



19<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress  
16-18 September, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران  
۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴



۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



## اثر بیوچار پوسته شلتوک برنج بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

فاطمه صداقت کیش خشک‌بجاری<sup>۱\*</sup>، صفورا اسدی کپورچال<sup>۲</sup>، میثاق پرهیزکار<sup>۳</sup>

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم خاک، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

[maedeh.sk78@gmail.com](mailto:maedeh.sk78@gmail.com)

۲- دانشیار، گروه علوم خاک، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۳- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران.

### چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر بیوچار پوسته شلتوک برنج بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک انجام شد. بدین منظور بیوچار تولیدشده در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد در دو سطح ۲ و ۴ درصد استفاده شد. تیمارهای مورد مطالعه به مدت ۴ ماه درون باکس چوبی در رطوبت ۷۵ درصد ظرفیت زراعی نگهداری شدند و سپس برای آنالیز به آزمایشگاه منتقل شدند. نتایج نشان داد ماده آلی و میانگین وزنی قطر خاکدانه پس از استفاده از بیوچار افزایش و جرم ویژه ظاهری و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک کاهش یافت. در نهایت استفاده از بیوچار پوسته شلتوک برنج به بهبود پایداری خاکدانه و تراکم خاک کمک کرده و می‌تواند به‌عنوان بهسازی مناسب برای بهبود ویژگی‌های خاک استفاده شود.

واژگان کلیدی: بیوچار، پایداری خاکدانه، پوسته شلتوک برنج، ظرفیت تبادل کاتیونی.

## مقدمه

مدیریت نامناسب خاک، جنگل‌زدایی وسیع و حذف پوشش گیاهی توسط انسان منجر به فرسایش آبی شدید در شیب‌های تند در سال‌های اخیر شده‌است (Parhizkar et al., 2021, 2023). در بسیاری از کشورهای توسعه نیافته و در حال توسعه، بقایای گیاهی و پسماندهای آلی در مزارع سوزانده می‌شود که در طول زمان مواد آلی خاک را حذف و فعالیت موجودات زنده آن را با محدودیت مواجه می‌کند (Colica et al., 2014). این امر سبب تخریب ساختمان خاک، کاهش نفوذپذیری و افزایش فرسایش خاک می‌شود (Hooker et al., 1982). با توجه به اهمیت تثبیت کربن در خاک و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌توان از بهسازی‌های مناسبی مانند بیوچار جهت بهبود ویژگی‌های خاک استفاده کرد (ناهدان و همکاران، ۱۳۹۹). نفوذ شیرابه‌های آلی به آب‌های زیرزمینی، ورود گازهای گلخانه‌ای به اتمسفر و حجم زیاد کودهای دامی و تجزیه سریع آنها با تبدیل پسماند آلی به بیوچار از بین رفته یا کاهش می‌یابد (Schouten et al., 2012). از بین محصولات زراعی کشت‌شده در ایران، برنج در جایگاه دوم قرار دارد. حدود ۷۹۳ هزار هکتار از اراضی ایران تحت کشت برنج است که حدود ۶۹ درصد این مزارع در استان‌های گیلان و مازندران قرار دارند (آمارنامه کشاورزی، ۱۴۰۳). پوسته برنج، ۲۰ درصد آن را تشکیل می‌دهد که یکی از راه‌های مدیریت آن، تولید بیوچار است (مرشدی و نعیمی، ۱۳۸۶). بیوچار جسمی متخلخل، سیاه‌رنگ، سرشار از کربن، جاذب رطوبت و عناصر غذایی است که در دمای بالا در شرایط اکسیژن محدود در کوره الکتریکی تولید شده و جهت اصلاح خاک برای افزایش حاصلخیزی خاک و ذخیره کربن ایده‌آل می‌باشد (Chan et al., 2007). با توجه به مطالعات، افزایش مقدار مصرف بیوچار اعمال شده، تغییرات بزرگتری در خواص خاک اعمال می‌کند. به‌طور کلی چگالی ظاهری کاهش می‌یابد، پایداری خاکدانه‌های مرطوب، دفع و احتباس آب با افزایش مقدار بیوچار اعمال‌شده افزایش می‌یابد. این کاهش یا افزایش‌ها، با افزایش مقدار بیوچار اعمال‌شده اغلب از یک تابع خطی پیروی می‌کنند اما در چند مورد، این رابطه می‌تواند درجه دوم باشد که نشان می‌دهد اثر بیوچار در نرخ‌های بیشتر می‌تواند کوچکتر باشد یا هیچ تاثیری نداشته باشد (Rogovska et al., 2016). نتایج پژوهش قربانی و امیراحمدی (۱۳۹۷) که به بررسی اثر بیوچار پوسته شلتوک بر روی خواص فیزیکی خاک لومی و رشد گیاه ذرت پرداخته بودند نشان داد که بیوچار سبب بهبود خواص فیزیکی خاک شده و این اثرات در سطح کاربرد ۴ درصد بیشتر از ۲ درصد بوده است. استفاده از بیوچارهای پوسته نارگیل و کود گاوی در یک خاک با بافت لوم شنی در اندونزی نشان داد کاربرد بیوچار در خاک سبب افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک (CEC) شده و آبشویی عناصر غذایی کاهش یافته است (Sukartono et al., 2011). کاربرد بیوچار موجب افزایش خاکدانه‌های درشت و کاهش چگالی ظاهری خاک شد که تاثیر بیوچار بر خاک لوم شنی بیشتر از خاک رس سیلتی بود (Herath, 2013; Ouyang et al., 2013). پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر کاربرد دو سطح مختلف بیوچار پوسته شلتوک بر تقویت خاک و خاکدانه‌سازی و برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی یک خاک جنگلی انجام شده است.

