محور مقاله: پیدایش و رده‌بندی خاک

اثر بیوچار تهیه شده از پودر استخوان بر توزیع و پایداری خاکدانه‌های دو خاک اسیدی و آهکی

فاطمه محمودی*[۱]، محسن شکل‌آبادی[۲]، سعید فراست[۳]

[۱] دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان

[۲] دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان

[۳] استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان

چکیده

ازجمله دلایل حساس بودن برخی از خاک‌ها به فرسایش، ناپایداری ساختمان خاک می‌باشد. در این راستا دو موضوع تشکیل خاکدانه و پایداری آن حائز اهمیت است. هدف از انجام این تحقیق بررسی پیامد کاربرد پودر استخوان و بیوچار تهیه‌شده از آن در دمای ۴۰۰ درجه سلسیوس در دو خاک نسبتاً اسیدی و آهکی بر مقدار خاکدانه‌سازی و کربن خاکدانه‌ای آن می‌باشد. سپس تأثیر افزودن مقدار ۳ درصد پودر استخوان و بیوچار تهیه شده از آن به خاک به‌صورت آزمایش فاکتوریل با سه تکرار بررسی شد. نمونه‌ها در ظروف پلاستیکی و رطوبت ظرفیت زراعی به مدت ۱۸۰ روز در دمای آزمایشگاه نگهداری شدند. نتایج بیانگر تأثیر معنی‌دار تیمار بیوچار بر پایداری خاکدانه در خاک‌های موردمطالعه است. بیشترین و کمترین مقدار پایداری خاکدانه‌ها به ترتیب در خاک نسبتاً اسیدی و خاک آهکی مشاهده گردید. کاربرد بیوچار باعث بهبود پایداری خاکدانه و به‌تبع آن خصوصیات فیزیکی خاک شد به‌گونه‌ای که با افزودن بیوچار به خاک، بسته به نوع خاک و بیوچار، درصد خاکدانه‌های درشت افزایش یافت. علاوه بر آن با کاربرد بیوچار کربن آلی در خاکدانه‌ها نسبت به تیمار شاهد بیشتر شد که بیانگر این است که بیوچار بر بهبود شیمیایی خاک نیز اثرگذار است. با توجه به پایداری بیوچار در مقابل تجزیه میکروبی و زمان ماندگاری طولانی آن در خاک، مصرف بیوچار باعث افزایش سطح مواد آلی و همچنین تثبیت کربن آلی خاک به مدت طولانی و درنتیجه بهبود خصوصیات خاک به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌گردد.

کلمات کلیدی: بیوچار، پایداری خاکدانه، کربن آلی

مقدمه

ماده آلی از طریق افزایش ویژگی آب‌گریزی و افزایش چسبندگی بین ذرات خاک، باعث افزایش مقاومت خاکدانه‌ها در برابر خیس شدن و پایداری ساختمان خاک می‌شود (Chenu و همکاران، ۲۰۰۰). مواد آلی حاصل از منابع گیاهی و میکروبی با ایجاد پل در فضای بین ذرات، نقش کلیدی در پایداری خاکدانه‌های کوچک ایفاء می‌کند. یکی از جدیدترین منابع ماده آلی، بیوچار می‌باشد که اخیراً به‌عنوان ماده اصلاح‌کننده خاک مورداستفاده قرار گرفته است. این ماده از جنبه‌های مختلف در خاک (فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی) اثرات مثبتی دارد. ماندگاری بیوچار در خاک بسته به شرایط تولید، صدها و حتی هزاران سال برآورد شده است (Cheng و همکاران، ۲۰۰۸). بیوچار بعد از افزوده شدن به خاک، براثر هوادیدگی و قرار گرفتن در معرض فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک، باگذشت زمان به ذرات کوچک‌تر (ذرات به‌اندازه سیلت یا کوچک‌تر) تبدیل‌شده و بدین ترتیب می‌تواند توزیع اندازه ذرات خاک را تغییر دهد (Zhang و همکاران، ۲۰۱۵؛Obia و همکاران، ۲۰۱۶). مطالعات زیادی بر پایه پایداری خاکدانه‌ها در خاک‌های مختلف و هم‌چنین انواع مختلف بیوچار گزارش شده است (Soinne و همکاران، ۲۰۱۴؛ Zhang و همکاران، ۲۰۱۵). Peng و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که کاربرد بیوچار کاه برنج هیچ تأثیری بر پایداری خاکدانه‌ها نداشته است. بنا بر نتایج Khademalrasoul (۲۰۱۴)، از اثرات مثبت بیوچار، افزایش پایداری خاکدانه‌ها بود که ناشی از برقراری پیوند بین بخش فعال بیوچار و سطوح باردار خاکدانه‌ها تولید شد. نتایج پژوهش حسامی کرمانی و همکاران (۱۳۹۵) نشان دادند که افزایش بیوچار در پایان دوره انکوباسیون (۴ ماه) در سطح ۴ درصد نسبت به تیمار شاهد باعث افزایش میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) شد و پایداری خاکدانه‌ها را افزایش داد. در سال‌های اخیر با توجه به اهمیت استفاده از بیوچار در خاک‌ها، این روش به عنوان مسیری در جهت افزایش ذخیره کربن خاک و هم‌چنین ابزاری کارآمد در مطالعات کمی اثرات بیوچار بر خاکدانه‌سازی و سلسله‌مراتب تشکیل ساختمان مطرح شده است. پژوهش حاضر با بررسی اثرات بیوچار تهیه‌شده از استخوان بر ویژگی‌های پایداری خاک انجام گرفت.

