تأثیر استفاده تلفیقی از کمپوست زباله شهری و کود شیمیایی بر برخی خصوصیات خاک در اراضی کشاورزی شمال ایران (مطالعه موردی: شهرستان میاندرود)

مریم رضایی پاشا[1*]، کاکا شاهدی[1]، قربان وهاب‌زاده[1]، عطاالله کاویان[1]، مهدی قاجارسپانلو[2] و پاسکال جوکئیت[3]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۳/۲۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۵/۱۴)

چکیده

یکی از شیوه‌های مدیریتی به‌منظور کاهش اثرات مضر کودهای شیمیایی و حفاظت از آب و خاک، استفاده تلفیقی از کودهای آلی و شیمیایی است که می‌تواند به مراتب بهتر از کاربرد هر یک از آنها به تنهایی عمل کند. لذا ضروری است تا به‌منظور درک و شناسایی نحوه اثرگذاری این شیوه مدیریتی، وضعیت رواناب و خاک بررسی شود. مطالعه حاضر در اراضی کشاورزی با شیب ۱۴ درصد تحت شرایط افزودن مقادیر مختلف کمپوست زباله شهری در تلفیق با کود اوره در شمال ایران انجام شد. به این منظور پلات‌های اندازه‌گیری رواناب در اندازه ۵×۱ متر در قالب طرح بلوک تصادفی تحت شرایط بارش طبیعی روی اراضی کشاورزی نصب شدند و نمونه‌های خاک از دو عمق ۱۰-۰ و ۲۰-۱۰ سانتی‌متر از داخل پلات برداشت شدند. در این مطالعه پارامترهای رواناب شامل حجم رواناب، غلظت نیترات و تولید رسوب و پارامترهای خاک شامل خصوصیات فیزیکی (تخلخل و ضریب نفوذپذیری) و خصوصیات شیمیایی (هدایت الکتریکی، کربن آلی، ازت کل و ظرفیت کاتیون تبادلی و pH) بررسی شود. نتایج نشان داد که در میان خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تنها خصوصیات درصد ازت کل، هدایت الکتریکی و pH خاک تحت تأثیر کمپوست زباله شهری قرار گرفته‌اند. تجزیه مؤلفه‌های اصلی نشان داد که این تیمارها در مجموع توانستند ۷۴/۳۵ درصد از واریانس کل تغییرات را توجیه کنند. بر این اساس می‌توان بیان کرد که استفاده از عملیات مدیریتی حفاظت آب و خاک می‌تواند به‌سرعت بهبود معنی‌داری روی خصوصیات خاک در اراضی شیب‌دار ایجاد کند.

واژه‌های کلیدی: کمپوست زباله شهری، کود شیمیایی اوره، رواناب، خاک، تجزیه مؤلفه اصلی

۱. گروه آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران
۲. گروه خاکشناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران
۳. مؤسسه اکولوژی و علوم محیطی و مؤسسه تحقیقات IRD ، باندی، فرانسه
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: pasha.m65@gmail.com

مقدمه

استفاده از کودهای شیمیایی در دهه ۶۰-۵۰ میلادی یک انقلاب سبز ایجاد کرد که این انقلاب منجر به افزایش تولید مواد غذایی شد، اما دارای هزینه زیست‌محیطی و اجتماعی بود. در واقع مصرف کودهای شیمیایی سبب آلودگی تدریجی برای خاک در طی سالیان متمادی شده است (۲). استفاده از کودهای غیرآلی به‌تنهایی راه حل پایداری برای بهبود حاصلخیزی خاک و حفظ تولید نیست در عین حال که امروزه به‌طور گسترده‌ای این مسئله درک شده که زیاده‌روی در کاربرد کودهای غیرآلی به‌ویژه کود نیتروژنه ممکن است باعث تخریب خاک و سایر مشکلات زیست‌محیطی شود (۲). استفاده از کود شیمیایی به تنهایی دارای اثرات منفی بر کیفیت رواناب و خاک است. ازجمله اثرات منفی استفاده بی‌رویه کودهای شیمیایی، ورود نیترات به رواناب بوده که منجر به کاهش کیفیت منابع آب می‌شود. نیترات یکی از شایع‌ترین و عمده‌ترین آلاینده‌های غیرمتمرکز منابع آبی است (۱۴). امروزه با توجه به مشکلاتی که مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی به‌وجود آورده‌اند، استفاده از کودآلی به‌عنوان یک رکن اساسی در توسعه پایدار کشاورزی مجدداً مطرح شده است (۷).

رواناب ایجاد شده به‌وسیله بارش باران، یکی از فاکتورهای هیدرولوژی سطحی است که اغلب در آلودگی آبخوان‌ها به‌واسطه انتقال آلوده کننده‌های محلول و ذرات معلق مشارکت می‌کند (۲۷). نیتروژن و فسفر انتقال داده شده در رواناب نقش مهمی را در غنی شدن آب (۳۴) بازی می‌کنند. برای کاهش دادن مشکلات کیفیت آب کشاورزی، بهترین عملیات مدیریتی شامل کنترل رواناب است مثل استفاده و مدیریت کودهای آلی (۱۰).

استفاده از انواع اصلاح کننده‌های آلی خاک می‌تواند یکی از گزینه‌های مدیریتی به‌منظور کاهش اثرات منفی کودهای شیمیایی بر آب و خاک باشد. کاهش آلودگی‌های ناشی از مصرف بی‌رویه کود شیمیایی در قدم اول با کاهش یا بهینه کردن مصرف و در قدم دوم انتخاب جایگزین مناسب برای مواد خطر آفرین میسر است (۳۱) که یکی از گزینه‌های پیشنهادی به‌منظور جایگزینی کود شیمیایی استفاده از کمپوست است (۹، ۳۴). گسترش شهرنشینی و صنعتی شدن به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه باعث انباشته شدن حجم عظیمی از زباله‌های شهری شده است، بنابراین در سال‌های اخیر به‌منظور کاهش مشکلات زیست‌محیطی توجه زیادی به بازیافت زباله و به‌کارگیری کمپوست حاصل در اراضی کشاورزی شده است (۵). در سال‌های اخیر افزودن کمپوست زباله شهری به اراضی کشاورزی برای هر دو منظور حذف زباله و همچنین بهبود حاصلخیزی خاک مدنظر است (۱۷).

