بررسی تأثیرات زغال زیستی حاصل از کاه برنج بر برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک

مینا عالی پور بابادی[۱] ،عبدالامیر معزی[۲*]، مجتبی نوروزی مصیر[۳]، عطاالله خادم الرسول[۳]
۱، ۲ و ۳- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار و استادیار گروه خاکشناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران.
Email:*Moezzi251@Gmail.com

چکیده

مزارع تحت کشت برنج سالانه ضایعات و پسماندهای آلی فراوانی نظیر کاه و کلش تولید می‌کند. فرآوری این ضایعات آلی طی فرایند گرماکافت، و تبدیل آنها به زغال زیستی، می‌تواند راهکار مناسبی جهت حفظ توسعه و مدیریت پایدار منابع خاک باشد. لذا این پژوهش با هدف بررسی تاثیر کاربرد سطوح مختلف (۰، ۲ و ۴ درصد) زغال زیستی حاصل از کاه برنج در دمای گرماکافت ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد بر برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک، در آزمایشی با طرح کاملا تصادفی و در سه تکرار اجرا گردید سپس نمونه ها به مدت ۹۰ روز در رطوبت حد ۷۰ درصد ظرفیت زراعی انکوبات گردیدند. نتایج نشان داد که کاربرد سطوح مختلف زغال زیستی کاه برنج در خاک سبب افزایش معنی‌دار pH و ظرفیت تبادل کاتیونی گردید، ولیکن تاثیر معنی‌داری بر هدایت الکتریکی خاک نداشت. همچنین کاربرد سطوح ۲ و ۴ درصد وزنی زغال زیستی حاصل از کاه برنج در خاک، به ترتیب سبب افزایش مقدار ماده آلی خاک از ۰/۷ درصد به ۱/۳۹ و ۲/۰۶ درصد گردید.

واژه‌های کلیدی: زغال زیستی، ضایعات کشاورزی، کاه برنج، ویژگی‌های شیمیایی

مقدمه

امروزه در سطح زمین‌های کشاورزی مشاهده می‌گردد که بخشی از پسماندهای باقی مانده در سطح زمین کشاورزی بدون برداشت بوده و توسط کشاورزان سوزانده می‌شود. از جمله این ضایعات می‌توان به کاه و کلش به جا مانده از کشت برنج اشاره کرد که اکثر کشاورزان پس از برداشت، به منظورسهولت در آماده سازی زمین برای کشت دوم، آنها را آتش می‌زنند و این عمل در صورت تداوم در طول سالیان بعدی باعث کاهش مواد آلی خاک می‌شود و از طرفی نیز عمل سوزاندن این محصولات سبب ایجاد آلودگی-های زیست محیطی می‌گردد (فضلی و همکاران، ۱۳۹۰). مدیریت صحیح این ضایعات و پسماندهای آلی، از عوامل مهم در کشاورزی پایدار می‌باشد (یوسفی و همکاران، ۲۰۰۷). توسعه پایدار یک مفهوم کلی مهم است که مدیریت بسیاری از منابع تجدید شونده امروزی را در بر می‌گیرد. در این راستا استفاده بهینه از پسماندهای کشاورزی به عنوان یک منبع تجدید شونده می‌توانند مصداق مناسبی از توسعه پایدار باشند. فرایند گرماکافت[۱] یکی از روش‌هایی است که به کمک آن می‌توان پسماندهای آلی را به زغال زیستی[۲] تبدیل نمود. زغال زیستی ماده جامد غنی از کربن است که طی فرآیند گرماکافت زیتوده، در شرایط عدم حضور و یا حضور جزئی اکسیژن تولید می‌شود (Lehman، ۲۰۰۷). زغال زیستی در خاک سبب تثبیت کربن، بهبود ظرفیت نگهداشت آب در خاک، افزایش فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در خاک، افزایش pH، ظرفیت تبادل کاتیونی و میزان ماده آلی خاک می‌گردد (Chan و همکاران، ۲۰۰۷؛ Asai و همکاران، ۲۰۰۹؛ Bruun ، ۲۰۱۱). به طور کلی بهبود حاصلخیزی و در نهایت کاهش نیاز کودی خاک از کلیدی ترین عملکردهای زغال زیستی به شمار می‌رود (ربیعی و همکاران، ۱۳۹۲). بدین ترتیب با توجه به اهمیت و جایگاه ویژه تیمارهای آلی در بهبود ویژگی‌های خاک این پژوهش با هدف بررسی تاثیر زغال زیستی تولید شده از کاه برنج بر برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک انجام شده است.