## مواد و روش‌ها

خاک مورد استفاده در این پژوهش از منطقه پارک جنگلی سراوان واقع در جنوب استان گیلان برداشت شد. نمونه‌برداری از خاک به دو روش دست‌خورده و دست‌نخورده از عمق صفر تا بیست سانتی‌متری انجام شد. نمونه‌برداری خاک دست‌نخورده به کمک استوانه‌های فلزی جهت تعیین جرم ویژه ظاهری خاک انجام شد. نمونه دست‌خورده پس از هواخشک شدن، خرد و از الک ۴/۷۵ میلی‌متر عبور داده شد. برای تولید بیوچار، پوسته شلتوک برنج به مدت ۲ ساعت در ظرف فلزی با درب بسته جهت جلوگیری از ورود اکسیژن درون کوره الکتریکی در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و پس از خنک‌شدن و عبور از الک ۱ میلی‌متری، با خاک به میزان ۲ و ۴ درصد وزنی ترکیب شد و به مدت ۴ ماه درون باکس چوبی در رطوبت ۷۵ درصد ظرفیت زراعی نگهداری شدند و سپس برای آنالیز به آزمایشگاه منتقل شدند. لازم به ذکر است یک نمونه خاک نیز به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد. در آزمایشگاه، ماده آلی به روش والکلی و بلک (Walkley and Black, 1934)، جرم ویژه ظاهری به روش سیلندر (Grossman and Reinsch, 2002)، میانگین وزنی قطر خاکدانه به روش الک تر (Nimmo and Perkins, 2002) و ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) به روش (Sumner and miller, 1996) مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه و تحلیل‌های آماری به کمک نرم‌افزار SPSS انجام و نمودارها توسط برنامه EXCEL رسم شد.

## نتایج و بحث

ویژگی‌های اولیه بیوپچار و خاک مورد مطالعه به ترتیب در جدول‌های ۱ و ۲ ارائه شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های بیوپچار پوسته شلتوک برنج