تا کنون مطالعات مختلفی کمپوست را از نظر اثرگذاری بر خصوصیات فیزیکی خاک (۳ و ۳۳) و خصوصیات شیمیایی خاک (۳۰) مورد بررسی قرار داده‌اند. پژوهشگران مختلفی همچون جیلی و اقبال (۱۹)، مارتینز و همکاران (۲۳)، فاکتی و همکاران (۱۵) و پرسین و همکاران (۲۸) نیز اثر استفاده از کمپوست را بر کمیت و کیفیت رواناب مورد بررسی قرار داده‌اند. پژوهشگران مختلف تأیید کرده‌اند که که استفاده تلفیقی از کودهای آلی و شیمیایی می‌تواند ضمن کاهش اثرات مخرب ناشی از مصرف کودهای شیمیایی، پایداری در تولید محصولات زراعی را نیز تضمین کند (۷). اما در تعداد معدودی از مطالعات اثر تلفیق کمپوست و کودشیمیایی بر رواناب و خاک مورد توجه قرار گرفته است (۲۱ و ۲۳). از سوی دیگر مطالعات بسیاری اثر اصلاح کننده‌های آلی بر کمیت و کیفیت رواناب را در آزمایشگاه (۲۰) یا در عرصه تحت بارش طبیعی (۶) و تحت شبیه‌سازی باران (۱۹ و ۲۳) مطالعه کرده‌اند. باتوجه به مطالعات انجام شده در مورد سایر اصلاح کننده‌های آلی خاک هنوز تأثیر مقادیر مختلف کمپوست زباله شهری در تلفیق با کود شیمیایی اوره بر خصوصیات خاک و رواناب تحت بارش طبیعی مبهم است، در این مطالعه تلاش شده است تا تأثیر استفاده تلفیقی کمپوست زباله شهری و اوره بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و کمیت و کیفیت رواناب و روابط بین آنها در شمال ایران در اراضی کشاورزی دیم تحت بارش طبیعی مورد مطالعه قرار گیرد.

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مهم خاک و کمپوست زباله شهری

پارامتر	خاک	M
بافت	رسی	
شن (٪)	۱۷/۳۱	
سیلت (٪)	۳۹/۷۸	
رس (٪)	۴۲/۹۱	
ازت کل (٪)	۰/۱۶	۲/۳۳
فسفر (٪)	۰/۰۰۳۹	۰/۵۱
پتانسیم (٪)	۰/۰۲۶۲	۰/۴۲۳
کربن آلی (٪)	۱/۲۸	۱۲/۴۱
هدایت الکریکی (dS/m)	۰/۴۳۵	۹/۵۷
pH	۶/۲۷	۷/۶۸

M: کمپوست زباله شهری

جدول ۲. مقدار وزنی کمپوست زباله شهری و کود شیمیایی اوره برای درصدهای مختلف تیمارهای تلفیقی مورد بررسی

کد تیمار	وزن اوره ($kg.ha^{-1}$)	وزن خشک M ($t.ha^{-1}$)	اوره (٪)	M (٪)
۵۰M +۵۰CF	۷۵	۱/۵	۵۰	۵۰
۱۰۰M +۵۰CF	۷۵	۳	۵۰	۱۰۰
۱۵۰M +۵۰CF	۷۵	۴/۵	۵۰	۱۵۰
۲۰۰M +۵۰CF	۷۵	۶	۵۰	۲۰۰
۱۰۰CF	۱۵۰	–	۱۰۰	–
۲۰۰M	–	۶	–	۲۰۰
SH	۰		۰	۰

M: کمپوست زباله شهری، SH: شاهد و CF: کود شیمیایی اوره

مواد و روش‌ها

محل مورد مطالعه

محل مورد مطالعه در شمال ایران، در ۱۰ کیلومتری شهرستان ساری در روستای لالیم، در استان مازندران واقع شده است. میانگین بارش سالانه ۷۰۶ میلی‌متر و میانگین رطوبت سالانه هوا ۷۵ درصد است. درجه حرارت روزانه بین ۵ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد متغیر است. کشت متداول منطقه گندم به‌صورت دیم است. در این مطالعه پلات‌های آزمایشی با ابعاد ۵ × ۱ متر روی یک خاک رسی با شیب ۱۴ درصد موازی با شیب دامنه در سال ۱۳۹۳ نصب شدند. برای ساخت پلات‌ها از ورقه‌های گالوانیزه با عرض ۲۰ سانتی‌متر استفاده شد که حدود ۱۰ سانتی‌متری ورقه فلزی در زیر زمین قرار گرفته تا مانع از ورود جریان رواناب از بیرون به داخل پلات‌ها شود (۴). رواناب‌های جمع شده در سطح پلات در یک مخزن ۱۲۰ لیتری سرپوشیده وارد شد. خصوصیات کمپوست زباله شهری مورد استفاده و خاک مزرعه پژوهشی در جدول (۱) ارائه شده است.

طرح بلوک کامل تصادفی شامل سه تکرار (۲۴) و هفت تیمار (جدول ۲) برای مقایسه اثرات تیمارهای کمپوست زباله شهری به‌همراه کودشیمیایی اوره (۴۶ درصد) بر خصوصیات خاک و رواناب مورد استفاده قرار گرفت. هدف از گروه‌بندی واحدهای آزمایشی در قالب بلوک آن است که شرایط کاملاً یکنواختی در داخل بلوک به‌وجود آید، به‌طوری که تفاوت‌های مورد مشاهده را بتوان صرفاً به تیمارها مرتبط دانست (۲۴).

کمپوست زباله شهری در آبان‌ماه ۱۳۹۳ در عمق ۱۵ سانتی‌متری خاک مخلوط شد. بذر گندم در سه ردیف در پنج دی ۱۳۹۳ در هر پلات کاشته شد. کمپوست زباله شهری و

خاک هموار شدند و بذر در عمق ۲ سانتی‌متری کاشته شد. اندام هوایی و ریشه گیاه در مرکز پلات، در یک پلات کوچک به ابعاد ۱× ۰/۳ متر در داخل پلات ۵ × ۱ مترمربعی در خرداد ۱۳۹۴ جمع‌آوری و به آزمایشگاه انتقال داده و در دمای ۷۰ درجه برای ۲۴ ساعت خشک شدند (۴). نمونه‌های خاک در دو عمق ۱۰-۰ و ۲۰-۱۰ سانتی‌متری (۹ و ۲۱) پس از پایان فصل زراعی گندم در شهریور ۱۳۹۴ یعنی حدود بعد از ۱۱ ماه از افزودن کمپوست زباله شهری به خاک از داخل هر پلات برداشت شدند.

اندازه‌گیری ویژگی‌های خاک

نمونه‌های خاک در دمای ۴۵ درجه به‌مدت ۴۸ ساعت خشک و با الک دو میلی‌متر الک شدند و به آزمایشگاه خاکشناسی انتقال داده شد و فاکتورهای شیمیایی شامل ظرفیت کاتیون تبادلی (CEC) با استفاده از روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم، کربن آلی (OC) با روش تیتراسیون، ازت خاک (N) با دستگاه کجدال (۲۵)، هدایت الکتریکی خاک (EC) با Conductivity meter در عصاره گل اشباع و pH با دستگاه متر pH (۲۱) در گل اشباع با نسبت ۱ به ۲/۵ خاک و آب مقطر و ویژگی‌های فیزیکی خاک شامل چگالی حقیقی با استفاده از پیکنومتر، چگالی ظاهری به روش نمونه‌برداری با سیلندر دست‌نخورده (۴) اندازه‌گیری شدند. تخلخل کل با استفاده از جرم مخصوص ظاهری و حقیقی محاسبه شد (۳۳) و ضریب نفوذپذیری خاک با استفاده از دستگاه نفوذسنج بار متغیر در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد.

