شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

تأثیر لجن فاضلاب و بیوچار آن بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

میترا حاج‌عابدی[1]*، شمس‌الله ایوبی[2]، محمد رضا مصدقی[2]

[1] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[2] استاد گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

در این پژوهش به منظور بررسی اثر لجن فاضلاب و بیوچار آن بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، این اصلاح‌کننده‌ها در سطوح صفر، ۰/۵٪، ۱٪ و ۲٪ به دو نوع خاک با بافت لوم رسی سیلتی و لوم رسی شنی با سه تکرار افزوده شدند. زمان انکوباسیون این اصلاح‌کننده‌ها در خاک سه ماه بود. در زمان‌های یک ماه و سه ماه پس از انکوباسیون، برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مانند ماده آلی، هدایت هیدرولیکی اشباع (K_s) و چگالی ظاهری خاک اندازه‌گیری شدند. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با آرایش فاکتوریل تیمارها انجام شد و از آزمون آماری t برای مقایسه نتایج دو زمان استفاده شد. نتایج نشان داد که میزان ماده آلی در هر دو نوع خاک با افزودن اصلاح‌کننده‌ها افزایش یافته و چگالی ظاهری خاک کاهش یافت. به‌طورکلی با گذشت زمان، تأثیر اصلاح‌کننده‌ها بر خاک افزایش یافت. هم‌چنین لجن فاضلاب و بیوچار آن با گذشت زمان موجب کاهش چگالی ظاهری خاک شدند. لجن و بیوچار آن در ماه اول موجب افزایش K_s خاک لوم رسی سیلتی شدند ولی K_s خاک لوم رسی شنی را کاهش دادند.

کلمات کلیدی: بیوچار، ماده آلی، لجن فاضلاب، هدایت هیدرولیکی اشباع

مقدمه

شناخت و بررسی ویژگی‌های فیزیکی خاک برای افزایش بهره‌وری خاک ضروری است. ویژگی‌های هیدرولیکی تعیین‌کننده توانایی نگهداشت آب در خاک بوده و بر نفوذ آب به خاک موثر هستند (Geibler،۲۰۱۲). قربانی (۱۹۹۷) نشان داد که هدایت هیدرولیکی اشباع خاک با سرعت نفوذ رابطه مستقیم دارد؛ بنابراین هرچه سرعت نفوذ در خاک بیش‌تر باشد میزان رواناب و در نتیجه فرسایش خاک کم‌تر می‌شود. لذا یکی از راه‌های جلوگیری از فرسایش خاک افزایش نفوذپذیری است (Geibler و همکاران ۲۰۱۲). اخیراً تعداد زیادی از پژوهش‌ها تأثیر بیوچار بر تراکم خاک (ساختمان و دانه‌بندی)، چگالی ظاهری و نگهداری آب و هدایت هیدرولیکی اشباع[1] (K_s) را گزارش کرده‌اند (Obia و همکاران ۲۰۱۷). ایران، با میانگین بارندگی سالانه حدود ۲۴۷ میلی‌متر به عنوان یک کشور خشک و نیمه‌خشک در جهان طبقه‌بندی شده است. بیش از ۸۰ درصد زمین‌های ایران خشک و نیمه‌خشک هستند. علاوه بر این حدود ۷۵ درصد از بارش‌ها خارج از فصل رشد رخ می‌دهند. متأسفانه حدود ۵۵ درصد از زمین‌های ایران جزء مناطق شیب‌دار است که بیشتر در معرض فرسایش و سیل قرار دارند (Abu Hammad و همکاران ۲۰۱۱). ایران دارای رتبه بالایی در فرسایش آبی (۱۵-۲۰ تن در هکتار) در جهان است. آسیب این فرسایش حدود ۱۴ درصد تولید ناخالص داخلی است. بنابراین پژوهش‌ها در حوضه منابع طبیعی و حفاظت خاک بسیار مهم است (Prosdocimi و همکاران ۲۰۱۶). نفوذ آب به خاک یک فرآیند مهم در چرخه هیدرولوژیکی است؛ کاهش نفوذپذیری آبی خاک موجب افزایش فرسایش خاک می‌شود. در مناطق خشک، بارش کم موجب تشکیل لایه سله در سطح خاک، با ویژگی‌هایی شامل تراکم بیش‌تر، منافذ ریزتر و هدایت هیدرولیکی اشباع کم نسبت به خاک زیرین شده و در نتیجه منجر به کاهش شدید در نفوذ می‌شود (Abrol و همکاران ۲۰۱۶).

