ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی بیوچار پوسته برنج در دماهای مختلف

زهره بوالحسنی [1]، عبدالمجید رونقی [2]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد بخش مهندسی علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۲-استاد بخش مهندسی علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

چکیده

کاربرد بیوچار در خاکهای کشاورزی می‌تواند حاصلخیزی و باروری خاک را افزایش دهد و مواد سنگین سمی را در خاک کاهش دهد و همچنین به‌عنوان یک روش مناسب در افزایش تجمع کربن در زمین‌های کشاورزی می‌باشد. در مطالعه حاضر، بیوچار پوسته برنج در دماهای مختلف (۳۰۰، ۳۵۰ و ۴۰۰ درجه سلسیوس) تولید شد. عملکرد بیوچار، مقدار خاکستر، غلظت عناصر غذایی و سایر خصوصیات فیزیکوشیمیایی در بیوچارها تعیین شد. هدف از مطالعه حاضر، تشخیص مناسب‌ترین بیوچار بر اساس غلظت عناصر غذایی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بیوچارها می‌باشد. با افزایش دمای آتشکافت، مقدار خاکستر، پ‌هاش، قابلیت هدایت الکتریکی و غلظت عناصر سدیم، پتاسیم، فسفر، کلسیم، منیزیم و عناصر کم‌مصرف (آهن، مس، منگنز و روی) افزایش یافت در حالیکه درصد عملکرد، غلظت نیتروژن کل و کربن آلی کاهش یافت. نتایج آزمایش نشان داد بیوچار تولید شده در دمای ۳۰۰ درجه سلسیوس در مقایسه با سایر نمونه‌ها اصلاح کننده مناسب‌تری در وضعیت حاصلخیزی خاک می‌باشد.

واژه های کلیدی: بیوچار، پوسته برنج، دمای آتشکافت، عملکرد، مقدار عناصر

مقدمه

بیوچارها حاصل فرآیند آتشکافت مواد آلی می‌باشند. آتشکافت ترکیبات زائد آلی مانند بقایای گیاهی زراعی و جنگلی و فضولات دامی در شرایط بدون اکسیژن و یا اکسیژن محدود و دمای بالا سبب تشکیل ترکیبات کربنی فرار و همچنین مقداری ترکیبات کربنی باقیمانده و خاکستر دارای مقدار قابل ملاحظه کلسیم و پتاسیم می شود (Novak et al., 2009). بیوچار یک محصول جانبی است که بر اثر فرآیند پیرولیز زیست توده تولید شده و به عنوان یک مخزن شیمیایی و بیولوژیکی پایدار کربن در خاک در نظرگرفته می‌شود (Schmidt & Novak 2000). اضافه کردن بیوچار به خاک، ترکیب شیمیایی ماده آلی خاک را با جذب کربن آلی محلول تغییر می‌دهد (Pietikäinen et al., 2000) و همچنین گروههای آروماتیک و کربوکسیلیک را در مواد هومیک خاک افزایش می‌دهند (Novak et al., 2010). این تغییرات باعث مقاومت ماده آلی خاک در برابر تخریب میکروبی و معدنی شدن میشود، در نتیجه ماده آلی خاک میتواند از چند صد تا چند هزار سال در خاک باقی بماند. استفاده از ذغال زیستی (بیوچار) و کربن فعال، یک راهبرد مهم برای افزایش مواد آلی خاک و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشاورزی محسوب میشود (Lehmann 2007)، زیرا این فرآیند محصولات با کیفیت‌تری را نسبت به سایر فرآیندهای حرارتی تولید می‌کند. از دیگر اثرات سودمند کاربرد بیوچار در خاکهای کشاورزی، بهبود نگهداری آب در خاک، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی و تعامل با چرخه مواد غذایی خاک از طریق تعدیل pH خاک و کاهش آبشویی عناصر غذایی در خاک می باشد (Glaser 2007). لذا هدف اصلی تحقیق حاضر بررسی دمای آتشکافت بر کیفیت بیوچار تولید شده از پوسته برنج در دماهای مختلف جهت استفاده در کشاورزی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

پوسته برنج از مزارع مرودشت استان فارس جمع آوری شد و به آزمایشگاه منتقل شد، سپس نمونه ها بوسیله آسیاب خرد و از الک ۲ میلی متری عبور داده شد. بعضی از ویژگی های پوسته برنج در جدول۱ آمده است.

