



محور مقاله: فیزیک خاک و رشد گیاه

تأثیرات بیوچار کلزا بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی یک خاک با بافت رسی سیلتی

آناهیتا تیموری\*<sup>۱</sup>، علی اشرف امیری نژاد<sup>۲</sup>، مختار قبادی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup>دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی

<sup>۲</sup>استادیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی

<sup>۳</sup>دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی

چکیده

بیوچار نوعی ماده آلی غنی از کربن است که از پیرولیز مواد آلی در شرایط اکسیژن کم تولید می‌شود. به دلیل ویژگی‌های خاص بیوچار نسبت به سایر ترکیبات آلی، افزودن آن به خاک می‌تواند باعث بهبود و اصلاح کیفیت خاک برای یک مدت طولانی شود. پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف بیوچار (صفر، یک و سه درصد وزنی) بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی یک خاک سیلتی کلی و در قالب طرح کامل تصادفی اجراء گردید. بعد از افزودن بیوچار به خاک، برای مدت سه ماه و با حفظ رطوبت در حد ظرفیت گلدانی، عملیات تثبیت بیوچار در خاک صورت گرفت. نتایج نشان داد که کاربرد بیوچار سبب بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک گردیده، به نحوی که ضمن افزایش ماده آلی خاک از ۱/۸۷ به ۶/۶۱ درصد، تخلخل خاک از ۵۶ به ۷۱ درصد و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها از ۰/۶۴ به ۰/۷۱ میلی‌متر به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. البته، هدایت الکتریکی (EC) خاک نیز از ۲/۲۹ به ۳/۰۱ dS/m و pH از ۷/۶۷ به ۸/۰۳ به‌طور جزئی اما معنی‌داری افزایش یافتند. بنابراین، می‌توان گفت که استفاده از بیوچار، یک استراتژی نوین، ارزان و مناسب برای اصلاح و بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک است.

کلمات کلیدی: پایداری خاکدانه‌ها، کیفیت فیزیکی خاک، ماده آلی خاک.

مقدمه

ماده آلی با ایجاد شرایط خاکدانه‌سازی باعث بهبود وضعیت تخلخل و افزایش نفوذ پذیری آب و هوا در خاک شده و لذا یک عنصر اساسی از نظر قابلیت تولید محسوب می‌شود. در سال‌های گذشته، استفاده از کودهای شیمیایی برای دستیابی به عملکرد بالا، سبب گردید تا اهمیت مواد آلی در تولید محصولات کشاورزی کمتر در نظر گرفته شود، در حالی که کودهای آلی از نظر مدیریتی، بر جنبه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک تأثیر گزار است. (Njoku و همکاران ۲۰۱۶). یک راهکار جدید برای بهبود و حفظ سطح ماده آلی خاک در طولانی مدت، استفاده از بیوچار است (Sun و همکاران ۲۰۱۴). بیوچار<sup>۱</sup> یک ماده متخلخل کربنی است که از گرماکافت<sup>۱</sup> بقایای آلی مانند ضایعات گیاهی در دمای بالا و در یک شرایط بدون اکسیژن یا با میزان اکسیژن محدود به دست می‌آید (Uchimiya و همکاران ۲۰۱۹). بنابراین، در مناطق خشک و نیمه خشک با میزان ماده آلی پایین، مصرف بیوچار می‌تواند به عنوان یک ماده اصلاحی، سبب افزایش کربن آلی و بهبود خصوصیات فیزیکی خاک گردد (Mastoa و همکاران ۲۰۱۳). از اثرات بیوچار بر کیفیت فیزیکی خاک، تأثیر آن در افزایش تخلخل کل خاک، افزایش منافذ درشت خاک و افزایش پایداری ساختمان خاک است (Lehmann, and Joseph ۲۰۰۹). همینطور، نتایج تحقیقات متعددی نشان می‌دهد که افزودن بیوچار به خاک باعث کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک می‌شود (Kumar و همکاران ۲۰۱۳). لذا هدف از تحقیق حاضر، بررسی اثر بیوچار کلزا بر خصوصیات و کیفیت فیزیکی یک خاک با بافت رسی سیلتی بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۷ در دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی انجام گردید. تیمار آزمایشی شامل بیوچار کلزا در سه سطح مختلف (صفر، یک و سه درصد وزنی) بود. نمونه‌ی خاک از لایه‌ی سطحی (۰-۳۰ سانتی‌متری) اراضی ماهیدشت استان کرمانشاه تهیه گردید. نمونه‌های خاک بعد از هوا خشک شدن و عبور از الک دو میلی‌متری، برای اندازه‌گیری‌های فیزیکی و شیمیایی لازم مورد استفاده قرار گرفت. بافت خاک به روش هیدرومتر، pH با دستگاه pH سنج، هدایت الکتریکی عصاره خاک (EC) با دستگاه هدایت سنج، کربنات کلسیم معادل به روش خنثی سازی با اسیدکلریدریک و کربن آلی به روش اصلاح شده واکلی و بلاک تعیین شد (جدول ۱).



جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک مورد استفاده

ویژگی خاک	pH	EC dS/m	کربن آلی (درصد)	کربنات کلسیم (درصد)	شن (درصد)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	بافت خاک
مقدار	۷/۷	۲/۳۹	۱/۱	۲۶/۵	۱۶/۴	۴۱	۴۲/۶	رسی سیلتی

برای انجام طرح از گلدان‌هایی با ظرفیت ده کیلوگرم خاک استفاده گردید. نمونه‌ی خاک، بعد از افزودن بیوپچار لازم در داخل گلدان‌ها ریخته شد و برای مدت سه ماه فرایند تثبیت بیوپچار به صورت خوابانیدن انجام گرفت. در طی این مدت، رطوبت گلدان‌ها هر سه روز یکبار در حد ظرفیت گلدانی نگه داشته شد. سپس اندازه گیری‌های فیزیکی و شیمیایی لازم بر روی نمونه های خاک داخل گلدان‌ها صورت گرفت. در این راستا، پایداری خاکدانه‌ها با روش الک تر و چگالی ظاهری خاک به روش کلوخه تعیین و درصد تخلخل نیز مطابق روش مرسوم محاسبه گردید. همچنین، آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS انجام شد.

## نتایج و بحث

### تجزیه واریانس اثر بیوپچار کلزا بر ویژگی‌های خاک

نتایج تجزیه واریانس اثرات بیوپچار کلزا بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۲ آمده است. مطابق این جدول، اثر سطوح بیوپچار کلزا بر جرم‌مخصوص ظاهری خاک، تخلخل، میزان هدایت الکتریکی و pH از نظر آماری در سطح یک درصد و بر مقدار ماده آلی و پایداری خاکدانه‌ها در سطح پنج درصد معنی‌دار شده است.

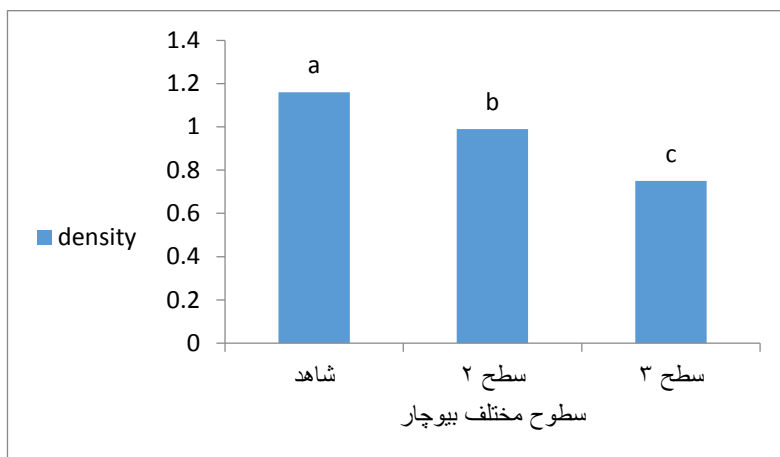
جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس اثر بیوپچار کلزا بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن مخصوص ظاهری	تخلخل	MWD	ماده آلی	EC	pH
بیوپچار	۲	۰/۱۲۷**	۰/۰۱۸*	۰/۰۰۴*	۳/۱۹**	۰/۶۲**	۰/۰۲۴**
خطا	۶	۰/۰۰۵**	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۰/۵۹**	۰/۰۳۹**	۰/۰۱۹**

