



دانشگاه گوارزی و منابع طبیعی

مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک

جلد نوزدهم، شماره دوم، ۱۳۹۱

<http://jwfst.gau.ac.ir>

## تأثیر کاربرد کودهای آلی روی برخی خواص فیزیکی خاک

\* زهرا احمدآبادی<sup>۱</sup> و مهدی قاجار سپانلو<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری،

استادیار گروه مهندسی علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۸۹/۵/۴؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۹

### چکیده

به منظور بررسی اثر کاربرد کمپوست، ورمی کمپوست و لجن فاضلاب روی برخی خواص فیزیکی خاک، آزمایشی در قالب طرح کرت‌های خرد شده با پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در سال ۱۳۸۸ اجرا گردید. تیمارهای کودی در کرت‌های اصلی و سال‌های اعمال این تیمارها در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. تیمارهای کودی به‌عنوان فاکتور اصلی در ۷ سطح (T<sub>۱</sub>: شاهد، T<sub>۲</sub>: ۲۰ تن کمپوست در هکتار، T<sub>۳</sub>: ۴۰ تن کمپوست در هکتار، T<sub>۴</sub>: ۲۰ تن ورمی کمپوست در هکتار، T<sub>۵</sub>: ۴۰ تن ورمی کمپوست در هکتار، T<sub>۶</sub>: ۲۰ تن لجن فاضلاب در هکتار و T<sub>۷</sub>: ۴۰ تن لجن فاضلاب در هکتار) و سال‌های اعمال این تیمارها به‌عنوان فاکتور فرعی در ۴ سطح صورت: A= یک‌سال کوددهی (سال ۸۵)، B= ۲ سال متوالی کوددهی (۸۵ و ۸۶)، C= ۳ سال متوالی کوددهی (۸۵، ۸۶ و ۸۷) و D= ۴ سال متوالی کوددهی (۸۵، ۸۶، ۸۷ و ۸۸) بود. خصوصیات فیزیکی خاک شامل جرم مخصوص حقیقی ( $\rho_s$ )، جرم مخصوص ظاهری ( $\rho_b$ )، تخلخل کل (f)، رطوبت در نقاط ظرفیت زراعی (f.c) و پژمردگی دایم (p.w.p)، آب قابل دسترس (AWC) و ظرفیت نگه‌داشت آب در خاک (S) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به‌دست آمده از این آزمایش نشان داد که کاربرد کمپوست، ورمی کمپوست و لجن فاضلاب در خاک باعث افزایش معنی‌دار (P=۱ درصد) تخلخل، رطوبت در نقاط ظرفیت زراعی و پژمردگی و ظرفیت نگه‌داشت آب در خاک و همچنین کاهش جرم مخصوص ظاهری و حقیقی در

\* مسئول مکاتبه: [z.ahmadabadi@yahoo.com](mailto:z.ahmadabadi@yahoo.com)

مقایسه با تیمار شاهد گردید که در این رابطه تأثیر کمپوست و لجن فاضلاب نسبت به ورمی کمپوست بیش‌تر بوده است. تأثیر سال‌های مصرف این تیمارها روی خصوصیات فیزیکی مورد مطالعه به این صورت بود که فقط روی میزان رطوبت خاک در نقاط (f.c) و (p.w.p) و میزان (AWC) معنی‌دار بود و در سایر موارد اختلاف معنی‌داری نشان نداد. همچنین اثرات متقابل تیمارهای کودی و سال‌های مصرف آن‌ها فقط در مورد جرم مخصوص حقیقی و مقدار رطوبت در نقطه ظرفیت زراعی دارای اختلاف معنی‌دار بود.

**واژه‌های کلیدی:** کمپوست، ورمی کمپوست، لجن فاضلاب، خصوصیات فیزیکی خاک

#### مقدمه

حفظ مقدار مطلوب ماده آلی در خاک، یکی از اساسی‌ترین اصول کشاورزی پایدار است. کاربرد کودهای آلی در کشاورزی علاوه بر بهبود حاصل خیزی خاک، می‌تواند روی خصوصیات فیزیکی خاک نیز مؤثر باشد (زارعی و همکاران، ۲۰۰۵). عمده‌ترین منابع تأمین مواد آلی در خاک‌ها عبارتند از فضولات دامی، بقایای گیاهی، لجن فاضلاب‌ها و کمپوست زباله شهری که امروزه با توجه به اهمیت کشاورزی ارگانیک بیش‌تر مورد توجه قرار گرفته است (خندان و همکاران، ۲۰۰۵؛ میرزایی و همکاران، ۲۰۰۹). در مناطق با آب و هوای خشک و نیمه‌خشک، با توجه به شرایط نامناسب خاک، به‌کارگیری کمپوست زباله شهری به‌عنوان یک کود آلی می‌تواند راهی برای بهبود بخشیدن شرایط خاک از نظر نفوذپذیری و تخلخل باشد (آگلیدس و لوندرا، ۲۰۰۰). اضافه کردن لجن فاضلاب به‌عنوان کود آلی به خاک، اثر مطلوبی روی ویژگی‌های فیزیکی آن دارد و این موضوع به‌ویژه در مورد افزایش آب قابل استفاده گیاه به‌دنبال افزایش درصد خلل و فرج خاک بسیار اهمیت دارد (بهره‌مند و همکاران، ۲۰۰۲). در آزمایشی که زیتین و آران (۲۰۰۳) در اسپانیا به‌منظور بررسی اثر کمپوست روی خواص فیزیکی خاک انجام دادند، مشخص شد که با اضافه کردن کمپوست به خاک، درصد تخلخل افزایش و جرم مخصوص ظاهری خاک نسبت به شاهد کاهش پیدا می‌کند. به‌طور مشابه سرهات و باران (۲۰۰۳) از آزمایش خود بر خواص فیزیکی خاک، نتیجه‌گیری کردند که با به‌کارگیری ۲۵ تن کمپوست در هکتار، میزان تخلخل از ۶۲/۵ به ۸۷/۲ درصد افزایش پیدا کرده است. تجادا و گونزالز

