محور مقاله: مدیریت پسماند برای کاهش خطرات زیست‌محیطی

بررسی تأثیر لجن فاضلاب بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

[۱]مهسا کاظمی‌پور اسفهلان[۱*]، سیده راضیه کاظمی شیخ شبانی[۲]، شجاع قربانی دشتکی[۳]

[۱]دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

[۲]دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

[۳]استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی تاثیر استفاده از لجن فاضلاب بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک انجام گرفت. بدین منظور، نمونه خاک با بافت لومی شنی از منطقه چلیوان در شهرستان سامان، استان چهارمحال و بختیاری تهیه شد. این تحقیق در قالب طرح کاملا تصادفی با سه سطح لجن فاضلاب (صفر، ۲۱/۳ و ۴۴/۴۱ درصد) با ۴ تکرار انجام گرفت. با افزودن نسبت‌های مذکور لجن فاضلاب به نمونه خاک، بعد از یک ماه انکوباسیون، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مورد نظر با روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که کاربرد لجن فاضلاب موجب افزایش معنی‌دار در مقدار EC (۲۰/۹٪) و کربن آلی (۱۱/۵۲٪) نسبت به تیمار شاهد (بدون لجن فاضلاب) در تیمار ۴۴/۴۱ درصد شد. مقدار pH و درصد کربنات کلسیم معادل در تیمار حاوی لجن فاضلاب نسبت به تیمار شاهد کاهش معنی‌داری نشان دادند. همچنین در تیمار ۴۴/۴۱ درصد، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (۲/۱۵٪) افزایش و درصد رس قابل پراکنش در آب (۱/۳۵٪) کاهش معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد نشان دادند. به طورکلی این تحقیق نشان می‌دهد که کاربرد لجن فاضلاب به دلیل دارا بودن مقادیر قابل توجهی از ترکیبات آلی می‌تواند موجب اصلاح ویژگی‌های فیزیکی خاک و بهبود عملکرد محصول گردد.

کلمات کلیدی: لجن فاضلاب، ویژگی‌های فیزیکی، ویژگی‌های شیمیایی

مقدمه

خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران به خصوص مناطق مرکزی دارای کمتر از یک درصد ماده آلی و با کمبود مواد آلی مواجه هستند. عمده‌ترین منابع تامین‌کننده مواد آلی و اصلاح‌گرها عبارتند از فضولات دامی، بقایای گیاهی، لجن فاضلاب‌ها و کمپوست زباله‌های شهری که امروزه با توجه به اهمیت کشاورزی زیستی و کاهش مشکلات زیست محیطی در کشاورزی پایدار بسیار مورد توجه قرار گرفته است. مدیریت و استفاده از این پسماندهای آلی ضمن کاهش خطرات زیست محیطی، به عنوان یک بهساز ساختمان خاک افزایش بهره‌وری آن‌ها را در پی دارد (علیزاده، ۱۳۷۵). امروزه استفاده از لجن فاضلاب به عنوان کود در اراضی کشاورزی به دلیل ارزان بودن رواج یافته است. لجن فاضلاب به علت داشتن مواد آلی بالا باعث بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شود (Tester، ۱۹۹۰; Mullins و همکاران، ۱۹۹۰). همچنین حاوی مقادیر زیادی عناصر پر مصرف و کم مصرف است که پس از اضافه شدن به زمین می‌تواند در افزایش رشد و عملکرد گیاه نقش بسزایی داشته باشد (کرمی و همکاران، ۱۳۸۶). زمانی و همکاران (۱۳۸۹) بیان نمودند اضافه کردن پسماندهای آلی باعث افزایش معنی‌دار مواد آلی خاک کرت‌ها در مقایسه با شاهد شد. این ترکیبات حاوی عناصر غذایی مانند نیتروژن، فسفر و عناصر کم‌مصرف بوده و سبب افزایش باروری و حاصلخیزی خاک می‌شوند. افزودن لجن فاضلاب با درصدهای پایین باعث افزایش پایداری خاکدانه‌های کوچک و در نهایت منجر به افزایش هدایت هیدرولیکی و همچنین بهبود ساختمان خاک می‌شود (Epstein، ۱۹۷۵). همچنین افزودن پسماندهای آلی به خاک باعث کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک می‌گردد. علت کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک در اثر کاربرد پسماندهای آلی، جرم حجمی کمتر این مواد نسبت به خاک و اثر رقیق‌کنندگی این ترکیبات است (بهرمند و همکاران، ۱۳۸۱). نتایج بررسی شیرانی و همکاران (۱۳۸۹) روی تاثیر تجمعی لجن فاضلاب بر هدایت هیدرولیکی و ویژگی‌های فیزیکی نشان داد که با افزایش سطح لجن، هدایت هیدرولیکی اشباع خاک، نفوذپذیری، پایداری خاکدانه‌ها و EC خاک افزایش و جرم مخصوص ظاهری کاهش پیدا کرد. همبستگی معنی‌داری بین مقدار لجن و ویژگی‌های فیزیکی وجود داشت. بهرمند و همکاران (۱۳۸۱) در مقیاس مزرعه‌ای تاثیر لجن فاضلاب بر روی ویژگی‌های فیزیکی خاک و همچنین تاثیر گذشت زمان پس از افزودن لجن فاضلاب بر این ویژگی‌های را در چهار سطح لجن فاضلاب در طرح بلوک‌های کامل تصادفی بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که اضافه کردن لجن فاضلاب به خاک باعث افزایش