نمونه‌برداری و آنالیز رواناب و رسوب

رواناب‌های ایجاد شده از هر بارش طبیعی درصورتی که قابل اندازه‌گیری بودند، برداشت شدند و در مجموع رواناب‌های ۱۲ رویداد بارشی نمونه‌برداری شدند. از هر مخزن نمونه‌برداری ۵۰۰ سی‌سی نمونه بعد از اینکه کاملاً به‌هم زده شدند برداشت شد. نمونه‌ها در دمای چهار درجه سانتی‌گراد ذخیره شده و سپس با کاغذ صافی واتمن فیلتر شدند. کاغذ و رسوب در دمای ۱۰۵ درجه به‌مدت ۲۴ ساعت خشک شدند. جرم رسوب با تفریق وزن کاغذ صافی از مجموع وزن رسوب و فیلتر محاسبه شدند. غلظت رسوب (میلی‌گرم بر لیتر) از جرم رسوب جمع‌آوری شده روی کاغذ صافی تقسیم بر حجم رواناب فیلتر شده به‌دست آمد. سپس رسوب کل هر پلات با ضرب غلظت رسوب نمونه در حجم رواناب همان رگبار به‌دست آمد. در صورتی که تصمیم به نگهداری نمونه‌ها بیشتر از ۲۴ ساعت بود، آنها را قبل از فیلتر کردن در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد ذخیره کردیم. غلظت نیترات با استفاده از دستگاه Metrohm 882 Compat IC Plus (ICP) اندازه‌گیری شد. جرم نیترات در هر پلات با ضرب غلظت نیترات اندازه‌گیری شده در حجم رواناب هر پلات به‌دست آمد.

در بررسی حاضر به‌منظور کاهش اثرات نامطلوب کود شیمیایی و کمپوست زباله شهری بر آب و خاک، اثر تیمارهای ترکیبی کمپوست زباله شهری به‌همراه ۵۰ درصد از کود اوره را روی آب و خاک مطالعه شد. در مطالعه حاضر در مقایسه با مطالعات پژوهشگران پیشین سعی شده تا از مقادیر کمتری از کمپوست زباله شهری استفاده شود تا بتوان از اثر نامطلوب کمپوست زباله شهری بر افزایش فلزات سنگین کاست و در عین حال از اثرات مطلوب این اصلاح کننده آلی نیز بهره برد و میزان مصرف کود شیمیایی را نیز کاهش داد. به‌منظور طراحی تیمارها، برحسب میزان مصرف متعارف کود شیمیایی اوره در منطقه، مقدار۱۵۰ کیلوگرم اوره ۴۶ درصد در نظر گرفته شد (۳۳) و دو برابر میزان ازت متعارف برای براورد میزان مصرفی کود کمپوست زباله شهری در محاسبات وارد شد. کمپوست زباله شهری مورد استفاده دارای ازت ۲/۳۳ درصد بوده و در تیمار M ۲۰۰ برابر با ۶ تن در هکتار ماده خشک کمپوست زباله شهری در نظر گرفته شده است. درصدهای وزنی ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ درصد کمپوست زباله شهری در تلفیق با ۵۰ درصد کود اوره به‌منظور بررسی اثر مقادیر مختلف کمپوست زباله شهری در نظر گرفته شد. در جدول (۲) مقادیر وزنی کمپوست زباله شهری برای درصدهای مختلف تیمارهای

ترکیبی کمپوست زباله شهری و اوره ارائه شده است. کود اوره طبق روش متداول در منطقه به سه قسمت تقسیم شده و در تاریخ‌های ۹ دی و ۸ اسفند ۱۳۹۳ و ۲۰ اردیبهشت ۱۳۹۴ به هر پلات اضافه شد.

آنالیز آماری

ویژگی‌های مورد بررسی رواناب شامل کمیت رواناب (حجم رواناب) و کیفیت رواناب (غلظت نیترات و تولید رسوب) و ویژگی‌های مورد بررسی خاک نیز شامل خصوصیات فیزیکی خاک (تخلخل و ضریب نفوذپذیری خاک) و خصوصیات شیمیایی خاک (ازت کل، کربن آلی، ظرفیت کاتیون تبادلی، هدایت الکتریکی و pH خاک) است. بررسی نرمال بودن پارامترها ابتدا با استفاده از ضریب چولگی و ضریب کشیدگی انجام شد و درصورتی که داده‌ها از توزیع نرمال برخوردار نبودند از تبدیل داده‌ها استفاده شد. در صورتی که داده‌ها از توزیع نرمال برخوردار بودند، برای مقایسه میانگین‌ها در طرح بلوک کامل تصادفی از آزمون آنالیز واریانس و در صورت عدم وجود توزیع نرمال از آزمون ناپارامتریک فریدمن در نرم‌افزار Statistix۸ و SPSS۱۶ استفاده شد (۳۲). به‌منظور تعیین وجود تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها از روش دانکن در سطح اطمینان ۹۹ درصد و ۹۵ درصد استفاده شد. تیمارهای مورد بررسی در جدول (۲) ارائه شده است.

در بررسی حاضر از روش تجزیه به‌مؤلفه‌های اصلی (۶) خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در نرم‌افزار SPSS استفاده شد. در مطالعه حاضر، به‌منظور انتخاب تعداد مؤلفه‌های مؤثر، مؤلفه‌هایی انتخاب شدند که مقدار ارزش ویژه آنها از یک بیشتر باشد (۳). برای انتخاب ویژگی‌های مهم برای تفسیر در هر مؤلفه، با توجه به مقدار ۰/۵ به‌عنوان معیار انتخاب، وزن هایی استخراج شدند که در هر مؤلفه مقدار قدر مطلق وزن بیشتر از مقدار معیار انتخاب بود. هر مؤلفه ترکیب خطی از متغیرهای مورد بررسی است که می‌توان رابطه آن را به‌صورت زیر نمایش داد:

$$PC = a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \ldots + a_{ij}X_j \quad (1)$$

که در این رابطه PC مؤلفه اصلی، a_{ij} ضریب یا بردار ویژه و X_j متغیر مورد مطالعه است (۱۲). پس از استخراج رابطه خطی هر مؤلفه با توجه به ضرایب و پارامترهای دخیل در هر مؤلفه، مقادیر هر مؤلفه برای هر نمونه به‌دست آمد و همبستگی و رگرسیون چند متغیره گام‌به‌گام بین مؤلفه‌های اصلی و پارامترهای (۱۲) کمیت و کیفیت رواناب به کمک نرم‌افزار SPSS انجام شد. به‌منظور اعتبارسنجی مدل به‌دست آمده بین مؤلفه‌های اصلی خاک و رواناب از شاخص R^2 استفاده شد.