جدول۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی پوسته برنج

خصوصیت	ماده آلی %	خاکستر %	پ‌هاش	EC $dS.m^{-1}$	N %	P %	K %	Na $mg.kg^{-1}$	Ca $mg.kg^{-1}$	Mg $mg.kg^{-1}$	Fe $mg.kg^{-1}$	Zn $mg.kg^{-1}$	Mn $mg.kg^{-1}$	Cu $mg.kg^{-1}$
مقدار	۲۰/۲۰	۶۱	۵/۹	۰/۳۴۷	۰/۳۲۵	۰/۳۵۸	۰/۰۳۸	۳۷۵	۱۲۵۲	۳۰۰	۵۳/۸۵	۱۲/۳۵	۸۵/۱۶۶	۴/۳۸۳

از کوره الکتریکی به‌منظور تهیه بیوچار استفاده شد. بیوچار به طور جداگانه در دماهای ۳۰۰، ۳۵۰ و ۴۰۰ درجه سلسیوس و در مدت ۴ ساعت تهیه شد. برخی ویژگی های نمونه‌های بیوچار از جمله قابلیت هدایت الکتریکی و پ‌هاش در نسبت ۱:۱۰ (Singh et al., 2010)، غلظت نیتروژن با روش کلدال (Bremner 1996) و مقدار کل سایر عناصر به روش هضم در اسید (Zhang et al., 2010) تعیین شد. همچنین عملکرد بیوچار به عنوان وزن بیوچار تولید شده در واحد وزن خشک ماده اولیه از طریق معادله ۱محاسبه شد (Song & Gue 2012).

$$\text{عملکرد بیوچار}\ (\%) = \frac{\text{وزن بیوچار}(g)}{\text{وزن آون خشک ماده خام}(g)} \times ۱۰۰ \qquad (۱)$$

۵ گرم نمونه (آون خشک) در داخل بوته چینی به مدت ۸ ساعت در دمای ۵۰۰ درجه سلسیوس در حضور اکسیژن کافی حرارت داده شد. و مقدار خاکستر از معادله۲ محاسبه شد (Song & Gue 2012).

$$\text{مقدار خاکستر}\ (\%) = \frac{\text{وزن خاکستر}(g)}{\text{وزن خشک بیوچار}\ (g)} \times ۱۰۰ \qquad (۲)$$

داده‌های بدست آمده از آنالیز واریانس (ANOVA) توسط نرم افزار SPSS 12 بدست آمد و آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار(LSD) در سطح احتمال ۵ درصد، برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد