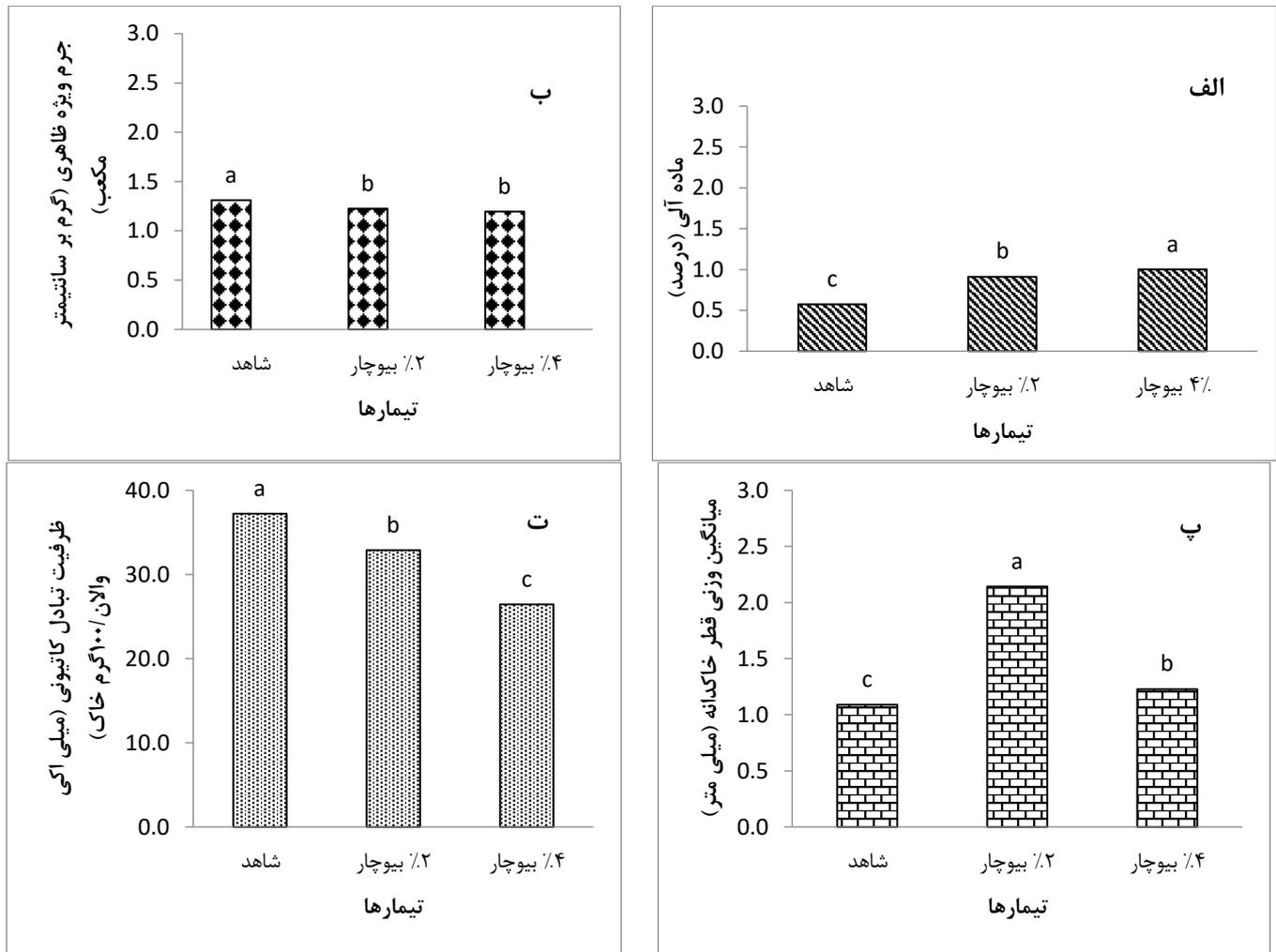
کربن (درصد)	هیدروژن (درصد)	نیتروژن (درصد)	بازده تولید (درصد)	نسبت کربن به نیتروژن	نسبت هیدروژن به کربن	واکنش (pH)	قابلیت هدایت الکتریکی (dS/m)
۴۱/۱۱۵	۱/۲۹۵	۰/۶۸۶	۴۳/۲	۵۹/۹۶۳	۰/۳۸۴	۸/۶۲	۰/۳۸۸

جدول ۲- ویژگی‌های اولیه خاک

بافت خاک	جرم ویژه ظاهری (gr/cm <sup>3</sup> )	جرم ویژه حقیقی (gr/cm <sup>3</sup> )	واکنش خاک (pH)	قابلیت هدایت الکتریکی (dS/m)	ماده آلی (درصد)	پایداری خاکدانه (mm)
رسی	۱/۳۱	۲/۳۲	۷/۸۹	۰/۵۴۷	۰/۶۶	۱/۰۸۷