نتایج و بحث

تأثیر مقادیر مختلف کمپوست زباله شهری و کود شیمیایی اوره بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

با توجه نتایج تجزیه واریانس داده‌ها مشخص می‌شود که استفاده از مقادیر مختلف کمپوست زباله شهری و کود اوره روی خصوصیات فیزیکی خاک شامل تخلخل و ضریب نفوذپذیری خاک اثر معنی‌داری نداشته است. اثر استفاده از تیمارهای کودی در دو عمق اثر معنی‌داری بر درصد تخلخل در سطح احتمال ۹۹ درصد داشته است. در هیچ یک از خصوصیات فیزیکی خاک مورد بررسی، اثرات متقابل تیمارهای کودی و عمق از نظر آماری معنی‌دار نبوده است (جدول ۳).

مقادیر چگالی ظاهری و تخلخل کل می‌توانند توسط عملیات مدیریت مثل شخم زدن، کوددهی و آبیاری تحت تأثیر قرار بگیرد (۳۳). مواد آلی، چگالی ظاهری پایین و تخلخل بالایی دارند، بنابراین مخلوط کردن مواد آلی با ذرات معدنی متراکم‌تر خاک منجر به کاهش چگالی ظاهری می‌شود (۲۱). نتایج بررسی حاضر نشان داده است که درصد تخلخل از نظر آماری تحت تأثیر تیمارهای کودی کمپوست زباله شهری و کود اوره قرار نگرفته است که با یافته شین و همکاران (۳۳) مغایرت دارد. که می‌توان دلیل آن را به کم بودن میزان ماده آلی مصرفی نسبت داد. درصد تخلخل خاک تحت عمق اعمال کود دارای اختلاف معنی‌داری بوده و درصد تخلخل در عمق ۱۰- ۰

جدول ۳. تجزیه واریانس (MS) خصوصیات فیزیکی خاک تحت تأثیر تیمارهای کمپوست زباله شهری در تلفیق با کود اوره و عمق اعمال تیمارها

منبع تغییرات	تخلخل (٪)	کربن آلی (٪)	ازت خاک (٪)	ضریب کاتیون تبادلی	هدایت الکتریکی	pH
بلوک	۴/۷۹۳	۰/۰۱	۰/۰۰۰۳ ns	۱/۴۳	۰/۰۰۱	۰/۱۲
تیمار	۱۷/۲۹ ns	۰/۰۳ ns	۰/۰۰۰۴ *	۱/۲۲ ns	۰/۰۱ **	۰/۱۹۲ **
عمق خاک	۲۲۹/۲۴ **	۰/۰۵ ns	۰/۰۰۰۴۹ ns	۳/۳۷ ns	۰/۰۵۴ **	۰/۰۷ ns
تیمار× عمق خاک	۳/۹۰ ns	۰/۰۳ ns	۰/۰۰۰۱۵ ns	۰/۲۰ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۳ ns
خطا	۱۶/۷۹	۰/۰۱	۰/۰۰۰۱۶ ns	۱/۴۳	۰/۰۰۱	۰/۱۲

* معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد، ** معنی‌داری در سطح ۹۹ درصد و ns غیر معنی‌دار

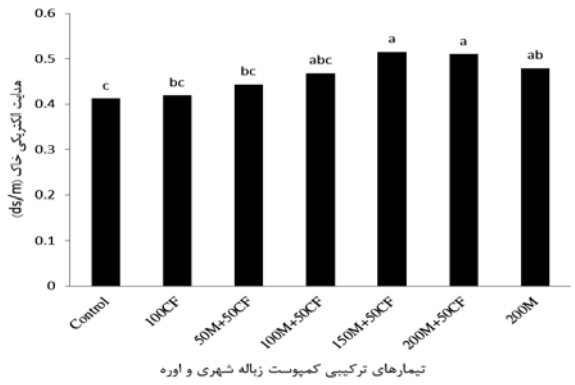
سانتی‌متر نسبت به عمق ۲۰-۱۰ سانتی‌متر به‌ترتیب با میانگین ۴۴/۲۵ و ۳۹/۵۸ دارای تفاوت معنی‌دار است.

پژوهشگران اعتقاد دارند که مواد آلی شامل کمپوست ساختار خاک و هدایت هیدرولیکی را به‌دلیل کاهش در تشکیل سله، تأخیر در رواناب سطحی و کاهش فرسایش بهبود می‌دهد. بادالیکووا و بارتلووا (۸) نیز با اعمال مقادیر ۸۰ و ۱۵۰ تن در هکتار کمپوست در اراضی زراعی و مراتع دائمی بیان کردند که کاربرد مقادیر بالاتر کمپوست اثر مثبت روی نرخ نفوذ در هر دو منطقه نشان داده است. اما نتایج تجزیه واریانس در مطالعه حاضر نشان داده است که ضریب نفوذپذیری خاک تحت تأثیر تیمارهای کمپوست زباله شهری و کود اوره دارای اختلاف معنی‌داری از نظر آماری نیست و با یافته بادالیکووا و بارتلووا (۸) مغایرت دارد. که علت این عدم تأثیرپذیری ضریب نفوذپذیری خاک از تیمارهای کمپوست زباله شهری را نیز می‌توان به‌دلیل کم بودن میزان ماده آلی مصرفی دانست.

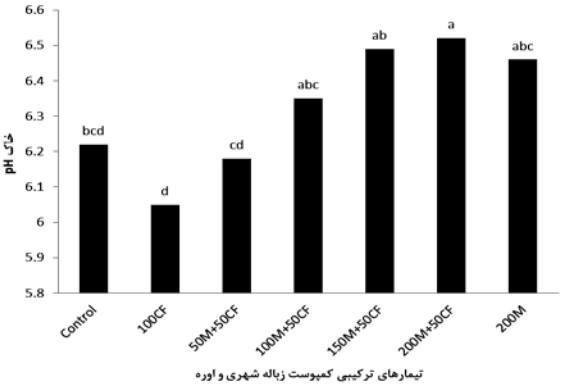
نتایج به‌دست آمده در مورد خصوصیات شیمیایی خاک نیز حاکی از این مسئله است که تیمارهای کودی کمپوست زباله شهری در تلفیق با کود اوره سطح آماری ۹۵ درصد روی درصد ازت خاک و در سطح ۹۹ درصد بر هدایت الکتریکی و pH خاک اثر معنی‌دار داشته است. از نظر عمق مصرف تیمار کودی نیز فاکتور هدایت الکتریکی خاک اختلاف معنی‌داری را در سطح احتمال ۹۹ درصد نشان داد (جدول ۳).