* ایمیل نویسنده مسئول: f_mahmoudi91@yahoo.com

مواد و روش‌ها

در این تحقیق به‌منظور بررسی اثر بیوچار بر پایداری خاکدانه، یک خاک با ویژگی‌های آهکی از منطقه همدان و یک خاک با ویژگی‌های نسبتاً اسیدی از منطقه لاهیجان نمونه‌برداری شدند. نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه هوا خشک‌شده و از الک دو میلی‌متر عبور داده شد. بیوچار مورد استفاده حاصل بقایای استخوان تهیه‌شده از کشتارگاه‌های استان همدان جمع‌آوری و از طریق روش گرماکافت در دمای ۴۰۰ درجه سلسیوس در شرایط اکسیژن محدود تهیه شد. تیمارهای پودر استخوان ۳ درصد و بیوچار پودر استخوان تهیه شده در دمای ۴۰۰ درجه با نسبت وزنی ۳ درصد، به‌طور یکنواخت و به‌صورت پودری با خاک عبور داده‌شده از الک ۲ میلی‌متر مخلوط شد خاک بدون تیمار به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. نمونه‌ها در ظروف پلاستیکی و رطوبت ظرفیت زراعی به مدت ۱۸۰ روز در دمای آزمایشگاه نگهداری شدند. پس از پایان زمان آزمایش، نمونه‌ها هوا خشک شده و مقدار کربن آلی و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) به روش‌های بیان‌شده برای هر نمونه اندازه‌گیری شد. پی اچ خاک‌ها با نسبت ۱:۲/۵ اندازه‌گیری شد. کربن آلی خاک با استفاده از اکسیداسیون تر والکلی بلک اندازه‌گیری شد. برای ارزیابی پایداری خاکدانه‌ها از روش الک تر استفاده شد (Cambardella and Elliott،۱۹۹۳). بافت خاک بر اساس روش هیدرومتری و کلاس بافت بر اساس مثلث بافت خاک USDA وزارت کشاورزی امریکا تعیین گردید. داده‌های به دست آمده در این تحقیق به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel نسخه ۲۰۱۳ و تجزیه آماری با نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴ و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال آماری ۵ درصد انجام گردید.