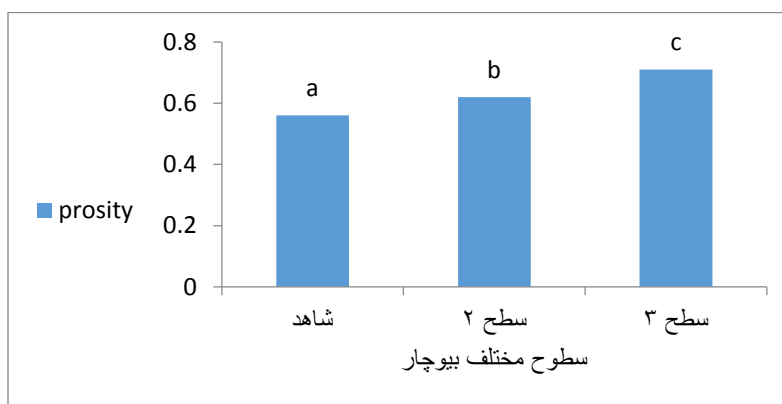
\*\* و \* به ترتیب بیانگر معنی‌دار شدن در سطح یک و پنج درصد

### تأثیرات بیوپچار بر جرم مخصوص ظاهری و تخلخل خاک

سطوح مختلف بیوپچار به‌طور معنی‌داری در سطح یک درصد موجب کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک گردید (شکل ۱). افزودن ماده آلی از قبیل بیوپچار به خاک، با بهبود شرایط خاکدانه‌سازی، وضعیت تخلخل خاک را ارتقاء بخشیده که در نتیجه جرم مخصوص ظاهری خاک کاهش می‌یابد (نیک روش و همکاران، ۱۳۹۷). اختلاف معنی‌داری در میزان جرم مخصوص ظاهری خاک در شرایط مصرف و عدم مصرف بیوپچار در خاک در بعضی تحقیقات گزارش شده است (Lei and Zhang, ۲۰۱۳؛ Hardie و همکاران ۲۰۱۴). شکل ۲ نیز اثرات بیوپچار کلزا بر افزایش تخلخل خاک را نشان می‌دهد. بیوپچار که خود ماده‌ای متخلخل با سطح ویژه بسیار زیاد است، می‌تواند سال‌ها در خاک ماندگاری داشته و در بهبود تخلخل خاک موثر باشد (Liang و همکاران ۲۰۰۶).



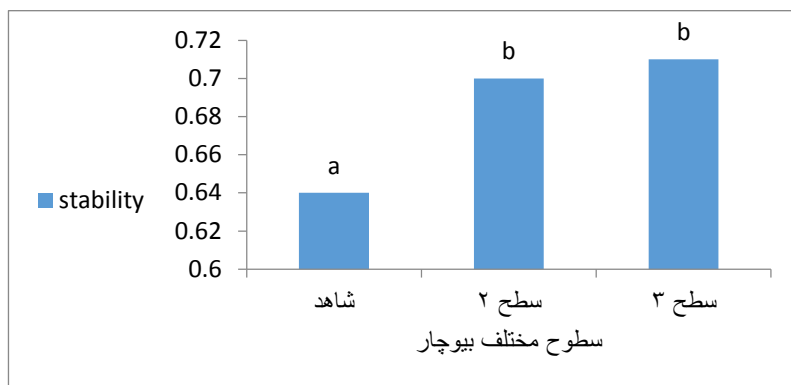
شکل ۱- اثرات بیوچار کلزا بر جرم مخصوص ظاهری خاک