اصلاح خاک با زغال زیستی، در بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک مانند ساختار، تخلخل و توزیع اندازه منافذ، ظرفیت آب قابل دسترس و خواص زهکشی خاک مؤثر است. زغال زیستی موجب کمک به بهبود ساختار و کاهش هدررفت خاک با افزایش ثبات خاکدانه‌ها می‌شود (Glaser و همکاران ۲۰۰۲). ورودی فرآیند تولید زغال زیستی، زیست‌توده گیاهی است که می‌تواند بقایای گیاهی، چوب و ضایعات چوبی، برخی کودهای حیوانی، زباله‌ها و پس‌ماندها مانند بقایای کارخانه‌های چوب‌بری، تراشه‌های چوب، خاک اره، بقایای چمن شهری مانند برگ، چمن بریده شده و شاخه درخت، بستر طیور، لجن فاضلات و مواد زائد مقوایی باشد. لیندسی و لوگان (۱۹۹۸) و آرتور و همکاران (۲۰۱۱) بیان کردند که با افزودن لجن فاضلاب به خاک لوم سیلتی و لوم شنی تأثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های فیزیکی خاک مشاهده نشد. علاوه بر این پژوهش‌های دیگر نشان می‌دهند که درصدهای مختلف ماده آلی و به‌ویژه مواد هومیک در خاک منجر به پراکندگی و تجزیه ذرات رس می‌شود (ممدو و همکاران ۲۰۱۶).

* ایمیل نویسنده مسئول: mitrahajabedi.iut95@gmail.com

[1]- Saturated hydraulic conductivity

با توجه به افزایش مقدار ضایعات کشاورزی و شهری، نیاز به یک استراتژی پایدار برای مدیریت و کاهش این باقی‌مانده‌ها وجود دارد. از این رو زغال زیستی (کربن سیاه) به عنوان یک اصلاح‌کننده جدید برای دستیابی به این هدف پیشنهاد شده است (Konz و همکاران ۲۰۰۹). با توجه به اهمیت حفظ آب و خاک در نواحی خشک و نیمه‌خشک، بررسی اثرات اصلاح‌کننده‌های آلی در حفظ خاک و افزایش عملکرد اهمیت دارد. بنابراین پژوهش حاضر با بررسی اثرات سطوح مختلف لجن فاضلاب و بیوچار آن بر برخی ویژگی های شیمیایی و فیزیکی خاک انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان در سال ۹۷-۱۳۹۶ به اجرا در آمد. تیمارهای آزمایشی شامل چهار سطح لجن خشک و بیوچار آن (صفر، ۰/۵٪، ۱٪ و ۲ درصد وزنی) بود که در سه تکرار در ظروف با ابعاد ۱۰×۲۰ سانتی‌متر آماده شده و ترکیب شدند. اصلاح‌کننده‌ها به صورت یکنواخت با خاک‌های نمونه‌برداری‌شده از منطقه تیران اصفهان با دو بافت لوم رسی سیلتی و لوم رسی شنی مخلوط شدند. برای اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در دو ماه، اصلاح‌کننده‌ها در ۱۴۴ ظرف جداگانه با خاک ترکیب شدند. مدت زمان برای انکوباسیون اصلاح‌کننده‌ها در خاک سه ماه بود. در طول مدت انکوباسیون در سه فاصله زمانی ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز، عمق تیمارشده خاک به وسیله آب‌پاش تا حد ظرفیت مزرعه آبیاری شد.

اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی

پیش از اعمال تیمارها، برخی از ویژگی‌های خاک‌های مورد مطالعه تعیین گردید که در جدول ۱ نشان داده شده است. خاک لوم رسی سیلتی (SiCL) با داشتن ۰/۶۷ درصد ماده آلی و pH برابر ۸/۶۸ یک خاک قلیایی و غیرشور است. خاک لوم رسی شنی (SCL) با داشتن ۰/۲۹ درصد ماده آلی و pH برابر ۸/۸۱ یک خاک قلیایی غیرشور است. موقعیت خاک لوم رسی سیلتی در دامنه کوه بود و احتمالاً بیش‌تر در معرض چرای دام قرار گرفته و در اثر بارندگی کربنات کلسیم شسته شده و میزان آن در خاک کاهش یافته است.