(۲۰۰۸) همچنین با کاربرد کودهای آلی کمپوست، ورمی کمپوست و کود دامی در خاک، کاهش جرم مخصوص ظاهری و افزایش منافذ خاک را گزارش کردند و بیشترین اثر را به کمپوست نسبت دادند. نتایج گوپتا و همکاران (۱۹۹۷) نیز نشان داد که با افزایش ماده آلی به خاک، جرم مخصوص ظاهری خاک به دلیل افزایش خلل و فرج خاک کاهش می‌یابد. میرزایی و همکاران (۲۰۰۹) نیز طی آزمایشی، با به‌کارگیری ورمی کمپوست در خاک، بیان کردند که این نوع کود باعث اسفنجی شدن خاک و افزایش درصد خلل و فرج و در نهایت کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک می‌شود. همچنین در آزمایشی که در ترکیه صورت گرفت، مشخص شد که با به‌کارگیری کمپوست در خاک میزان تخلخل خاک نسبت به شاهد تقریباً ۲۴ درصد افزایش داشته است. به‌طور مشابه اپستین و همکاران (۱۹۷۶) نیز در نتیجه آزمایش خود روی خواص فیزیکی خاک، گزارش کردند که افزودن لجن فاضلاب به خاک منجر به کاهش جرم مخصوص ظاهری نسبت به شاهد می‌شود. اپستین (۱۹۷۵) در طی مطالعه خود در زمینه خواص فیزیکی، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک را با به‌کارگیری کمپوست در خاک گزارش کرد. همچنین گلیک و همکاران (۲۰۰۴) با به‌کارگیری ۲۵ تن کمپوست در خاک، گزارش کردند که ظرفیت نگهداری آب در خاک نسبت به شاهد ۳۵ درصد افزایش پیدا می‌کند. در مناطق با آب و هوای خشک و نیمه‌خشک، با توجه به شرایط نامناسب خاک، به‌کارگیری کمپوست زباله شهری به‌عنوان یک کود آلی می‌تواند راهی برای بهبود بخشیدن شرایط خاک از نظر نفوذپذیری و تخلخل باشد (آگلیدس و لوندرا، ۲۰۰۰). اضافه کردن لجن فاضلاب به‌عنوان کود آلی به خاک، اثر مطلوبی روی ویژگی‌های فیزیکی آن دارد و این موضوع به‌ویژه در مورد افزایش آب قابل استفاده گیاه به‌دنبال افزایش درصد خلل و فرج خاک بسیار اهمیت دارد (بهره‌مند و همکاران، ۲۰۰۲).

در طی آزمایش‌هایی که توسط فریک و وگتامن (۱۹۹۴)، به‌منظور بررسی اثر کمپوست روی خواص فیزیکی خاک صورت گرفت، آن‌ها افزایش معنی‌دار رطوبت خاک در نقطه ظرفیت زراعی و همچنین افزایش آب قابل دسترس را با به‌کارگیری کمپوست در خاک گزارش کردند. همچنین در طی آزمایشی که برای بررسی اثر کاربرد کمپوست روی برخی خصوصیات فیزیکی خاک انجام شد، در نتیجه اضافه کردن کمپوست به خاک، درصد افزایش رطوبت در نقاط ظرفیت زراعی و پژمردگی به‌ترتیب ۳۱/۷ و ۲۴/۱ درصد گزارش شد (زیتین و آران، ۲۰۰۳).

پژوهش‌های بالا و بسیاری از پژوهش‌های دیگر در این زمینه، نشان‌دهنده تأثیر مطلوب مواد آلی بر ویژگی‌های فیزیکی خاک است، بنابراین در پژوهش بالا هدف بر این است تا با کاربرد سطوح و دفعات مختلف کمپوست، ورمی‌کمپوست و لجن فاضلاب در خاک، اثر این مواد را بر برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک سنگین از نوع رسی سیلتی بررسی کنیم.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۸۸ در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در قالب طرح کرت‌های خرد شده با پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار، در کرت‌هایی به ابعاد ۱/۵ در ۳ متری اجرا گردید. تیمارهای کودی به‌عنوان فاکتور اصلی در ۷ سطح (T<sub>۱</sub>: شاهد، T<sub>۲</sub>: ۲۰ تن کمپوست در هکتار، T<sub>۳</sub>: ۴۰ تن کمپوست در هکتار، T<sub>۴</sub>: ۲۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار، T<sub>۵</sub>: ۴۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار، T<sub>۶</sub>: ۲۰ تن لجن فاضلاب در هکتار، T<sub>۷</sub>: ۴۰ تن لجن فاضلاب در هکتار) و سال‌های اعمال این تیمارها به‌عنوان فاکتور فرعی در ۴ سطح صورت A = یک‌سال کوددهی (سال ۸۵)، B = ۲ سال متوالی کوددهی (۸۵ و ۸۶)، C = ۳ سال متوالی کوددهی (۸۵، ۸۶ و ۸۷) و D = ۴ سال متوالی کوددهی (۸۵، ۸۶، ۸۷ و ۸۸) بود. برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک مورد مطالعه، کمپوست، ورمی‌کمپوست و لجن فاضلاب مورد استفاده در جدول ۱ گزارش شده است. ویژگی‌های فیزیکی خاک، شامل جرم مخصوص حقیقی به روش آزمایشگاهی با استفاده از پیکنومتر، جرم مخصوص ظاهری به روش نمونه‌برداری دست‌نخورده و توزین پس از خشک شدن در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد (کولت و دیرکوان، ۱۹۸۶)، تخلخل به روش انجام محاسبه با توجه به مقادیر جرم مخصوص حقیقی و ظاهری، رطوبت در نقطه ظرفیت زراعی به روش مزرعه‌ای (علیزاده، ۲۰۰۴)، رطوبت در نقطه پژمردگی دایم به روش بریجز و شانتز (۱۹۱۲)، میزان آب قابل دسترس از تفاضل مقادیر FC و PWP (علیزاده، ۲۰۰۴) و ظرفیت نگه‌داشت آب خاک در حالت اشباع، در آزمایشگاه با تهیه گل اشباع (کولت، ۱۹۸۶) اندازه‌گیری شدند.

تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS صورت گرفت. در این آزمایش روند تغییرات برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک در تیمارهای کودی و سال‌های اعمال این تیمارها و همچنین روند تغییرات بین این تیمارها بحث و بررسی گردیده است.

## زهرا احمدآبادی و مهدی قاجار سپانلو

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی کمپوست، ورمی کمپوست و لجن فاضلاب مورد استفاده و خاک مورد مطالعه.

پارامتر اندازه گیری شده	کمپوست	ورمی کمپوست	لجن فاضلاب	خاک مورد مطالعه
OC (درصد)	۲۲/۶۳	۲۱	۴/۵۳۵	۲/۴۱
SP (درصد)	۷۱/۱۷	۵۱	۶۰/۷۸	۴۱/۱
تخلخل (درصد)	۴۵/۱	۳۳/۱۴	۳۸/۸	۴۴/۷
رس (درصد)	-	-	-	۴۳/۳۳
سیلت (درصد)	-	-	-	۴۶/۳۳
شن (درصد)	-	-	-	۱۰
بافت (درصد)	-	-	-	رسی سیلتی
نقطه ظرفیت زراعی (درصد)	-	-	-	۲۰/۳۸
نقطه پژمردگی دائم (درصد)	-	-	-	۱۱/۵۶
جرم مخصوص حقیقی (گرم بر سانتی متر مکعب)	۱/۷۵	۱/۸۱	۱/۷۹۱	۲/۴۸
جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب)	۰/۹۶	۱/۲۱	۱/۰۹۶	۱/۳۷
عمق (سانتی متر)	-	-	-	۰-۲۰

## نتایج و بحث

با توجه به جدول تجزیه واریانس داده‌ها، مشخص می‌شود که تیمارهای کودی روی همه خصوصیات فیزیکی مورد مطالعه در این آزمایش، در سطح احتمال ۱ درصد تأثیر معنی‌دار داشته است در صورتی که اثر سال‌های اعمال این تیمارها، به این صورت بود که فقط در مورد رطوبت در نقاط ظرفیت زراعی و پژمردگی و میزان آب قابل دسترس، از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۲)، در مورد جرم مخصوص ظاهری و حقیقی روند کاهشی و در مورد تخلخل و ظرفیت نگه‌داشت آب خاک روند افزایشی نسبت به شاهد داشته است ولی این کاهش و افزایش از نظر آماری اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۳). اثرات متقابل تیمارهای کودی و سال‌های اعمال آن‌ها نیز فقط روی جرم مخصوص حقیقی و مقدار رطوبت در نقطه ظرفیت زراعی دارای اثر معنی‌دار بود و روی بقیه خصوصیات فیزیکی اندازه‌گیری شده اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۲).