pH خاک یکی از فاکتورهای مهم در فراهم کردن عناصر غذایی در خاک است، به‌گونه‌ای که معمولاً با افزایش pH خاک میزان فراهم شدن عناصر برای گیاهان کاهش می‌یابد. نتایج مقایسه میانگین pH خاک در بین تیمارهای مختلف با استفاده از روش دانکن در (شکل ۱- الف) نمایش داده شده است. نتایج بیانگر این حقیقت است که استفاده از کمپوست زباله شهری به‌صورت تنها و یا تلفیق با ۵۰ درصد کود اوره منجر به افزایش pH خاک شده است اما استفاده از تیمار ۱۰۰ CF منجر به کاهش معنی‌دار pH خاک نسبت به تیمارهای کمپوست زباله شهری گشته است که با یافته بدادا و همکاران (۹) مطابقت دارد. ساروار و همکاران (۳۰) نیز افزایش pH خاک در اثر اعمال اصلاح کننده آلی به خاک را تأیید کرده‌اند که با یافته بررسی حاضر مطابقت دارد. اما ساروار و همکاران (۲۹) اعتقاد دارند که کاربرد کمپوست به‌تنهایی و یا در تلفیق با کود شیمیایی، pH خاک را به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد کاهش داده است. ابوجابها و همکاران (۱) نیز کاهش pH خاک را در اثر اعمال کمپوست و بیوچار تأیید کرده‌اند که با یافته بررسی حاضر مغایرت دارد. تأثیراصلاح کننده روی pH خاک بستگی به pH خود اصلاح کننده و مقدار liming دارد (۱). گزارش‌های متضادی از کارهای تحقیقاتی سایر پژوهشگران در این زمینه وجود دارد به‌نظر می‌رسد تغییر و یا عدم تغییر pH بستگی به خصوصیات مواد اولیه کمپوست دارد.

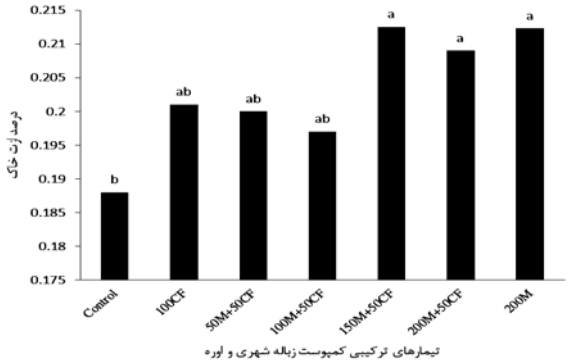
هدایت الکتریکی خاک یکی از پارامترهای خاک است که غلظت کل نمک‌های محلول را به‌طور غیرمستقیم نشان می‌دهد



(ب)



(الف)

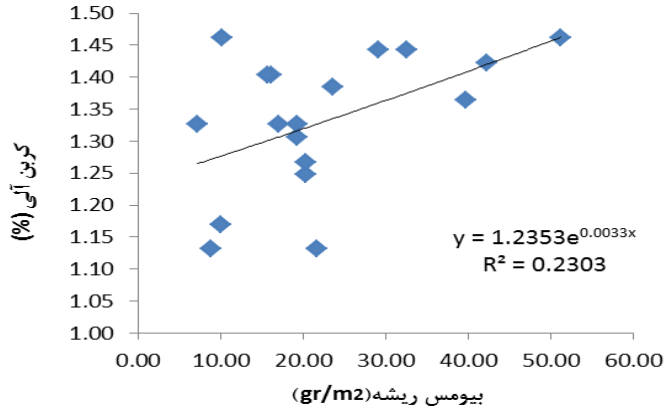


(ج)

شکل ۱. مقایسه میانگین خصوصیات شیمیایی خاک شامل خصوصیات الف) pH خاک، ب) هدایت الکتریکی خاک و ج) ازت کل خاک و تحت تأثیر تیمارهای مختلف کمپوست زباله شهری در تلفیق با کود اوره به روش دانکن. حروف مشابه به معنی عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارها بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمالپنج درصد است.

و پارامتری برای اندازه‌گیری مستقیم شوری است (۲۹). نتایج نشان داده اعمال تیمارهای ۲۰۰M، ۵۰CF+ ۱۵۰M و ۵۰CF+ ۲۰۰M منجر به افزایش معنی‌دار هدایت الکتریکی خاک نسبت به تیمار شاهد شده است (شکل ۱- ب). عمق اعمال تیمارهای کودی نیز در سطح احتمال ۹۹ درصد دارای اختلاف معنی‌داری است (جدول ۳). هدایت الکتریکی خاک در عمق ۱۰- ۰ سانتی‌متر با میزان ۰/۴۹۹ به‌طور معنی‌داری دارای میانگین بالاتری نسبت به عمق ۲۰-۱۰ سانتی‌متر با میزان ۰/۴۲۸ است. نتایج بیانگر این موضوع است که استفاده از مقادیر مختلف کمپوست زباله شهری در تلفیق با کود اوره منجر به افزایش هدایت الکتریکی خاک نسبت به تیمار شاهد شده است. یافته‌های ساروار و همکاران (۲۹) بیانگر این است که افزودن کمپوست به‌تنهایی و یا در ترکیب با کود شیمیایی به خاک منجر به روند کلی افزایشی در هدایت الکتریکی خاک بعد از برداشت محصولات برنج و گندم شده است که با یافته‌های بررسی حاضر مطابقت دارد.

ماده آلی به‌عنوان منبع نهایی مواد مغذی و فعالیت میکروبی در خاک است که فاکتور تعیین کننده در ساختار خاک، ظرفیت نگهداری آب، نرخ نفوذ، هوادهی و تخلخل خاک است (۲۹). نتایج مطالعه حاضر هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری را بین تیمارهای کمپوست زباله شهری به‌همراه اوره از نظر درصد کربن آلی خاک نشان نداده است که با نتایج مطالعه اکرام قاضی و



شکل ۲. برازش همبستگی‌های معنی‌دار بین برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی با رواناب

همکاران (۳) در طی دوره سه‌ساله تطابق دارد ولی با نتایج پژوهشگران مختلف مانند ساروار و همکاران (۲۹)، شین و همکاران (۳۳) و جیو و همکاران (۲۱) مغایرت دارد.

نتایج حاکی از این است که اعمال تیمارهای ۲۰۰M، ۵۰CF+ ۱۵۰M و ۵۰CF+ ۲۰۰M منجر به افزایش معنی‌دار درصد ازت خاک نسبت به تیمار شاهد شده است (شکل ۲). استفاده از مقادیر بالاتر کمپوست زباله شهری در تلفیق با کود اوره منجر به افزایش میانگین درصد ازت خاک شده است که با یافته‌های ساوروار و همکاران (۳۰) مطابقت دارد. آگگنهو و همکاران (۲) نیز افزایش معنی‌دار ازت خاک تحت تأثیر اصلاح کننده‌های آلی شامل کمپوست و بیوچار را تأیید کرده‌اند.

همبستگی

نتایج همبستگی بین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و اندام زیرزمینی گندم (بیومس ریشه) تحت تأثیرتیمارهای کمپوست زباله شهری در تلفیق با کود اوره نشان داد که کربن آلی خاک دارای همبستگی مثبت معنی‌دار با بیومس ریشه (r=۰/۴۸۷) است (شکل ۲).