پس از اعمال تیمارها در ظروف آزمایشگاهی، برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در فواصل زمانی ۱ و ۳ ماه از زمان اعمال تیمارها اندازه‌گیری شد. آزمایش‌ها شامل اندازه‌گیری ماده آلی به روش والکی و بلاک، آب‌گریزی به روش زمان نفوذ قطره آب (WDPT)، چگالی ظاهری خاک به روش استوانه، توزیع اندازه ذرات به روش پیپت، و هدایت هیدرولیکی اشباع به روش بار ثابت بود. pH در عصاره اشباع با نسبت ۱ به ۱۰ توسط دستگاه pH-متر اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری ظرفیت مزرعه (FC) خاک با استفاده از دستگاه صفحه فشار در مکش ۰/۳۳ بار انجام شد. رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel و تجزیه آماری با نرم‌افزار SAS-9.4 و از آزمون LSD و طرح فاکتوریل دو فاکتوره برای مقایسه‌ی میانگین‌ها استفاده شد. برای مقایسه نتایج دو ماه از آزمون t و نرم‌افزار SPSS[۲] نسخه ۱۷ استفاده شد.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

خاک	بافت	شن	سیلت	رس	ماده آلی	کربنات کلسیم معادل	ظرفیت مزرعه (FC) ($g\ g^{-1}$)	pH
		---------- $kg\ 100\ kg^{-1}$ ----------						
تیران ۱	لوم رسی شنی	۵۱/۳	۲۰/۹	۲۷/۷	۰/۲۹	۴۶/۳	۱۲/۲	۸/۸
تیران ۲	لوم رسی سیلتی	۱۷/۵	۴۷/۳	۳۵/۲	۰/۶۷	۲۷/۸	۱۶/۶	۸/۶۷

نتایج و بحث

مقایسه میانگین اثر اصلی نوع تیمار بر ویژگی‌های خاک در ماه اول در جدول ۲ نشان داده شده است. تأثیر لجن فاضلاب و بیوچار آن بر ویژگی‌های خاک در ماه اول معنی‌دار نشد. مقایسه میانگین اثر اصلی نوع خاک بر ویژگی‌های خاک در ماه اول در جدول ۳ نشان داده شده است. تأثیر اصلاح‌کننده‌ها در خاک SiCL بیش‌تر از خاک SCL بود. اثر اصلی سطوح تیمارها بر چگالی ظاهری (ρ_b) خاک معنی‌داری شد. به طوری که میزان ρ_b

1- Statistical Package for the Social Sciences

خاک در سطح ۲٪ تیمارها کمتر از شاهد و دو سطح دیگر شد. گزارش‌های مختلفی وجود دارد که اصلاح‌کننده‌های افزوده‌شده به‌خاک می‌تواند باعث کاهش ρ_b خاک شود. کاهش ρ_b معمولاً ناشی از افزایش تخلخل کل و به‌ویژه تخلخل منافذ درشت است. منافذ درشت نقش عمده در حرکت آب در خاک دارند و سبب افزایش K_s می‌شوند (Abrol و همکاران ۲۰۱۶)

اثر اصلی بافت خاک بر میزان K_s خاک معنی‌دار شد (جدول ۳). این تأثیر در خاک SiCL بیش‌تر بود. اثر اصلی نوع تیمار بر میزان K_s خاک معنی‌دار بود و تأثیر تیمار لجن فاضلاب بیش‌تر از بیوچار بود (جدول ۲). هم‌چنین اثر اصلی سطوح تیمارها بر میزان K_s خاک معنی‌دار شد. به این صورت که سطح ۱ درصد ($C_۲$) و ۲ درصد ($C_۴$) تیمارها، مقادیر K_s بیش‌تری نسبت به سطح ۰/۵ درصد ($C_۲$) و شاهد ($C_۱$) داشتند. بیوچار دارای تخلخل و سطوح داخلی زیاد است. هرات و همکاران (۲۰۱۳) بیان کردند که کاربرد بیوچار در خاک می‌تواند ساختمان و هدایت هیدرولیکی خاک را بهبود بخشد (Zong و همکاران ۲۰۱۷). آتکنسون (۲۰۱۰) بیان کرد که ظرفیت نگهداری آب در خاک‌های شنی اصلاح‌شده با بیوچار، بیش‌تر از خاک‌های رسی است (Zong و همکاران ۲۰۱۷).