نتایج و بحث

با افزایش دمای آتشکافت غلظت عناصر پتاسیم، سدیم،کلسیم، منیزیم و فسفر نسبت به پوسته برنج افزایش یافت (جدول۲). هم چنین با افزایش دمای آتشکافت غلظت عناصر کم‌مصرف (روی، مس، منگنز و آهن) افزایش یافت و غلظت نیتروژن با افزایش دما کاهش پیدا کرد. افزایش غلظت عناصر با افزایش دما، به جزء بندی و یا تبخیر عناصر در دماهای بالاتر بستگی دارد. علاوه بر این، تغییر در غلظت عناصر غذایی بیوچار به علت تاثیر دما بر ترکیب و ساختار شیمیایی بیوچار نیز می‌باشد (Hossain et al., 2011). بهشتی و همکاران (۱۳۹۵) گزارش کردند که با افزایش دمای آتشکافت بیوچار کود گاوی غلظت عناصرفسفر، سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم افزایش یافت. در بیوچار تهیه شده از کود مرغی در طی فرایند آتشکافت مشاهده شد که غلظت عناصر فسفر، پتاسیم و عناصر کم‌مصرف (روی، مس، منگنز و آهن) با افزایش دمای آتشکافت از ۲۰۰ به ۴۰۰ درجه سلسیوس، افزایش نشان داد (زلفی باوریانی و همکاران، ۱۳۹۵). سونگ و گیو (۲۰۱۲) گزارش کردند در بیوچار تهیه شده از کود مرغی در طی فرایند آتشکافت، غلظت عناصر فسفر، سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم با افزایش دمای آتشکافت از ۳۰۰ به ۶۰۰ درجه سلسیوس، افزایش نشان داد و غلظت نیتروژن با افزایش دما کاهش پیدا کرد. بیوچار تولید شده از کود مرغی در دمای پایین (مانند ۳۰۰ درجه سلسیوس) غنی از نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم می‌تواند برای بهبود حاصلخیزی خاک به کار برده شود (Song & Gue 2012).

گستره پ‌هاش در نمونه‌های بیوچار پوسته برنج بین ۶ تا ۶/۸ بود که با افزایش دمای فرآیند آتشکافت افزایش یافت (جدول ۲). کلاستون و همکاران (۲۰۱۴) افزایش پ‌هاش را در بیوچار شلتوک برنج با افزایش دمای فرایند آتشکافت گزارش کردند که به دلیل جدا شدن مواد معدنی از بخش آلی (بیوچار در دمای بالاتر از ۳۵۰ درجه سلسیوس) می‌باشد. سینگ و

همکاران (۲۰۱۰) و راجکاوج و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند بیوچار حاصل از لجن، چوب و بیوچارهای تهیه شده از کود دامی در دمای کمتر از ۴۰۰ درجه سلسیوس پ هاش کمتری دارند.

جدول۲- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بیوچار برنج بعد از فرایند پیرولیز در دماهای مختلف

ویژگی	دمای آتشکافت (درجه سلسیوس)		
	بیوچار۳۰۰	بیوچار۳۵۰	بیوچار۴۰۰
عملکرد(٪)	۶۱ /۶۶ (± ۰/۵۷)	۵۷ /۸۳ (± ۰/۷۶)	۴۴ /۶۶ (± ۱/۵۲)
مقدار خاکستر(٪)	۴۶ /۳۳ (± ۱/۵۲)	۵۴ /۸۳ (± ۰/۷۶)	۶۰ /۶۶ (± ۰/۷۶)
pH(1:10)	۶ (± ۰/۰۳)	۶/۴۶ (± ۰/۱۵)	۶ /۸ (± ۰/۱)
EC(dS. m^{-1})	۲ /۴۶ (± ۰/۱۵)	۳ /۲۳ (± ۰/۱۵)	۴ /۴۶ (± ۰/۰۵)
(%)OC	۱۷ /۶۲ (± ۰/۱۳)	۱۳ /۷۹ (± ۰/۰۳)	۶ /۷۴ (± ۰/۲۱)
(%)TN	۰ /۴۶۹ (± ۰/۰۵)	۰ /۴۶۰ (± ۰/۰۰۴)	۰ /۳۲۸ (± ۰/۰۰۷)
C/N	۳۵ /۰۶ (± ۰/۰۶)	۲۹ /۴۸ (± ۰/۵۰)	۲۰ /۳۳ (± ۰/۴۶)
(%)P	۰ /۴۲۵ (± ۰/۰۳)	۰ /۵۸۳ (± ۰/۰۲)	۰ /۶۵۷ (± ۰/۰۵)
(%)K	۰ /۸۲۳ (± ۰/۰۱)	۰ /۸۷۸ (± ۰/۰۱)	۱ /۳۹۰ (± ۰/۱۶)
(mg.kg^{-1})Na	۴۴۲ /۹ (± ۱/۹۵)	۴۵۹ /۶ (± ۸/۱۴)	۴۸۷/۹ (± ۴/۷۶)
(mg.kg^{-1})Ca	۲۸۴۹ (± ۱۲۱/۱)	۳۸۸۹ (± ۶۶/۳۶)	۴۲۴۹ (± ۳۸/۰۱)
(mg.kg^{-1})Mg	۳۱۱ /۶ (± ۱۰/۴۰)	۴۴۶ /۶ (± ۱۳/۳۱)	۶۲۷ (± ۴۲/۴۳)
(mg.kg^{-1})Fe	۲۲۹ /۴ (± ۲۳/۴۳)	۳۴۵ /۷ (± ۲۱/۲۶)	۳۸۱ /۲ (± ۱۲/۳۶)
(mg.kg^{-1})Zn	۲۳ /۷۰ (± ۲/۹۵)	۳۱ /۳۳ (± ۱/۰۵)	۳۵ /۵۶ (± ۰/۶۰)
(mg.kg^{-1})Mn	۲۴۸ /۹ (± ۱۴/۸)	۲۸۵ /۸ (± ۹/۴۵)	۳۶۵ (± ۳۵/۹۹)
(mg.kg^{-1})Cu	۹ /۶۶ (± ۰/۶۴)	۱۱ /۱۰ (± ۰/۵۲)	۱۳ /۶۰ (± ۲/۴۷)