* ایمیل نویسنده مسئول: Kazemipoor.mahsa@yahoo.com

معنی‌دار پایداری خاکدانه‌ها و هدایت هیدرولیکی اشباع می‌شود. اما پس از گذشت ۲۲۱ روز از اضافه کردن ۵۰ و ۱۰۰ تن در هکتار لجن فاضلاب ویژگی فیزیکی خاک تفاوتی با نمونه‌های شاهد را نشان نداد. به طور کلی ماده آلی نسبتا زیاد لجن فاضلاب می‌تواند اثرات مطلوبی بر خواص شیمیایی و فیزیکی خاک بگذارد و این خصوصیات در خاک‌های ایران که با کمبود مواد آلی مواجه هستند، حائز اهمیت است. هدف از این تحقیق بررسی اثرات لجن فاضلاب بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی در خاک می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر لجن فاضلاب بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، از لجن فاضلاب تصفیه خانه و نمونه خاک به روش مرکب از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری از منطقه چلیوان در شهرستان سامان، استان چهارمحال و بختیاری جمع‌آوری شد. نمونه خاک و رسوبات تصفیه خانه فاضلاب شهری پس از هوا خشک شدن به ترتیب از الک‌های دو و یک میلی‌متری عبور داده و برخی ویژگی‌های نمونه خاک و لجن فاضلاب شهری اندازه‌گیری شد. این تحقیق در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تیمار شاهد (نسبت صفر به ۱۰۰ گرم لجن فاضلاب به گرم خاک)، T_1 (نسبت ۲۱/۳ به ۷۰/۲ گرم لجن فاضلاب به گرم خاک) T_2 (نسبت ۴۴/۴۱ به ۴۸/۳ گرم لجن فاضلاب به گرم خاک) با ۴ تکرار انجام گرفت. پس از افزودن نسبت‌های ذکر شده لجن فاضلاب به نمونه خاک، بعد از یک ماه انکوباسیون، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک بر اساس روش‌های استاندارد تعیین گردید. بافت خاک به روش هیدرومتری (Bouyoucos، ۱۹۶۲)، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) به روش الک تر (Kemper و Rosenau، ۱۹۸۶)، رس قابل پراکنش در آب (WDC) به روش هیدرومتری (Rengasamy، ۱۹۸۴) قابلیت هدایت الکتریکی (EC) و اسیدیته (pH) به نسبت ۱ به ۵ خاک به آب، درصد کربن آلی به روش Walkley و Black (۱۹۳۴)، درصد کربنات کلسیم معادل ($\%CaCO_3$) به روش تیتراسیون برگشتی (Loeppert و Sparks، ۱۹۹۶) تعیین گردید. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصل از این پژوهش از نرم افزار SAS (Version 9.2) جهت تجزیه واریانس استفاده شد و مقایسه میانگین از طریق آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج و بحث

جدول ۱ برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک و لجن فاضلاب استفاده شده در این تحقیق را نشان می‌دهد. خاک مورد آزمایش با مقادیر ۱۴ درصد رس، ۱۲ درصد سیلت و ۷۴ درصد شن دارای بافت لوم شنی بود.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک و لجن فاضلاب مورد مطالعه

	قابلیت هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	پ. هاش	کربن آلی (درصد)
خاک	۰/۱۸	۷/۳۸	۱/۰۷
لجن فاضلاب	۳/۸۷	۶/۷۰	۱۵/۴۸

نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری بین EC، pH، میزان کربن آلی و درصد کربنات کلسیم معادل در نمونه شاهد با تیمارهای حاوی لجن فاضلاب در سطح یک درصد وجود دارد. همچنین میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها و درصد رس قابل پراکنش در آب در سطح احتمال یک درصد به ترتیب افزایش و کاهش معنی‌داری نسبت به نمونه شاهد نشان دادند.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر لجن فاضلاب بر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		قابلیت هدایت الکتریکی (دسی-زیمنس بر متر)	پ.هاش	کربن آلی (درصد)	کربنات کلسیم معادل (درصد)	میانگین وزنی قطر (میلی‌متر)	رس قابل پراکنش (درصد)
تیمار	۲	۱۴/۹۸**	۰/۵۵**	۱۳۴/۳۵**	۳۷۷/۰۸**	۰/۲۳**	۲۲۹/۵۵**
خطا	۹	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۰/۰۴	۰/۲۷	۰/۰۰۳	۰/۱۱
ضریب تغییرات	-	۲/۷۶	۰/۷۵	۱/۴۰	۵/۷۴	۸/۹۲	۰/۸۱

** معنی‌دار بودن در سطح احتمال یک درصد

نتایج آزمون مقایسه میانگین داده‌ها به روش LSD حاکی از آن است که کاربرد لجن فاضلاب در تمامی سطوح باعث افزایش EC و کاهش pH شد (جدول ۳). تیمارهای دارای لجن فاضلاب EC بیشتری نسبت به تیمار شاهد داشتند. دلیل افزایش EC، وجود املاح در لجن فاضلاب می‌باشد (افیونی و همکاران، ۱۹۸۷). کمترین میزان PH خاک مربوط به تیمار T_2 با میزان ۶/۶ و بیشترین میزان مربوط به تیمار شاهد ۷/۳۸ می‌باشد. کاهش pH، ناشی از تجزیه مواد آلی موجود در لجن فاضلاب می‌باشد که منجر به تولید اسیدهای آلی در آن می‌شود (Clapp و همکاران، ۱۹۸۷).

بالاترین مقدار کربن آلی مربوط به تیمار T_2 با میزان ۱۲/۳۳ و کمترین مقدار کربن آلی مربوط به تیمار شاهد با میزان ۱/۰۷ می‌باشد (جدول ۳). لجن فاضلاب حاوی کربن آلی است که پس از اضافه شدن به خاک باعث افزایش کربن آلی خاک می‌گردد (Tesrer، ۱۹۹۰; Antoniadis و Alloway، ۲۰۰۲). بخش فعال کربن آلی موجود در لجن فاضلاب، پس از اضافه شدن به خاک تجزیه گردیده و باعث افزایش سطح مواد آلی خاک می‌شود (Selivanovskaya و Latypova، ۲۰۰۶).

با توجه به جدول ۳ مقدار کربنات کلسیم معادل خاک در تیمار T_1 و T_2 کاهش معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد داشت. در اثر تجزیه بیولوژیکی لجن فاضلاب یکسری ترکیبات اسیدزا از جمله اسید هومیک آزاد شده که منجر به اسیدی شدن و در نهایت منجر به اسیدی شدن و در نهایت منجر به غیرفعال شدن کربنات کلسیم (خنثی شدن یون‌های قلیایی) در خاک می‌شود (رحیم‌خانی، ۱۳۹۱). بنابراین علت کاهش درصد کربنات کلسیم معادل در این خاک‌ها در مقایسه با خاک‌های بدون لجن فاضلاب احتمالا به دلیل حضور ترکیبات اسیدزا در این خاک‌ها می‌باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در تیمارهای مختلف لجن فاضلاب

اصلاح کننده	تیمار	قابلیت هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	پ.هاش	کربن آلی (درصد)	کربنات کلسیم معادل (درصد)	میانگین وزنی قطر (میلی‌متر)	رس قابل پراکنش (درصد)
لجن فاضلاب	شاهد	۰/۱۸^{c}	۷/۳۸^{a}	۱/۰۷^{c}	۲۰^{a}	۰/۳۹^{b}	۵۰/۰۷^{a}
	T_1	۳/۲۳^{b}	۶/۸۲^{b}	۹/۷۸^{b}	۶/۲۵^{b}	۰/۷۶^{a}	۳۶/۷۷^{b}
	T_2	۳/۷۶^{a}	۶/۶۸^{c}	۱۲/۳۳^{a}	۱/۲۵^{c}	۰/۸۴^{a}	۳۷/۱۴^{b}