[1] Pyrolysis
[2] Biochar

مواد و روش‌ها

به منظور تولید زغال زیستی، ابتدا زیتوده کاه برنج در فضای آزاد هوا خشک گردید. سپس در کوره الکتریکی Muffle France مدل SEF-101 تحت فرایند گرماکافت (کم اکسیژن) با ۷۰۰ درجه سانتی گراد و به مدت یک ساعت قرار داده شد. pH و هدایت الکتریکی زغال زیستی با استفاده از عصاره ۱:۱۰ زغال زیستی به آب مقطر اندازه‌گیری شد (روش استاندارد ASTM، ۲۰۰۹). ظرفیت تبادل کاتیونی زغال زیستی نیز به روش Herbert و همکاران (۲۰۱۲) تعیین گردید. میزان کل کربن، نیتروژن، هیدروژن و گوگرد نمونه‌ها با استفاده از دستگاه آنالیز عنصری CHNSO مدل VarioELIII اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری سطح ویژه زغال زیستی به روش BET [3] و با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح ویژه مدل Nano Sord انجام شد. همچنین گروه‌های عاملی زغال زیستی با استفاده از دستگاه طیف سنج FTIR مدل (Bomem 450) به روش مادون قرمز [4] تعیین گردید. به منظور بررسی مورفولوژی سطح زغال زیستی و نیز نحوه توزیع منافذ آن، تصاویر میکروسکوپی با استفاده از دستگاه SEM (میکروسکوپ الکترونی روبشی) مدل (VP 1455) تهیه گردید. نمونه برداری خاک از عمق ۰-۲۰ سانتی متری مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام شد. سپس زغال زیستی حاصل از کاه برنج در درجه حرارت فرایند گرماکافت ۷۰۰ درجه سانتی گراد که قبلا تهیه گردیده بود، در سه سطح ۰، ۲ و ۴ درصد وزنی به خاک افزوده شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۹۰ روز در رطوبت حد ۷۰ درصد ظرفیت زراعی انکوبات گردیدند. پس از آن نمونه‌ها هواخشک شده و از الک ۲ میلی‌متر عبور داده شدند. pH و هدایت الکتریکی خاک به ترتیب بوسیله دستگاه pH متر و هدایت سنج الکتریکی قرائت گردید (Rhoads و همکاران، ۱۹۷۰). ظرفیت تبادل کاتیونی خاک به روش استات آمونیوم (Bower و همکاران، ۱۹۵۲) و میزان ماده آلی خاک به روش walkly black (۱۹۳۴) اندازه‌گیری شد. این آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی و در سه تکرار انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری نتایج به کمک نرم افزار SPSS تجزیه واریانس گردید و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

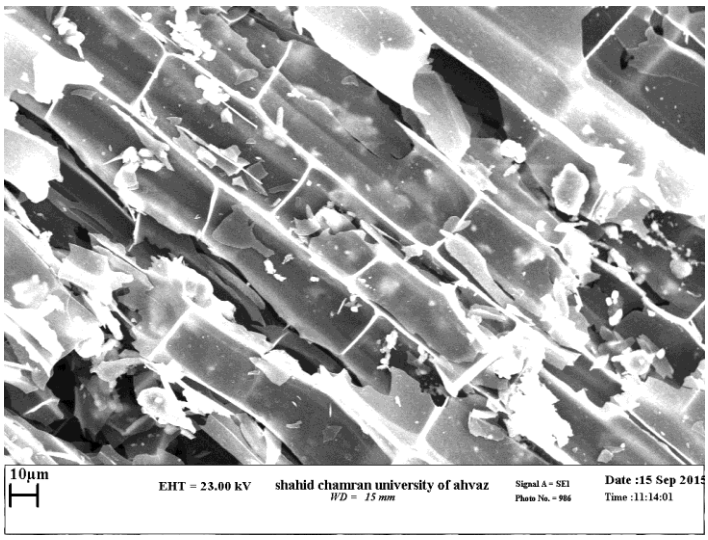
جدول ۱ برخی ویژگی‌های شیمیایی زغال زیستی حاصل از کاه برنج تهیه شده در درجه حرارت فرایند گرماکافت ۷۰۰ درجه سانتی گراد را نشان می‌دهد.

جدول۱- برخی ویژگی‌های شیمیایی زغال زیستی حاصل از کاه برنج در دمای گرماکافت ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد.