تجزیه مؤلفه اصلی

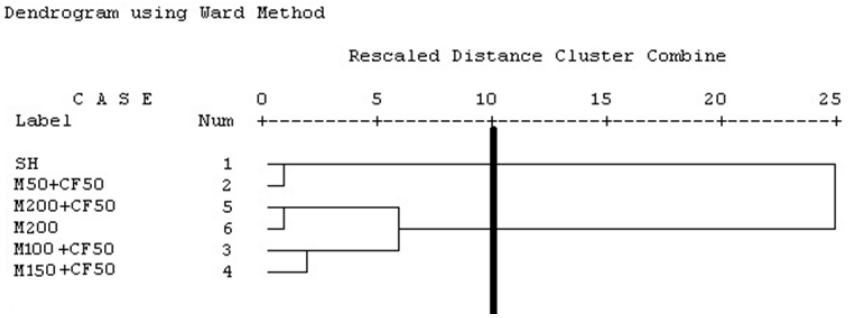
تجزیه مؤلفه اصلی روشی است که داده‌های چند بعدی را با حفظ مهم‌ترین اطلاعات به تعداد مؤلفه کمتر کاهش می‌دهد (۱۶). تجزیه به مؤلفه‌های خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تحت تأثیر تیمار کمپوست زباله شهری در تلفیق با کود اوره در عمق ۱۰- ۰ سانتی‌متری انجام شد. با در نظر گرفتن ارزش ویژه بالای یک، تعداد سه مؤلفه اصلی در مجموع توانستند ۷۴/۳۵ درصد از تغییرات کل را توجیه کنند. عامل اول به‌تنهایی ۳۷/۴۸ درصد از کل واریانس داده‌های خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک را توجیه کرد. در عامل اول بزرگ‌ترین ضرایب عاملی مثبت شامل کربن آلی، ازت کل و هدایت الکتریکی خاک است. در عامل دوم نیز pH خاک و درصد تخلخل خاک بزرگ‌ترین ضریب عاملی مثبت بودند. این عامل توانست ۲۱/۹۴ درصد از تغییرات کل واریانس داده‌ها را توجیه کند. در عامل سوم CEC خاک دارای بالاترین ضریب عاملی مثبت و ضریب نفوذپذیری خاک دارای بالاترین ضریب منفی بودند که عامل سوم تنها ۱۴/۹۳ درصد از کل واریانس داده‌ها را توجیه کرد. معادله وزنی مربوط به هر یک از مؤلفه‌های اصلی نیز به‌صورت زیر است:

$$PC1 = ۰/۸۶۵ * OC + ۰/۸۲۶ * N + ۰/۷۴۶ * EC \quad (۲)$$

$$PC2 = ۰/۸۴۹ * PH + ۰/۸۱ * Porosity \quad (۳)$$

$$PC3 = ۰/۸۹۳ * CEC - ۰/۴۴۱ * K \quad (۴)$$

نتایج همبستگی پیرسیون بین خصوصیات کمی و کیفی رواناب با مؤلفه‌های اصلی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نشان داد که همبستگی مثبت معنی‌داری بین مؤلفه دوم با حجم



شکل ۳. دسته‌بندی خوشه‌ای تیمارهای مختلف کمپوست زباله شهری در تلفیق با کود اوره بر اساس کلیه فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی مورد بررسی خاک شامل ازت کل، کربن آلی، هدایت الکتریکی، ضریب کاتیون تبادلی، تخلخل، ضریب نفوذپذیری و pH خاک در عمق سطحی ۱۰-۰ سانتی‌متر

رواناب (r =۰/۵۷۷) وجود دارد. مؤلفه‌های اصلی استخراج شده از روش تجزیه مؤلفه اصلی به‌عنوان متغیرهای مستقل در رگرسیون چند متغیره به روش گام‌به‌گام در برابر تولید رسوب، نیترات، حجم رواناب، بیومس به‌عنوان متغیرهای وابسته به‌کار گرفته شد که تنها رابطه به‌دست آمده بین حجم رواناب و مؤلفه دوم بوده است و سایر متغیرهای وابسته فاقد رابطه با مؤلفه‌های اصلی بودند. رابطه به‌دست آمده به شرح زیر است:

$$\text{Runoff Volume} = -۱۸۷۵۵/۱۱ + ۵۲۵ \times PC۲ \quad (۵)$$
$$R^۲ = ۰/۳۳$$

به‌منظور اعتبارسنجی مدل‌های به‌دست آمده، شاخص r محاسبه شد. ضریب تبین این مدل ۳۳ درصد بوده و یعنی ۳۳ درصد از تغییرات حجم رواناب توسط مؤلفه دوم توضیح داده شده است و ۶۷ درصد از تغییرات توسط عوامل ناشناخته، عواملی که در این بررسی وارد نشده و با خطا نسبت داده می‌شود.

تجزیه خوشه‌ای

تیمارهای مختلف کمپوست زباله شهری در تلفیق با کود اوره بر اساس کلیه فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی خاک در عمق سطحی ۱۰- ۰ سانتی‌متر دسته‌بندی خوشه‌ای شدند فاکتورهای خاک شامل ازت کل خاک، کربن آلی خاک، تخلخل، ضریب نفوذپذیری خاک، هدایت الکتریکی خاک، ضریب کاتیون تبادلی و pH خاک هستند. طبق نتایج به‌دست آمده از تجزیه خوشه‌ای که در شکل (۳) ارائه شده است تیمارهای ۱۰۰M +۵۰CF، ۲۰۰M +۵۰CF، ۲۰۰M +۵۰CF و ۱۵۰M +۵۰CF در یک شاخه قرار گرفته‌اند و تیمارهای شاهد، ۵۰M +۵۰CF در شاخه مجزا دیگری قرار گرفته‌اند. بر این اساس می‌توان توجیه کرد که از نظر تغییرات خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تحت تأثیر مقادیر مختلف تیمارهای کمپوست زباله شهری در تلفیق با کود اوره، مقادیر مصرفی کمپوست زباله شهری با میزان ۵۰ درصد از نظر اثرگذاری بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، مشابه با تیمار شاهد هستند. اما مقادیر مصرفی۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ درصد کمپوست زباله شهری دارای اثرات مشهود و متفاوتی نسبت به تیمار شاهد بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک هستند.