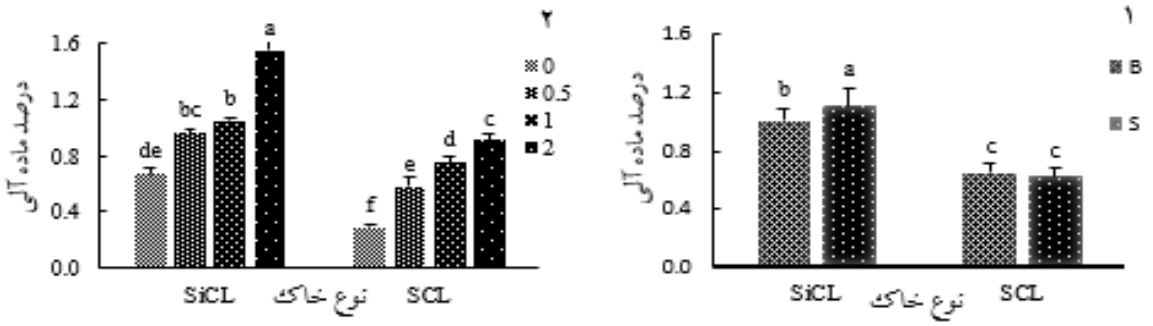
جدول ۲- مقایسه میانگین اثر اصلی نوع تیمار بر ویژگی‌های خاک در ماه اول

نوع تیمار	ماده آلی (٪)	چگالی ظاهری ($g\ cm^{-3}$)	هدایت هیدرولیکی اشباع ($cm\ h^{-1}$)
بیوچار	۰/۸۳^a	۱/۴۰^a	۴/۳^b
لجن فاضلاب	۰/۸۶^a	۱/۴۳^a	۴/۵^a

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر اصلی نوع خاک بر ویژگی‌های خاک در ماه اول

نوع خاک	ماده آلی (٪)	چگالی ظاهری ($g\ cm^{-3}$)	هدایت هیدرولیکی اشباع ($cm\ h^{-1}$)
لوم رسی سیلتی	۱/۰۶^a	۱/۳۳^b	۶/۱^a
لوم رسی شنی	۰/۶۳^b	۱/۵۳^a	۳/۲^b

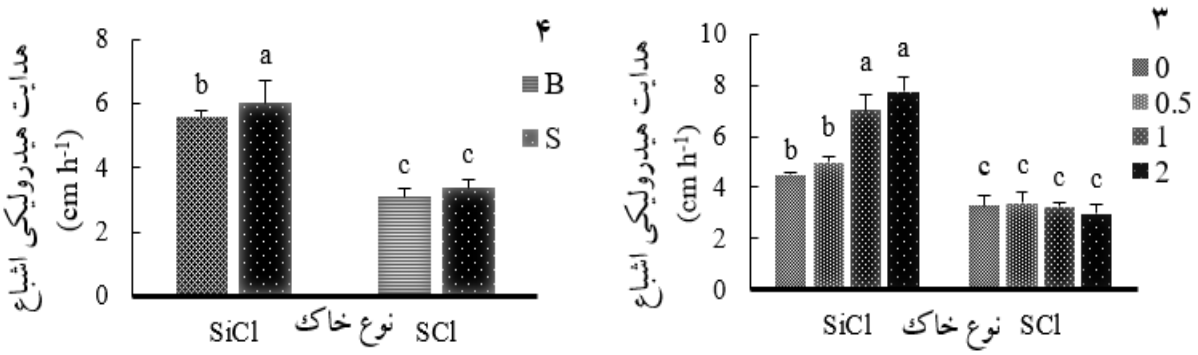
برهم‌کنش نوع خاک و تیمار بر میزان ماده آلی خاک (OM) در خاک SCL در شکل ۱ نشان داده شده است. در این خاک تفاوت معنی‌داری بین تأثیر لجن فاضلاب و بیوچار آن بر میزان OM مشاهده نمی‌شود. برهم‌کنش نوع خاک و سطح تیمار بر میزان OM خاک معنی‌دار شد (شکل ۲). تأثیر تیمار لجن فاضلاب و بیوچار آن بر افزایش OM در خاک SiCL بیش‌تر از خاک SCL بود. هم‌چنین در سطوح مختلف تیمارها، سطح ۲ درصد ($C_۴$) حداکثر تأثیر را بر افزایش OM در هر دو خاک داشت. در این پژوهش برهم‌کنش نوع خاک با تیمار و نوع خاک با سطوح تیمارها بر افزایش OM خاک، تأثیر مثبت و معنی‌داری را نشان داد. این تأثیر مثبت در خاک SiCL بیش‌تر از خاک SCL بود. راملو و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که اصلاح‌کننده افزوده‌شده به خاک مانند لجن فاضلاب، ویژگی‌های خاک را بهبود می‌بخشد و موجب افزایش تخلخل و OM، و کاهش ρ_b خاک می‌شود، که این یافته‌ها با نتایج پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد. در این پژوهش برهم‌کنش نوع خاک با تیمار و نوع خاک با سطوح تیمارها بر افزایش OM خاک، تأثیر مثبت و معنی‌داری را نشان داد. این تأثیر مثبت در خاک SiCL بیش‌تر از خاک SCL بود. افزودن بیوچار مقدار ماده آلی خاک را بهبود می‌بخشد (Laghari و همکاران ۲۰۱۵). لایرد (۲۰۱۰) گزارش کرد که استفاده از بیوچار میزان OM خاک را افزایش داد و حتی ترکیب بیوچار با کود کشاورزی منجر به افزایش بیش‌تر آن شد (Laghari و همکاران ۲۰۱۵). ماده آلی خاک یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده باروری خاک به‌عنوان شاخصی از کیفیت خاک است. با این حال، سطح کربن آلی در خاک‌های کشاورزی در سراسر جهان از طریق کشت فشرده، چرا و فرسایش خاک کاهش می‌یابد. افزودن لجن فاضلاب و بیوچار آن، یک عامل افزایش‌دهنده برای اطمینان از سطح کافی کربن و جلوگیری از تخریب خاک است (Glab و همکاران ۲۰۱۸).