ویژگی	مقدار
pH	۱۰/۲
هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس‌برمتر)	۲/۵
ظرفیت تبادل کاتیونی (میلی‌اکی‌والان‌بر ۱۰۰گرم)	۹۲/۶
سطح ویژه (مترمربع برگرم)	۲۲۵/۱
کربن (٪)	۷۴/۸
نیتروژن (٪)	۱/۸
هیدروژن (٪)	۲/۹
گوگرد (٪)	۴/۳
اکسیژن (٪)	۸/۲

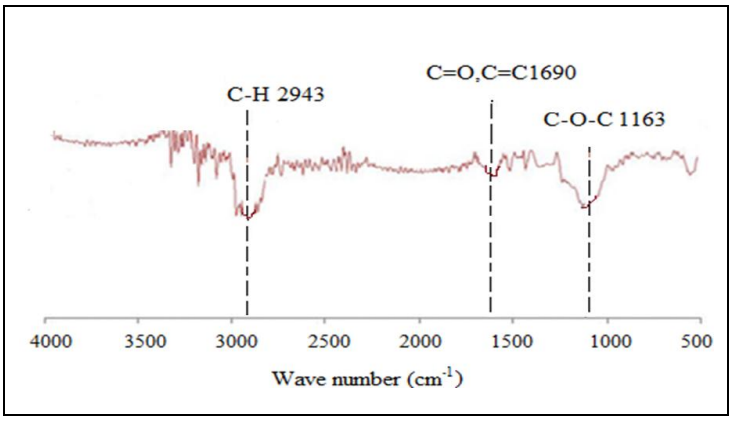
[3] Brunauer–Emmett–Teller
[4] Fourier Transform Infrared (FTIR)

شکل ۱ تصویر تهیه شده از سطح زغال زیستی کاه برنج تهیه شده در دمای گرماکافت ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد به روش SEM را نشان می‌دهد. همانگونه که مشاهده می‌شود سطح آن تقریبا دارای منافذ و ساختار شبکه مانندی است که می‌تواند سبب ایجاد سطح ویژه‌ی زیادی در زغال زیستی کاه برنج شود (با توجه به جدول۱) این پدیده نقش تعیین کننده‌ای در میزان تاثیر گذاری زغال زیستی کاه برنج بر ویژگی‌های شیمیایی خاک دارد.



شکل۱- تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی(SEM) زغال زیستی کاه برنج تهیه شده در دمای گرماکافت ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد.

همچنین طیف تهیه شده به روش طیف سنجی مادون قرمز از زغال زیستی کاه برنج (شکل۲)، شامل پیک‌هایی در نواحی مربوط به حضور گروه‌های عاملی C-O-C خطی (اسیدکربوکسیلیک)، C=C (آلکن)، C=O (کربونیل) و C-H حلقوی (آلکن) می‌باشد که می‌تواند عامل افزایش بار منفی سطحی و در نهایت افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی زغال زیستی شود.



شکل۲- طیف تهیه شده به روش (FTIR) از زغال زیستی حاصل از کاه برنج در دمای گرماکافت ۷۰۰درجه‌سانتی‌گراد.

پس از کاربرد سطوح مختلف زغال زیستی حاصل از کاه برنج تهیه شده در دمای گرماکافت ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد در خاک، نتایج نشان داد که این تیمار تاثیر معنی‌داری بر میزان pH، ظرفیت تبادل کاتیونی و میزان ماده آلی خاک داشت ولیکن تاثیر معنی‌داری بر هدایت الکتریکی آن نداشت (جدول۲).

جدول۲- تجزیه واریانس اثر کاربرد زغال زیستی کاه برنج تهیه شده در دمای گرماکافت ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد بر برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		pH	هدایت الکتریکی	ظرفیت تبادل کاتیونی	ماده آلی
سطح کاربردی زغال زیستی	۲	۰/۶۸۳ ***	۰/۴۴۷ ns	۱۰۶/۱۲۲**	۸/۷۴۲***
خطای آزمایشی	۶	۰/۰۱۴	۰/۱۸۰	۰/۱۷	۰/۰۰۱
کل	۹				