شکل ۱. نمایی از نمونه‌های انکوباسیون

نتایج و بحث

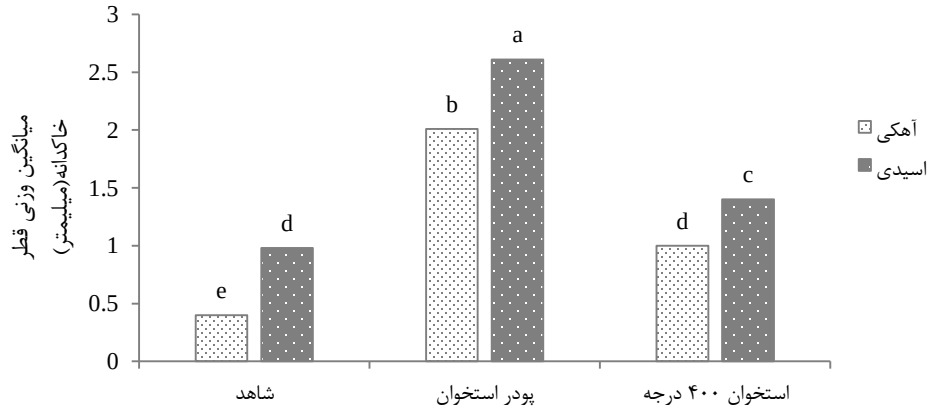
نتایج مربوط به برخی از ویژگی‌های خاک در جدول (۱) ارائه گردیده است. با توجه به جدول (۱) دامنه پی‌اچ در نمونه خاک‌های موردمطالعه به‌طور میانگین از ۵/۹۶ و ۷/۰۹ بود که نشان‌دهنده نسبتاً اسیدی و آهکی بودن نمونه‌ها است. خاکدانه‌ها در بخش اندازه‌ای ذرات بزرگ‌تر از ۰/۲۵ میلی‌متر شامل مجموع خاکدانه‌های باقی‌مانده روی الک ۲، ۱ و ۰/۲۵ میلی‌متر اندازه‌گیری شد.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های خاک موردمطالعه

بافت خاک	pH	EC	کربن آلی	کربنات کلسیم	رس	سیلت	شن
		$dS.m^{-1}$	$g.kg^{-1}$	درصد			
لوم شنی	۷/۰۹	۰/۱۸	۵/۰۳	۲۰	۵	۴۶	۴۹
لوم	۵/۹۶	۰/۵۷	۲۴/۲۵	۰	۹	۴۸	۴۳

pH: واکنش خاک، EC: قابلیت هدایت الکتریکی خاک

کاربرد بیوچار اثر معنی‌داری بر پایداری خاکدانه‌ها و کربن آلی در خاک‌های موردمطالعه نسبت به خاک شاهد داشت ($P<0.05$). این مطلب بیانگر این است که بیوچار اثر مثبت و معنی‌داری بر روی پایداری خاکدانه می‌گذارد. شکل (۲) نشان‌دهنده اثر معنی‌دار و مثبت تیمار پودر استخوان و بیوچار بر روی میانگین وزنی قطر خاکدانه است. با کاربرد تیمار پودر استخوان و بیوچار تهیه شده از آن میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها نسبت به شاهد به‌صورت معنی‌داری افزایش یافت. اگرچه با افزودن بیوچار دمای ۴۰۰ درجه سلسیوس، این شاخص در خاک‌های موردمطالعه نسبت به خاک بدون تیمار افزایش یافت، این نشان‌دهنده بهبود شرایط فیزیکی خاک است. خاک اسیدی به دلیل بالا بودن ماده آلی، بیش‌ترین تأثیرپذیری را به تیمارهای اعمال‌شده از خود نشان داد. از آنجا که خاک اسیدی نوعی خاک جنگلی می‌باشد که خود از نظر تغذیه خاک بسیار غنی می‌باشد و استفاده از سطوح بیشتر ماده آلی در خاک کارایی بیشتری در بهبود ساختمان خاک به‌ویژه پایداری خاکدانه‌های خاک دارد. یافته‌های این پژوهش هم‌راستای پژوهش Obia و همکاران (۲۰۱۶) می‌باشد، آن‌ها نتیجه گرفتند که بیوچار می‌تواند منجر به بهبود شرایط فیزیکی خاک و هم‌چنین افزایش پایداری خاکدانه‌ها گردد. از طرفی اگر تعامل بیوچار با مواد آلی، معدنی و میکروارگانیسم‌ها موردقبول باشد، می‌توان نتایج این پژوهش (شکل ۲) را با تحقیقات Panettieri و همکاران، ۲۰۱۷؛ Vormstein و همکاران، ۲۰۱۷؛ Qian و همکاران، ۲۰۱۵ بر افزایش پایداری خاکدانه‌ها هم‌سو دانست.



