیمار/ سال	A	B	C
T_1	2/6[a]	2/6[a]	2/5[a]
T_2	2/1[b]	2/1[b]	2/1[b]
T_3	1/9[bc]	1/9[bc]	1/9[bc]
T_4	1/9[bc]	1/9[bc]	1/9[bc]
T_5	1/8[d]	1/8[d]	1/8[d]
T_6	1/8[d]	1/8[d]	1/8[d]

در هر ستون و هر ردیف، میانگین‌هایی که درای حداقل یک حرف مشترک باشند، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند ($P \leq$ ٪۵).

T_1 = شاهد، T_2 = کود شیمیایی، T_3 = ۲۰ تن ورمی کمپوست در هکتار، T_4 = ۲۰ تن ورمی کمپوست در هکتار + ۱/۲ تیمار T_2، T_5 = ۴۰ تن ورمی کمپوست در هکتار+ ۱/۲ تیمار T_2 و T_6 = ۴۰ تن ورمی کمپوست در هکتار

صورت که کمترین مقدار جرم مخصوص حقیقی مربوط به تیمار T_6 با سه سال متوالی مصرف کود بود. کاربرد کودهای آلی در خاک با تأثیر بر دانه‌بندی و با افزایش درصد منافذ خاک، باعث کاهش جرم مخصوص ظاهری می‌شود (۶). مشابه با نتایج این آزمایش، تجادا و گونزالز (۲۹) با کاربرد ورمی کمپوست و کود دامی غنی شده با کود شیمیایی در خاک، کاهش جرم مخصوص ظاهری و افزایش منافذ خاک را گزارش کردند و بیشترین اثر را به تیمار تلفیقی ورمی کمپوست و کود شیمیایی نسبت دادند. آنها هم‌چنین بیان کردند که کود شیمیایی به تنهایی تأثیر چندانی در کاهش جرم مخصوص ظاهری ندارد. هم‌چنین ریدوان (۲۵) نیز در طی آزمایش خود با به‌کارگیری سطوح ۰، ۲۵ و ۵۰ گرم در کیلوگرم از ورمی کمپوست، بیشترین میزان کاهش در جرم مخصوص ظاهری را مربوط به تیمار ۵۰ گرم در کیلوگرم ورمی کمپوست دانستند که با نتایج به‌دست آمده از این تحقیق مطابقت دارد.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-11-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.13.7]

تخلخل

تأثیر کاربرد ورمی کمپوست بر میزان تخلخل خاک در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود و بیشترین مقدار تخلخل مربوط به تیمار ۴۰ تن ورمی کمپوست در هکتار و ۴۰ تن ورمی کمپوست غنی شده با کود شیمیایی بود که به‌ترتیب ۳۹/۹۶ و ۳۷/۶۷ درصد نسبت به شاهد افزایش داشتند. کمترین مقدار تخلخل نیز مربوط به تیمارهای شاهد و کود شیمیایی بود (شکل ۲). مشابه با نتایج حاصل از این تحقیق، ماتوس و همکاران نیز در طی مطالعات خود، افزایش تخلخل خاک را با به‌کارگیری ورمی کمپوست در خاک گزارش کردند، آنها هم‌چنین اثر کاربرد کود شیمیایی به تنهایی را در میزان تخلخل خاک نسبت به شاهد فاقد اختلاف معنی‌دار اعلام کردند. هم‌چنین ریدوان (۲۵) گزارش کرد که کاربرد ورمی کمپوست نسبت به کود شیمیایی در میزان افزایش تخلخل خاک نسبت به شاهد، تأثیرگذارتر است. مشابه با نتایج حاصل از این آزمایش، جات (۱۶) گزارش کرد که مصرف ۳ تن ورمی کمپوست در هکتار به همراه کود شیمیایی موجب افزایش تخلخل خاک در مقایسه با تیمار شاهد می‌شود.