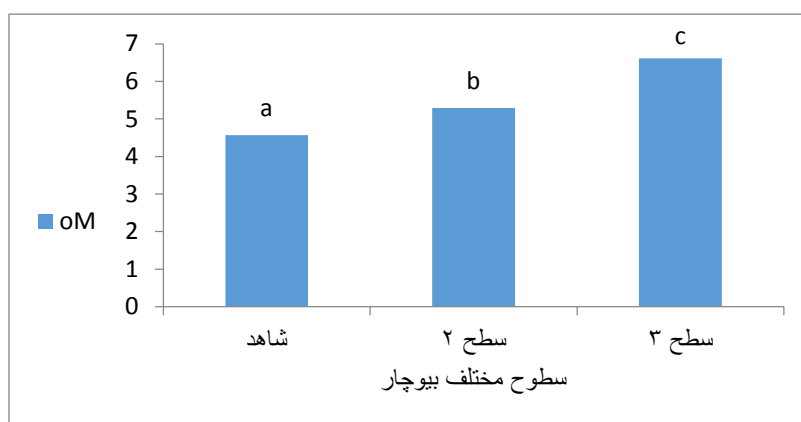
شکل ۲- اثرات بیوچار کلزا بر میزان تخلخل خاک

#### تأثیرات بیوچار بر پایداری خاکدانه‌ها و مقدار ماده آلی خاک

با اضافه کردن سطوح مختلف بیوچار کلزا به خاک اولیه، پایداری خاکدانه‌ها افزایش چشمگیری داشته، بطوری‌که میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها از ۰/۶۴ به ۰/۷۱ میلی‌متر افزایش یافت (شکل ۳). ارزیابی ساختمان خاک که معمولاً بر اساس پایداری خاکدانه‌ها بیان می‌شود (Bronick and Lal, ۲۰۰۵)، تحت تأثیر توزیع مواد آلی در خاک قرار است و افزایش ترکیبات آلی و از جمله بیوچار به خاک، یکی از مهم‌ترین فاکتورهای تعیین‌کننده پایداری خاکدانه‌ها است (Fattet و همکاران ۲۰۱۱). شکل ۴ نیز اثرات معنی‌دار بیوچار بر افزایش میزان ماده آلی خاک را نشان می‌دهد.



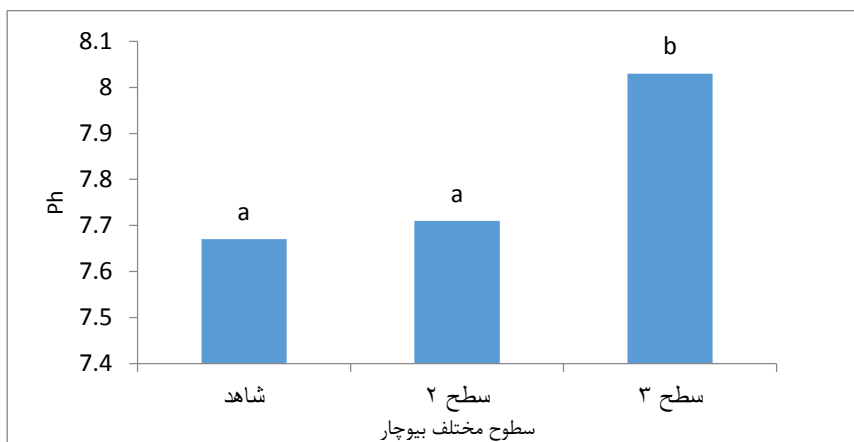
شکل ۳. اثرات بیوچار کلزا بر میانگین وزنی خاکدانه‌ها



