تولید بایوچار دارای قلیائیت مناسب از پسماندهای چوب نراد و باگاس نیشکر

سکینه نبی‌زاده [۱]، فردین صادق زاده [۲]، بهی جلیلی [۲]، سید مصطفی عمادی [۲]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاك دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ۲- استادیار گروه علوم خاك دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

چکیده
تولید بایوچار روش مناسبی برای بهبود خصوصیات خاک، افزایش ذخیره کربن و کاهش آزادسازی گازهای گلخانه‌ای می‌باشد. با توجه به قلیایی بودن عمده خاکهای ایران، تولید و استفاده از بایوچارهایی با کیفیت و قلیائیت مناسب بسیار امید بخش خواهد بود. هدف از این تحقیق بررسی برخی خصوصیات شیمیایی از قبیل CEC، EC، pH، درصد ماده آلی و عناصر مغذی بایوچارهای تولیدی از باگاس نیشکر و خرده چوب نراد در دو دمای مختلف (۳۰۰°c و ۶۰۰°c) می‌باشد. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که خصوصیات بایوچار تحت تأثیر دمای تولید شدن و ماده اولیه می‌باشد و و بایوچار تولید شده در دمای پایین از نظر قلیائیت برای خاک های قلیایی و آهکی مناسب می‌باشد.

کلید واژه: بایوچار، باگاس نیشکر، خرده چوب نراد

مقدمه
امروزه تولید بیش از حد ضایعات آلی طی فعالیت‌های کشاورزی به یک نگرانی تبدیل شده است. ضایعات کشاورزی غنی از ترکیبات آلی و سایر عناصری است که گیاه به آن‌ها نیاز دارد. در نتیجه استفاده از آن‌ها در زمین‌های کشاورزی با دیدگاه بهبود خصوصیات خاک خوشایند می‌باشد. البته استفاده از این ضایعات بدون هیچ اصلاحی گاهی موجب ایجاد مشکل می‌شود ((Westerman and Bicudo, ۲۰۰۵). بایوچار، زغال زیستی بدست آمده از تجزیه حرارتی طیف گسترده ای از بیومس غنی از کربن در دمای ۲۰۰ -۹۰۰°c در شرایط کمبود و یا عدم وجود اکسیژن است (Shackley et al, ۲۰۱۲ ;Yao et al, ۲۰۱۲; Ahmad et al, ۲۰۱۴). پیرولیز تکنولوژی‌ای می‌باشد که می‌تواند بیومس را در شرایط نبود اکسیژن به محصولاتی با ارزش بالاتری مثل روغن زیستی و بایوچار تبدیل کند ((Lehman and Joseph, ۲۰۰۹). تولید بایوچار موجب کاهش تولید گازهایی می‌شود که می‌تواند باعث گرمایش جهانی شود (Laird, ۲۰۰۸). افزودن بایوچار به خاک موجب ذخیره کردن کربن در خاک می‌شود و خصوصیت خاک را بهبود می‌بخشد. علاوه بر این انرژی زیستی که طی فرایند تولید بایوچار به وجود می‌آید دارای پتانسیل جایگزینی سوخت‌های فسیلی است (.(Lehman, ۲۰۰۷ با توجه به ساختار مولکولی، بایوچار از نظر شیمیایی و بیولوژیکی نسبت به شکل کربن اصلی (بیومس) پایدارتر می‌باشد (Shafie et al, ۲۰۱۲). خصوصیات بایوچار تولیدی به دمای تولید و نوع بیومس مصرفی بستگی دارد. بایوچارهایی که از مواد مختلف تهیه می‌شوند، تخلخل، سطح ویژه و مقدار گروه‌های عاملی آن‌ها باهم متفاوت است (Tang et al, ۲۰۱۳). مطالعه ای در زمینه تأثیر کربن سیاه بر روی ظرفیت تبادل کاتیونی خاک انجام شده است و بیان نمودند که بایوچار به واسطه بار منفی زیادی که دارد، می‌تواند مستقیماً مواد مغذی دارای بار مثبت را نگه دارد و در نتیجه آبشویی مواد مغذی را کاهش می‌دهد (Liang et al, ۲۰۰۶). بسته به نوع ماده خام اولیه و دمای تولید، بایوچار می‌تواند مشکل اسیدیته خاک را برطرف کند و به عنوان منبع مواد مغذی محسوب شود، همچنین بایوچار دارای این پتانسیل می‌باشد که شیمی محلول خاک را تغییر دهد، در نتیجه روی رشد گیاهان تأثیر گذار می‌باشد (Singh et al, ۲۰۱۰).