شکل ۲. پیامد کاربرد تیمارهای مواد آلی و بیوچار بر روی میانگین وزنی قطر خاکدانه

میانگین اثر متقابل تیمارهای پودر استخوان و بیوچار تهیه شده از آن در خاک‌های مختلف در جدول (۲) ارائه گردیده است. می‌توان دلیل اصلی افزایش شاخص ذرات پایدار در آب بزرگ‌تر از ۰/۲۵ میلی‌متر (WSA >۰/۲۵) میلی‌متر را در تیمارهای یادشده به افزایش میزان ماده آلی در این تیمارها نسبت داد. کاربرد پودر استخوان و بیوچار تهیه‌شده از آن نسبت به شاهد به‌صورت معنی‌داری باعث افزایش خاکدانه‌های پایدار در آب شد. نتایج نشان داد که استفاده از پودر استخوان و بیوچار سبب افزایش معنی‌دار میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها و کربن آلی نسبت به خاک شاهد شد و شرایط ساختمانی و فیزیکی بهتری در خاک ایجاد کردند. نتایج ما به‌وضوح نشان می‌دهد که بیوچار به‌طور معنی‌داری درصد خاکدانه‌های پایدار در آب در بخش درشت خاکدانه‌ای را افزایش داده است. Khademalrasoul (۲۰۱۴) گزارش کرد بیوچار باعث افزایش پایداری خاکدانه‌ها شده و این موضوع ناشی از برقراری پیوند بین بخش فعال بیوچار و سطوح باردار خاکدانه‌ها می‌باشد. بسیاری از تحقیقات نشان داده‌اند که بیوچار منبع مناسبی برای بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌باشد و خاک‌ها را برای کشت در درازمدت به‌ویژه در مناطق گرمسیری، مناسب نگاه می‌دارد (Soinne و همکاران، ۲۰۱۴ و Khademalrasoul و همکاران، ۲۰۱۴).

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل خاک و تیمار بر خصوصیات موردمطالعه خاک

	تیمار	(WSA >۰/۲۵)	کربن موجود در ذرات پایدار بزرگ‌تر از ۰/۲۵ میلی‌متر
آهکی	شاهد	۰/۴۲^{c}	۲۰/۹۲^{c}
	پودر استخوان	۰/۸۴^{a}	۲۲/۹۱^{b}
	استخوان ۴۰۰ درجه	۰/۶۴^{b}	۲۴/۸۳^{a}
نسبتاً اسیدی	شاهد	۰/۶۶^{c}	۷۰/۸۳^{c}
	پودر استخوان	۰/۹۶^{a}	۷۵/۹۸^{b}
	استخوان ۴۰۰ درجه	۰/۷۳^{b}	۷۸/۸۱^{a}

WSA >۰/۲۵: ذرات پایدار در آب بزرگ‌تر از ۰/۲۵ میلی‌متر، حروف نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد آزمون دانکن می‌باشد.

در خاک‌های مورد بررسی، بیوچار استخوان در دمای ۴۰۰ درجه سلسیوس دارای بیشترین مقدار کربن آلی و خاک شاهد نیز کمترین مقدار را به خود اختصاص داد. بنابراین می‌توان گفت که بیشتر بودن مقدار کربن در خاک‌های تیمار شده با بیوچار نسبت به شاهد، احتمالاً ناشی از مقاومت بیشتر بیوچار به تجزیه است. افزایش درجه حرارت در تولید آن سبب افزایش ترکیبات آروماتیک پایدار و خشبی شدن بیشتر مواد آلی و در نتیجه افزایش مقاومت آن در برابر تجزیه می‌شود (Keiluweit و همکاران، ۲۰۱۰)، بنابراین می‌توان اذعان نمود که بیشترین مقدار کربن آلی در خاک اسیدی و کمترین مقدار در خاک آهکی وجود دارد.

نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر نشان داد که استفاده از سطوح بیشتر ماده آلی و بیوچار در خاک عملکرد بالاتری برای بهبود ساختمان خاک به‌ویژه پایداری خاکدانه‌ها و میزان کربن آلی در خاک دارد چنانچه کاربرد تیمارهای مختلف باعث افزایش پایداری خاکدانه در مقایسه با تیمار شاهد (بدون تیمار) گردید. بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک به‌ویژه ساختمان و پایداری آن یک فرایند طولانی است؛ لذا افزایش پایداری خاکدانه در اثر افزودن بیوچار در درازمدت قابل‌انتظار است. خواص پایه‌ای مناسب در یک خاک مانند کربن آلی شرایط بهتری را برای فعالیت‌های میکروبی خاک فراهم می‌کند و می‌تواند تشکیل خاکدانه‌ها و پایداری خاکدانه‌ها در اثر افزایش سطح کاربرد بیوچار را تفسیر نماید. با توجه به اینکه خاک‌های کشور ایران عمدتاً آهکی با pH بالا است و بیوچارهای تولیدی، بازی می‌باشند، کاربرد بیوچار از لحاظ واکنش‌های شیمیایی و بیوشیمیایی محدودیت ایجاد می‌کند. به همین دلیل پیشنهاد می‌گردد مطالعات و بررسی‌هایی در جهت تولید بیوچارهای اسیدی انجام گیرد.