ظرفیت نگهداشت آب خاک

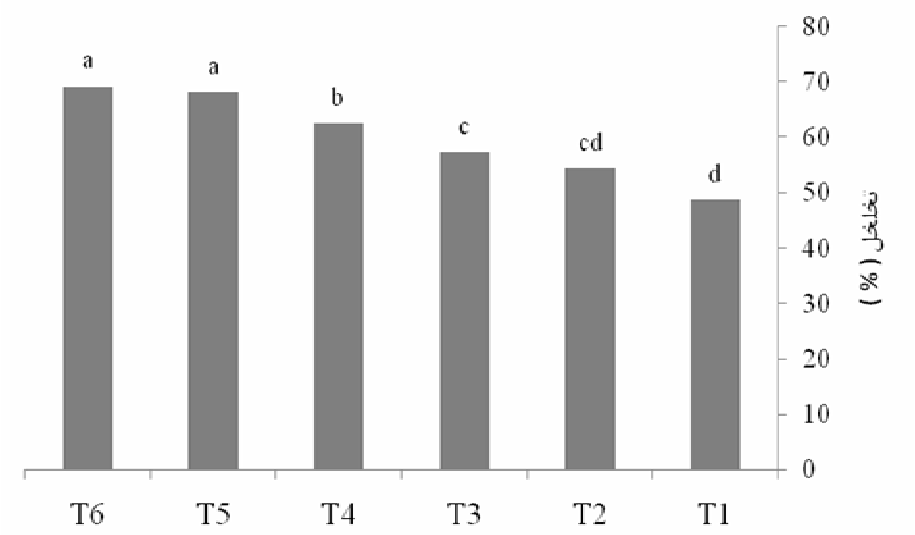
ظرفیت نگهداشت آب خاک با کاربرد تیمارهای کودی، به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد، به‌طوری‌که بیشترین مقدار آن در تیمارهای ۲۰ تن و ۴۰ تن ورمی کمپوست در هکتار مشاهده شد که به‌ترتیب ۲۱/۳۲ و ۲۷/۶۷ درصد نسبت به شاهد افزایش داشت (شکل۳). در واقع با افزایش مقدار کود آلی در خاک، میزان ظرفیت نگهداشت آب در خاک به دنبال افزایش حجم خلل و فرج کل افزایش پیدا می‌کند (۸)، به‌طوری‌که روچانا و همکاران (۲۶)، براساس نتایج به‌دست آمده از آزمایش خود گزارش کردند که به‌کارگیری ورمی کمپوست به عنوان یک کود آلی در خاک با تغییر اندازه خلل و فرج خاک و افزایش منافذ ریز و متوسط، باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک می‌شود. طی بررسی‌هایی که اتیه و همکاران (۱۹) در زمینه ورمی کمپوست انجام دادند، گزارش کردند که کاربرد ورمی کمپوست در خاک به دلیل تغییر شرایط فیزیکی و بهبود آن، باعث افزایش معنی دار ظرفیت نگهداری آب در خاک می شود. مشابه با نتایج حاصل از این آزمایش، ریدوان (۲۵) در طی آزمایش خود با به‌کارگیری ورمی کمپوست و کود شیمیایی در خاک، افزایش بیشتر در ظرفیت نگهداری آب خاک را به‌کاربرد ورمی کمپوست نسبت دادند. گلیک و همکاران (۱۴) هم‌چنین در نتیجه تحقیقات خود، افزایش معنی دار ظرفیت نگهداری آب خاک را به دنبال کاربرد ورمی کمپوست در خاک گزارش نمودند.

رطوبت در نقاط ظرفیت زراعی، پژمردگی دائم و آب قابل دسترس

تیمارهای کودی به‌کارگرفته شده در خاک بر میزان رطوبت در نقاط ظرفیت زراعی(Field Capacity)، پژمردگی دائم (Permanent Wilting Point) و هم‌چنین میزان آب قابل دسترس (Available Water Capacity) دارای اثر معنی‌دار و بیشترین تأثیر در این رابطه مربوط به تیمار۴۰ تن ورمی کمپوست بود (جدول ۵). آثار متقابل تیمارهای کودی و سال های به‌کارگیری آنها تنها بر میزان رطوبت در نقطه ظرفیت زراعی دارای اختلاف معنی‌دار بود، به این صورت که بیشترین مقدار رطوبت در نقطه ظرفیت زراعی مربوط به تیمار ۴۰ تن ورمی کمپوست با سه سال متوالی مصرف بود (جدول ۶). با افزایش سال های به‌کارگیری تیمارهای کودی، میزان رطوبت در نقاط مذکور و میزان آب قابل دسترس افزایش یافت (شکل ۴). در واقع افزایش موادآلی به خاک باعث افزایشFC می‌شود، بنابراین می‌توان گفت که AWC را نیز افزایش می‌دهد (۴). مشابه با نتایج به‌دست آمده، تجادا و گونزالز (۲۹) نیز در نتیجه تحقیقات خود در زمینه اثر کاربرد ورمی کمپوست و کود دامی غنی شده با کود شیمیایی، بر خواص فیزیکی خاک، میزان رطوبت بیشتری را در پتانسیل‌های ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم و هم‌چنین آب قابل دسترس بیشتری را در خاک‌های تیمار

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-11-25]