حروف کوچک غیر مشابه روی میانگین‌ها، نشانه اختلاف معنی‌دار می‌باشد

کاربرد لجن فاضلاب توانست میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها را از ۰/۳۹ به ۰/۷۶ و ۰/۸۴ افزایش دهد (جدول ۳). تحقیقات متعددی تاثیر مطلوب لجن فاضلاب را بر پایداری خاکدانه‌ها نشان داده است (Epstein، ۱۹۷۵; Abusharar، ۱۹۹۳). Furrer و Stauffer (۱۹۸۳) گزارش کردند که با اضافه کردن لجن فاضلاب به مدت چهار سال به خاک رسی، خاکدانه‌های پایدار در آب به میزان ۲ درصد افزایش یافت. Deboz و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که افزودن ۴/۲ تن در هکتار لجن فاضلاب به یک خاک لوم شنی، پایداری خاکدانه‌ها در آب به میزان ۱۰/۷۵ درصد افزایش یافت.

درصد رس قابل پراکنش در تیمارهای حاوی لجن فاضلاب نسبت به نمونه شاهد کاهش معنی‌داری نشان داد. هر چه میزان رس قابل پراکنش خاک کمتر باشد، خاک از پایداری بیشتری برخوردار است. میانگین رس قابل پراکنش در تیمار شاهد ۵۰/۰۷ درصد و در تیمار T_1 و T_2 به ترتیب ۳۶/۷۷ و ۳۷/۱۴ می‌باشد. افزودن بقایای گیاهی به همراه مواد معدنی سبب پیوند رس‌ها با مواد آلی شده و انتشار رس را کم و خاکدانه‌های پایدار را ایجاد می نماید (Haynes و Rietz، ۲۰۰۳).

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که لجن فاضلاب تاثیر بسزایی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده خاک دارد. کاربرد لجن فاضلاب موجب افزایش در قابلیت هدایت الکتریکی، میزان کربن آلی و نیز کاهش در مقدار pH و درصد کربنات کلسیم معادل در تیمارهای حاوی لجن فاضلاب نسبت به تیمار شاهد شد. همچنین میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها و درصد رس قابل پراکنش در آب به ترتیب افزایش و کاهش معنی‌داری نسبت به نمونه شاهد نشان دادند. به طورکلی کاربرد لجن فاضلاب به دلیل دارا بودن مقادیر قابل توجهی از ترکیبات آلی می‌تواند موجب اصلاح ویژگی‌های فیزیکی خاک و بهبود عملکرد محصول گردد.

منابع

بهرمند، م.ر.، افیونی، م.، حاج‌عباسی، م.ع. و رضایی‌نژاد، ی. ۱۳۸۱. اثر لجن فاضلاب بر برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی (۴)۶: ۸-۱.

رحیم‌خانی، ی. ۱۳۹۱. کارآیی منحنی رطوبتی اندازه‌گیری شده با دستگاه صفحات فشاری برای شبیه سازی حرکت آب در خاک آبگریز، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد. ایران.

زمانی باب‌گهری، ج.، افیونی، م.، خوشگفتارمنش، ا. و عشقی‌زاده، ح. ۱۳۸۹. اثر لجن فاضلاب کارخانه پلی اکریل، کمپوست زباله شهری و کود گاوی بر ویژگی‌های خاک و عملکرد ذرت دانه ای. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی (علوم آب و خاک)، سال چهاردهم. شماره ۵۴. ۱۶۵ - ۱۵۳

شیرانی، ح. حاج‌عباسی، م. ع. افیونی، م. دشتی، ح. ۱۳۸۹، اتر تجمع فاضلاب بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک. مجله آب و فاضلاب، ۳: ۲۸ – ۲۶.

کرمی، م.، رضایی‌نژاد، ی.، افیونی، م. و شریعتمداری، ح. ۱۳۸۶. اثرات تجمعی و باقیمانده لجن فاضلاب شهری بر غلظت عناصر سرب و کادمیوم در خاک و گیاه گندم. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی / سال دوازدهم / شماره چهل و ششم.۹۴-۹۷.

علیزاده، ۱. ۱۳۷۵. استفاده از پساب تصفیه خانه‌های فاضلاب در آبیاری محصولات کشاورزی. هفته‌نامه شهر آب. انتشارات شرکت مهندسی آب و فاضلاب شماره ۴.