هر مقدار، نشان دهنده‌ی میانگین سه تکرار است. ارقام داخل پرانتز، انحراف معیار هستند.

بیوچار پوسته برنج در گستره ۲/۴۶ تا ۴/۴۶ بود. با افزایش دمای فرآیند پیرولیز مقدار قابلیت هدایت الکتریکی نمونه‌های افزایش یافت(جدول ۲). EC کلاستون و همکاران (۲۰۱۴) بیان کردند افزایش قابلیت هدایت الکتریکی با افزایش دما ممکن است مربوط به افزایش درصد خاکستر باشد. این امر به دلیل از دست دادن مواد فرار و افزایش غلظت عناصر در بخش خاکستر

). نواک و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که افزایش دمای آتشکافت، سبب انتقال برخی کاتیون-Kim et al., 2012می باشد (شود و با افزایش ها (سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم) به داخل اکسی هیدروکسیدها و کربنات ها و چسبیدن به بیوچار می غلظت کاتیون‌ها قابلیت هدایت الکتریکی بیوچار تولید شده در دمای بالاتر نیز افزایش می‌یابد.

عملکرد بیوچار پوسته برنج در دمای ۳۰۰ درجه سلسیوس۶۶/ ۶۱ درصد بود و با افزایش دما به ۴۰۰ درجه سلسیوس ۴۴/۶۶درصد بود که کمترین عملکرد بیوچار را در بین دماهای آزمایش دارد. هورن و ویلیامز (۱۹۹۶) گزارش کردند که کاهش عملکرد بیوچار شلتوک برنج با افزایش دما احتمالا به علت تجزیه اولیه و ثانویه باقیمانده بیوچار در دماهای بالاتر می باشد. بهشتی و علیخانی (۱۳۹۵) گزارش کردند که با افزایش دما، عملکرد بیوچار کاه و کلش گندم کاهش یافت. به طور کلی تخریب حرارتی زیست توده در دماهای بالای پیرولیز اتفاق می‌افتد. با افزایش دمای پیرولیز مواد فرار پیرولیتیکی به مولکولهای آلی با وزن کم و گاز تبدیل می‌شوند.