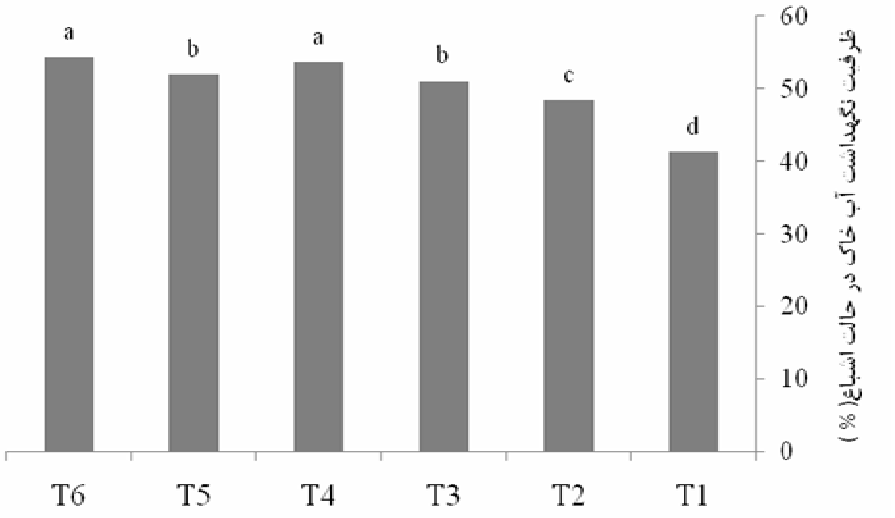
[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.13.7]



شکل۲. مقایسه میانگین‌های تغییرات تخلخل کل در تیمارهای مختلف کودی

در هر دسته ستون، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند (P ≤ ٪۵)

T_1 = شاهد، T_2 = کود شیمیایی، T_3 = ۲۰ تن ورمی کمپوست در هکتار، T_4 = ۲۰ تن ورمی کمپوست در هکتار + ۱/۲ تیمار T_2، T_5 = ۴۰ تن ورمی کمپوست در هکتار + ۱/۲ تیمار T_2 و T_6 = ۴۰ تن ورمی کمپوست در هکتار



شکل۳. مقایسه میانگین تغییرات ظرفیت نگهداشت آب خاک در تیمارهای مختلف کودی

در هر دسته ستون، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند (P ≤ ٪۵).

T_1 = شاهد، T_2 = کود شیمیایی، T_3 = ۲۰ تن ورمی کمپوست در هکتار، T_4 = ۲۰ تن ورمی کمپوست در هکتار + ۱/۲ تیمار T_2، T_5 = ۴۰ تن ورمی کمپوست در هکتار + ۱/۲ تیمار T_2 و T_6 = ۴۰ تن ورمی کمپوست در هکتار

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-11-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.13.7]

جدول۵. مقایسه میانگین تغییرات رطوبت حجمی در نقاط FC و PWP و میزان AWC در رابطه با تیمارهای کودی

	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6
F.C	۲۰/۷^{e}	۲۳/۷^{cd}	۲۳/۷^{cd}	۲۴/۳^{c}	۲۵/۷^{b}	۲۷/۱^{a}
P.W.P	۱۲/۱^{d}	۱۳/۲^{bc}	۱۳/۳^{bc}	۱۳/۹^{b}	۱۴/۲^{ab}	۱۴/۸^{a}
A.W.C	۸/۷^{d}	۱۰/۶^{c}	۱۰/۷^{c}	۱۱/۰^{b}	۱۱/۲^{b}	۱۳/۱^{a}

در هر ردیف، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند (۵٪≥ P).

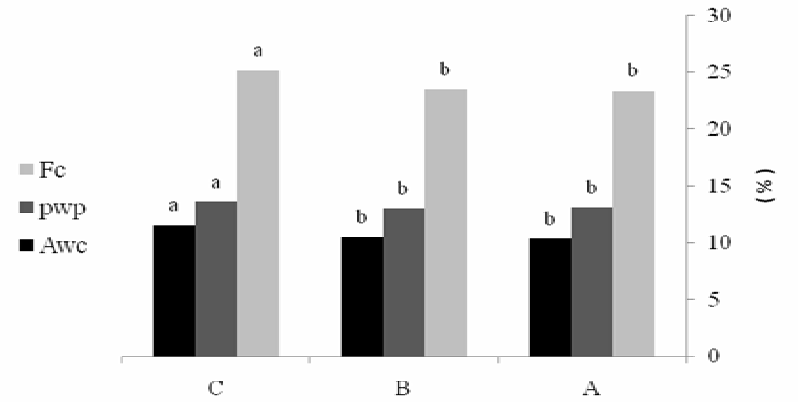
T_1 = شاهد، T_2 = کود شیمیایی، T_3 = ۲۰ تن ورمی کمپوست در هکتار، T_4 = ۲۰ تن ورمی کمپوست در هکتار + ۱/۲ تیمار T_2، T_5 = ۴۰ تن ورمی کمپوست در هکتار و + ۱/۲ تیمار T_2 T_6 = ۴۰ تن ورمی کمپوست در هکتار

جدول۶. مقایسه میانگین تغییرات رطوبت حجمی در نقطه ظرفیت زراعی در رابطه با آثار متقابل تیمارهای کودی و سال‌های مصرف

تیمار/ سال	A	B	C
T_1	۲۰/۷^{g}	۲۰/۴^{gh}	۲۰/۸^{g}
T_2	۲۲/۲^{f}	۲۲/۹^{ef}	۲۳/۳^{e}
T_3	۲۲/۹^{ef}	۲۳/۲^{e}	۲۳/۳^{e}
T_4	۲۳/۸^{de}	۲۴/۲^{d}	۲۴/۵
T_5	۲۴/۶^{cd}	۲۵/۱^{c}	۲۵/۶^{bc}
T_6	۲۶/۱^{b}	۲۶/۷^{ab}	۲۷/۳^{a}

در هر ستون و هر ردیف، میانگین‌هایی که درای حداقل یک حرف مشترک باشند، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند (۵٪≥ P).