به کار بردن بیوپچار موجب افزایش ماده آلی خاک نسبت به شاهد شد و این افزایش در سطح کاربرد ۴ درصد بیشتر از ۲ درصد بود (شکل ۱-الف). نتایج مقایسه میانگین تیمارها در پژوهش Sedaghatkish و همکاران (۲۰۲۵) نشان داد کاربرد بیوپچار در سطوح کاربرد ۲ و ۴ درصد دو نوع بیوپچار پوسته شلتوک برنج و پوسته بادام زمینی بر خاک به طور معنی داری بیشتر از شاهد بود. در اثر افزودن هر دو سطح کاربرد بیوپچار به خاک، جرم ویژه ظاهری خاک کاهش یافت (شکل ۱-ب). نتایج پژوهش رزاقی و رضایی (۱۳۹۶) نشان داد کاربرد ۲۵، ۵۰ و ۷۵ تن در هکتار بیوپچار نسبت به خاک شاهد ۴۰ روز پس از اعمال تیمارها، جرم ویژه ظاهری خاک را به ترتیب ۱۵، ۲۴ و ۴۱ درصد کاهش داد. پژوهش‌های دیگر نیز نتایج مشابهی داشتند و کاربرد بیوپچار به کاهش جرم ویژه ظاهری منجر شد (Jien and Wang, 2013; Glab et al., 2016; Sedaghatkish et al., 2025). با افزودن بیوپچار به خاک در سطح ۲ درصد، میانگین وزنی قطر خاکدانه به طور چشمگیری افزایش یافت اما در سطح ۴ درصد دوباره کاهش یافت (شکل ۱-پ). در پژوهش نسیمی و همکاران (۱۳۹۹) روند کلی تغییرات میانگین وزنی قطر خاکدانه در اثر افزایش مقدار بیوپچار برگ خرما از سطح ۰ تا ۲ درصد افزایشی، و با افزایش مدت زمان پس از کاربرد بیوپچار از ۱ تا ۹ ماه کاهش بود. پس کاربرد بیوپچار در کوتاه مدت سبب افزایش میانگین وزنی قطر خاکدانه شد. Burrell و همکاران (2016) نشان دادند که کاربرد بیوپچار در خاک‌های شنی میانگین وزنی قطر خاکدانه را بیشتر از خاک سیلتی و رسی افزایش می‌دهد زیرا بیوپچار می‌تواند پیوند بین ذرات درشت و خاکدانه سازی را در خاک بهبود دهد. استفاده از بیوپچار پوسته شلتوک برنج سبب کاهش CEC خاک نسبت به شاهد شد و با افزایش سطح از ۲ به ۴ درصد باز هم روند نزولی داشت (شکل ۱-ت). دیوبند هفشجانی و همکاران (۱۳۹۶) گزارش کردند که بیوپچار باگاس نیشکر تولیدشده در دمای ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد در ۳ سطح کاربرد پس از ۸ ماه به طور معنی داری ظرفیت تبادل کاتیونی خاک را افزایش داد. در برخی موارد کاربرد بیوپچار ممکن است CEC را به طور قابل توجهی تغییر ندهد (Novak et al., 2009) یا آن را کاهش دهد؛ به طور مثال نتایج حاصل از پژوهش خانلری (۱۳۹۴) نشان داد CEC خاک ترکیب شده با بیوپچار در خاک با بافت رسی و لوم سیلتی دچار کاهش شد که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد و در خاک لوم شنی تغییر معنی داری نیافت. طبق گفته Mitchel و همکاران (2013) وقتی دمای تولید بیوپچار تا ۴۸۰ درجه سانتی‌گراد باشد، برخی از گروه‌های عاملی اسیدی اکسیژن دار بیوپچار مثل فنولیک و کربوکسیل حفظ می‌شود. پس کاهش CEC می‌تواند به دلیل حذف گروه‌های عاملی سطح و تشکیل کربن آروماتیک باشد

(Joseph et al., 2010). مطالعات دیگری گزارش کردند که CEC بیوچار در اثر افزایش دمای تولید کاهش می‌یابد ( Song and Guo 2012; Yao et al. 2012).



شکل ۱- اثر کاربرد بیوچار بر ماده آلی (الف)، جرم ویژه ظاهری (ب)، میانگین وزنی قطر خاکدانه (پ) و ظرفیت تبادل کاتیونی (ت) خاک مورد مطالعه

### نتیجه‌گیری

به طور کلی افزودن بیوچار سبب بهبود ویژگی‌های خاک می‌شود و برای خاک‌های تخریب‌شده و فاقد مواد آلی مفید است و سبب کاهش تراکم خاک و بهبود خاکدانه‌سازی می‌شود. لیکن سطوح کاربرد بیوچار باید کنترل‌شده باشد تا نتیجه عکس ندهد و خاک را حساس به فرسایش و تخریب نکند.

### فهرست منابع

آمارنامه کشاورزی سال ۱۴۰۲-۱۴۰۱، (۱۴۰۳). جلد اول: محصولات زراعی، معاونت آمار مرکز آمار، فناوری اطلاعات و ارتباطات.