**جرم مخصوص حقیقی:** براساس نتایج به دست آمده از این آزمایش، کاربرد تیمارهای کودی مختلف در خاک، روی میزان جرم مخصوص حقیقی خاک اثر معنی‌دار داشت و باعث کاهش معنی‌دار آن نسبت به شاهد شد (شکل ۱). براساس مقایسه میانگین‌های موجود در شکل ۱، بیش‌ترین مقدار جرم

مخصوص حقیقی مربوط به تیمار شاهد و کم‌ترین آن مربوط به تیمارهای ۴۰ تن کمپوست و ۴۰ تن لجن فاضلاب در هکتار می‌باشد. با توجه به شکل ۱ مشخص می‌شود که تفاوت بین مقادیر جرم مخصوص حقیقی با اضافه کردن ۲۰ تن از کمپوست، ورمی‌کمپوست و لجن فاضلاب در هکتار معنی‌دار نبوده است.

در واقع جرم مخصوص حقیقی خاک تابع نوع ذرات و کانی‌های خاک است ولی در شرایط فراوانی ماده آلی این ویژگی تحت تأثیر قرار گرفته و کاهش می‌یابد (علیزاده، ۲۰۰۴). در این آزمایش نیز مقدار جرم مخصوص حقیقی با کاربرد ۴۰ تن کمپوست و لجن فاضلاب به ترتیب ۳۹/۶۵ و ۳۶/۹۵ درصد کاهش را نسبت به شاهد نشان داده است. گلیک و همکاران (۲۰۰۴) نیز در نتیجه آزمایش خود، گزارش کردند که با به‌کارگیری ۱۰ تن در هکتار کمپوست، تغییری در میزان جرم مخصوص حقیقی نسبت به شاهد و کود شیمیایی ایجاد نشده است در صورتی که کاربرد ۳۵ تن در هکتار آن باعث ایجاد اختلاف معنی‌دار در میزان جرم مخصوص حقیقی شده است. به‌طور مشابه ناواس و همکاران (۱۹۹۸) نیز اثر کاربرد ۱۰ تن لجن فاضلاب در هکتار را بدون اختلاف معنی‌دار روی جرم مخصوص حقیقی گزارش کردند. مارینوری و همکاران (۲۰۰۰) همچنین کاهش معنی‌دار جرم مخصوص حقیقی نسبت به شاهد را با کاربرد ۱۰ ماهه ۳۵ تن کمپوست در هکتار در یک خاک رسی شنی گزارش کردند که مطابق با نتایج به‌دست آمده می‌باشد. براساس نتایج به‌دست آمده از این آزمایش، اثرات متقابل تیمارهای کودی و سال‌های اعمال این تیمارها بر میزان جرم مخصوص حقیقی در سطح احتمال ۵ درصد دارای اثر معنی‌دار بود (جدول ۲)، به این صورت که کم‌ترین مقدار جرم مخصوص حقیقی مربوط به تیمار ۴۰ تن کمپوست در هکتار است که ۴ سال متوالی مصرف شده است.

جدول ۲- جدول تجزیه واریانس (F) خصوصیات فیزیکی خاک در رابطه با تیمار کودی و سال‌های مصرف تیمارها.

تیمار	$\rho_s$ (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	$\rho_b$ (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	f (درصد)	S (درصد)	F.C (درصد)	P.W.P (درصد)	A.W.C (درصد)
T	۹۸۵/۳۵۹**	۹۵/۲۴۲**	۱۶۰/۹۷۵**	۴۰/۷۹۴**	۷۲۵/۵۶۱**	۵۰۵/۴۱۲**	۵۴/۶۷۸**
Y	۰/۲۵ <sup>ns</sup>	۱/۸۷۷ <sup>ns</sup>	۲/۰۴۹ <sup>ns</sup>	۰/۶۰۹ <sup>ns</sup>	۴۵/۰**	۱۳/۸۰۹**	۸/۵۴۲**
T×Y	۱/۰۹**	۱/۳۱۷ <sup>ns</sup>	۰/۴۲۱ <sup>ns</sup>	۱/۲۱۲ <sup>ns</sup>	۱/۸۲۸**	۰/۵۲۳ <sup>ns</sup>	۰/۵۰۷ <sup>ns</sup>

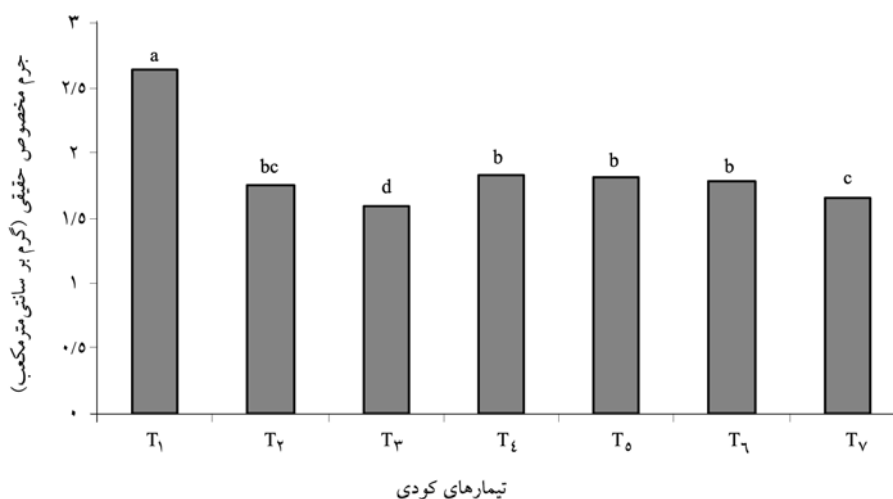
\* معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، \*\* معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و <sup>ns</sup> غیرمعنی‌دار.

T: تیمار کودی، Y: سال‌های مصرف تیمار کودی، T×Y: اثرات متقابل تیمار کودی و سال‌های مصرف تیمارها،  $\rho_s$ : جرم مخصوص حقیقی،  $\rho_b$ : جرم مخصوص ظاهری، f: تخلخل کل، S: ظرفیت نگه‌داشت آب خاک در حالت اشباع، F.C: ظرفیت زراعی، pwp: نقطه پژمردگی دایم و A.W.C: آب قابل دسترس.

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های تغییرات خصوصیات فیزیکی خاک تحت تأثیر سال‌های اعمال کود.