T_1 = شاهد، T_2 = کود شیمیایی، T_3 = ۲۰ تن ورمی کمپوست در هکتار، T_4 = ۲۰ تن ورمی کمپوست در هکتار + ۱/۲ تیمار T_2، T_5 =۴۰ تن ورمی کمپوست در هکتار + ۱/۲ تیمار T_2 و T_6 = ۴۰ تن ورمی کمپوست در هکتار ، A = یکسال، B = دو سال متوالی و C = سه سال متوالی کوددهی



شکل۴. مقایسه میانگین تغییرات رطوبت حجمی در نقاط FC و PWP و میزان AWC در رابطه با سال‌های مصرف کود

در هر دسته ستون، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند (۵٪≥ P).

A = یکسال، B = دو سال متوالی و C = سه سال متوالی کوددهی

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-11-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.13.7]

شده با ورمی کمپوست غنی شده گزارش کردند. مارینوری و همکاران (۲۰) هم‌چنین در طی آزمایش خود به منظور بررسی اثر کود دامی، ورمی کمپوست و کود شیمیایی بر برخی خواص فیزیکی خاک، بیشترین رطوبت در پتانسیل ظرفیت زراعی و به دنبال آن بیشترین آب قابل دسترس را به تیمارهای ورمی کمپوست و کود دامی نسبت دادند. همین طور زیتین و آران (۳۲) طی آزمایش خود در نتیجه اضافه کردن مواد آلی به خاک، درصد افزایش رطوبت را در نقاط ظرفیت زراعی و پژمردگی به‌ترتیب ۳۱/۷ و ۲۴/۱ درصد گزارش کردند. در واقع کاربرد توام کودهای آلی و شیمیایی در خاک به دلیل افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی سطوح ذرات خاک، قابلیت نگهداری آب خاک و به دنبال آن رطوبت خاک را در نقاط مختلف پتانسیلی افزایش می‌دهد (۷).

خصوصیات شیمیایی خاک

براساس نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به خصوصیات شیمیایی خاک، مشخص می‌شود که اثر کاربرد تلفیقی ورمی کمپوست به همراه کود شیمیایی و سال‌های به‌کارگیری آن بر تمام خواص شیمیایی مورد مطالعه در سطح احتمال ۱٪ دارای اثر معنی‌دار بود درصورتی‌که آثار متقابل تیمارهای کودی و سال‌های مصرف کود بر مقدار pH خاک فاقد اختلاف معنی‌دار بود (جدول۷).

pH

به‌کارگیری ورمی کمپوست در خاک روی واکنش خاک تأثیر گذاشته و آن را کاهش داده که بیشترین کاهش در مقدار pH را در تیمار ۴۰ تن ورمی کمپوست در هکتار و ۴۰ تن ورمی کمپوست غنی شده با کود شیمیایی با ۲/۸۷ و ۲/۵ درصد نسبت به شاهد کاهش دیده شد (شکل ۵). هم‌چنین تعداد سال‌های مصرف تیمارهای کودی نیز بر میزان pH خاک دارای اثر معنی‌دار بوده و کمترین مقدار آن در سه سال متوالی مصرف دیده شد (جدول۸). دلیل کاهش pH خاک بعد از اضافه کردن کودهای آلی به خاک می‌تواند، تجزیه مواد آلی موجود در این مواد است که منجر به تولید اسید کربنیک و اسیدهای آلی می شود (۱۵). مشابه با نتایج حاصل از این تحقیق سریکانت و همکاران (۲۸) نیز کاهش pH خاک را با افزودن ورمی کمپوست به خاک گزارش نمودند. کاهش pH خاک‌های ریز بافت و متوسط بافت با pH اولیه قلیایی در نتیجه افزودن لجن فاضلاب و ورمی کمپوست هم‌چنین توسط مورل و گوکرت (۲۲) نیز گزارش شده است. آتیه و همکاران (۹) نیز در طی تحقیق خود اظهار داشتند که با تلفیق ورمی کمپوست حاصل از کود دامی در بسترهای معمول کشت، pH بستر خاک به‌طور معنی‌داری با افزایش ورمی کمپوست کاهش یافت. به‌طور مشابه پارتاساراتی و همکاران (۲۴) نیز گزارش نمودند با کاربرد ورمی کمپوست pH خاک به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد.

