محور مقاله: گرد و غبار، مسائل زیست محیطی و مهار آن

اثر کاربرد لجن فاضلاب بر تغییرات زمانی رس قابل انتشار و ماده آلی در یک خاک آهکی

فاطمه سادات علوی[۱*]، عبدالمجید ثامنی[۲]، سید علی اکبر موسوی[۲] ، مهدی زارعی[۲]

[۱] دانشجوی دکتری بخش علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

[۲] دانشیار بخش علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

چکیده

اهمیت و جایگاه منابع طبیعی و معضل تغییر و از بین رفتن آن برکسی پوشیده نیست به گونه ای که کمبود ماده آلی در خاک های مناطق خشک سبب کاهش کیفیت فیزیکی خاک و افزایش رواناب و فرسایش آبی می شود. کاربرد ترکیبات آلی (لجن فاضلاب) در این مناطق به عنوان یکی از شیوه های مدیریت پایدار سبب ارتقای کیفیت خاک از نظر ویژگی های فیزیکی-شیمیایی می شود. در این پژوهش اثر کاربرد سطوح مختلف (صفر، ۳۰ و ۶۰ تن در هکتار) لجن فاضلاب در سه زمان ۳۰، ۶۰ و ۱۲۰ روز پس از خوابانیدن بر رس قابل انتشار در آب و کربن آلی خاک بررسی شد. رس قابل انتشار در آب با کاربرد ۳۰ تن در هکتار لجن فاضلاب کاهش یافت ولی با کاربرد ۶۰ تن در هکتار افزایش یافت. حال آنکه مقدار رس قابل انتشار با گذشت زمان به طور معنی‌داری کاهش یافت. از طرفی کربن آلی خاک نیز با افزایش سطوح کاربردی لجن فاضلاب و گذشت زمان رفتار مشابهی را نشان داد.

کلمات کلیدی: رس قابل انتشار در آب، کربن آلی خاک، لجن فاضلاب، فرسایش آبی

مقدمه

اهمیت و جایگاه منابع طبیعی و معضل از بین رفتن و تغییر آن برکسی پوشیده نیست. به گونه ای که اکثر خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران دارای کمتراز یک درصد ماده آلی هستند. این مسئله سبب کاهش کیفیت فیزیکی خاک به ویژه از نظر پایداری ساختمان خاک (شیرانی و همکاران، ۲۰۰۲) و موجب مستعد شدن این خاک ها در برابر انواع فرسایش آبی و بادی می شود. رس قابل انتشار در آب (WDC) از جمله پارامترهای فیزیکی خاک است که می توان با استفاده از آن پایداری خاک را به طور غیر مستقیم اندازه گیری کرد (ایگوه و یودگوبونام، ۲۰۰۸) . میسانگ و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعات خود اذعان کردند که رس قابل انتشار در آب عامل مهمی برای انتقال مواد مغذی و تغییر ساختمان خاک است . همچنین جی یانگ و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعات خود همبستگی معنی داری بین کربن آلی خاک و رس قابل انتشار در آب نشان دادند. هرچند کربن آلی به عنوان یک ویژگی فیزیکی خاک تلقی نمی شود (رینولد و همکاران، ۲۰۰۲). ولی یکی از شیوه های مدیریت پایدار برای بهبود کیفیت خاک برای افزایش تولید محصول و بهبود اکوسیستم است (رزاقی و همکاران، ۲۰۱۶). از این رو لجن فاضلاب به دلیل دارا بودن مقدار زیاد مواد آلی، می‌تواند بر برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک از قبیل پایداری خاکدانه ها، چگالی ظاهری خاک (علوی)، هدایت هیدرولیکی، تهویه و رطوبت خاک (استین، ۱۹۷۵)، و تخلخل کل خاک موثر باشد.

استفاده از لجن فاضلاب به عنوان یک کود آلی می تواند یکی از روش‌های ارتقای کیفیت فیزیکی خاک محسوب شود.زیرا به عنوان اصلاح کننده‌های آلی ارزان قیمت و سهل‌الوصول است که در مقایسه با کود دامی و کاه و کلش می تواند مقرون به صرفه‌تر باشد. با توجه به اینکه در پژوهش های انجام شده تاکنون اثر لجن فاضلاب بر تغییرات زمانی رس قابل پراکنش خاک کمتر مطالعه شده است. لذا این پژوهش با هدف بررسی اثر سطوح مختلف لجن فاضلاب بر تغییرات زمانی رس قابل پراکنش و میزان ماده آلی در یک خاک آهکی انجام شد.