شکل ۴. اثرات بیوچار کلزا بر میزان ماده آلی خاک

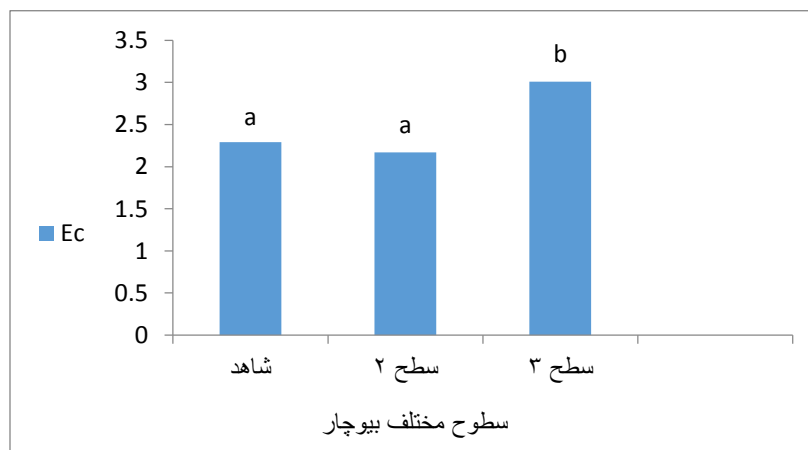
#### تأثیرات بیوچار بر pH و EC خاک

اثر بیوچار کلزا در افزایش pH خاک از نظر آماری در سطح یک درصد معنی‌دار بود (شکل ۵). از آنجا که مواد قلیایی موجود در بیوچار در مقایسه با مواد خام اولیه، به راحتی آزاد می‌شوند، این موضوع می‌تواند دلیل اصلی افزایش pH خاک باشد. البته میزان تأثیر، تحت تأثیر نوع ماده اولیه، درجه حرارت و مدت زمان تولید می‌باشد. مشابه این نتیجه توسط Van Zwieten و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه تأثیر بیوچار بر pH خاک‌های آهکی گزارش شده است.



شکل ۵. اثرات بیوچار کلزا بر میزان pH خاک

همچنین، تاثیر مقدار بیوچار بر قابلیت هدایت الکتریکی (EC) خاک در سطح یک درصد معنی دار شد (شکل ۶). به نظر می رسد افزایش قابلیت هدایت الکتریکی مربوط به افزوده شدن املاح موجود در بیوچار و همچنین تأثیر بیوچار بر ترکیبات خاک و آزادسازی عناصر محلول باشد (خادم و همکاران ۱۳۹۵).



نمودار ۶. اثرات بیوچار کلزا بر میزان هدایت الکتریکی (EC) خاک

### نتیجه گیری

بطور کلی این پژوهش نشان داد که تیمارها و سطوح مختلف بیوچار سبب تغییرات و به عبارتی، بهبود ویژگی‌ها و کیفیت فیزیکی خاک می گردد. بر طبق نتایج حاصله، بیوچار کلزا از طریق افزایش سطح ماده آلی خاک، موجب کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک، افزایش تخلخل و افزایش پایداری خاکدانه‌ها گردید. استفاده از بیوچار به عنوان یک ماده زیستی ارزان و پایدار در خاک، می تواند موجب بهبود بلند مدت خواص و کیفیت فیزیکی خاک و افزایش بهره‌وری محصول گردد. به عبارت دیگر، مقاومت شدید بیوچار در مقابل تجزیه و در نتیجه پایدار بودن آن در خاک، یکی از مزایای استفاده از بیوچار است. ضمن آن که تهیه آن از یکسری منابع ارزان (بقایای گیاهی)، و با صرفه اقتصادی صورت می گیرد. قابل ذکر است که ضمن توجه به مزایای مذکور، کاربرد این ماده در خاک ممکن است موجب افزایش جزئی pH خاک‌های آهکی و یا بالا رفتن میزان EC آن‌ها گردد.