S	f	$\rho_b$	$\rho_s$	سال‌های اعمال کود
(درصد)	(درصد)	(گرم بر سانتی‌متر مکعب)	(گرم بر سانتی‌متر مکعب)	
۵۱/۱۳۲	۵۸/۱۱۴	۱/۳۲۸	۱/۸۷۵	A
۵۲/۶۳۸	۵۸/۵۲	۱/۳۲۱	۱/۸۶۹	B
۵۲/۹۲۴	۵۹/۰۶۲	۱/۲۷۸	۱/۸۶۸	C
۵۳/۰۲۴	۵۹/۹۵	۱/۲۲۸	۱/۸۶۸	D

$\rho_s$ : جرم مخصوص حقیقی،  $\rho_b$ : جرم مخصوص ظاهری، f: تخلخل کل، S: ظرفیت نگه‌داشت آب خاک در حالت اشباع. A= یک‌سال کوددهی (سال ۸۵)، B= ۲ سال متوالی کوددهی (۸۵ و ۸۶)، C= ۳ سال متوالی کوددهی (۸۵، ۸۶ و ۸۷) و D= ۴ سال متوالی کوددهی (۸۵، ۸۶، ۸۷ و ۸۸).



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

در هر دسته ستون، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند ( $P=0.05$  درصد). T<sub>1</sub>: شاهد، T<sub>2</sub>: ۲۰ تن کمپوست در هکتار، T<sub>3</sub>: ۴۰ تن کمپوست در هکتار، T<sub>4</sub>: ۲۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار، T<sub>5</sub>: ۴۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار، T<sub>6</sub>: ۲۰ تن لجن فاضلاب در هکتار و T<sub>7</sub>: ۴۰ تن لجن فاضلاب در هکتار.

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های تغییرات جرم مخصوص حقیقی در رابطه با اثرات متقابل تیمارهای کودی و سال.

تیمار/ سال	A	B	C	D
T <sub>۱</sub>	۲/۵۷ <sup>a</sup>	۲/۵۴ <sup>a</sup>	۲/۴۸ <sup>a</sup>	۲/۳۸ <sup>a</sup>
T <sub>۲</sub>	۱/۸۳ <sup>defg</sup>	۱/۷۶ <sup>defg</sup>	۱/۶۲ <sup>fgh</sup>	۱/۶۱ <sup>fgh</sup>
T <sub>۳</sub>	۱/۶۱ <sup>h</sup>	۱/۶۱ <sup>h</sup>	۱/۵۸ <sup>hi</sup>	۱/۵۳ <sup>i</sup>
T <sub>۴</sub>	۱/۸۵ <sup>b</sup>	۱/۸۲ <sup>bcd</sup>	۱/۸۲ <sup>cde</sup>	۱/۸۱ <sup>efg</sup>
T <sub>۵</sub>	۱/۷۷ <sup>defg</sup>	۱/۷۶ <sup>fgh</sup>	۱/۷۴ <sup>gh</sup>	۱/۷۴ <sup>gh</sup>
T <sub>۶</sub>	۱/۸۲ <sup>bcd</sup>	۱/۸۱ <sup>efg</sup>	۱/۸۰ <sup>def</sup>	۱/۸۰ <sup>def</sup>
T <sub>۷</sub>	۱/۶۹ <sup>fg</sup>	۱/۶۵ <sup>fg</sup>	۱/۶۲ <sup>fgh</sup>	۱/۶۱ <sup>h</sup>

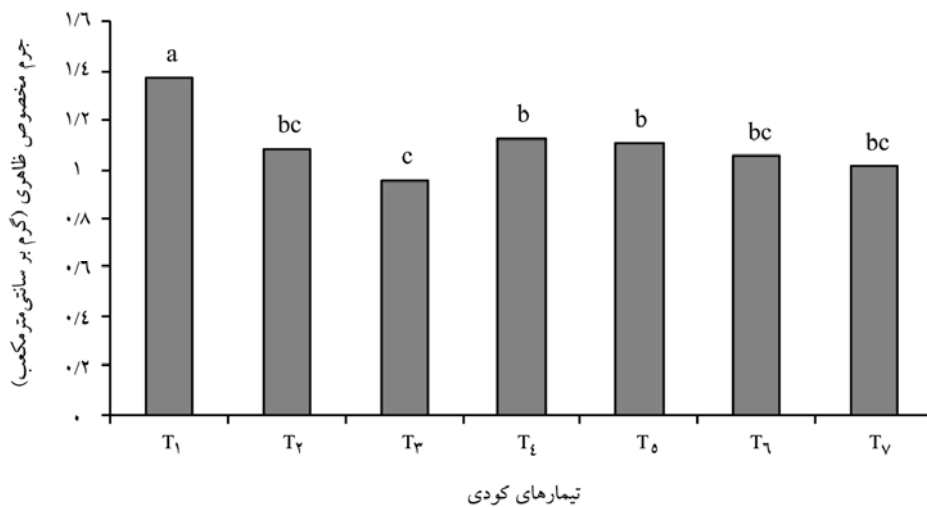
در هر ستون و هر ردیف، میانگین‌هایی که درای حداقل یک حرف مشترک باشند، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند (P=۵ درصد).

T<sub>۱</sub>: شاهد، T<sub>۲</sub>: ۲۰ تن کمپوست در هکتار، T<sub>۳</sub>: ۴۰ تن کمپوست در هکتار، T<sub>۴</sub>: ۲۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار، T<sub>۵</sub>: ۴۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار، T<sub>۶</sub>: ۲۰ تن لجن فاضلاب در هکتار، T<sub>۷</sub>: ۴۰ تن لجن فاضلاب در هکتار، A: سال ۸۵، B: سال ۸۵ و ۸۶، C: سال ۸۶ و ۸۷، D: سال ۸۷ و ۸۸ کودخورده.

**جرم مخصوص ظاهری:** در این آزمایش، به‌کارگیری کمپوست، ورمی‌کمپوست و لجن فاضلاب، باعث کاهش معنی‌دار (P=۱ درصد) جرم مخصوص ظاهری نسبت به شاهد شد که با توجه به مقایسه میانگین‌های موجود در شکل ۲، مشخص می‌شود که کم‌ترین آن مربوط به تیمار ۴۰ تن کمپوست می‌باشد که ۳۰/۲ درصد نسبت به شاهد کاهش داشته است. سال‌های اعمال تیمارهای کودی و همچنین اثرات متقابل بین تیمارهای کودی و سال‌های اعمال آن‌ها، روی میزان جرم مخصوص ظاهری خاک بدون اختلاف معنی‌دار بود. در واقع به‌کارگیری کودهای آلی در خاک، با افزایش درصد منافذ خاک، باعث کاهش جرم مخصوص ظاهری می‌شود (میرزایی و همکاران، ۲۰۰۹). مشابه با نتایج به‌دست آمده از این آزمایش، گلیک و همکاران (۲۰۰۴)، با به‌کارگیری ۲۵ تن کمپوست و کود دامی در هکتار، گزارش کردند که مقدار جرم مخصوص ظاهری به‌ترتیب ۳۷ و ۱۶ درصد نسبت به شاهد کاهش داشته است. آگلیدس و لوندرا (۲۰۰۰) همچنین براساس نتایج به‌دست آمده از آزمایش خود بیان کردند که کاربرد ۳۰۰ مترمکعب کمپوست در هکتار، باعث کاهش ۶۲/۲۷ درصدی جرم مخصوص ظاهری نسبت به شاهد می‌شود. مطابق با نتایج به‌دست آمده از این آزمایش، طی آزمایش