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش خاک مورد نیاز از عمق ۳۰-۰ سانتی متری خاک سری دانشکده (خاک آهکی با بافت لومی رسی) واقع در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در منطقه باجگاه (در محدوده ۵۲ درجه و ۳۲ دقیقه طول شرقی و ۲۹ درجه و ۳۶ دقیقه عرض شمالی) برداشته شد. لجن فاضلاب مورد استفاده از شهرک صنعتی آب باریک فارس تأمین شد و پس از هوا خشک شدن از الک دو میلی متری عبور داده شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار و با تیمارهای لجن فاضلاب در سه سطح صفر ، ۳۰ و ۶۰ تن در هتکار و

* ایمیل نویسنده مسئول: fatemeh.sadat68@yahoo.com

زمان شامل سه زمان ۳۰، ۶۰ و ۱۲۰ روز پس از خوابانیدن انجام شد. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و لجن‌فاضلاب مورد استفاده در جدول ۱ نشان داده شده است. مقدار مورد نیاز از لجن فاضلاب با ۳ کیلوگرم از خاک مورد مطالعه که قبلا هوا خشک شده و از الک چهار میلی‌متر عبور داده شده بود کاملا مخلوط و به گلدان های ۳ کیلوگرمی منتقل شد. نمونه های خاک تیمار شده در محیط آزمایشگاه در محدوده دمای ۳±۲۵ درجه سانتی‌گراد و با توزین هفتگی در محدوده رطوبت ظرفیت مزرعه نگهداری شد. پس از سپری شدن هر یک از زمان‌های ذکر شده طبق روش پوجاسوک و کای (۱۹۹۰) رس قابل انتشار در آب در بین خاکدانه های ۲-۴ میلی متر مورد بررسی قرار گرفت و با دستگاه اسپکتروفتومتری در طول موج ۶۲۰ نانومتر بر اساس کدورت سنجی اندازه گیری شد و به صورت رس قابل پراکنش در کل خاک بیان شد (پوجاسوک و کای، ۱۹۹۰). همچنین ماده آلی با استفاده از روش واکلی و بلاک، (۱۹۳۴) اندازه گیری شد. تجزیه و تحلیل آماری داده های اندازه گیری شده با استفاده از نرم افزار SAS و با به کارگیری آزمون LSD در سطح آماری ۵ درصد انجام شد.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و لجن‌فاضلاب مورد استفاده.

ویژگی‌های اندازه‌گیری شده	واحد اندازه‌گیری	خاک	لجن فاضلاب
پ‌هاش *	-	۷/۸۲	۶/۸۹
قابلیت هدایت الکتریکی عصاره ۱:۵	دسی زیمنس بر متر	۰/۷۶	۳/۶۵
ماده آلی	درصد	۱/۷۷	۲۸/۹۲
نیتروژن کل	درصد	۰/۱۲	۱/۰۳
نسبت کربن به نیتروژن	-	۱۴/۷۵	۲۸/۰۸
کربنات کلسیم معادل	درصد	۴۰	۵۶/۱۶
کلاس بافت	-	رسی سیلتی	-
رطوبت ظرفیت مزرعه	درصد وزنی	۲۵/۸۶	

*. پ‌هاش خاک در خمیر اشباع و پ‌هاش لجن فاضلاب و ورمی کمپوست در نسبت ۱:۵ آب به لجن اندازه‌گیری شد