شکل ۱- برهم‌کنش نوع خاک و تیمار بر درصد ماده آلی خاک، شکل ۲- ابرهم‌کنش نوع خاک و سطوح تیمار بر درصد ماده آلی خاک

برهم‌کنش دوگانه نوع خاک و سطوح تیمار بر میزان K_s در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (شکل ۳). تأثیر سطوح مختلف تیمارها بر K_s در خاک SiCL، معنی‌دار بود و با افزایش سطوح تیمارها، روند افزایشی داشت. سطوح ۲ و ۱ درصد تیمارها تأثیر بیش‌تری در افزایش K_s خاک SiCL داشت. تأثیر سطوح مختلف تیمارها بر میزان K_s خاک SCL به‌صورت کاهشی بود و بین سطوح مختلف تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۳). فرض کلی بر این است که لجن و بیوچار آن، به‌علت تعداد زیادی از منافذ ریز و درشت منجر به افزایش ظرفیت نگهداری آب می‌شوند. هراس (۲۰۱۳) گزارش کرد که ذرات بیوچار منجر به افزایش ذرات متخلخل درشت در خاک لوم شنی می‌شود. بنابراین افزودن بیوچار منجر به تغییر K_s خاک می‌شود (Lim و همکاران ۲۰۱۶). خاک اصلاح‌شده با بیوچار به‌دلیل قرار گرفتن ذرات بزرگ بیوچار بین ذرات خاک، اثر بیش‌تری بر کاهش K_s خاک نسبت به اصلاح-کننده با اندازه کوچک‌تر (لجن خشک) دارد (Lim و همکاران ۲۰۱۶). لایرد (۲۰۱۰) هیچ تغییری در مقدار K_s خاک در اثر افزودن بیوچار مشاهده نکرد (Eibisch و همکاران ۲۰۱۵)، که با نتایج پژوهش حاضر در مورد خاک SCL هم‌خوانی داشت.

برهم‌کنش دوگانه نوع خاک و نوع تیمار بر میزان K_s در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۳ و شکل ۳). تأثیر تیمارهای لجن فاضلاب و بیوچار آن بر K_s خاک SiCL معنی‌دار و به‌صورت افزایشی بود. تیمار لجن فاضلاب موجب افزایش بیش‌تر K_s خاک نسبت به تیمار بیوچار شد (شکل ۴). خاک اصلاح‌شده با بیوچار به‌دلیل قرار گرفتن ذرات بزرگ بیوچار بین ذرات خاک، اثر بیش‌تری بر کاهش K_s خاک نسبت به اصلاح‌کننده با اندازه کوچک‌تر (لجن خشک) دارد (Lim و همکاران ۲۰۱۶). برهم‌کنش دوگانه نوع خاک و تیمار بر K_s خاک SCL معنی‌دار نشد. اهمیت آب‌گریزی بیوچار در ویژگی‌های هیدرولیکی خاک مورد توجه قرار گرفته است. گیتینجای (۲۰۱۴) کاهش هدایت هیدرولیکی خاک را به ویژگی آب‌گریزی بیوچارها نسبت داد (Eibisch و همکاران ۲۰۱۵). لیم و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که استفاده از بیوچار چوب موجب کاهش K_s در خاک لوم شنی شد. این کاهش در هدایت هیدرولیکی می‌تواند در خاک‌های با بافت شنی سودمند باشد، زیرا ریشه گیاهان برای مدت طولانی در تماس با جبهه نفوذ قرار می‌گیرند (Lim و همکاران ۲۰۱۶). بوسچر (۲۰۱۰)، کاهش هدایت هیدرولیکی در خاک اصلاح‌شده با بیوچار را، به پوشش داخلی ذرات خاک توسط بیوچار نسبت داد. ذرات ریز اصلاح‌کننده منافذ خاک SCL را پر می‌کند که موجب کاهش نفوذپذیری و افزایش نگهداری آب می‌شود (Laghari و همکاران ۲۰۱۵).