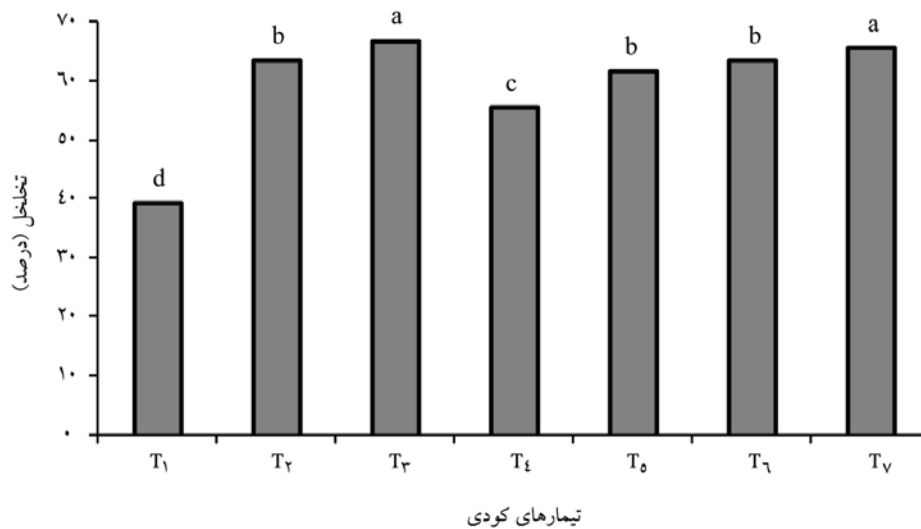
که مارینوری و همکاران (۲۰۰۰) نیز انجام دادند، گزارش کردند که کاربرد ۳۰ تن کمپوست در هکتار باعث کاهش بیش‌تر جرم مخصوص ظاهری نسبت به شاهد (فقط کود شیمیایی) شد. تجادا و گونزالز (۲۰۰۸) همچنین کاهش معنی‌دار جرم مخصوص ظاهری را در خاک با کاربرد کمپوست در خاک به‌عنوان یک کود آلی گزارش کردند. به‌طور مشابه، اپستین و همکاران (۱۹۷۶)، دریافتند که افزودن ۶۵ و ۱۰۳ تن لجن فاضلاب در هکتار به خاک، به‌ترتیب منجر به کاهش جرم مخصوص ظاهری از ۱/۱۳ به ۱/۰۵ و ۰/۹۹ گرم بر سانتی‌مترمکعب می‌شود. ناواس و همکاران (۱۹۹۸)، نیز در طی پژوهش خود، با کاربرد ۴۰ تن لجن فاضلاب در هکتار در یک خاک گچی، کاهش جرم مخصوص ظاهری را از ۱/۳ به ۱/۰۴ گرم بر سانتی‌مترمکعب گزارش کردند که با نتایج به‌دست آمده از این آزمایش مطابق است. بهره‌مند و همکاران (۲۰۰۲) همچنین با کاربرد ۲۵ و ۵۰ تن لجن فاضلاب در هکتار، کاهش بیش‌تر جرم مخصوص ظاهری را به تیمار ۵۰ تن لجن فاضلاب در هکتار نسبت دادند.



شکل ۲- مقایسه میانگین‌های تغییرات جرم مخصوص ظاهری در تیمارهای کودی مختلف.

در هر دسته ستون، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند ( $P=0.05$  درصد).  
 T<sub>۱</sub>: شاهد، T<sub>۲</sub>: ۲۰ تن کمپوست در هکتار، T<sub>۳</sub>: ۴۰ تن کمپوست در هکتار، T<sub>۴</sub>: ۲۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار،  
 T<sub>۵</sub>: ۴۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار، T<sub>۶</sub>: ۲۰ تن لجن فاضلاب در هکتار و T<sub>۷</sub>: ۴۰ تن لجن فاضلاب در هکتار.

**تخلخل:** نتایج به دست آمده از این آزمایش نشان داد که کاربرد کمپوست، ورمی کمپوست و لجن فاضلاب، روی میزان تخلخل خاک در سطح احتمال ۱ درصد دارای اختلاف معنی‌دار بود و بیش‌ترین مقادیر تخلخل مربوط به تیمارهای ۴۰ تن کمپوست و ۴۰ تن لجن فاضلاب در هکتار می‌باشد که به ترتیب: ۳۲ و ۳۰/۸۱ درصد نسبت به شاهد افزایش داشته است. کم‌ترین مقادیر تخلخل نیز مربوط به تیمارهای شاهد و ۲۰ تن ورمی کمپوست در هکتار بود (شکل ۳). کاسیا و همکاران (۲۰۰۲) نیز با به‌کارگیری تیمارهای کمپوست، کود شیمیایی و کود دامی به منظور بررسی اثر آن‌ها روی خصوصیات فیزیکی خاک، گزارش کردند که اضافه کردن این تیمارها به خاک، به ترتیب باعث افزایش ۴۷، ۳۲ و ۴۲ درصدی تخلخل کل نسبت به شاهد شد. ماسکیاندر و همکاران (۱۹۹۷)، نیز با اضافه کردن کمپوست با درصدهای وزنی ۰، ۲، ۴ و ۸، بیش‌ترین مقدار تخلخل را به تیمار کمپوست با درصد وزنی ۸ نسبت دادند. گللیک و همکاران (۲۰۰۴) همچنین با بررسی اثر تیمارهای ۲۵ تن کمپوست در هکتار، کود شیمیایی و ۱۰ تن کمپوست در هکتار، روی میزان تخلخل کل خاک، گزارش کردند که بیش‌ترین افزایش درصد تخلخل کل مربوط به تیمار ۲۵ تن کمپوست در هکتار است که ۲۴ درصد نسبت به شاهد افزایش داشته است تجادا و گونزالز (۲۰۰۸)، نیز افزایش ۶۲/۲ درصدی تخلخل کل را با به‌کارگیری ۳۰ تن کمپوست در هکتار در یک خاک شنی گزارش کردند که با نتایج به دست آمده از این آزمایش مطابقت دارد. بویل و همکاران همچنین در نتیجه پژوهش خود در زمینه بررسی اثر لجن فاضلاب روی خواص فیزیکی خاک، افزایش معنی‌دار درصد خلل و فرج را نسبت به شاهد در خاک‌های تیمار شده با لجن گزارش کردند (بویل و همکاران، ۱۹۸۹). به‌طور مشابه، (ناواس و همکاران، ۱۹۹۸) نیز از آزمایش خود چنین نتیجه گرفتند که با کاربرد ۴۰ تن لجن فاضلاب در هکتار، میزان خلل و فرج خاک از ۳۸ درصد به ۵۰ درصد افزایش پیدا می‌کند.



شکل ۳- مقایسه میانگین‌های تغییرات تخلخل کل در تیمارهای کودی مختلف.

در هر دسته ستون، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند ( $P=0.05$ ).  
 T<sub>1</sub>: شاهد، T<sub>2</sub>: ۲۰ تن کمپوست در هکتار، T<sub>3</sub>: ۴۰ تن کمپوست در هکتار، T<sub>4</sub>: ۲۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار،  
 T<sub>5</sub>: ۴۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار، T<sub>6</sub>: ۲۰ تن لجن فاضلاب در هکتار و T<sub>7</sub>: ۴۰ تن لجن فاضلاب در هکتار.