خانلری، ح. (۱۳۹۴). ارزیابی اثرات دو نوع بایوچار حاصل از خرده چوب نراد و کاه برنج بر برخی از شاخص‌های کیفیت خاک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، دانشکده علوم زراعی.

- دیوبند هفشجانی، ل.، ناصری، ع.، هوشمند، ع.، عباسی، ف.، سلطانی محمدی، ا. (۱۳۹۶). بررسی تأثیر بیوچارباگاس نیشکر بر خصوصیات شیمیایی یک خاک لوم شنی. *مجله علوم و مهندسی آبیاری*. ۴۰ (۱): ۶۳-۷۲.
- رزاقی، ف. و رضایی، ن. (۱۳۹۶). اثر سطوح مختلف بیوچار بر خواص فیزیکی خاک با بافت‌های مختلف. *نشریه حفاظت منابع آب و خاک*. ۷ (۱): ۷۵-۸۸.
- قربانی، م.، امیراحمدی، ا. (۱۳۹۷). اثر بیوچار پوسته برنج بر برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک و رشد گیاه ذرت در یک خاک لومی. *نشریه پژوهش‌های خاک (علوم آب و خاک)*. ۳۲ (۳): ۳۰۵-۳۱۹.
- مرشدی، آ.، ندیمی، م. (۱۳۸۶). فن آوری بازیافت و معرفی روش‌های کاربرد پوسته شلتوک برنج در صنعت به منظور حفظ محیط زیست. *دومین همایش ملی کشاورزی بوم شناختی ایران*.
- ناهیدان، ص.، فریادرس، م.، درستکار، و. (۱۳۹۹). تاثیر کرم خاکی و کاربرد کود گاوی و بیوچار آن بر کربن خاکدانه‌ای و برخی از ویژگی‌های فیزیکی خاک. *مجله علمی کشاورزی*. ۴۳ (۳): ۸۷-۳۶۵.
- نسیمی، پ.، کریمی، ا.، گرامی، ز. (۱۳۹۹). اثرات بلندمدت بیوچار حاصل از برگ خرما بر تخلخل و پایداری ساختمان خاک لوم رسی شنی. *نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)*. ۳۴ (۲): ۱۹۹-۲۱۵.
- Burrell, L.D., Zehetner, F., Rampazzo, N., Wimmer, B., Soja, G. (2016). Longterm effects of biochar on soil physical properties. *Geoderma*. 282. 96-102.
- Chan, K.Y., Zwieten, L.V., Meszaros, I., Downie, A., Joseph, S. (2007). Agronomic values of greenwaste biochar as a soil amendment. *Australian Journal of Soil Research*. 45. 629-634.
- Colica, G., Li, H., Rossi, F., Li, D., Liu, Y., De Philippis, R. (2014). Microbial secreted exopolysaccharides affect the hydrological behavior of induced biological soil crusts in desert sandy soils. *Soil Biology and Biochemistry*. 68. 62-70.
- Głąb, T., Palmowska, J., Zaleski, T., Gondek, K. (2016). Effect of biochar application on soil hydrological properties and physical quality of sandy soil. *Geoderma*. 281. 11-20.
- Grossman, R., Reinsch, T. (2002). Bulk density and linear extensibility. *Methods of soil analysis: Part 4 physical methods*. 5. 201-228.
- Herath, H.M.S.K., Camps-Arbestain, M., Hedley, M. (2013). Effect of Biochar on soil physical properties in two contrasting soils: An Alfisol and an Andisol. *Geoderma*. 209, 188-197.
- Hooker, M., Herron, G., Pena, P. (1982). Effects of residue burring removal, and incorporation on irrigated cereal crop yields and chemical properties. *Soil Science*. 46. 122-126.
- Jien, S.H., Wang, C.-S. (2013). Effects of biochar on soil properties and erosion potential in a highly weathered soil. *Catena*. 110. 225-233.
- Joseph, S.D., Camps-Arbestain, M., Lin, Y., Munroe, P., Chia, C.H., Hook, J., van Zwieten, L., Kimber, S., Cowie, A., Singh, B.P., Lehmann, J., Foidl, N., Smernik, R.J., Amonette, J.E. (2010). An investigation into the reactions of biochar in soil. *Australian Journal of Soil Research*. 48. 501-515.
- Mitchell, P.J., Dalley, T.S.L., Helleur, R.J. (2013). Preliminary laboratory production and characterization of biochars from lignocellulosic municipal waste. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*. 99. 71-78.
- Nimmo, J.R., Perkins, K. S. (2002). Wet aggregate stability and size distribution. *Methods of soil analysis: part 4 physical methods*. 5. 321-323.
- Novak, J.M., Busscher, W.J., Laird, D.L., Ahmedna, M., Watts, D.W., Niandou, M.A.S. (2009). Impact of Biochar Amendment on Fertility of a Southeastern Coastal Plain Soil. *Soil Science* 174. 105-112.
- Ouyang, L., Wang, F., Tang, J., Yu, L., Zhang, R. (2013). Effects of biochar amendment on soil aggregates and hydraulic properties. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 13 (4), 991-1002.
- Parhizkar, M., Ghasemzadeh, Z., Shabanpour, M., Mohamadi, S., Shamsi, R., Ramezani, A. (2023). Effects of silica nanoparticles on root characteristics of *Zoysia* grass and rill detachment capacity in soils treated with hydromulch. *Catena*. 228. 107-185.
- Parhizkar, M., Shabanpour, M., Khaledian, M., Asadi, H. (2021). The evaluation of soil detachment capacity induced by vegetal species based on the comparison between natural and planted forests. *J. Hydrol.* 595. 126041
- Rogovska, N., Laird, D.A., Karlen, D.L. (2016). Corn and soil response to biochar application and stover harvest. *Field Crops Research*. 187. 96-106.
- Schouten, S., Van Groenigen, J.W., Oenema, O., Cayuela, M.L. (2012). Bioenergy from cattle manure Implications of anaerobic digestion and subsequent pyrolysis for carbon and nitrogen dynamics in soil. *GCB Bioenergy*. 4. 751-760.
- Sedaghatkish, F., Asadi Kapourchal, S., Parhizkar, M. (2025). Efficiency of four types of biochar to improve soil properties and decrease soil detachment in vulnerable hillslopes to rill erosion. *International Journal of Sediment Research*, 40, 489-499.