نتایج بررسی حاضر مؤید این موضوع است که می‌تواند با جایگزینی بخشی از کود اوره با کمپوست از مضرات زیست‌محیطی کودشیمیایی کاست. ژانگ و همکاران (۳۴) در مطالعه عملکرد ذرت و حاصلخیزی خاک تحت تأثیر کاربرد ترکیبی کمپوست و کود غیرآلی در خاک آهکی در شمال چین گزارش کردند که جایگزینی ۳۰ درصد از کود شیمیایی نیتروژنه توسط کمپوست می‌تواند یک استراتژی مدیریت مواد مغذی مؤثر به‌منظور حفظ جذب نیتروژن و عملکرد ذرت و کاهش تلفات نیتروژن باشد. تلفیق اصلاح کننده آلی و کود شیمیایی منجر به افزایش کارایی استفاده از نیتروژن توسط گیاه می‌شود (۲۱) که به احتمال زیاد به‌دلیل رهایش

آهسته نیتروژن از کود آلی است (۲۲) و انتشار N_2O توسط کمپوست را کاهش می‌دهد (۱۳).

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این بررسی بیانگر این موضوع است که اولین پارامترهای تأثیرپذیر در خاک تحت تیمارهای کمپوست زباله شهری در تلفیق با کود اوره، خصوصیات شیمیایی خاک شامل درصد ازت خاک، هدایت الکتریکی خاک و pH خاک بوده است و پارامترهای فیزیکی خاک تحت تأثیر تیمارهای کمپوست زباله شهری در تلفیق با کود اوره قرار نگرفتند که می‌توان دلیل این مسئله را کم بودن مقدار مصرفی کمپوست زباله شهری و دوره زمانی کوتاه مورد بررسی دانست.

نتایج حاصل از مؤلفه‌های اصلی نشان می‌دهد که قسمت عمده تغییرپذیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تحت تأثیر تیمارهای کمپوست زباله شهری در تلفیق با کود اوره به‌واسطه سه مؤلفه اصلی توجیه شده است. بنابراین بخش عمده‌ای از تغییرپذیری خصوصیات خاک به عوامل مدیریتی برمی‌گردد و با اعمال گزینه‌های مدیریتی حفاظت آب و خاک می‌توان خصوصیات خاک را به شکل مناسبی تحت تأثیر قرار داد و بر اساس رابطه به‌دست آمده از مؤلفه‌های اصلی و حجم رواناب می‌توان تغییرات حجم رواناب را تحت تأثیر اعمال گزینه‌های مدیریتی حفاظت آب و خاک پیش‌بینی کرد. در تجزیه خوشه‌ای نیز مشاهده شد که استفاده از مقادیر بالاتر کمپوست زباله شهری در تیمارهای ۲۰۰M، ۵۰CF+ ۲۰۰M، ۵۰CF+ ۱۵۰M، ۵۰CF+ ۱۵۰M و ۵۰CF+ ۱۰۰M از نظر اثرگذاری بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک دارای اثر متفاوتی نسبت به تیمار شاهد هستند و این امکان وجود دارد که حداقل ۵۰ درصد از کود شیمیایی توسط مقادیر مختلف کمپوست زباله شهری جایگزین شود. البته باید به این موضوع توجه کرد که بررسی حاضر تنها مربوط به اثرپذیری پارامترهای خاک در خاک رسی و ۱۱ ماه بعد از اعمال تیمارهای کمپوست زباله شهری است. البته با توجه به اثرات نامطلوب کمپوست زباله شهری در افزایش مقدار هدایت الکتریکی خاک و افزایش فلزات سنگین خاک، استفاده از مقادیر کمپوست زباله شهری باید بسیار با احتیاط در نظر گرفته شود تا منجر به آلودگی زیست‌محیطی و شوری خاک نشود و نیاز به مطالعات بیشتر روی استفاده تلفیقی کمپوست زباله شهری و کود اوره در دوره زمانی طولانی‌تر در خاک‌های مختلف بر خصوصیات خاک و رواناب و تجمع فلزات سنگین در خاک احساس می‌شود.

منابع مورد استفاده

1. Abujabhah, I. S., S. A. Bound, R. Doyle and J. P. Bowman. 2016. Effects of biochar and compost amendments on soil physico-chemical properties and the total community within a temperate agricultural soil. *Applied Soil Ecology* 98: 243-253.
2. Agegnehu, G., A. M. Bass, P. N. Nelson and M. Bird. 2016. Benefits of biochar, compost and biochar–compost for soil quality, maize yield and greenhouse gas emissions in a tropical agricultural soil. *Science of the Total Environment* 543: 295–306
3. Akram Qazi, M., M. Akram, N. Ahmad, J. F. Artiola and M. Tuller. 2009. Economical and environmental implications of solid waste compost applications to agricultural fields in Punjab, Pakistan. *Waste Management* 29(9): 2437-2445.
4. Albaladejo, J., V. Castillo and E. Diaz. 2000. Soil loss and runoff on semiarid land as amended with urban solid refuse. *Land Degradation and Development* 11: 363-373.
5. Ansari-Jovaini, M., M. R. Chaichi and R. Keshavarzafshar. 2012. Effect of different soil fertilization methods (organic, chemical and integrated fertilizers) on yield and yield components of turnip (*Brassica rapa*). *Journal of Crop Production* 4 (3): 121-138. (In Farsi).
6. Asensio, V., S. D. Guala, F. A. Vega and E. F. Covelo. 2013. A soil quality index for reclaimed mine soils. *Environmental Toxicology and Chemistry* 32(10): 2240–2248.
7. Ayoubi, SH., S. Mohammad zamani and F. Khormali .2010.Wheat yield prediction through soil properties using