ظرفیت نگه‌داشت آب در خاک: براساس نتایج به‌دست آمده از این پژوهش، ظرفیت نگه‌داشت آب خاک با کاربرد تیمارهای کودی کمپوست، ورمی‌کمپوست و لجن فاضلاب، به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد، به‌طوری‌که بیش‌ترین مقدار آن در تیمار ۴۰ تن کمپوست در هکتار مشاهده شد که ۷۷/۶۳ درصد نسبت به شاهد افزایش داشت (جدول ۴). در واقع با افزایش مقدار کود آلی در خاک، میزان ظرفیت نگه‌داشت آب در خاک به‌دنبال افزایش حجم خلل و فرج کل افزایش پیدا می‌کند (آکانی و اوجنی، ۲۰۰۷)، به‌طوری‌که استون و اکوو (۱۹۹۳)، براساس نتایج به‌دست آمده از آزمایش خود گزارش کردند که به‌کارگیری کمپوست به‌عنوان 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. مشابه با نتایج به‌دست آمده از این پژوهش، ارتاس (۲۰۰۲)، نیز با به‌کارگیری کمپوست و کود شیمیایی در خاک، به‌ترتیب افزایش ۳۵ و ۲۹ درصدی را در ظرفیت نگه‌داشت آب در خاک نسبت به شاهد گزارش کرد. نیامانگارا و همکاران (۲۰۰۲) نیز طی آزمایشی که برای بررسی اثر کمپوست روی خصوصیات فیزیکی

خاک انجام دادند، بیان کردند که با اضافه کردن کمپوست به خاک، ظرفیت نگه‌داشت آب در خاک نسبت به شاهد در سطح احتمال ۱ درصد افزایش معنی‌داری نشان می‌دهد. آکانی و اوچنی (۲۰۰۷) همچنین طی پژوهشی که در نیجریه به‌منظور بررسی خواص فیزیکی خاک تحت تیمار کمپوست انجام دادند، گزارش کردند که ظرفیت نگهداری و محتوای آب در خاک به‌دنبال افزایش حجم منافذ ریز و متوسط در نتیجه کاربرد کمپوست افزایش پیدا می‌کند. بویل و همکاران (۱۹۸۹)، به‌طور مشابه گزارش کردند که ظرفیت نگهداشت آب در خاک به‌دنبال افزایش حجم خلل و فرج در خاک تحت تیمار مواد آلی افزایش پیدا می‌کند. خلیل و همکاران (۱۹۸۱) نیز بیان کردند که اضافه کردن ۳۰ تن ضایعات آلی در هکتار به خاک، موجب افزایش محتوای آب به‌دنبال افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک می‌شود. بهره‌مند و همکاران (۲۰۰۲) همچنین با کاربرد ۵۰ تن لجن فاضلاب در هکتار، گزارش کردند که محتوای آب خاک به‌دنبال افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک نسبت به شاهد ۳۰/۳ درصد افزایش داشته است که با نتایج به‌دست آمده از این آزمایش مطابقت دارد.

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های تغییرات ظرفیت نگهداشت آب خاک در رابطه با تیمارهای کودی.

$T_v$	$T_1$	$T_0$	$T_4$	$T_2$	$T_3$	$T_1$	ظرفیت نگه‌داشت آب خاک (درصد)
۵۶/۲۴ <sup>b</sup>	۵۱/۴۴۲ <sup>c</sup>	۵۱/۰۷۵ <sup>c</sup>	۴۹/۰۱ <sup>d</sup>	۷۰/۷ <sup>a</sup>	۴۶/۷۳ <sup>d</sup>	۳۹/۸ <sup>c</sup>	

میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند ( $P=5$  درصد).

$T_1$ : شاهد،  $T_2$ : ۲۰ تن کمپوست در هکتار،  $T_3$ : ۴۰ تن کمپوست در هکتار،  $T_4$ : ۲۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار،  $T_0$ : ۴۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار،  $T_1$ : ۲۰ تن لجن فاضلاب در هکتار و  $T_v$ : ۴۰ تن لجن فاضلاب در هکتار.

رطوبت در نقاط ظرفیت زراعی<sup>۱</sup> و پژمردگی دائم<sup>۲</sup> و آب قابل دسترس<sup>۳</sup>: با توجه به نتایجی که از این پژوهش به‌دست آمد، مشخص می‌شود که تیمارهای کودی به‌کار گرفته شده در خاک بر میزان رطوبت در نقاط ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم دارای اثر معنی‌دار بود و بیش‌ترین تأثیر در این رابطه مربوط به تیمارهای ۴۰ تن کمپوست و ۴۰ تن لجن فاضلاب در هکتار می‌باشد (جدول ۵). تأثیر سال‌های مصرف کود نیز همان‌طور که از مقایسه میانگین‌های موجود در جدول ۶ می‌توان دریافت، به

- 1- Field Capacity
- 2- Permanent Wilting Point
- 3- Available Water Capacity

این صورت بود که با افزایش سال‌های به‌کارگیری کودهای آلی، میزان رطوبت در نقاط یاد شده افزایش می‌یابد. اثرات متقابل تیمارهای کودی و سال‌های به‌کارگیری آن‌ها فقط بر میزان رطوبت در نقطه ظرفیت زراعی دارای اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۷). مشابه با نتایج به‌دست آمده از این آزمایش، آگلیدس و لوندر (۲۰۰۰) نیز افزایش رطوبت خاک در نقطه ظرفیت زراعی و پژمردگی را با به‌کارگیری ۷۵، ۱۵۰ و ۳۰۰ مترمکعب لجن فاضلاب در هکتار گزارش کردند و بیش‌ترین مقدار آن را مربوط به تیمار ۳۰۰ مترمکعب لجن فاضلاب در هکتار دانستند. در طی آزمایش دیگری همچنین با به‌کارگیری سطوح ۰، ۴۰ و ۸۰ تن لجن فاضلاب در هکتار، بیش‌ترین مقدار رطوبت در نقطه ظرفیت زراعی در تیمار ۸۰ تن لجن فاضلاب در هکتار گزارش شد که ۸/۸ درصد نسبت به شاهد افزایش داشته است (ناواس و همکاران، ۱۹۹۸). همچنین زیتین و آران (۲۰۰۳) در آزمایش خود که برای بررسی اثر کاربرد کمپوست روی برخی خصوصیات فیزیکی خاک انجام دادند، در نتیجه اضافه کردن کمپوست به خاک، درصد افزایش رطوبت را در نقاط ظرفیت زراعی و پژمردگی را به‌ترتیب ۳۱/۷ و ۲۴/۱ درصد گزارش کردند. گلپیک و همکاران (۲۰۰۴) نیز با به‌کارگیری کود شیمیایی، ۲۵ تن کمپوست زباله شهری در هکتار و ۲۵ تن کود دامی در هکتار به‌منظور بررسی اثر آن‌ها روی برخی خواص فیزیکی خاک، بیش‌ترین میزان افزایش در مقدار رطوبت در نقطه ظرفیت زراعی را به تیمار ۲۵ تن کمپوست در هکتار نسبت دادند که نسبت به شاهد ۱۶/۶ درصد افزایش داشته است. نتایج به‌دست آمده از آزمایش‌های بالا با نتایج به‌دست آمده از این آزمایش مطابقت دارد.