هدایت الکتریکی و کربن آلی

نتایج به‌دست آمده نشان داد که کاربرد ورمی کمپوست باعث افزایش معنی‌دار EC و OC خاک شد و در این رابطه بیشترین افزایش مربوط به تیمار ۴۰ تن ورمی کمپوست در هکتار بود که به‌ترتیب ۱۵/۲۶ و ۳۳/۵۲ درصد نسبت به شاهد افزایش داشتند (شکل ۶). سال‌های مصرف تیمارهای کودی (جدول۹) و اثرات متقابل تیمارها و سال‌های اعمال کود (جدول۱۰) نیز بر میزان هدایت الکتریکی و کربن آلی خاک دارای اثر معنی‌دار بودند به این صورت که بیشترین مقادیر آنها در تیمار ۴۰ تن ورمی کمپوست در هکتار که سه سال متوالی مصرف شده است دیده شد. با توجه به مقایسه میانگین‌های موجود در جدول ۱۰ می‌توان دریافت که کاربرد ورمی کمپوست به عنوان یک کود آلی به همراه کود شیمیایی نسبت به کاربرد کود شیمیایی به تنهایی تأثیر بیشتری در افزایش هدایت الکتریکی و کربن آلی خاک دارد. ورمی کمپوست حاوی مقدار زیادی نمک است که باعث افزایش هدایت الکتریکی خاک می شوند (۲۸). به طور مشابه آتیه و همکاران (۹) در نتیجه آزمایش‌های خود دریافتند که مصرف ۵ ، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و۱۰۰ درصد ورمی کمپوست در بسترهای رایج کشت موجب افزایش خطی مقدار هدایت

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-11-25]

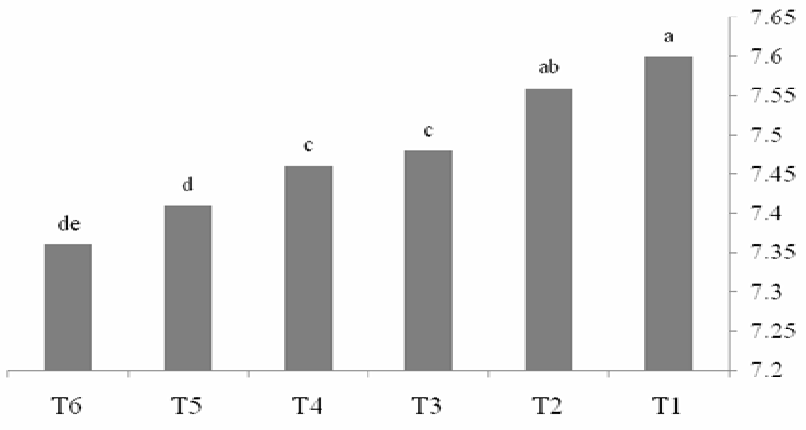
[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.13.7]

جدول۷. جدول تجزیه واریانس (F) خصوصیات شیمیایی خاک در رابطه با تیمار کودی و سال‌های مصرف تیمارها

تیمار	pH	OC	EC
T	۳/۳۵**	۱۴۳/۳۸**	۲۸۵/۲۹**
Y	۴۳/۹۲**	۹۹/۴۳**	۱۵/۱۹**
T*Y	۱/۰۵^{ns}	۱۹/۵۷**	۲۰/۰۶**

*: معنی‌دار در سطح ۵٪ **: معنی‌دار در سطح ۱٪ ns : فاقد تفاوت معنی‌دار

T : تیمار کودی، Y : سال‌های مصرف تیمار کودی، T*Y : اثرات متقابل تیمار کودی و سال‌های مصرف تیمارها



شکل۵. مقایسه میانگین‌های تغییرات pH خاک در تیمارهای کودی مختلف

در هر دسته ستون، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند (P ≤٪۵).

T_1 = شاهد، T_2 = کود شیمیایی، T_3 = ۲۰ تن ورمی کمپوست در هکتار، T_4 = ۲۰ تن ورمی کمپوست در هکتار + ۱/۲ تیمار T_2، T_5 = ۴۰ تن ورمی کمپوست در هکتار + ۱/۲ تیمار T_2 و T_6 = ۴۰ تن ورمی کمپوست در هکتار

جدول۸. مقایسه میانگین‌های تغییرات pH خاک در رابطه با سال‌های مصرف کود

	A	B	C
pH	۷/۷^{a}	۷/۶^{b}	۷/۴^{c}

میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند (P ≤٪۵).

