تأثیر بیوچار کاه و کلش برنج و ماده آلی بر برخی از خصوصیات فیزیکی خاک

بهاره زمان[۱]، دکتر محمود شعبانپور[۲]، دکتر اکبر فرقانی[۳]
۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی فیزیک و حفاظت خاک دانشگاه گیلان
۲- دانشیار فیزیک و حفاظت خاک دانشگاه گیلان
۳- دانشیار شیمی و حاصلخیزی خاک دانشگاه گیلان

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی تاثیر کاربرد بیوچار (کاه و کلش برنج) و ماده آلی (کود گاوی) در دو نوع خاک (سبک و سنگین) انجام شد. بیوچار و ماده آلی در سه سطح ۰، ۱/۵ و ۳ گرم در کیلوگرم به خاک‌ها اضافه شد. آزمایشات در سه تکرار و مراحل انکوباسیون در دو زمان ۴ و ۸ ماه انجام گردید. الگوی آماری مورد استفاده در این آزمایش، اسپیلیت پلات بر پایه طرح کاملاً تصادفی بود. نتایج نشان داد که افزودن بیوچار و ماده آلی به خاک، باعث کاهش معنی‌دار جرم مخصوص ظاهری خاک شد. افزودن بیوچار و ماده آلی، تاثیر مثبتی در ظرفیت مزرعه (FC) و میانگین وزنی قطر خاکدانه (MWD) داشت و باعث افزایش معنی‌دار این ویژگی‌ها شد.

کلید واژه: بیوچار، پیرولیز، جرم مخصوص ظاهری، میانگین وزنی قطر خاکدانه

مقدمه

بیوچار زغال زیستی تهیه شده از پیرولیز زیتوده[۱] می باشد، پیرولیز فرآیندی است که مواد آلی تحت شرایط اکسیژن پایین و در اثر گرما تجزیه می شوند (Lehman and Joseph, 2009). امروزه اهمیت بیوچار از لحاظ تاثیری که بر خاک دارد نظیر بهبود حاصلخیزی خاک، ذخیره کربن خاک و تصفیه آب خاک مورد توجه قرار گرفته است (Kuhlbusch and Crutzen, 1995).

در کنار اثرات بیوچار بر خصوصیات شیمیایی خاک، بهبود خصوصیات فیزیکی خاک توسط آن نیز مورد بررسی قرار گرفته است. ساختار متخلخل بیوچار باعث به وجود آمدن جرم مخصوص ظاهری پایین آن می‌شود. بسته به نوع مواد خام بیوچار و شرایط تولید آن، جرم مخصوص ظاهری بیوچار بین ۰۸ /۰ تا ۱/۷ گرم بر سانتی متر مکعب می‌باشد (Gundale and Deluca, 2006). تفاوت معنی داری در مقدار جرم مخصوص ظاهری در اثر مصرف بیوچار در مقایسه با خاکهای بدون مصرف بیوچار توسط چندین محقق بیان شده است (Laird et al, 2010). با توجه به کاهش در مقدار جرم مخصوص ظاهری، حجم کل منافذ ماتریکس خاک با افزودن بیوچار، زیاد می‌شود.

همانند اثرات بیوچار بر جرم مخصوص ظاهری و تخلخل خاک، تاثیر آن در نگهداری آب در خاک به دلیل وجود ساختار بسیار متخلخل می‌باشد (Ogawa et al, 2006). تخلخل کل بیوچار تا ۸۰ درصد حجم آن گزارش شده است (Kinney et al, 2012). افزایش در ظرفیت نگهداری آب و ظرفیت آب در دسترس (AWC) خاک شنی با افزودن بیوچار توسط چندین محقق گزارش شده است (Abel et al, 2013). همچنین افزایش در مقدار ظرفیت آب در دسترس در اثر افزودن بیوچار به همراه کمپوست توسط لیو و همکاران (Liu et al, 2012) ذکر شده است. برای خاک‌های لومی بهبود در ظرفیت آب در دسترس و برای خاک های رسی کاهش در این مقدار گزارش شده است.

یک خاک شنی ظرفیت نگهداری آب پایینی دارد که دلیل آن وجود منافذ بزرگ و متوسط است که همراه با مواد آلی خیلی کم یا بدون مواد آلی است. مولکول های آب تنها می‌تواند به وسیله نیروهای کاپیلاری جذب شوند. می توان حدس زد

[1]-Biomass

زمانی که به یک خاک شنی بیوچار اضافه می‌شود یک تغییر و اصلاح در سیستم خلل و فرج خاک ایجاد شده و به وسیله جذب بیشتر مولکول های آب و ایجاد واحدهای متنوع به نگهداری آب کمک می‌کند.