***،** و ns به ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ درصد، ۱ درصد و عدم وجود اختلاف معنی دار.

با توجه به نتایج مندرج در جدول ۳، کاربرد زغال زیستی حاصل از کاه برنج تهیه شده در دمای گرماکافت ۷۰۰ درجه سانتی-گراد، به ویژه در سطح کاربردی ۴ درصد، تاثیر معنی‌داری در افزایش pH خاک داشت. همچنین، کاربرد زغال زیستی کاه برنج تا سطح ۴ درصد، سبب افزایش ۱۴/۵ و ۲۶/۵ درصدی ظرفیت تبادل کاتیونی خاک، به ترتیب نسبت به سطح ۲ و صفر درصد کاربردی گردید. با توجه به جدول۱، افزایش pH خاک می‌تواند به دلیل سطح ویژه‌ی زیاد زغال زیستی کاه برنج (۲۲۵/۱مترمربع برگرم) باشد. که در نهایت منجر به افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک نیز گردیده است. با پیشرفت فرایند اکسیداسیون آهسته زغال زیستی و ترکیبات حلقوی کربن موجود در آن، گروه‌های عاملی کربوکسیلیک و کربونیل شکل گرفته که می‌تواند سبب افزایش میزان بار منفی سطحی زغال زیستی گردیده و به دنبال آن ظرفیت تبادل کاتیونی خاک افزایش یابد (با توجه به نتایج حاصل از طیف سنجی زغال زیستی کاه برنج).

جدول۳- اثر کاربرد زغال زیستی کاه برنج بر ویژگی‌های شیمیایی خاک.

سطح کاربردی زغال زیستی (٪)	ویژگی خاک			
	pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس‌برمتر)	ظرفیت تبادل کاتیونی (میلی‌اکی‌والان‌بر۱۰۰گرم)	ماده آلی (٪)
۰	۷/۷۸^{c}	۵/۲۱^{a}	۱۸/۱۶^{c}	۰/۷^{c}
۲	۸/۱۰^{b}	۵/۲۵^{a}	۱۹/۱۳^{b}	۱/۳۶^{b}
۴	۸/۲۵^{a}	۵/۴۳^{a}	۲۱/۹۷^{a}	۲/۰۶^{a}

* در هر ستون، مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن (در سطح ۵ درصد) انجام شد. تیمارهایی که دارای حروف یکسان اند اختلاف معنی‌دار ندارند.

نتایج تاثیر کاربرد زغال زیستی کاه برنج تهیه شده در دمای گرماکافت ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد بر میزان ماده آلی خاک نشان داد که، با افزایش سطح کاربردی زغال زیستی کاه برنج، ماده آلی خاک به صورت معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۳)، به طوریکه سطح ۴ درصد کاربردی زغال زیستی کاه برنج، سبب افزایش ۵۲/۵ و ۱۹۴/۲ درصدی ماده آلی خاک، به ترتیب نسبت به سطح ۲ و صفر درصد کاربردی گردید. زغال زیستی حاصل از کاه برنج در دمای گرماکافت ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد احتمالا به دلیل داشتن میزان کربن (۸ /۷۴ درصد)، تاثیر مستقیمی در افزایش میزان ماده آلی خاک داشته است (با توجه به جدول ۱). افزایش میزان ماده آلی و

ظرفیت تبادل کاتیونی خاک حاکی از این است که با کاربرد زغال زیستی در خاک، مقدار قابل توجهی کربن و کاتیون‌های قابل تبادل به خاک عرضه می‌شود (Zheng و همکاران، ۲۰۱۰). با توجه به محتوای کربن آلی زغال زیستی و نیز سرعت تجزیه آن در خاک، تاثیر آن بر افزایش سطح ماده آلی خاک متفاوت است. Jien و همکاران (۲۰۱۵) نیز طی مطالعه مشابهی با کاربرد سه سطح ۱، ۲ و ۴ درصد وزنی زغال زیستی حاصل از کاه برنج در دمای گرماکافت ۴۰۰ و ۷۰۰ درجه سانتی گراد، در یک خاک رسی لومی، طی مدت ۷۰ روز، دریافتند که افزودن هر دو نوع زغال زیستی به ویژه در سطح ۲ و ۴ درصد وزنی سبب افزایش معنی‌دار ماده آلی خاک به میزان ۴۸ درصد نسبت به خاک شاهد گردید.

نتیجه گیری

نتایج ارائه شده در این پژوهش نشان می دهد که کاربرد زغال زیستی حاصل از کاه برنج تهیه شده در دمای گرماکافت ۷۰۰ درجه سانتی گراد در خاک به ویژه در سطح کاربردی ۴ درصد با تاثیر بر افزایش میزان pH خاک، ظرفیت تبادل کاتیونی و میزان ماده آلی خاک را افزایش داد. ولیکن تاثیر معنی‌داری بر میزان هدایت الکتریکی خاک نداشت. بنابراین استفاده از ضایعات محصولات کشاورزی نظیر کاه برنج، و تبدیل آنها به زغال زیستی، در وهله‌ی اول می‌تواند راهکار مناسبی در جهت کاهش اثرات مخرب زیست محیطی ناشی از سوزاندن آنها باشد و ثانیاً کاربرد آن در خاک به عنوان یک تیمار آلی می‌تواند سبب بهبود کیفیت خاک‌های زراعی گردد.