نتایج و بحث

رس قابل انتشار

نتایج نشان می دهد(جدول ۲) که رس قابل انتشار در خاک با افزودن ۳۰ تن در هکتار لجن فاضلاب در مقایسه با شاهد به طور معنی داری به میزان۱/۷ برابر کاهش یافت. اما با کاربرد ۶۰ تن در هکتار ۸۲ برابر افزایش یافت (هر چند این افزایش از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد معنی دار نبود). که علت آن احتمالا دمای خاک و در نتیجه سرعت تجزیه ماده آلی در سطوح زیاد کاربرد لجن فاضلاب می باشد که تاثیرش بیشتر از کاربرد سطوح کم آن است و در نتیجه در سطوح زیاد لجن به کار برده شده ماده آلی خاک بیشتر تجزیه و از خاک خارج شده و منجر به اختلاف اندک کربن آلی بین تیمارهای مربوط به سطوح مختلف لجن فاضلاب شده است. به همین دلیل شاید برای تاثیر بر ویژگی های خاک مورد بررسی در این تحقیق تا ۳۰ تن بر هکتار لجن فاضلاب موثرتر باشد. نتایج حاصل مطالعه جی یانگ و همکاران و همکاران(۲۰۱۷) بر روی اثر دما و کربن آلی بر پراکنش رس در سه نوع خاک تحت کاربری های مختلف نشان داد که توزیع درجه حرارت و مواد آلی برای رس قابل انتشار خاک، پارامترهای حیاتی است. و همچنین تاجیک و همکاران (۲۰۰۳) در مطالعات خود همبستگی خطی و معنی داری را بین ماده آلی خاک و رس قابل پراکنش بدست آوردند. حال رس قابل انتشار در خاک پس از گذشت ۶۰ و ۱۲۰ روز در مقایسه با ۳۰ روز به ترتیب به میزان ۰/۷۱ و ۰/۱۹ برابر افزایش یافت. شاید علت این امر را بتوان با میزان کربن آلی خاک توجیه کرد، به گونه ای که با گذشت زمان ۶۰ روز کربن آلی خاک افزایش می یابد ولی پس از سپری شدن ۱۲۰ روز مقدار آن کاهش می یابد، که احتمالا تجزیه ی کامل کربن آلی خاک اتفاق افتاده است. اصغری (۱۳۹۰) در مطالعه ی خود بر روی اثر لجن فاظلاب در سطوح و زمان های مختلف، علت کاهش میزان پراکندگی رس پس از گذشت زمان از ۶۰ روز به ۱۸۰ روز را افزایش پایداری خاک بیان کرد.

جدول۲- اثر کاربرد سطوح مختلف لجن فاضلاب بر رس قابل انتشار در آب (مقدار رس قابل انتشار در ۱۰۰ گرم خاک) در زمان های مختلف پس از خوابانیدن

لجن فاضلاب (تن در هکتار)	مدت زمان خوابانیدن (روز)			میانگین
	۳۰	٦۰	۱۲۰	
۰	۰/ ۰۲۲ cd	۰/۰۱۹ cd	۰/۰۰۸ d	۰/۰۵ A
۳۰	۰ / ۰۱ de	۰/۰۲۷ c	۰/۰٤۸ b	۰/۰۲۸ B
٦۰	۰/ ۰۵ b	۰/۰۲۳ c	۰/۱۱ a	۰/۰٦ A
میانگین	۰/۰۱۷ B	۰/۰۲٤ B	۰/۰۹ A	

*میانگین هایی که در هر ردیف یا ستون با حروف مشابه نشان داده شده اند از نظر آماری در سطح ۵ درصد با آزمون LSD اختلاف معنی دار ندارند