خاک هایی که فشرده هستند و دارای پتانسیل نفوذپذیری کمی هستند می توانند اشباع شوند، رشد ریشه را محدود کنند و باعث کاهش محصول شوند. اگر سیستم خلل و فرج خاک اصلاح شود، قابلیت هدایت آبی افزایش می‌یابد که بیوچار به این امر کمک می کند (Hillel., 1980).

خصوصیات بیوچار نسبت به مواد آلی زغال نشده[1] بسیار متفاوت است. بارز ترین تفاوت شیمیایی بین بیوچار و دیگر مواد آلی، وجود نسبت های زیاد کربن حلقوی و ترکیب شدن این ساختار حلقوی کربن با یکدیگر است (Schmidt and Noack, 2000) که دلیل روشنی برای پایداری بالای بیوچار است.

با توجه به اینکه افزودن بیوچار و مواد آلی خصوصیات خاک را تغییر می‌دهد، هدف از انجام این تحقیق بررسی تاثیر بیوچار و ماده آلی بر برخی خصوصیات فیزیکی دو نوع خاک با بافت متفاوت در دو زمان ۴ و ۸ ماه می‌باشد

مواد و روش ها

این پژوهش به صورت گلدانی در گلخانه تحقیقاتی گروه علوم خاک دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان انجام شد. بیوچار (B) و کود گاوی (OM) در سطوح ۱/۵ و ۳ درصد به طور یکنواخت با خاک گلدان‌ها مخلوط و جهت انجام انکوباسیون آماده شدند. رطوبت گلدانها به صورت هفتگی با توزین آنها اندازه گیری شد و کمبود رطوبت تا حد FC با اضافه کردن آب مقطر تامین شد.

بافت خاک به روش هیدرومتر، میانگین وزنی قطر خاکدانه به روش الک تر، درصد رطوبت زراعی توسط دستگاه صفحه فشاری (Dane and Hopmans, 2002) و جرم مخصوص ظاهری به روش کلوخه و پارافین (Klut, 1986) اندازه گیری شد.

تحقیق به صورت کرت های خرد شده در زمان انجام شد. فاکتور اول شامل ۵ تیمار شامل؛ شاهد، بیوچار در سطح ۱/۵ درصد، بیوچار در سطح ۳ درصد (بیوچار تهیه شده از کاه و کلش برنج)، ماده آلی در سطح ۱/۵ درصد، ماده آلی در سطح ۳ درصد (ماده آلی به صورت کود گاوی پوسیده) و فاکتور دوم شامل بافت خاک (۲ نوع) و در ۳ تکرار بود که در پایان ۴ و ۸ ماه آنالیز خصوصیات خاک روی آن انجام شد (در مجموع ۶۰ گلدان تهیه شد که در زمان ۴ ماه روی ۳۰ گلدان و در زمان ۸ ماه روی ۳۰ گلدان مشابه آنالیز صورت گرفت).

نتایج و بحث

نتایج آزمایش‌های فیزیکی صورت گرفته بر روی نمونه های خاک به کار رفته در این بررسی در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی نمونه‌های خاک

بافت	رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)	MWD (mm)	BD (g cm^{-3})	FC (%)
رسی	۴۵/۸	۳۶/۶	۱۷/۶	۱/۱۶	۱/۳۰	۳۳/۱۴
شن لومی	۱۳/۷	۱۵/۳	۷۰/۴	۰/۵۸	۱/۶۱	۱۴/۴۷

MWD: میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها؛ FC:رطوبت مزرعه؛ BD:جرم مخصوص ظاهری.