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های تغییرات رطوبت حجمی در نقاط FC و PWP و میزان AWC در رابطه با تیمارهای کودی.

$T_v$	$T_1$	$T_0$	$T_4$	$T_7$	$T_7$	$T_1$	
۴۲/۸۵ <sup>a</sup>	۳۵/۱۳ <sup>c</sup>	۳۴/۱ <sup>d</sup>	۳۱/۸۹ <sup>e</sup>	۴۳/۰۱ <sup>a</sup>	۳۶/۲۱ <sup>b</sup>	۲۲/۷۸ <sup>f</sup>	F.C
۱۸/۹۳ <sup>a</sup>	۱۶/۹ <sup>b</sup>	۱۷/۰۱ <sup>c</sup>	۱۵/۱۸ <sup>d</sup>	۱۸/۹۹ <sup>a</sup>	۱۷/۰۳ <sup>b</sup>	۱۱/۱۲ <sup>e</sup>	p.w.p
۲۳/۸۵ <sup>a</sup>	۱۸/۱۵ <sup>c</sup>	۱۷/۰۳ <sup>d</sup>	۱۶/۷ <sup>e</sup>	۲۴ <sup>a</sup>	۱۹/۲ <sup>b</sup>	۱۱/۷ <sup>f</sup>	A.W.C

در هر ردیف، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند ( $P=0.05$  درصد).  
 $T_1$ : شاهد،  $T_7$ : ۲۰ تن کمپوست در هکتار،  $T_7$ : ۴۰ تن کمپوست در هکتار،  $T_4$ : ۲۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار،  
 $T_0$ : ۴۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار،  $T_1$ : ۲۰ تن لجن فاضلاب در هکتار و  $T_v$ : ۴۰ تن لجن فاضلاب در هکتار.

جدول ۶- مقایسه میانگین‌های تغییرات رطوبت در نقاط ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم در رابطه با سال‌های مصرف کود.

D	C	B	A	
۲۹/۵۶ <sup>a</sup>	۲۹/۳۹ <sup>a</sup>	۲۸/۲۱ <sup>b</sup>	۲۶/۹۳ <sup>c</sup>	F.C
۱۴/۸۷ <sup>a</sup>	۱۴/۵۴ <sup>a</sup>	۱۳/۶۹ <sup>b</sup>	۱۳/۱۶ <sup>c</sup>	p.w.p
۱۴/۷ <sup>a</sup>	۱۴/۸ <sup>a</sup>	۱۴/۵ <sup>b</sup>	۱۳/۸ <sup>c</sup>	A.W.C

در هر ردیف، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند (P=۵ درصد).  
A=۱ سال، B=۲ سال متوالی، C=۳ سال متوالی و D=۴ سال متوالی کوددهی.

جدول ۷- مقایسه میانگین‌های تغییرات رطوبت در نقطه ظرفیت زراعی در رابطه با اثرات متقابل تیمارهای کودی و سال‌های مصرف.

D	C	B	A	تیمار/ سال
۲۱/۹۷ <sup>k</sup>	۲۲/۵۶ <sup>k</sup>	۲۲/۸۴ <sup>k</sup>	۲۲/۷۴ <sup>k</sup>	T <sub>۱</sub>
۳۶/۱۸ <sup>de</sup>	۳۶/۱۱ <sup>de</sup>	۳۵/۵۶ <sup>e</sup>	۳۴/۰۸ <sup>f</sup>	T <sub>۲</sub>
۴۳/۰۶ <sup>a</sup>	۴۲/۸۳ <sup>ab</sup>	۴۰/۵۵ <sup>bc</sup>	۴۰/۰۶ <sup>c</sup>	T <sub>۳</sub>
۳۱/۴۴ <sup>i</sup>	۳۱/۲۸ <sup>i</sup>	۳۰/۵۷ <sup>j</sup>	۳۰/۰۵ <sup>j</sup>	T <sub>۴</sub>
۳۴/۴۶ <sup>f</sup>	۳۴/۰۸ <sup>f</sup>	۳۳/۲۳ <sup>g</sup>	۳۲/۸۱ <sup>h</sup>	T <sub>۵</sub>
۳۵/۲۱ <sup>e</sup>	۳۵/۱۴ <sup>e</sup>	۳۴/۲۳ <sup>f</sup>	۳۳/۸۵ <sup>fg</sup>	T <sub>۶</sub>
۴۲/۶۲ <sup>ab</sup>	۴۲/۶۱ <sup>ab</sup>	۴۰/۵۲ <sup>bc</sup>	۳۹/۴۶ <sup>cd</sup>	T <sub>۷</sub>

در هر ستون و هر ردیف، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند (P=۵ درصد).

T<sub>۱</sub>: شاهد، T<sub>۲</sub>: ۲۰ تن کمپوست در هکتار، T<sub>۳</sub>: ۴۰ تن کمپوست در هکتار، T<sub>۴</sub>: ۲۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار، T<sub>۵</sub>: ۴۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار، T<sub>۶</sub>: ۲۰ تن لجن فاضلاب در هکتار، T<sub>۷</sub>: ۴۰ تن لجن فاضلاب در هکتار، A: سال ۸۵، B: سال ۸۵ و ۸۶، C: سال ۸۶ و ۸۷ و D: سال ۸۷ و ۸۸ کودخورده.

### نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده از این آزمایش، مشخص می‌شود که کاربرد کمپوست، ورمی‌کمپوست و لجن فاضلاب در خاک‌های زراعی به‌عنوان کود آلی، روی وضعیت فیزیکی خاک اثر مثبت داشته و با بهبود توزیع اندازه منافذ خاک باعث کاهش جرم مخصوص حقیقی و ظاهری و

افزایش تخلخل، ظرفیت نگهداری آب در خاک و میزان رطوبت خاک در نقاط ظرفیت زراعی، پژمردگی و آب قابل دسترس می‌شود. کاربرد لجن فاضلاب در خاک به‌عنوان کود باعث بهبود نفوذپذیری خاک و افزایش محتوای آب خاک می‌گردد. کمپوست تهیه شده از زباله‌های شهری نیز می‌تواند به‌عنوان یک کود آلی مقرون به‌صرفه برای جبران کمبود مواد آلی در خاک و به‌دنبال آن شرایط نامناسب خاک استفاده شود. براساس نتایج به‌دست آمده از این آزمایش، مطلوب‌ترین وضعیت از نظر جرم مخصوص حقیقی و ظاهری، تخلخل، رطوبت در نقاط  $fc$  و  $pwp$  و همچنین ظرفیت نگه‌داشت آب خاک و میزان  $AWC$  در تیمار ۴۰ تن کمپوست و ۴۰ لجن فاضلاب در هکتار مشاهده شد، بنابراین کاربرد آن‌ها در زمین‌های زراعی برای مرتفع کردن شرایط نامناسب خاک توصیه می‌گردد. همچنین با توجه به نبود رابطه معنی‌دار بین کاربرد ۳ سال متوالی و ۴ سال متوالی کودهای آلی در میزان  $FC$ ،  $PWP$  و  $AWC$ ، به‌کارگیری سه‌ساله این مواد در خاک پیشنهاد می‌شود.