ماده آلی

نتایج نشان داد با کاربرد ۳۰ و ۶۰ تن لجن فاضلاب در هکتار میانگین کربن آلی خاک به‌ترتیب به میزان ۷۳ و ۷۴ درصد در مقایسه با شاهد افزایش یافت؛ هرچند بین اثر کاربرد سطوح ۳۰ و ۶۰ تن لجن فاضلاب در هکتار بر کربن آلی خاک اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). در هریک از زمان‌های مورد بررسی نیز با افزایش سطوح کاربردی لجن فاضلاب میزان کربن آلی خاک به‌طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد افزایش یافت (هرچند در هیچ‌یک از زمان‌های مورد مطالعه، تفاوت بین کربن آلی خاک در تیمارهای کاربرد ۳۰ و ۶۰ تن لجن فاضلاب معنی‌دار نبود). علی رغم دو برابر شدن میزان لجن فاضلاب به کار رفته ولی تفاوت معنی‌داری بین کربن آلی در خاک‌های تیمار شده با ۳۰ و ۶۰ تن لجن فاضلاب وجود ندارد که ممکن است به این دلیل باشد که در سطوح زیاد کاربرد لجن فاضلاب احتمالا دمای خاک و در نتیجه سرعت تجزیه ماده آلی افزوده شده زیادتر از سطوح کم کاربرد لجن فاضلاب بوده و در نتیجه در سطوح زیاد لجن به کار برده شده ماده آلی خاک بیشتر تجزیه و از خاک خارج شده است و منجر به اختلاف اندک کربن آلی بین تیمارهای مربوط به سطوح مختلف لجن فاضلاب شده است. میانگین کربن آلی خاک پس از گذشت ۶۰ و ۱۲۰ روز از خوابانیدن در مقایسه با ۳۰ روز به‌ترتیب به میزان ۱۵ و ۴۰ درصد کاهش یافت (جدول ۳). نتایج نشان داد در هر یک از سطوح کاربرد ۳۰ و ۶۰ تن لجن فاضلاب در هکتار نیز با افزایش مدت زمان خوابانیدن میزان کربن آلی خاک در مقایسه با ۳۰ روز به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. دلیل این کاهش احتمالاً تجزیه بخش بیشتری از لجن فاضلاب توسط ریز جانداران خاک در زمان‌های طولانی‌تر خوابانیدن می‌باشد. ناواس و همکاران (۱۹۹۹) نیز در مطالعات خود بر خاک جیپسی سول، افزایش ماده آلی خاک را با کاربرد ۳۲۰ تن در هکتار لجن فاضلاب مشاهده کردند. نتایج مشابهی در رابطه با کاربرد مقادیر مختلف انواع لجن فاضلاب در خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک ایران (کسرایی و ساعدی، ۱۳۸۹ و همت و همکاران، ۲۰۱۰) و سایر کشورها (اگلیدس و همکاران، ۲۰۰۰) گزارش شده است. اوجدا و همکاران (۲۰۰۶) نیز گزارش کردند افزودن لجن فاضلاب سبب افزایش کربن آلی در خاک‌های لوم شنی و لومی مورد مطالعه شد.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل شاید بتوان عنوان کرد که برای تاثیر بر ویژگی های خاک مورد بررسی در این تحقیق تا ۳۰ تن بر هکتار لجن فاضلاب موثرتر باشد و کاربرد مقادیر بیشتر لجن فاضلاب نتواند به همان میزان که در مقادیر کم موثر است بر ویژگی‌های خاک تاثیر داشته باشد. البته این موضوع نیز می‌تواند تحت تاثیر برهمکنش‌های مختلف بین ماده آلی با مواد معدنی خاک قرار گیرد.

جدول۳- اثر کاربرد سطوح مختلف لجن فاضلاب برکربن آلی خاک (درصد) در زمان های مختلف خوابانیدن

لجن فاضلاب (تن در هکتار)	مدت زمان خوابانیدن (روز) ۳۰	۶۰	۱۲۰	میانگین
۰	۱/۲۵ e*	۱/۳۹ c	۱/۲۲ c	۱/۰۸ B
۳۰	۲/۵۱ a	۱/۸۵ b	۱/۳۲ c	۱/۸۷ A
۶۰	۲/۱۸ ab	۲/۳٤ a	۱/۵۸ bc	۱/۸۸ A
میانگین	۱/۹۸ A	۱/۶۸ B	۱/۱۸ C	

*میانگین هایی که در هر ردیف یا ستون با حروف مشابه نشان داده شده اند از نظر آماری در سطح ۵ درصد با آزمون LSD اختلاف معنی دار ندارند

منابع

اصغری, ش. (۱۳۹۰). اثرات لجن فاضلاب پتروشیمی تبریز بر کربن آلی، شاخصهای پایداری خاکدانه و حدود پایای یک خاک منطقه نیمه خشک. نشریه آب و خاک علوم و صنایع کشاورزی.جلد ۲۵، شماره۳، صفحه های ۵۳۰ تا ۵۳۹

علوی، ف.س.، ثامنی، ع.، و موسوی، ع.ا. b۱۳۹۲. اثر کاربرد ورمی‌کمپوست بر پایداری خاکدانه ها در یک خاک آهکی. سیزدهمین کنگره علوم خاک ایران ، دانشگاه شهید چمران، اهواز، بهمن ماه ۱۳۹۲.