- Song, W., Guo, M. (2012). Quality variations of poultry litter biochar generated at different pyrolysis temperatures. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*. 94. 138–145.
- Sukartono., W.H. Utomo, Kusuma, Z., Nugroho, W.H. (2011). Soil fertility status, nutrient uptake, and maize (*zea mays l.*) yield following biochar and cattle manure application on sandy soils of Lombok, Indonesia. *Journal of Tropical Agriculture*. 49(1-2), 47-52.
- Sumner, M.E., Miller, W.P. (1996). Cations exchange capacity and Exchange Coefficients. In: Sparks, D.L., (Eds), *Methods of soil Analysis, Part 3-chemical Methods*. Agronomy Monograph, vol. 9. ASA and SSSA, Madison, WI. 1201-1230.
- Walkley, A., Black, I. A. (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil science*. 37(1), 29-38.
- Yao, Y., Gao, B., Zhang, M., Inyang, M., Zimmerman, A.R. (2012). Effect of biochar amendment on sorption and leaching of nitrate, ammonium and phosphate in a sandy soil. *Chemosphere* 89. 1467–1471.

### Effect of rice husk biochar on some physical and chemical properties of soil

Fateme Sedaghatkish Khoshkebejari<sup>1\*</sup>, Safoora Asadi Kapourchal<sup>2</sup>, Misagh Parhizkar<sup>3</sup>

1. M. Sc. Graduate, Department of Soil Science, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran [maedeh.sk78@gmail.com](mailto:maedeh.sk78@gmail.com)
2. Associate Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
3. Research Assistant Professor, Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran.

### Abstract

The present study was conducted to investigate the effect of rice husk biochar on some physicochemical properties of the soil. For this purpose, biochar produced at a temperature of 500° C was used at two levels of 2 and 4%. The studied treatments were stored in a wooden box for 4 months at a humidity of 75% of the field capacity and then transferred to the laboratory for analysis. The results showed that organic matter and the weight average diameter of the soil aggregate increased after the use of biochar, and the apparent specific gravity and cation exchange capacity of the soil decreased. Finally, the use of rice husk biochar helped to improve the stability of the soil aggregate and soil compaction and can be used as a suitable improvement to improve soil properties.

**Keywords:** Biochar, Rice Husk, Aggregate Stability, Cation Exchange Capacity