A = یکسال، B = دو سال متوالی و C = سه سال متوالی کوددهی

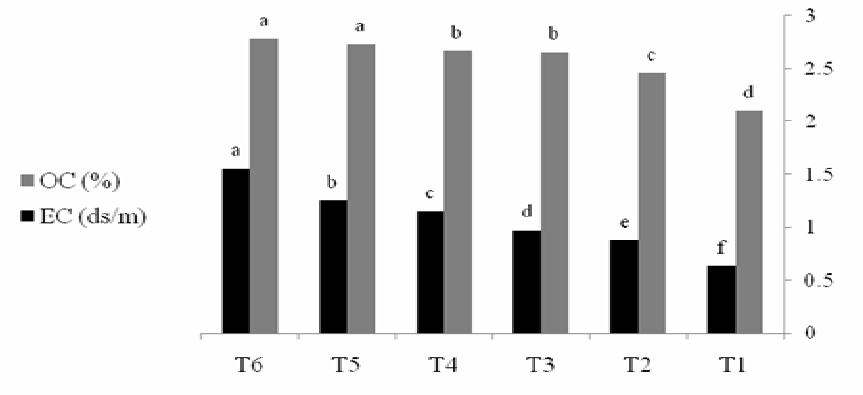
الکتریکی همراه با افزایش مقدار ورمی کمپوست شد. گلیک و همکاران (۱۴) نیز طی مطالعه خود در زمینه کاربرد تیمارهای کمپوست و ورمی کمپوست، افزایش غلظت مواد آلی خاک را گزارش کردند. هم‌چنین زبراس و همکاران (۳۱) گزارش نمودند کاربرد متوالی ورمی کمپوست منجر به افزایش کربن آلی خاک می شود. پارتاساراتی و همکاران (۲۴) اظهار داشتند که با کاربرد ورمی کمپوست هدایت الکتریکی و مواد آلی خاک افزایش می‌یابد.

هدایت الکتریکی و کربن آلی

نتایج به‌دست آمده نشان داد که کاربرد ورمی کمپوست باعث افزایش معنی‌دار EC و OC خاک شد و در این رابطه بیشترین

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-11-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.13.7]



شکل۶. مقایسه میانگین تغییرات OC و EC خاک در تیمارهای مختلف کودی

در هر دسته ستون، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند (P≤٪۵).
T_1 = شاهد، T_2 = کود شیمیایی، T_3 = ۲۰ تن ورمی کمپوست در هکتار، T_4 = ۲۰ تن ورمی کمپوست در هکتار + ۱/۲ تیمار T_2، T_5 =۴۰ تن ورمی کمپوست در هکتار + ۱/۲ تیمار T_2 و T_6 = ۴۰ تن ورمی کمپوست در هکتار

جدول۹. مقایسه میانگین‌های تغییرات OC و EC خاک در رابطه با سال‌های مصرف کود

	A	B	C
OC (٪)	۲/۳^{c}	۲/۵^{b}	۲/۷^{a}
EC (ds / m)	۰/۹^{c}	۱/۰^{b}	۱/۱^{a}

در هر ردیف، میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند (P≤٪۵).
A = یکسال، B = دو سال متوالی و C = سه سال متوالی کوددهی

جدول ۱۰. مقایسه میانگین های تغییرات EC و OC در رابطه بااثرات متقابل تیمارهای کودی و سال‌های مصرف

تیمار / سال	EC (dS / m)		
	A	B	C
T_1	۰/۶^{h}	۰/۷^{gh}	۰/۶^{h}
T_2	۰/۷^{g}	۰/۸^{f}	۰/۹^{e}
T_3	۰/۹^{e}	۱^{e}	۱/۱^{d}
T_4	۱/۱^{d}	۱/۷^{d}	۱/۱^{d}
T_5	۱/۲^{c}	۱/۲^{c}	۱/۳^{c}
T_6	۱/۴^{b}	۱/۵^{ab}	۱/۶^{a}
	OC (٪)		
T_1	۲/۱^{g}	۲/۱۴^{g}	۲/۱۱^{g}
T_2	۲/۳^{ef}	۲/۴^{e}	۲/۴^{e}
T_3	۲/۶^{bc}	۲/۶^{bc}	۲/۶^{bc}
T_4	۲/۶^{bc}	۲/۷^{b}	۲/۷^{b}
T_5	۲/۶^{bc}	۲/۷^{b}	۲/۷^{b}
T_6	۲/۷^{b}	۲/۷^{b}	۲/۸^{a}

در هر ستون و هر ردیف، میانگین هایی که درای حداقل یک حرف مشترک باشند، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند (P ≤٪۵)
T_1 = شاهد، T_2 = کود شیمیایی، T_3 = ۲۰ تن ورمی کمپوست در هکتار، T_4 = ۲۰ تن ورمی کمپوست در هکتار + ۱/۲ تیمار T_2، T_5 = ۴۰ تن ورمی کمپوست در هکتار+ ۱/۲ تیمار T_2 و T_6 = ۴۰ تن ورمی کمپوست در هکتار ، A = یکسال، B = دو سال متوالی و C = سه سال متوالی کوددهی

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-11-25]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.13.7]