کسرایی، ر . و س. ساعدی .۱۳۸۹ . تأثیر لجن فاضلاب مجتمع پتروشیمی تبریز بر رشد گیاه گوجه فرنگی . آب و خاک، جلد ۲۴، شماره ۱، صفحات ۱۰ تا ۲۰.

Aggelides, S. M. and P. A. Londra. 2000. Effects of compost produced from town wastes and sewage sludge on the physical properties of a loamy and a clay soil. Bioresour. Technol. 71: 253-259.

Jiang, C., Séquaris, J.-M., Vereecken, H., & Klumpp, E. 2017. Effects of temperature and associated organic carbon on the fractionation of water-dispersible colloids fromthree silt loam topsoils under different land use. Geoderma, 299, 43-53.

Missong, A. B. (2016). Phosphorus forms in forest soil colloids as revealed by liquid-state 31P-NMR. J. Plant nutrient soil science, 179, 159-167.

Hemmat, A., N. Aghilinategh, Y. Rezainejad, and M. Sadeghi. 2010. Long-term impacts of municipal solid waste compost, sewage sludge and farmyard manure application on organic carbon, bulk density and consistency limits of a calcareous soil in central Iran. Soil Till. Res. 108: 43-50.

Igwe C.A., and Udegbunam O.N. 2008. Soil properties influencing water-dispersible clay and silt in an ultisol in southern Nigeria. International Agrophysics. 22: 319-325 .

Navas, A., J. Machın, and B. Navas. 1999. Use of biosolids to restore the natural vegetation cover on degraded soils in the badlands of Zaragoza. Bioresour. Technol. 69:199–205.

Pojasok T., and Kay B.D. 1990. Assessment of a combination of wet seiving and turbidimetry to characterize the structural stability of moist aggregates. Canadian Journal of Soil Science. 70: 33-42.

Reynolds, W. D., B. T. Bowman, C. F. Dury, C. S. Tan, and X. Lu. 2002. Indicators of soil physical quality: density and storage parameter. Geoderma. 110: 131-146.

Shirani, H., M. A. Hajabbasi, M. Afyuni, and A. Hemmat. 2002. Effect of farmyard and tillage systems on soil physical properties and corn yield in central Iran. Soil Till. Res. 68: 101-108.

Tajik F., Rahimi H., and Pazira E. 2003. Effects of electrical conductivity and sodium adsorption ratio of water on aggregate stability in soils with different organic matter content. Journal of Agriculture Science and Technology. 5: 67-75.

Tejeda, M., & Genzalez, J. L. 2008. Influence of two organic amendments on the soil physical prpperties. Geoderma, 145, 325-334.

Walkley, A., & Black, T. A. 1934. An examination of the Degljarell method for determinating soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science, 37: 29-38.

Topic for submission: Dust, Environmental Problems and Controlling Methods

Effect of sewage sludge on temporal variation of dispersible clay and organic matter content of a calcareous soil

Alavi[*1], F.S.,Sameni [2], A., Moosavi, A.A.[2], Zareie, M.[2]

[1] Ph.D. Student, Department of Soil Science and Engineering, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran

[2] Associate Prof., Department of Soil Science and Engineering, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran

Abstract

The importance of natural resources, and their changes and destruction is obvious. So that Low organic matter in arid and semiarid soils results in decreasing physical quality and increasing runoff and water soil erosion. Application of organic compounds (sewage sludge) as sustainable management in these regions can improve soil quality in terms of physical and chemical. In the present research effect of different levels of sewage sludge (0, 30 and 60 ton ha-1) on water dispersible clay and organic carbon, was studied over three time periods of 30, 60 and 120 days after application of sewage sludge. Water dispersible clay decreased by 30 tons per hectare, but increased by 60 tons per hectare. However, the amount of it decreased over time; whereas water dispersible clay decreased by 30 tons per hectare, but increased by 60 tons per hectare. However, the amount of Water dispersible clay decreased over time. On the other hand, soil organic carbon showed similar behavior with increasing levels of application and over time.

Keywords: water dispersible clay, soil organic carbon, water erosion, sewage sludge

[*] Corresponding author, Email: fatemeh.sadat68@yahoo.com