شکل ۳- برهم‌کنش نوع خاک و سطوح تیمار بر هدایت هیدرولیکی اشباع، شکل ۴- برهم‌کنش نوع خاک و تیمار بر هدایت هیدرولیکی اشباع

تغییرات زمانی دو ماه

آزمون آماری t برای بررسی تغییرات زمانی تأثیر اصلاح‌کننده‌ها بر ویژگی‌های مورد مطالعه خاک استفاده شد (جدول ۴).

جدول ۴- آزمون آماری t برای بررسی تغییرات زمانی تأثیر اصلاح‌کننده‌ها بر ویژگی‌های خاک لوم رسی سیلتی

ویژگی	ماده آلی	چگالی ظاهری	هدایت هیدرولیکی اشباع
میانگین ماه اول	۱/۱۲	۱/۳۲	۶/۳
میانگین ماه سوم	۱/۰۴	۱/۲۰	۵/۶
تفاوت میانگین دو ماه	۰/۰۶۹**	۰/۱۱۸***	۰/۷۰***

*** معنی‌داری با ۰/۱ درصد احتمال خطا ** معنی‌داری با ۱ درصد احتمال خطا * معنی‌داری با ۵ درصد احتمال خطا ns عدم معنی‌داری

ماده‌آلی (٪)، چگالی ظاهری ($g\ cm^{-3}$)، هدایت هیدرولیکی ($cm\ h^{-1}$).

تغییرات زمانی بین ماه اول و سوم برای بررسی تأثیر اصلاح‌کننده‌های مورد مطالعه بر ویژگی‌های خاک SiCL نیز بررسی شد (جدول ۴). مقادیر OM این خاک در ماه‌های اول و سوم تفاوت معنی‌داری داشت ($P<۰/۰۱$). هم‌چنین تأثیر لجن و بیوچار آن بر ρ_b خاک SiCL در دو ماه مختلف دارای تفاوت معنی‌داری بود ($P<۰/۰۰۱$). به‌این‌صورت که میزان ρ_b خاک در ماه سوم کم‌تر از ماه اول شد. لجن و بیوچار آن دارای ρ_b پایینی هستند. بنابراین ترکیب این اصلاح‌کننده‌ها در خاک حجم همه منافذ خاک را افزایش داده و موجب کاهش ρ_b خاک می‌گردند (Glab و همکاران ۲۰۱۸). کاربرد بیوچار در خاک می‌تواند ویژگی‌های فیزیکی خاک مانند ساختمان خاک، ρ_b، ظرفیت نگهداری آب و K_S را بهبود بخشد (Zong و همکاران ۲۰۱۷). مقدار K_S خاک SiCL در دو زمان دارای تفاوت معنی‌داری بود ($P<۰/۰۰۱$). به‌این‌صورت که میزان K_S ماه سوم کمتر از ماه اول شد. اپستین (۱۹۷۶) بیان کرد که لجن و کمپوست آن میزان نگهداری آب را در خاک لوم سیلتی افزایش می‌دهد که با نتایج این پژوهش هم‌خوانی داشت (Lee و همکاران ۲۰۱۵). البته در پژوهش حاضر K_S ماه سوم کمتر از ماه اول شد. خاک‌های دارای مقدار زیاد رس به‌منظور بهبود زهکشی و نفوذ آب برای بهره‌وری محصول، باید با اصلاح‌کننده‌های آلی ترکیب شوند (Lim و همکاران ۲۰۱۶). در نهایت ماندگاری اصلاح‌کننده‌ها در خاک SiCL موجب کاهش درصد ماده آلی و ρ_b خاک شد. ماندگاری این اصلاح‌کننده‌ها در خاک موجب کاهش ρ_b و در نتیجه افزایش پایداری ساختمان و K_S نسبت به شاهد شد.