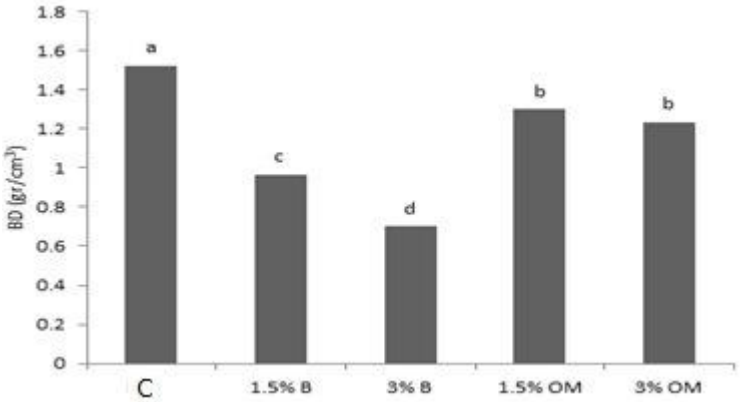
[1]-Uncharred

نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های فیزیکی مورد مطالعه

اثرخاک، تیمار و اثر متقابل بافت خاک در زمان بر جرم مخصوص ظاهری خاک در سطح یک درصد معنی‌دار بود. معنی دار شدن اثر بافت خاک، به این دلیل است که دو بافت خاک استفاده شده دارای جرم مخصوص ظاهری اولیه متفاوتی بوده است. اثر خاک، زمان و اثرات متقابل خاک در زمان، تیمار در زمان و خاک در تیمار در زمان بر رطوبت زراعی خاک و اثر خاک، زمان و اثرات متقابل خاک در زمان، تیمار در زمان و خاک در تیمار در زمان بر میانگین وزنی قطر خاکدانه در سطح یک درصد معنی دار بود.

جرم مخصوص ظاهری خاک

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر تیمار بر جرم مخصوص ظاهری (شکل ۱) نشان می‌دهد که تمام تیمارها نسبت به شاهد دارای کاهش معنی دار بوده و بیشترین کاهش مربوط به تیمار ۳ درصد بیوچار بوده است. اختلاف معنی داری در اثر افزایش سطح تیمار در ماده آلی مشاهده نشد. همانطور که مشاهده می‌شود، تیمارهای بیوچار باعث کاهش بیشتر جرم مخصوص ظاهری خاک نسبت به تیمارهای ماده آلی شده‌اند.



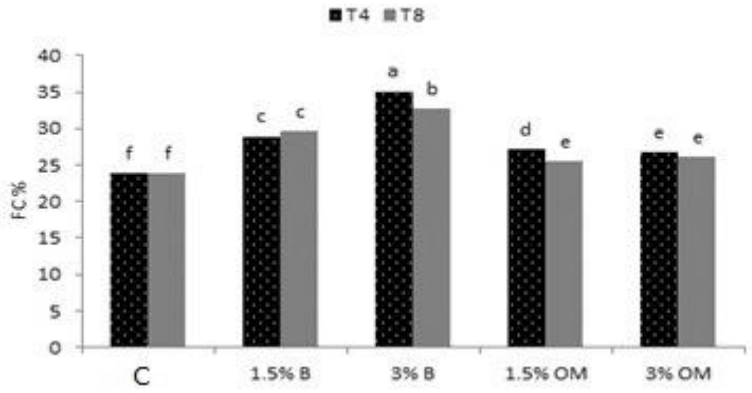
شکل ۱- مقایسه میانگین اثر تیمار بر جرم مخصوص ظاهری خاک

آبل و همکاران (Abel et al., 2013) کاهش در جرم مخصوص ظاهری پس از افزودن بیوچار و هیدروچار را به خاک گزارش کرده اند. آنها تخلخل کل در بیوچار را ۸۲ درصد حجمی گزارش کردند. ژانگ و همکاران (Zhang et al., 2012) گزارش نمودند که کاربرد بیوچار علوفه‌ی گندم باعث کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک شد. در مطالعات هِراس و همکاران (Herath et al., 2013) نیز نتایج مشابهی به دست آمد.

کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک به دو دلیل می‌تواند رخ دهد. دلیل اول مخلوط شدن ماده‌ای با جرم مخصوص کم‌تر با خاک و دلیل دوم آن ناشی از تاثیرات غیر مستقیم ماده آلی است. به این ترتیب که ماده آلی موجب تشکیل ساختمان و دانه‌بندی خاک می‌شود و از این طریق جرم مخصوص ظاهری خاک را کاهش می‌دهد. علاوه بر این، با افزودن مواد آلی به دلیل افزایش تخلخل خاک، جرم مخصوص ظاهری کاهش می یابد (Tejada and Gonzalez, 2006).

رطوبت زراعی خاک

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل نوع تیمار و زمان (شکل ۲) بر FC نشان می‌دهد که بیشترین مقدار FC در تیمار ۳ درصد بیوچار در ماه چهارم و کمترین مقدار آن در تیمار ۱/۵ درصد ماده آلی در ماه هشتم مشاهده شد. تفاوت معنی داری بین تیمار ۱/۵ درصد ماده آلی در ماه هشتم و تیمار ۳ درصد ماده آلی در ماه های چهارم و هشتم اندازه گیری مشاهده نشد.