Abusharar, T.M. 1993. Effects of sewage sludge treatments on aggregate slaking, clay dispersion and hydraulic conductivity of semi-arid soil sample. Geoderma, 59 (1-4), 327-343.

Antoniadis, V., and Alloway, B.J., 2002, The role of dissolved organic carbon in the mobility of Cd, Ni and Zn in sewage sluge amended soil, Environmental Pollution, 117,515-521.

Bouyoucos, C.J. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soil. Agronomy Journal. 54, 464-465.

Clapp, C.E., Palazzo, A.J., Larson, W.E., Marten, G.C., and Lindem, D.R. 1987. Uptake of nutrients by plants irrigated with municipal wastewater effluent. In State of Knowledge in Land Treatment of Wastewater. Army Corps of Engineers, Hanover, NH, Germany, 395-404.

Deboz, K. Peterson, S.O. Kure, L.K. and Ambus, T. 2002. Evaluating effects of sewage sluge and household compost on soil physical, chemical and microbiological properties. Applied Soil Ecology. 19, 237-248.

Furrer, O.J. and Stauffer, W. 1983.Influence of sewage sludge application on physical properties of soil and its contribution to the humus balance. Pp:256-271. In: Chen Y and Avnimelech Y (eds). The Role of Organic Matter in Agriculture. Developments in Plant and Soil Science. Martinus Nijhoff Pub. Dordrecht. The Netherlands.

Epstein, E. 1975. Effects of sewage sludge on soil physical properties. J. Environ. Qual. 4, 139-142.

Kemper W.D. and Rosenau R.C. 1986. Aggregate stability and size distribution. In: Klute, A. (ed) Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. Agronomy Monograph No. 9. 2nd Edition. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, WI. 5, 425–442.

Loeppert, R.H. and D.L. Sparks. 1996. Carbonate and gypsum. p. 437-474. In D.L. Sparks(ed.) Methods of Soil Analysis. Part 3, chemical methods. SSSA, Madison, Wisconsin,USA.

Mullins, C,E.,Muleod, D.A., Northcote,K.H., Tisdall, J.M. and Young, I.M. 1990. Hardsetting soils: behavaiour, occurrence and management. Adv. in Soil SCi. 11, 37-108.

Rengasamy, P. 1984. Dispersion of calcium clay. Aust. Journal of Soil Research. 20, 153-158.

Rietz, D.N., and Haynes, R.J. 2003. Effects of irrigation-induced salinity and sodicity on soil microbial activity. Soil Biology and Biochemistry, 35, 845-854.

Selivanovskaya S.Yu., Latypova V.Z. 2006. Effects of composted sewage sludge on microbial biomass, activity and pine seedlings in nursery forest. Waste Management, 26, 1253–125.

Tester, C. F. 1990. Organic amendment effects on physical and chemical properties of sandy soil. Soil Science Society American Journal, 54 (1), 827-831.

Walkley, A., Black, I.A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science. 37, 29-38.

Topic for submission: Waste Management to Reduce Environmental Risks

Effects of Sewage Sludge on Soil Physical and Chemical Characteristics

Kazemipour*[1], M., Kazemi[2], R., Ghorbani[3], Sh.

[1] Ph. D. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Shahrekurd, Iran

[2] M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Shahrekurd, Iran

[3] Professor, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Shahrekurd, Iran

Abstract

This study was aimed to investigate the effect of sewage sludge on some physical and chemical properties of soil. For this purpose, soil samples with sandy lymphatic texture from Chalivan region were prepared in Saman, Chaharmahal and Bakhtiari province. This research was conducted in a complete randomized design with 3 treatments (0, 21.3 and 44.41%) in 3 replications. After one month mixing the sludge with the soil, the physical and chemical characteristics were measured by standard methods. The results showed that the all rates of sewage sludge caused a significant increase in EC and organic carbon content, relative to the control (without sewage sludge) in the range of 44.14 percent. The pH and calcium carbonate content of treated sewage sludge showed a significant decrease as compared with control treatment. Also, application of the sludge at the rate of 44.14%, increased mean weight diameter of aggregates (2.15%) and the amount of dispersible clay (1.35%) showed a significant decrease as compared with control treatment. In general, this study shows that the use of sewage sludge due to having high content of organic compounds can improve soil physical properties and improve crop yield.

Keywords: Sewage sludge, Physical Properties, Chemical Properties

* Corresponding author, Email: Kazemipoor.mahsa@yahoo.com