principle component analysis. *Iranian Journal of Soil and Water Research*. 40(1): 51-57. (In Farsi).
8. Badalikova B. and J. Bartlova. 2014. Effect of various compost doses on the soil infiltration capacity. *Acta University Agriculturae et Silviculturae Mendelian Brunensis* 62: 849-858.
9. Bedada, W., E. Karltun, M. Lemenih and M. Tolera. 2014. Long-term addition of compost and NP fertilizer increases crop yield and improves soil quality in experiments on smallholder farms. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 195: 193-201.
10. Bertol J. O., N. Eduardo Rizzi, N. Favaretto and M. Do Carmo. 2010. Phosphorus loss by surface runoff in no-till system under mineral and organic fertilization. *Scientia Agricola (Piracicaba, Braz.)* 67(1): 71-77.
11. Biddoccu, M., S. Ferraris, F. Opsia and E. Cavallo. 2016. Long-term monitoring of soil management effects on runoff and soil erosion in sloping vineyards in Alto Monferrato (North–West Italy). *Soil & Tillage Research* 155: 176–189.
12. Bihamta, M. R. and M. R. Zare Chahouki. 2008. Principles of Statistics for the Natural Resources Science. University of Tehran Press. Tehran. (In Farsi).
13. Ding, W., J. Luo, J. Li, H. Yu, J. Fan and D. Liu. 2013. Effect of long-term compost and inorganic fertilizer application on background N_2O and fertilizer-induced N_2O emissions from an intensively cultivated soil. *Science of the Total Environment* 465: 115–124.
14. Fathololomi, S. and SH. Asghari. 2014. Effects of Ardabil municipal sewage sludge on some physical and hydraulic properties of a coarse-textured soil under wheat cultivation. *Water and Soil Science* 24(4):169-183. (In Farsi).
15. Faucette, L. B., L. M. Risse, M. A. Nearing, J. W. Gaskin and L. T. West. 2004. Runoff, erosion, and nutrient losses from compost and mulch blankets under simulated rainfall. *Journal of Soil and Water Conservation* 59(4): 154-160.
16. Fazeli, M., N. Kalantary, M. H. Rahimi and A. Khobiary. 2011. Investigation of time and spatial distribution of groundwater resources pollution in zaidon plain to nitrate. *Journal of Water Resources Engineering* 4:45-51. (In Farsi).
17. Garcı´a-Gil, J. C., C. Plaza, P. Soler-Rovira and A. Polo. 2000. Long-term effects of municipal solid waste compost application on soil enzyme activities and microbial biomass. *Soil Biology & Biochemistry* 32: 1907–1913.
18. Gilley, J. E. and L. M. Risse. 2000. Runoff and soil loss as affected by the application of manure. *The American Society of Agricultural and Biological Engineers* 43(6): 1583-1588.
19. Gilley,J. E. and B. Eghball. 1998. Runoff and erosion following field application of beef cattle manure and compost. *American Society of Agricultural and Biological Engineer*s 41(5): 1289-1294.
20. Gholami, L., S. H. R. Sadeghi and M. Homaee. 2016. Different effects of sheep manure conditioner on runoff and soil loss components in eroded soil. *Catena* 139: 99–104.
21. Guo, L., G. Wu, Y. Lic, C. Lia, W. Liud, J. Menga, H. Liua, X. Yu and G. Jianga. 2016. Effects of cattle manure compost combined with chemical fertilizer on topsoil organic matter, bulk density and earthworm activity in a wheat–maize rotation system in Eastern China. *Soil & Tillage Research* 156: 140–147.
22. Liu, C., F. Li, L. Zhou, R. Zhang, Y. Jia, SH. Lin, L.Wang, K. H. M. Siddiquec and F. Li. 2013. Effect of organic manure and fertilizer on soil water and crop yields in newly-built terraces with loess soils in a semi-arid environment. *Agricultural Water Management* 117: 123– 132.
23. Martinez, F., M. A. Casermeiro, D. Morales, G. Cuevas and I. Walter. 2003. Effects on run-off water quantity and quality of urban organic wastes applied in a degraded semi-arid ecosystem. *The Science of the Total Environment* 305: 13–21.
24. Mesdaghi. M. 1998. Statistical Methods in Agricultural Sciences and Natural Resources. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources Press. Iran. (In Farsi).
25. Nelson, D. W. and L. E. Sommer. 1982. Total carbon organic carbon and organic matter. PP: 539-579. *In:* A. L. Page, R. H. Miller and D. R. Keeney (Ed.). Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Second Edition.Wisconsin USA.
26. Ojeda, G., J. M. Alcaniz and O. Ortiz. 2003. Runoff and losses by erosion in soils amended with sewage sludge. *Land Degradation and Development* 14: 563–573.
27. Ojeda, G., D. Tarraso´n, O. Ortiz, J. M. Alcan˜iz. 2006. Nitrogen losses in runoff waters from a loamy soil treated with sewage sludge. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 117: 49–56.
28. Persyn, R. A., T. D. Glanville, T. L. Richard, J. M. Laflen and P. M. Dixon. 2004. Environmental effects of applying composted organics to new highway embankments: part 1. interrill runoff and erosion. *American Society of Agricultural and Biological Engineers* 47(2): 463-469.
29. Sarwar, G., H. Schmeisky, N. Hussain, S. Muhammad, M. Ibrahim and Safdare. 2008. Improvement of soil physical and chemical properties with compost application in rice-wheat cropping system. *Pakistan Journal of Botany* 40(1): 275-282.
30. Sarwar, G., H. Schmeisky, M. A. Tahir, Y. Iftikhar and N. U. Sabah. 2010. Application of green compost for improvement in soil chemical properties and fertility status. *The Journal of Animal & Plant Sciences* 20(4): 258-260.

31. Seied Mohammadi, J., L. Esmaeilnejad, H. Ramezanpour and M. Shabanpoor. 2015. Mapping of cation exchange capacity using geostatistics and particle component analysis. *Iranian Journal of Soil and Water Research* 46(2): 305-314. (In Farsi).
32. Torabian, A. and M. Mahjory. 2001. Environmental and health concerns associated with compost products in Iran. *Journal of Environmental Studies* 27(28):19-30. (In Farsi).
33. Xin, X., J. Zhang, A. Zhu, C. Zhang. 2016. Effects of long-term (23 years) mineral fertilizer and compost application on physical properties of fluvo-aquic soil in the North China Plain. *Soil and Tillage Research* 156: 166–172.
34. Zhang, Y., C. Li, Y. Wang, Y. Hu, P. Christie, J. Zhang and J. Xiaolin . 2016. Maize yield and soil fertility with combined use of compost and inorganic fertilizers on a calcareous soil on the North China Plain. Li. *Soil and Tillage Research* 155: 85–94.

Journal of Water and Soil Science (Science and Technology of Agriculture and Natural Resources)
Vol. 23, No. 2, Summer 2019, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

The Effect of Using a Combination of Municipal Solid Waste Compost and Chemical Fertilizer on Some of the Soil Properties in Agricultural Lands, Iran (A Case Study: Miandorod City)

M. Rezaei Pasha[1*], K. Shahedi[1], Q. Vahabzadeh[1], A. Kavian[1], M. Ghajar Sepanlou[2] and P. Jouquet[3]

(Received: June 14-2017 ; Accepted: August 5-2018)

Abstract

One of the management practices to reduce the harmful effects of chemical fertilizers and to protect soil and water resources is applying a combination of organic and chemical fertilizers that can better than using them separately. Therefore, in order to understand and identify the effectiveness of this management practice, it is necessary to examine runoff and sediment production. This study was carried out in an agricultural sloping land located in the North of Iran, near Sari city. For this purpose, runoff measurement plots of 1 × 5 m were set up under natural rainfall based on a randomized block experimental design. Soil samples were measured at 0-10 and 10-20 cm depths. In this study, parameters such as runoff (volume, nitrate content, sediment yields), soil physical features (porosity and infiltration coefficient), and soil chemical properties (EC, OC, N, CEC, pH) were measured. The results showed that among soil chemical and physical properties, just N, EC and pH significantly influenced the Municipal Solid Waste Compost. A PCA was carried out, showing that these treatments explained 74.35% of the total variance of the results. Accordingly, it could be stated that using soil and water conservation management practices can rapidly significantly improve the soil properties in the sloping lands.

Keywords: Municipal waste solid compost, Urea chemical fertilizer, Runoff, Soil, PCA

1. Department of Watershed Management Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University (SANRU), Iran.
2. Department of Soil Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University (SANRU), Iran.
3. Institute of Ecology and Environmental Sciences, Institute of Research for Development (IRD), Bondy, France.

*: Corresponding Author, Email: pasha.m65@gmail.com