#### منابع

1. Aggelides, S.M., and Londra, P.A. 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.
2. Akanni, D.I., and Ojeniyi, S.O. 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.
3. Alizadeh, A. 2004. Soil physic. Imam Reza University Press. Pp: 25-26. (In Persian)
4. Bahreman, M.R., Afiuny, M., Haj Abbasi, M., and Razaenejad, Y. 2002. Effect of sewage sludge on some soil physical properties. *Science and Technology J. Agric. and Natur. Resour. Isfahan Univ. of Sci. and Technol.* 6: 4. 1-9. (In Persian)
5. Boyle, M., Frankenbeger, W.T., and Stolzy, L.H. 1989. The influence of organic matter on soil aggregation and water infiltration. *J. Prod. Agric.* 2: 290-299.
6. Briggs, L.J., and Shantz, H.L. 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.
7. Epstein, E. 1975. Effect of sewage sludge on soil physical properties. *J. Environ. Qual.* 4: 139-142.
8. Epstein, E., Tylor, J.M., and Chaney, R.L. 1976. Effect of sewage sludge compost applied to soil on some soil physical and chemical properties. *J. Environ. Qual.* 5: 422-426.

9. Fricke, K., and Vogtammann, H. 1994. Compost quality: Physical characteristics, Nutrient content. Heavy metals and Organic chemicals. *Tox. and Enviro. Chem.* 43: 95-114.
10. Gelik, I., Ortas, I., and Kilik, S. 2004. Effect of compost, Mycorrhiza, Manure and fertilizer on some physical properties of Chromoxerert soil. *Soil and Till. Res.* 78: 59-67.
11. Gupta, S.C., Dowdy, R.H., and Larson, J. 1977. Hydraulic and thermal properties on a sand soil as influenced by incorporation of sewage sludge. *Soil Proc.* 41: 601-605.
12. Kasia, D., Soren, O.P., Livk, K., and Ambus, P. 2002. Evaluating effects of sewage sludge and household compost on soil physical, chemical and microbiological properties. *Appl. Soil Eco.* 19: 237-248.
13. Khaleel, R., Reddy, K.R., and Overcash, M. 1981. Changes in soil physical properties due to organic waste applications: A review. *J. Environ. Qual.* 10: 133-141.
14. Khandan, A., and Astaraee, A. 2005. Effect of organic matter and fertilizer on some soil physical properties. *Desert J.* 10: 2. 362-368. (In Persian)
15. Klute, A. 1986. Water retention laboratory methods. P 635-662. In: A. Klute (Ed.), *Method of soil analysis Part 1. Physical and Mineralogical methods.* Monogr. 9, ASA and SSSA, Madison, WI.
16. Klute, A., and Dirksen, C. 1986. Hydraulic conductivity and Diffusivity: Laboratory methods. P 687-734. In: A. Klute (Ed.), *Method of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods.* Monogr. 9, ASA and SSSA, Madison, WI.
17. Marinari, S., Masciandro, B., and Grego, S. 2000. Influence of organic and mineral fertilizer on soil physical properties. *Geoderma.* 72: 9-17.
18. Masciandro, G., Ceccanti, B., and Garcia, C. 1997. Soil agro-ecological management: fertirrigation and vermicompost treatments. *Bioresour. Technol.* 59: 199-162.
19. Mirzaee Talarposhti, R., Kambozia, J., Sabahi, H., and damghany, A. 2009. Effect of organic fertilizer on physical and chemical properties of soil, the yield and dry matter of tomato. *J. Farm. Res.* 7: 1. 257-267. (In Persian)
20. Navas, A., Bermudez, F., and Machin, J. 1998. Influence of sewage sludge application on physical and chemical properties of Gypsisols. *Geoderma.* 87: 123-135.
21. Nyamangara, J., Gotosa, J., and Mpofu, S.E. 2001. Cattle manure effects on structural stability and water retention capacity of a granitic sandy soil in Zimbabwe. *Soil Till. Res.* 62: 157-162.
22. Ortas, I. 2002. Biological degradation. *Encyclopedia of soil science.* Marcel Dekker, USA, Pp: 264-267.



23. Serhat, Z., and Baran, B. 2003. Influences of composted hazelnut husk on some Physical Properties of Soils. *Bioresour. Technol.* 88: 241-244.
24. Stone, R.J., and Ekwue, E.I. 1993. Maximum bulk density achieved during soil compaction as affected by the incorporation of three organic materials. *Trans. ASAE.* 6: 1713-1719.
25. Tejada, M., and Gonzalez, J.L. 2008. Influence of two organic amendments on the soil physical properties. *Geoderma.* 145: 325-334.
26. Zaeri, A., Rezaeenejad, Y., Afiuny, M., and Shariatmadari, H. 2005. Residual and accumulation effect on stability, permability and bulk density of soil. *Agric. J.* 28: 1. 108-113. (In Persian)
27. Zeytin, S., and Aran, A. 2003. Influence of composted Hazelnut hask on some physical properties of soils. *Bioresour. Technol.* 88: 241-245.



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Water and Soil Conservation, Vol. 19(2), 2012*  
<http://jwfst.gau.ac.ir>

## **Effect of organic matter application on some of the soil physical properties**

**\*Z. Ahmad Abadi<sup>1</sup> and M. Ghajar Sepanlou<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>M.Sc. Student, Dept. of Soil Science, Sari University of Agricultural Sciences  
and Natural Resources, <sup>2</sup>Assistant Prof., Dept. of Soil Science, Sari University of  
Agricultural Sciences and Natural Resources

Received: 2010/07/26; Accepted: 2011/11/30

### **Abstract**

In order to investigate the effect of compost, vermicompost and sewage sludge application on some of the soil physical properties, an experiment was carried out in split plot based on complete randomized block design in three replications in the field of the University of Agricultural Sciences and Natural Resources of Sari. Seven levels of fertilizer treatments ( $T_1$ =control,  $T_2$ =compost 20 tons per hectare,  $T_3$ =compost 40 tons per hectare,  $T_4$ =vermicompost 20 tons per hectare,  $T_5$ =vermicompost 40 tons per hectare,  $T_6$ =sewage sludge 20 tons per hectare,  $T_7$ =sewage sludge 40 tons per hectare) and four levels of fertilizer years, one year fertilizer (1385), two consecutive years fertilizer (1385 and 1386), three consecutive years fertilizer (1385, 1386 and 1387) and four consecutive years fertilizer (1385, 1386, 1387 and 1388), respectively. Physical properties in this study were as, bulk density, particle density, total porosity, water holding capacity, field capacity, permanent wilting point and available water capacity in soil. The results of the study showed that the application of compost, vermicompost and sewage sludge in soil were significantly effective in increasing the total porosity, water holding capacity, field capacity, permanent wilting point, available water capacity and in decreasing the bulk density and particle density compared to control. Where as, years of consumption of fertilizer did not have a significant effect on the physical properties of the soil except on the amount of FC, PWP and AWC. The interaction between years of consumption of fertilizers were significantly different only in particle density and field capacity.

**Keywords:** Compost, Vermicompost, Sewage sludge, Soil physical properties

---

\* Corresponding Author; Email: z.ahmadabadi@yahoo.com