جدول ۵- آزمون آماری t برای بررسی تغییرات زمانی تأثیر اصلاح‌کننده‌ها بر ویژگی‌های خاک لوم رسی شنی

ویژگی	ماده آلی	چگالی ظاهری	هدایت هیدرولیکی اشباع
میانگین ماه اول	۰/۶۸	۱/۵۳	۳/۲۱
میانگین ماه سوم	۰/۹۸	۱/۴۲	۳/۵۹
تفاوت میانگین دو ماه	۰/۳۰**	۰/۱۰***	۰/۳۷*

*** معنی‌داری با ۰/۱ درصد احتمال خطا ** معنی‌داری با ۱ درصد احتمال خطا * معنی‌داری با ۵ درصد احتمال خطا ns عدم معنی‌داری

ماده‌آلی (٪)، چگالی ظاهری ($g\ cm^{-3}$)، هدایت هیدرولیکی اشباع ($cm\ h^{-1}$).

تغییرات زمانی بین ماه اول و سوم برای بررسی تأثیر اصلاح‌کننده‌ها بر ویژگی‌های خاک SCL نیز بررسی شد (جدول ۵). مقادیر ماده آلی خاک SCL در دو زمان تفاوت معنی‌داری داشت ($P<0/01$) به‌این‌صورت که ماده آلی در ماه سوم بیش‌تر از ماه اول شد. مقادیر ρ_b خاک SCL در دو زمان تفاوت معنی‌داری داشت ($P<0/001$). به‌این‌صورت که میزان ρ_b خاک در ماه سوم کمتر از ماه اول شد. در نتیجه ماندگاری اصلاح‌کننده‌ها در خاک ρ_b خاک را کاهش دادند. کاهش ρ_b معمولاً نتیجه افزایش تخلخل کل و به‌ویژه تخلخل منافذ بزرگ خاک است. منافذ بزرگ نقش زیادی در هدایت هیدرولیکی اشباع خاک دارند (Abrol و همکاران ۲۰۱۶). مقادیر K_s خاک SCL در ماه اول و سوم تفاوت معنی‌داری داشت ($P<0/001$). به‌این‌صورت که میزان K_s خاک در ماه سوم بیش‌تر از ماه اول شد. لجن و بیوچار آن به‌دلیل آب‌گریزی و یا پرکردن فضای بین ذرات خاک موجب کاهش K_s خاک شد. اما با گذشت زمان میزان K_s خاک در ماه سوم بیش‌تر از ماه اول شد. ماندگاری لجن و بیوچار آن در خاک، به‌دلیل ساختار بسیار متخلخل و سطوح داخلی بزرگ بیوچار، منافذ درشت خاک را به طور معنی‌داری افزایش می‌دهد؛ در نتیجه موجب بهبود هوادهی و نگهداری آب می‌گردد (Glab و همکاران ۲۰۱۸). توماس و همکاران (۲۰۱۸) بیان کردند که تأثیر لجن فاضلاب در خاک با بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک، موجب افزایش ظرفیت نگهداری آب می‌گردد. این اثر در خاک‌های شنی بیش‌تر مشهود است. با این‌حال، جعفری و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که هیچ اثر قابل توجهی برای استفاده از بیوچار در حفظ رطوبت خاک‌های شنی یافت نشد (Glab و همکاران ۲۰۱۸).

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که ماندگاری اصلاح‌کننده‌ها در خاک موجب افزایش ماده آلی خاک شد. درصدهای مختلف اصلاح‌کننده‌ها در خاک لوم رسی شنی موجب کاهش هدایت هیدرولیکی اشباع خاک نسبت به شاهد در ماه‌های اول و سوم شدند. افزایش سطح اصلاح‌کننده‌ها موجب کم‌ترین هدایت هیدرولیکی اشباع در خاک لوم رسی شنی، و بیش‌ترین هدایت هیدرولیکی اشباع در خاک لوم رسی سیلتی شد. با این‌حال ماندگاری اصلاح‌کننده‌ها موجب افزایش هدایت هیدرولیکی اشباع خاک لوم رسی شنی، و کاهش هدایت هیدرولیکی اشباع خاک لوم رسی سیلتی در ماه سوم شد. به‌طورکلی اصلاح‌کننده لجن فاضلاب با گذشت زمان موجب کاهش ρ_b در خاک شد، و پایداری بیوچار لجن فاضلاب در خاک موجب کاهش ρ_b شد.

منابع

Abrol, V., Ben-Hur, M., Varheijen, G., Keizer, J.J., Martins, M.A., Tenaw, H., and Graber., E. R. 2016. Biochar effects on soil water infiltration and erosion under seal formation conditions: rainfall simulation experiment. J. Soil Sediment. 16, 2709–2719.

Abu Hammad, A. 2011. Watershed erosion risk assessment and management utilizing revised universal soil loss equation-geographic information systems in the Mediterranean environments. Water Environ. J. 25(2), 149–162.