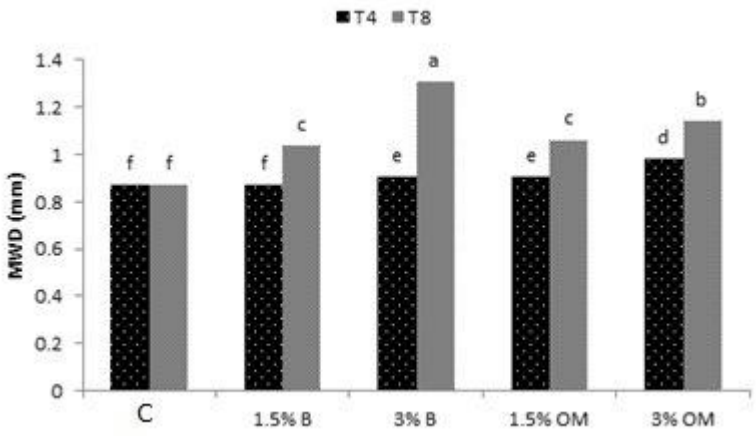


شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل نوع تیمار و زمان بر رطوبت زراعی خاک (FC)

آبل و همکاران (Abel et al., 2013) افزایش معنی داری در مقدار آب قابل دسترس پس از افزودن بیوچار به خاک نسبت به نمونه های شاهد مشاهده کردند. مقدار افزایش به میزان ۱۶/۳ درصد حجمی نسبت به نمونه های شاهد بود. در حالیکه تریون و همکاران (Tryon, 1948) مقدار ۱/۲ درصد و بریگز و همکاران (Briggs et al., 2012) مقدار ۵ درصد افزایش در مقدار آب قابل دسترس را گزارش کرده است.

میانگین وزنی قطر خاکدانه (MWD)

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار و زمان (شکل ۳) بر میانگین وزنی قطر خاکدانه نشان می‌دهد که بیشترین مقدار میانگین وزنی قطر خاکدانه، در سطح ۳ درصد بیوچار و زمان ۸ ماه است. در زمان ۴ ماه اختلاف معنی داری بین سطح ۱/۵ درصد بیوچار و شاهد و همچنین بین تیمارهای ۳ درصد بیوچار و ۱/۵ درصد ماده آلی مشاهده نشد. در زمان ۸ ماه بین تمام سطوح تیمارها با شاهد اختلاف معنی دار شد.



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار و زمان بر میانگین وزنی قطر خاکدانه

تشکیل و پایداری خاکدانه، نقش مهمی در تولید محصول و جلوگیری از تخریب خاک دارند (Amezketa, 1999). شنگ و همکاران (Sheng Gao Lu et al., 2013) گزارش کردند که بیوچار پوسته برنج باعث افزایش تشکیل خاکدانه های بزرگ[1] شده و پایداری خاکدانه را افزایش می‌دهد.کربن موجود در بیوچار پوسته برنج، مانند سیمان عمل کرده، خاکدانه های کوچک[2] را به هم متصل کرده و تشکیل خاکدانه بزرگ می‌دهد.

پایداری خاکدانه علاوه بر تاثیر در حرکت آب و هوا در خاک، بر جوانه زدن و همچنین بر میزان رواناب و فرسایش موثر است. افزایش در میانگین وزنی قطر خاکدانه نشان دهنده توانایی بیوچار در بهبود نیروی چسبندگی[3] بین ذرات خاک است. زاهر و همکاران (Zaher et al., 2005) گزارش کردند که مقدار زیاد کربن آلی در خاک باعث کاهش فشار منافذ و تورم آنها طی خیس شدن مجدد می‌شود و پایداری خاکدانه را بهبود می‌بخشد.

منابع

نجمی، ر. ۱۳۹۲. اثر سه نوع بایوچار (ذغال زیستی) بر برخی خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه گیلان.

Abel S., Peters A., Trinks S., Schonsk H., Facklam M. and Wessolek G. 2013. Impact of biochar and hydrochar addition on water retention and water repellency of sandy soil. Geoderma, 202–203 183–191.

Amezketa E. 1999. Soil aggregate stability: a review, J. Sustain. Agric, 14, 83–151.

Briggs C.M., Breiner J. and Graham R.C. 2005. Contributions of Pinus Ponderosa Charcoal to Soil Chemical and Physical Properties. The ASA-CSSA-SSSA International Annual Meetings (November 6-10, 2005), Salt Lake City, U.S.A.

Dane J. H. and Hopmans, J. H. 2002. Water retention and storage. Methods of soil analysis. Part. 4. SSSA Book Ser.Madison. WI: SSSA;. p. 671–717.