درصد خاکستر بیوچار با افزایش دما افزایش یافت. کمترین مقدار آن در دمای ۳۰۰ درجه سلسیوس و برابر ۴۶/۳۳ درصد و بیشترین مقدار آن در دمای ۴۰۰ درجه سلسیوس و برابر ۶۶/ ۶۰ درصد بود (جدول ۲). افزایش مقدار خاکستر با افزایش دما در شلتوک برنج گزارش شده است (Claoston et al., 2014). این افزایش قابل انتظار است زیرا افزایش تبخیر در طی فرآیند آتشکافت منجر به تولید بیوچار با درصد کربن بالا می‌شود. افزایش مقدار خاکستر به علت افزایش غلظت عناصر در طی فرآیند آتشکافت و همچنین به دلیل افزایش تدریجی غلظت عناصر معدنی و تخریب حرارتی مواد لیگنوسلولزی می‌باشد (Tsai et al., 2012).

دمای فرایند آتشکافت یک فاکتور کلیدی در تعیین عملکرد، ساختار، کیفیت و خصوصیات فیزیکوشیمیایی بیوچار تولید شده از پوسته برنج در طی فرآیند پیرولیز آهسته می‌باشد. عملکرد، درصد نیتروژن و درصد کربن آلی با افزایش دمای پیرولیز در دمای ۳۰۰ تا ۴۰۰ درجه سلسیوس کاهش در حالی که پ‌هاش، قابلیت هدایت الکتریکی و درصد خاکستر افزایش می‌یابد. بیوچار تولید شده در دمای ۳۰۰ درجه سلسیوس بالاترین عملکرد را داشت. بیوچار تولید شده از پوسته برنج در دمای ۳۰۰ درجه سلسیوس به علت پایین بودن مقدار قابلیت هدایت الکتریکی و بالا بودن مقدار C/N می‌تواند می‌تواند برای اصلاح حاصلخیزی خاک مثلا از طریق افزایش ظرفیت نگهداری آب و عناصر غذایی در خاک، افزایش ظرفیت تبادلی کاتیونی به کار برده شود. نتایج آزمایش نشان داد بیوچار تولید شده در دمای ۳۰۰ درجه سلسیوس در مقایسه با سایر نمونه‌ها اصلاح کننده مناسب‌تری در وضعیت حاصلخیزی خاک می‌باشد.

منابع

بهشتی، م. علیخانی، ح. متشرع زاده، ب و محمدی، ل. ۱۳۹۵. تغییرات کیفیت بیوچار تولید شده از کود گاوی در طی فرآیند پیرولیز آهسته در دماهای مختلف. تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۴۷، شماره ۱، صفحه ۲۶۷-۲۵۹.

بهشتی، م وعلیخانی، ح.۱۳۹۵. تغییرات کیفیت بیوچار تولید شده از کاه و کلش گندم در طی فرآیند پیرولیز آهسته در دماهای مختلف. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، جلد شماره۲.

زلفی باوریانی، م. رونقی، ع. کریمیان، ن. قاسمی، ر. و یثربی، ج. ۱۳۹۵. اثر بیوچار تهیه شده از کود مرغی در دماهای متفاوت بر ویژگی‌های شیمیایی یک خاک آهکی. نشریه علوم آب و خاک. (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، سال بیستم،شماره هفتادوپنجم.

Bremner, J. M., Sparks, D. L., Page, A. L., Helmke, P. A., Loeppert, R. H., Soltanpour, P. N., Tabatabian, M. A., Johnston, C. T., and Sumner, M. E. 1996. Nitrogen-total. Methods of soil analysis. Part 3-chemical methods., 1085-1121.

Claoston ,N.A, Samsuri, M.H, Husni A. 2014. Effects of pyrolysis temperature on the physicochemical properties of empty fruit bunch and rice husk biochars. Waste Management & Research, 32(4): 331-339.

Glaser, B. 2007. Prehistorically modified soils of central Amazonia: a model for sustainable agriculture in the twenty-first century. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 362(1478), 187-196.

Goyal, H. B., Seal, D. and Saxena, R. C. 2008. Bio-fuels from thermochemical conversion of renewable resources: a review. Renewable and sustainable energy reviews, 12(2), 504-517.

Horne, P.A, and Williams P.T.1996. Influence of temperature on the products from the flash pyrolysis of biomass. Fuel, 75(9): 1051-1059.