افزایش مربوط به تیمار ۴۰ تن ورمی کمپوست در هکتار بود که به‌ترتیب ۱۵/۲۶ و ۳۳/۵۲ درصد نسبت به شاهد افزایش داشتند (شکل ۶). سال‌های مصرف تیمارهای کودی (جدول۹) و آثار متقابل تیمارها و سال‌های اعمال کود (جدول۱۰) نیز بر میزان هدایت الکتریکی و کربن آلی خاک دارای اثر معنی‌دار بودند به این صورت که بیشترین مقادیر آنها در تیمار ۴۰ تن ورمی کمپوست در هکتار که سه سال متوالی مصرف شده دیده شد، همراه کود شیمیایی نسبت به کاربرد کود شیمیایی به تنهایی تأثیر بیشتری در افزایش هدایت الکتریکی و کربن آلی خاک دارد. ورمی کمپوست حاوی مقدار زیادی نمک است که باعث افزایش هدایت الکتریکی خاک می شوند (۲۸). به‌طور مشابه آتیه و همکاران (۹) در نتیجه آزمایش‌های خود دریافتند که مصرف ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد ورمی کمپوست در بسترهای رایج کشت موجب افزایش خطی مقدار هدایت الکتریکی همراه با افزایش مقدار ورمی کمپوست شد. گلیک و همکاران (۱۴) نیز طی مطالعه خود در زمینه کاربرد تیمارهای کمپوست و ورمی کمپوست، افزایش غلظت مواد آلی خاک را گزارش کردند. هم‌چنین زبراس و همکاران (۳۱) گزارش نمودند کاربرد متوالی ورمی کمپوست منجر به افزایش کربن آلی خاک می‌شود. پارتاساراتی و همکاران (۲۴) اظهار داشتند که با کاربرد ورمی کمپوست هدایت الکتریکی و مواد آلی خاک افزایش می‌یابد.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده از این آزمایش، مشخص می‌شود که 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. براساس نتایج به‌دست آمده از این آزمایش، مطلوب‌ترین وضعیت از لحاظ جرم مخصوص حقیقی و ظاهری، تخلخل، رطوبت در نقاط FC و PWP و هم چنین ظرفیت نگهداشت آب خاک، میزان AWC، pH، OC و EC در تیمار سه سال متوالی مصرف ۴۰ تن ورمی کمپوست غنی شده با کود شیمیایی دیده شد، بنابراین کاربرد آن در زمین‌های زراعی برای مرتفع کردن شرایط نامناسب خاک توصیه می‌شود.

منابع مورد استفاده

۱. اکبری نیا، ا.، ا. قلاوند و ا. شریفی. ۱۳۸۳. تأثیر سیستم‌های مختلف تغذیه بر خواص خاک، جذب و غلظت عناصر توسط گیاه دارویی زنیان و عملکرد آن. مجله پژوهش و سازندگی ۶۲ :۱۱-۱۳.

۲. بای بوردی، ی.م.، م.ج. ملکوتی، ه. امیر مکری و م. نفیسی.۱۳۷۹. تولید و مصرف بهینه کود شیمیایی در راستای اهداف کشاورزی پایدار. نشر آموزش کشاورزی، کرج.

۳. درزی، م.ت.، ا. قلاوند و ف. رجالی. ۱۳۸۷. بررسی اثر مایکوریزا، ورمی کمپوست و کود فسفات زیستی بر گلدهی، عملکرد بیولوژیک و همزیستی ریشه، در گیاه دارویی رازیانه. مجله علوم زراعی ۱۰(۱) :۸۸-۱۰۹.

۴. علیزاده، ا. ۱۳۸۳. *فیزیک خاک*. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، مشهد

۵. فرجی، ز. ۱۳۸۵. فناوری ورمی کمپوست، حلقه‌ای جایگزین در چرخه مواد، جهت نیل به بهداشت محیط زیست و توسعه پایدار. مجموعه مقالات اولین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست، دانشگاه تهران

۶. میرزایی تالارپشتی، ر.، ج. کامبوزیا.، ح. صباحی و ع. دامغانی. ۱۳۸۸. اثر کاربرد کودهای آلی برخصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و تولید محصول و ماده خشک گوجه فرنگی. مجله پژوهش‌های زراعی ایران ۷(۱) :۲۵۷-۲۶۷.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-11-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.13.7]