منابع

ربیعی، ه.، داوری، م.، مقیمی نژاد، س. و ارمغان، ف.۱۳۹۲. بیوچار (ماده زیستی نیم‌سوز)، ماده اصلاح کننده خاک در کشاورزی پایدار، همایش ملی علوم و فنون کشاورزی. دانشگاه ملایر: ۴۱-۳۴.

فضلی، ر. کامرانی، س. و نظرنژاد، ن. ۱۳۹۰. برآورد حجم پسما ندهای کشاورزی قابل استفاده در صنایع چوب و کاغذ. فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۱۹، صفحات ۱- ۸.

Asai, H., Samson, B.K. and Stephan, H.M. 2009. Biochar amendment techniques for upland rice production in Northern Laos: Soil physical properties, leaf SPAD and grain yield. Field Crops Research, 111:81–84.

ASTM Standard, 2009. Standard test Method for Chemical Analysis of Wood Charcoal. American Society for Testing and Materials, Conshohocken, PA.

Bower, C.A., Reitemeier, R.F. and Fireman, M. 1952. Exchangeable cation analysis of saline and alkali soils. Soil Sci,73:251-261.

Bruun, E.W., Ambus, P., Egsgaard, H., and Hauggaard-Nielsen, H. (2012). Effects of slow and fast pyrolysis biochar on soil C and N turnover dynamics. Soil Biol. Biochem,46: 73–79.

Chan, K.Y., Van Zwieten, L., Meszaros, I., Downie, A. and Joseph, S. 2007. Agronomic values of greenwaste biochar as a soil amendment. Aust. J. Soil Res, 45:629–634.

Cheng, C. H., Lehmann, J., Thies, J. E., Burton, S. D. and Engelhard, M. H. 2006. Oxidation of black carbon by biotic and abiotic processes. Organic Geochemistry, 37: 1477–1488.

Herbert, L., Hosek, I., and Kripalani, R. (2012). The characterization and comparison of Biochar produced from a decentralizedreactor using forced air and naturaldraft Pyrolysis. California Polytechnic State University, San Luis Obispo. Materials Engineering Department. pp: 24-26.

Jien, S., Wang, C., Lee, C. and Lee, T. 2015. Stabilization of Organic Matter by Biochar Application in Compost-amended Soils with Contrasting pH Values and Textures. Sustainability, 7: 13317-13333.

Lehmann, J. (2007). Bio-energy in the black, Frontiers Ecol. Environ, 5(7): 381–387.

Rhoads. J. D., Ingvabon, R. D. and Hatcher, D. d. 1970. Labortory determination Leacheable soil boron. Soil Science Society of America Journal, 34 : 871-875.

Walkely, A. and Black, I. A. 1934. An examination of the degty are method for determination of soil organic matter and proposed modification of chronic acid method. Soil Science, 37 : 29-38.

Yousefi, M., Shariatmadari, H., and Hajabasi, M.A. (2007). Measurment of some of available organic carbon stocks as an indicator of soil quality. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 42(11): 429-439.

Zheng , W., Sharma, B.K. and Rajagopalan, N. 2010. Using Biochar as a Soil Amendment for Sustainable Agriculture. Submitted to the Sustainable Agriculture Grant Program. Illinois Department of Agriculture. University of Illinois at Urbana-Champaign.

Study of effects of the biochar produced from rice straw on some of chemical properties of the soil.

M. Alipour Babadi[1], A. Moezzi[2*], M. Norouzi Masir[3], A. Khademalrasoul[3]
1, 2 and 3- M.Sc. Student, Associate Professor and Assistant Professor, Soil Science Department, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran.
Email:*Moezzi251@Gmail.com

Abstract
Rice fields, produce huge amounts of rice straw in each year. Processing and conversion of this organic waste to biochar, can be helpful to sustainable soil management. Therefore this study was conducted to determine the effects of different application rates (0%, 2%, and 4% *w/w*) of rice straw biochar (produced at 700°C) on some properties of soil. These experiment arranged in a completely randomized design with three replications and were incubated in moisture content of 70% field capacity (FC) for 90-day. Results showed that application of rice straw biochar produced at 700°C in the soil, caused increases pH and cation exchange capacity in soil, but there was no significant effect on the soil electrical conductivity. As well as application rates of 2%, and 4% (*w/w*) of rice straw biochar in the soil, caused increases soil organic matter from 0/7 to 1/39 and 2/06 respectively.

Keywords: Agricultural waste, biochar, chemical properties, rice straw