Gundale M. and Deluca T. 2006. Temperature and source material influence ecological attributes of ponderosa pine and Douglas-fir charcoal. Forest Ecology and Management, 231 (1–3), 86–93.

Herath H., Arbestain M. C. and Hedley M. 2013. Effect of biochar on soil physical properties in two contrasting soils: An Alfisol and an Andisol. Geoderma, 209-210 : 188–197.

Hillel D. 1980. Fundamentals of soil physics. Academic Press Inc, New York.

Inskeep W.P. and Silvertooth J.C. 1998. Inhibition of hydroxy apatite precipitation in the presence of fulvic, humic and tannic acids. Soil Sci. Soc. Am. J. 52:941-946.

Kinney T., Masiello C., Dugan B., Hockaday W., Dean M., Zygourakis K. and Barnes R. 2012. Hydrologic properties of biochars produced at different temperatures. Biomass and Bioenergy, 41, 34–43.

Klut A. 1986. Method Of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 2nd ed. Agronomy Monographs, No. 9. American Society of Agronomy and Soil Science Society of American, Madison, Wisconsin. pp. 1188.

Kuhlbusch T. A. J. and Crutzen P. J. 1995. Toward a global estimate of black carbon in residues of vegetation fires representing a sink of atmospheric CO_2 and a source of O_2. Global Biogeochemical Cycles, 9: 491-501.

Laird D., Fleming P., Davis D., Horton R., Wang B. and Karlen D. 2010. Impact of biochar amendments on the quality of a typical midwestern agricultural soil. Geoderma, 158 (3–4), 443–449.

Lehmann J. and Joseph S. 2009. Biochar for Environmental Management. Science and Technology.Earthscan Publications Ltd, ISBN 978-1-84407-658-1.

Liu X. H., Han F. P. and Zhang X. C. 2012. Effect of Biochar on Soil Aggregates in the Loess Plateau: Results from Incubation Experiments. International Journal Of Agriculture & Biology, 14: 975–979.

[1]-Macroaggregates
[2]-Microaggregates
[3]-Cohesion

Ogawa M., Okimori Y. and Takahashi F. 2006. Carbon sequestration by carbonization of biomass and forestation: three case studies. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 11 (2), 421–436.

Schmidt M. and Noack W.I. 2000. Black carbon in soils and sediments: analysis, distribution, implications, and current challenges. Global Biogeochemical Cycles 14: 777-793.

Sheng-Gao Lu □, Fang-Fang Sun, Yu-Tong Zong 2013. Effect of rice husk biochar and coal fly ash on some physical properties of expansive clayey soil (Vertisol). Catena 114 (2014) 37–44.

Tejada M. and. Gonzalez J.L. 2006. The relationships between erodibility and erosion in a soil treated with two organic amendments. Soil and Tillage Res 91: 186–198.

Tryon E. 1948. Effect of charcoal on certain physical, chemical, and biological properties of forest soils. Ecological Monographs 81–115.

Zaher H., Caron, J. and Ouaki B. 2005. Modeling aggregate internal pressure evolution following immersion to quantify mechanisms of structural stability. Soil Sci. Soc. Am. J. 69, 1–12.

Zhang A., Bian R., Pan G., Cui L., Hussain Q., Li L., Zheng J., Zhang X., Han X. and Yu X. 2012. Effects of biochar amendment on soil quality, crop yield and greenhouse gas emission in a Chinese rice paddy: A field study of 2 consecutive rice growing cycles. Field Crops Research, 127 : 153–160.

Effect of rice straw biochar and organic matter on some soil physical properties

B. Zaman[1], M. Shabanpour[2], A. Forghani[3]
1-MSc Graduate, Department of Soil Science, University of Guilan.
2-Associate Prof., Department if Soil Science, University of Guilan
3-Associate Prof., Department if Soil Science, University of Guilan

Abstract

The purpose of this study was to determine the effect of biochar (rice straw) and organic matter (cow manur) application on some soil physical properties in two types of soils. Three different levels of biochar and organic matter (0, 1.5 and 3 gkg^{-1}) was applied to soil and incubation for 4 and 8 months. Experiments were performed in 3 replicate. A split plot based on randomized complete design was used for statistical analysis. Results showed that application of biochar and organic matter in soils, decreased soil bulk density significantly. Applications of biochar and organic matter had positive effects on soil field capacity (FC) and mean weight diameters aggregates (MWD) caused to significant increment in treatments.

Keywords: Biochar, Pyrolysis, Bulk density, Mean Weight Diameter.