Eibisch, N., Durner, W., Bechtold, M., Fub, R., Mikutta, R., Woche, S. K., and Helfrich, M. 2015. Does water repellency of pyrochars and hydrochars counter their positive effects on soil hydraulic properties. Geoderma 245, 31–39.

Geibler, C., Kuhn, P., Bohnke, M., Bruelheide, H., Shi, X., and Scholten, T. 2012. Splash erosion potential under tree canopies in subtropical SE China. Catena. 91, 85–93.

Glab, T., Zabinski, A., Sadowska, U., Gondek, K., Kopec, M., Mierzwa–Hersztek, M., and Tabor, S. 2018. Effects of co-composted maize, sewage sludge, and biochar mixtures on hydrological and physical qualities of sandy soil. Geoderma. 315, 27–35.

Glaser, B., Lehmann, J., and Zech, W. 2002. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal- a review. Biol. Fertil. Soils. 35(4), 219–230.

Konz, N., Banninger, D., Nearing, M., and Alewell, C. 2009. Does WEPP meet the specificity of soil erosion in steep mountain regions. Hydrol. Earth. Syst. Sci. Discuss. 6, 2153–2188.

Laghari, M., Mirjat, M. S., Hu, Z., Fazal, S., Xiao, B., Hu, M., and Guo, D. 2015. Effects of biochar application rate on sandy desert soil properties and sorghum growth. Catena. 135, 313–320.

Lee, S. S., Shah, H. S., Awad, Y. M., Kumar, S., and Ok, Y. S. 2015. Synergy effects of biochar and polyacrylamide on plants growth and soil erosion control. Environ. Earth Sci. 74, 2463–2473.

Lim, T. J., Spokas, K. A., Feyereisen, G., and Novak, J. M. 2016. Predicting the impact of biochar additions on soil hydraulic properties. Chemosphere. 142,136–144.

Mamedov, A. I., Bar-Yosef, B., Levkovich, I., Rosenberg, R., Silber, A., Fine, P., and Levy, G. J. 2016. Amending soil with sludge, manure, humic acid, orthophosphate and phytic acid: effects on infiltration, runoff and sediment loss. Land Degrad. Dev. 27, 1629–1639.

Obia, A., Borresen, T., Martinsen, V., Cornelissen, G., and Mulder, J. 2017. Effect of biochar on crust formation, penetration resistance and hydraulic properties of two coarse-textured tropical soils. Soil Till. Res. 170, 114–121.

Prosdocimi, M., Jordan, A., Tarolli, P., Keesstra, S., Novara, A., and Cerda, A. 2016. The immediate effectiveness of barley straw mulch in reducing soil erodibility and surface runoff generation in Mediterranean vineyards. Sci. Total Environ. 547, 323–330.

Sadeghi, S. H., Hazbavi, Z., and Harchegani, M. K. 2016. Controllability of runoff and soil loss from small plots treated by vinasse-produced biochar. Sci. Total Environ. 541, 483–490.

Zong, Y., Wang, Y., Sheng, Y., Wu, C., and Lu, S. 2017. Ameliorating soil acidity and physical properties of two contrasting texture Ultisols with wastewater sludge biochar. Environ. Sci. Pollution Res. 25(26), 25726–25733.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Impact of Sewage Sludge and its Biochar on Selected Soil Physical and Chemical Properties

Hajabedi*[1], M., Ayoubi, S.,[2] Mosaddeghi, M.R.[2]

[1] M.Sc. Student, Department of Soil Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, 84156-83111, Isfahan, Iran.

[2] Professor of Soil Science, Department of Soil Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, 84156-83111, Isfahan, Iran.

Abstract

This study was conducted to examine the effects of sewage sludge and its biochar on selected soil physical and chemical properties. The amendments were applied at the rates of zero, 0.5%, 1% and 2% to two soil types of silty clay loam and sandy clay loam with three replications. The incubation time of these amendments was 3 months. One month and 3 months after the incubation, some soil physical and chemical properties (i.e., organic matter content, saturated hydraulic conductivity, K_s, and bulk density) were measured. The experiment was conducted in a randomized complete block design with factorial arrangement of treatments and the results of the two times were compared using *t*-test. The results showed that the organic matter content of both soil types increased and the bulk density decreased with the addition of amendments. With an increment in the incubation time, the effects of amendments on soil increased; sewage sludge and its biochar over the time reduced the soil bulk density. In the first month, they increased the K_s of silty clay loam soil and reduced the K_s of sandy clay loam soil.

Keywords: Biochar, Organic matter, Sewage sludge, Saturated hydraulic conductivity

* Corresponding author, Email: mitrahajabedi.iut95@gmail.com