7. Aggelides, S.M. and P.A. Londra. 2000. Effect of compost produced from town wastes and sewage sludge on the Physical Properties of a Lomy and Clay soil. Bioresour. Technol. 71: 235-259 .
8. Akanni, D.I. and S.O. Ojeniyi. 2007. Effect of different levels of poultry manure on soil physical properties, Nutrients status, growth and yield of tomato. Res. J. Agron. 1(1):1-4.
9. Atieh, R.M., C.A. Edward, S. Sulber and J.D. Metzger. 2000. Earth worm processed organic wastes as component of horticultural potting media for growing marigold and vegetable seedling. Compost Sci. and Utitiz. 8(30): 215-223.
10. Bansal, S. and K.K. Kapoor. 2000. Vermicomposting of crop residues and cattle dung with Eisenia Foetida. Bioresour. Technol. 73: 95-98.
11. Briggs, L. J. and H. L. Shantz. 1912. The wilting coefficient for different plants and its indirect determination. USDA Bureau of Plant Industry Bull 230. U. S. Gov. Printing Office, Washington, DC.
12. Claudio, P.J., B. Raphael, F. Alves, L.R. Kamiila, S.N. Brunade and M.B. Priscila. 2009. Zn(ll) adsorption from syntheyic solution and kaolin wastewater on vermicompost. The Sci. of Total Environ. 162: 804-811.
13. Dickerson, G.W. 1999. Vermicomposting Guide.Cooperactive extension Service. College of Agriculture and home Economics. New mexico state university.
14. Gelik, I., I. Ortas and S. Kilik. 2004. Effect of compost, Mycorhiza, Mnure and fertilizer on some physical properties of Chromoxerert soil. Soil and till. Res.78:5967.
15. Hervas, L., C. Mazuelos., N. Sensi and C. Saiz-Jimenez. 1989. Chemical and Physicochemical characterization of vermicompost and their humic acid fractions. Sci. Total Environ. 81/82:543-550.
16. Jat, R.S. and I.P.S. Ahlawat. 2006. Direct and residual effect of vermicompost, biofertilizres and nutrient dynamics and productivity of chickpea-fooder maize sequence. J. Sustainable Agric. 28:41-54.
17. Jeybal, H. and G. kupposwany. 2001. Recycling of organic wastes for the production of vermicompost and its vosponsec in rice-legume cropping system and soil fertility. Eurupean J. Agron. 15:153-170.
18. Klute, A. 1986. Water retension laboratory methods. PP. 635-662. *In*: A. Klute(Ed.), Method of Soil Analysis. Part 1, Physical and Mineralogical Methods. Monogr. 9, ASA and SSSA, Madison, WI.
19. Klute, A. and C. Dirkwen. 1986. Hyraulic conductivity and Dffusivity: Laboratory methods. PP. 687-734. *In*: A. Klute(Ed.), Method of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. Monogr. 9, ASA and SSSA, Madison, WI.
20. Marinari, S., B. Masciandro and S. Grego. 2000. Influence of organic and mineral fertilizer on soil physical properties. Geoderma 72:9-17
21. Matos, G.D. and M.A.Z. Arrunda. 2003. Vermicompost as natural adsorbent for removing metal ions from laboratory effluents. Proc. Biochem. 39:81-88.
22. Morel, T. L and A. Guckert. 1983. The influence of sewage sludge and vermicompost application of physical and biolochical properties f soils, Pordrecht, Holland. J. Environ. Qual. 4: 139-142.
23. Nelson, D.W. and E.J. Kladivko. 1979. Changes in soil properties from application of anaerobic sludge. Water Pollution Control 51: 325-332.
24. Parthasarathi, K., 1M. Balamurugan and L.S. Ranganathan. 2008. Influence of vermicompost on the Physico-Chemical and Biological properties in different types of soil along with yield and quality of the pulse Crop–Blackgram. Iran. J. Environ. Health. Sci. Eng. 5(1): 51-58.
25. Ridvan, K. 2004. Cu and Zn accumulation in earth worm Lumbricus terrestrist in sewag sludge amended soil and fraction of Cu and Zn casts and surrounding soil. Science 22:141-145.
26. Rochana, T., R. Sawaneg, V.R. Patma and T. Bunyong. 2006. Effect of organic and clay mineral ammendment on physical properties of degraded sandy soil for sugarcane production. Res. Article 8(1):44-48.
27. Sains, J., M.T. Tboada-Castro and A. Vilarino. 1998. Growth, Mineral nutrition and Mycorrhizal colonization of red clover and cucumber plant grows in a soil amended with vermicompost and composted urban wastes. Plant and Soil 205:85-92.
28. Srikanth, K., C.A. Srinivasamurthy and V.R. Siddamarappa. 2000. Direct and residual effect of enriched compost, vermicompost and fertilizerz on properties of an Alfisol. J. Ind. Soc. of Soil Sci. 48(3):496-499.
29. Tejad, M. and J. L. Gonzalez. 2008. Influence of two Organic amendments on the Soil physical properties. Geoderma 145:325-334.
30. Westerm, R.L. 1990. Soil Testing and Plant Analysis. SSSA. Madison Wisconisn, USA.
31. Zebarth, B. J., G. H. Neilsen, E. Hogue and D. Neilsen. 1999. Influence des amendements faits de dechets organiques. Cana. J. Soil Sci. 79:501-504.
32. Zeytin, S. and A. Aran. 2003. Influence of composted Hazelnut hask on some physical properties of soils. Bioresour. Technol. 88:241-245.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-11-25]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.58.13.7]