منابع

حسامی کرمانی، م.، ح.جلالی، م. محمودآبادی. ۱۳۹۵. تأثیر بیوچار حاصل از درخت پسته بر پایداری خاکدانه‌های یک خاک سبک بافت، اولین همایش بین‌المللی و دومین همایش ملی کشاورزی، محیط‌زیست و امنیت غذایی، جیرفت، دانشگاه جیرفت.

Cambardella, C., and Elliott, E. 1993. Carbon and nitrogen distribution in aggregates from cultivated and native grassland soils. Soil Science Society of America Journal, 57(4), 1071-1076.

Cheng, C. H., Lehmann, J., Thies, J. E., et al. 2008. Stability of black carbon in soils across a climatic gradient. Journal of Geophysical Research: Biogeosciences, 113(G2).

Chenu, C., Le Bissonnais, Y., and Arrouays, D. 2000. Organic matter influence on clay wettability and soil aggregate stability. Soil Science Society of America Journal, 64(4), 1479-1486.

Keiluweit, M., Nico, P. S., Johnson, M. G., & Kleber, M. 2010. Dynamic molecular structure of plant biomass-derived black carbon (biochar). Environmental science & technology, 44(4), 1247-1253.

Khademalrasoul, A., Naveed, M., Heckrath, G., et al. 2014. Biochar effects on soil aggregate properties under no-till maize. Soil Science, 179(6), 273-283.

Obia, A., Mulder, J., Martinsen, V., et al. 2016. In situ effects of biochar on aggregation, water retention and porosity in light-textured tropical soils. Soil and Tillage Research, 155, 35-44.

Panettieri, M., Rumpel, C., Dignac, M.-F., et al. 2017. Does grassland introduction into cropping cycles affect carbon dynamics through changes of allocation of soil organic matter within aggregate fractions. Science of the Total Environment, 576, 251-263.

Peng, X., Ye, L. L., Wang, C. H., et al. 2011. Temperature- and duration-dependent rice straw-derived biochar: Characteristics and its effects on soil properties of an Ultisol in southern China. Soil and Tillage Research, 112(2), 159-166.

Qian, K., Kumar, A., Zhang, H., et al. 2015. Recent advances in utilization of biochar. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 42, 1055-1064.

Soinne, H., Hovi, J., Tammeorg, P., et al. 2014. Effect of biochar on phosphorus sorption and clay soil aggregate stability. Geoderma, 219, 162-167.

Vormstein, S., Kaiser, M., and Ludwig, B. 2017. Characteristics of organic matter fractions separated by wet-sieving and differences in density from five soils of different pedogenesis under mature beech forest. Paper presented at the EGU General Assembly Conference.

Zhang, Q., Du, Z., Lou, Y., et al. 2015. A one-year short-term biochar application improved carbon accumulation in large macroaggregate fractions. Catena, 127, 26-31.

16th Iranian Soil Science Congress

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

Topic for submission: Soil Genesis and Classification

The effect of bone powder Biochar on the distribution and stability of aggregates in acidic and calcareous soils

Mahmoudi*[1], F., Sheklabadi[2], M, Ferasat[3], S

[1] M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
[2] Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
[3] Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of application of bone powder and biochar prepared at 400 ° C in two soils with different properties on the amount of aggregation and its aggregate carbon. The results show the significant effect of biochemical treatment on aggregate stability in studied soils. The highest and lowest amount of aggregate stability was observed in acidic soil and calcareous soil, respectively. Biochar application improved soil agronomic stability and, consequently, physical properties of soil, so that the percentage of large aggregates increased by adding biochar to the soil, depending on the type of soil and biomass. In addition to organic carbon use in aggregates, it increased as compared with control, indicating that biochar also affects chemical soil improvement. According to biochar stability against microbial degradation and the long-term storage in the soil, biochar increase the organic matter content and also stabilize the organic carbon of the soil for a long time and thus improve the soil properties, especially in arid and semiarid regions.

Keywords: Biochar, Aggregate Stability, Organic Carbon

* Corresponding author, Email: f_mahmoudi91@yahoo.com