Hossain, M.K, Strezov, V. and Saxena R. 2011. Influence of pyrolysis temperature on production and nutrient properties of wastewater sludge biochar. Journal of Environmental Management, 92(1): 223-228.

Kim, K.H, Kim, J.Y, Cho TS, and Choi, J.W. 2012. Influence of pyrolysis temperature on physicochemical properties of biochar obtained from the fast pyrolysis of pitch pine .Bioresource Technology, 118: 158-162.

Lehmann, J. 2007. A handful of carbon. Nature, 447(7141), 143-144.

Novak, J. M., Lima, I., Xing, B., Gaskin, J. W., Steiner, C., Das, K.C. and Schomberg, H. 2009. Characterization of designer biochar produced at different temperatures and their effects on a loamy sand. Ann. Environ. Sci, 3(2).

Novak, J. M., Busscher, W. J., Watts, D. W., Laird, D. A., Ahmedna, M. A. and Niandou, M. A. (2010). Short-term CO 2 mineralization after additions of biochar and switchgrass to a Typic Kandiudult. Geoderma, 154(3), 281-288.

Pietikäinen, J., Kiikkilä, O. and Fritze, H. 2000. Charcoal as a habitat for microbes and its effect on the microbial community of the underlying humus. Oikos, 89(2), 231-242.

Rajkovich, S., A. Enders, K. Hanley, C. Hyland, A. R. Zimmerman. and J. Lehmann. 2012. Corn growth and nitrogen nutrition after additions of biochars with varying properties to a temperate soil. Biology and Fertility of Soils. 48(3): 271-284.

Schmidt, M. W., and Noack, A. G. 2000. Black carbon in soils and sediments: analysis, distribution, implications, and current challenges. Global biogeochemical cycles, 14(3), 777-793.

Singh, B., Singh, B. P. and Cowie, A. L. 2010. Characterisation and evaluation of biochars for their application as a soil amendment. Soil Research. 48(7): 516-525.

Song W, and Guo M. 2012. Quality variations of poultry litter biochar generated at different pyrolysis temperatures. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis 94: 138-145

Tsai, W.T, Liu SL, Chen, H.R, Chang, Y.M and Tsai YL. 2012. Textural and chemical properties of swine-manure-derived biochar pertinent to its potential use as a soil amendment. Chemosphere, 89(2): 198-203.

Zhang, A., Cui, L., Pan, G., Li, L., Hussain, Q., Zhang, X. and Crowley, D. 2010. Effect of biochar amendment on yield and methane and nitrous oxide emissions from a rice paddy from Tai Lake plain, China. Agriculture, ecosystems & environment, 139(4), 469-475.

Physical and chemical properties of rice husk- derived biochars prepared at different temperatures

Z. Bolhasani[1], A. Ronaghi[2]

1- MSc Student of Soil Science Department, Shiraz University 2- Professor of Soil Science Department, Shiraz University

Abstract

Application of biochars to agricultural soils may improve soil fertility and productivity and also immobilize toxic heavy materials in soils and is proper as a way of also can increase carbon sequestration in agricultural lands. In the present study, rice husk- derived biochars were produced at different temperatures (300, 350 and 400 ^{0}C). Biochar yield, ash content, concentration of nutrients and other physicochemical properties in the biochars were determined, The objective of present study was to distinguish the most appropriate biochar based on essential nutrient concentration and physio-chemical properties of biochars. By increasing pyrolysis temperature, ash content, pH, EC and concentration of Na, K, P, Ca, Mg and micronutrients (Fe, Mn, Zn, Cu) increased, while concentration of total N, organic carbon and biochar yield decreased. Our tentative conclusion indicates that biochar produced at 300 ^{0}C is more appropriate soil amendment to improve soil fertility status of our soil compared to other biochars samples.

Keywords: Biochar, Rice husk, Nutrient Content, Pyrolysis Temperature, Yeild.