منابع

- نیک روش، ا. برومند نسب، س. نصری، ع. محمدی. ا. ۱۳۹۷. بررسی اثر کاربرد بیوچار و هیدروچار کاه گندم بر خصوصیات فیزیکی یک خاک لوم-شنی. نشریه آب و خاک، ۳۲، ۳۸۷-۳۹۷.
- خادم، ا. ریسی، ف. و بشارتی، ح. ۱۳۹۵. تاثیر بیوچار ذرت بر قابلیت دسترسی عناصر غذایی در خاک های آهکی. دومین کنگره ملی توسعه و ترویج مهندسی کشاورزی و علوم خاک ایران. تهران.
- Bronick, C. J. and Lal, R. 2005. Soil structure and management: a review. *Geoderma*, 124, 3-22.
- Fattet, M. Fu. Y., Ghestem, M. Ma. W., Foulonneau, M., Nespoulos, J., Bissonnais, Y.L. and Stokes, A. 2011. Effects of vegetation type on soil resistance to erosion: Relationship between aggregate stability and shear strength. *Catena*, 8722.
- Hardie, M., Clothier B. Bound S. Oliver G. and Close D. 2014. Does biochar influence soil physical properties and soil water availability? *Plant Soil*, 376: 347361.
- Kumar, S., Masto, R.E. Ram, L.C. Sarkar, P. George, J. and Selvi, V.A. 2013. Biochar preparation and its potential use in soil application. *Ecological Engineering*, 55: 67-72
- Lei, O., and Zhang, R. 2013. Effects of bio-chars derived from different feedstocks and pyrolysis temperatures on soil physical and hydraulic properties. *Journal of Soils and Sediments*, 13: 1561-1572.
- Liang, B., Lehmann, J., Solomon, D., Kinyangi, J. Grossman, J. O'Neill, B. Skjemstad, J.O. Thies, J., Luizao, F.J., Petersen, J. and Neves, E.G. 2006. Black carbon increases cation exchange capacity in soils. *Soil Science Society of America Journal*, 70:17191730
- Masto, R.E. Kumar, S. Rout T.K. Sarkar P. George, J. and Ram, L.C. 2013. Biochar from water Hyacinth (*Eichornia crassipes*) and its impact on soil biological activity. *Catena* 111:64-71.
- Njoku, C., Uguru, B. N., and Chibuike, C. C. 2016. Use of biochar to improve selected soil chemical properties, carbon storage and maize yield in an Ultisol in Abakaliki Ebonyi State, Nigeria. *International Journal of Environmental and Agriculture Research* 2: 15-, 60-69.
- Sun, Y., Gao, B., Yao, Y., Fang, J., Zhang, M., Zhou, Y. Chen, H., and Yang, L. 2014. Effects of feedstock type, production method, and pyrolysis temperature on biochar and hydrochar properties. *Chemical Engineering Journal*, 240: 574-578.
- Uchimiya, M., Lima, I.M., Thomas Klasson, K., Chang, S., Wartelle, L.H., Rodgers, J.E., 2010. Immobilization of heavy metal ions (CuII, CdII, NiII, and PbII) by broiler litter-derived biochars in water and soil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58, 5538-5544.
- Van Zwieten, L., Kimber, S. Morris, S. Chan, K.Y. Downie, A, and Rust, J. 2010. Effects of biochar from slow pyrolysis of paper mill waste on agronomic performance and soil fertility. *Plant Soil*, 46: 327-235.



# 16<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress

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

Topic for submission: Soil Physics and Plant Growth



## Effects of biochar on physical and chemical properties of a soil with a silty clay texture

Taimuori<sup>1</sup>, A., Amirinejad<sup>2</sup>, A.A., Ghobadi, M.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Razi, Iran

<sup>2</sup> Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Razi, Iran

<sup>3</sup> Associate Prof., Department of Agronomy, Faculty of Agriculture University of Razi, Iran

### Abstract

Biochar is a carbon-rich organic matter, is produced by pyrolysis under low oxygen conditions. Because of its special properties, than other organic compounds, adding of biochar can improve the soil quality for a long time. This study was conducted to investigate the effect of different levels of biochar (0, 1 and 3 wt. %) on the physical and chemical properties of a soil with a silty clay texture, in a completely randomized design. After the addition of biochar to the soil, its stabilization operation was carried out for a period of three months, with the maintenance of soil moisture at the pot capacity level. The results showed that application of biochar to the soil, improved soil physical properties, so that soil organic matter increased from 1.87 to 6.61%, soil porosity from 56 to 71% and mean weight diameter of aggregates from 0.64 to 0.71 mm, significantly. Of course, the electrical conductivity (EC) also increased from 2.29 to 3.01 dS/m and soil pH from 7.67 to 8.8. Therefore, it can be said that the use of biochar is a new, inexpensive and suitable strategy to improve the soil physical properties.

**Keywords:** Aggregate stability, soil physical quality, soil organic matter

---

\* Corresponding author, Email: anahita.tamori@gmail.com