اکثر مطالعات انجام شده در مورد کاربرد بایوچار بر روی خاک اسیدی بوده و بایوچارهای تولید شده اکثراً دارای pH و EC بالایی هستند ((Singh et al, ۲۰۱۰; Wu et al, ۲۰۱۲). با توجه به اینکه در خاک ایران مقادیر pH و EC بالاست، لذا بقایای کشاورزی و یا سایر منابع زیست توده استفاده شده جهت تولید بایوچار می‌بایست طوری باشند که بعد از فرایند تولید دارای pH و EC پایینی باشند. در نتیجه هدف از این آزمایش بررسی تولید بایوچار از باگاس و نراد و بررسی تأثیر دمای مورد استفاده بر خصوصیات بایوچار های مذکور جهت استفاده از خاک آهکی می‌باشد.

مواد و روش‌ها
تهیه بایوچار
بایوچارهای استفاده شده از تجزیه حرارتی پسماندهای باگاس نیشکر و خرده چوب نراد تهیه شدند. ابتدا نمونه‌های مواد خام در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک گردیده، سپس در کوره به مدت ۳ ساعت در دمای ۳۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد به بایوچار تبدیل خواهند شد.
خصوصیات شیمیایی بایوچار
برای محاسبه درصد عملکرد و خاکستر تولید شده بایوچارها به ترتیب از فرمول ۱ و ۲ استفاده می‌شود.

(۱)

(۲)

برای تعیین pH و EC بایوچارها نسبت ۱:۱۰(آب ۱۰ میلی‌لیتر: ۱گرم بایوچار) از آن‌ها تهیه شده، سپس برای مدت ۱ ساعت شیک شده و به ترتیب با دستگاه pHمتر و ECمتر قرائت گردیدند. مقدار نیتروژن بایوچار به روش کجلدال، درصد ماده آلی بایوچار با استفاده از اختلاف وزن بایوچار و خاکستر باقی مانده حاصل از سوزاندن با آب اکسیژنه بدست آمده است. میزان خاکستر کل بایوچار از طریق قرار دادن بایوچار در دمای ۸۵۰درجه سانتی‌گراد برای مدت ۱۲ ساعت بدست آمد. ظرفیت تبادل کاتیونی بایوچارها از طریق جانشینی تمامی کاتیون‌های قابل تبادل با استات سدیم در pH برابر ۲/۸ و جایگزینی با استات آمونیوم تعیین شد. میزان عناصر کلسیم، پتاسیم، سدیم، فسفر، آهن، منگنز، مس و روی بایوچارها با استفاده از خاکستر بدست آمده از اکسید کردن بایوچارها توسط H_2O_2 اندازه گیری شد.

نتایج و بحث

خصوصیات شیمیایی بایوچارهای ساخته شده در دمای ۳۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد در جدول ۱ و ۲ نشان داده شده است. بایوچارهای تولید شده در دماهای مختلف دارای رنج متفاوتی از عملکرد بوده‌اند. بایوچار نراد ۳۰۰$^{c\cdot}$ دارای بیشترین مقدار عملکرد و بایوچار باگاس ۶۰۰$^{c\cdot}$ دارای کمترین میزان عملکرد بوده‌اند. با افزایش در دمای تولید، میزان عملکرد باگاس نیشکر از % ۳۱/۴۹ به % ۲۴/۳۶ و میزان عملکرد بایوچار نراد از % ۴۷/۷۹ به % ۹۴/۳۰ کاهش یافته است (جدول ۱). به طور کلی با افزایش دمای تولید، میزان عملکرد بایوچارها کاهش می‌یابد ((Wu et al, ۲۰۱۲. میزان خاکستر تولید شده در دمای ۸۵۰$^{c\cdot}$ برای بایوچار باگاس ۶۰۰$^{c\cdot}$ بیشترین مقدار و برای بایوچار نراد ۳۰۰$^{c\cdot}$ کمترین مقدار بدست آمده است (جدول ۱). با افزایش دما ی تولید، میزان خاکستر تولید شده از بایوچار افزایش و میزان مواد فرار کاهش می‌یابد. در نتیجه دمای تولید بالا، موجب به وجود آمدن بایوچارهای پایدارتر و مستحکم‌تری می‌شود (Singh et al, ۲۰۱۰; Wu et al, ۲۰۱۲). افزایش دمای تولید موجب شده تا میزان pH بایوچار باگاس از ۱/۶ به ۱۰ و بایوچار نراد از ۹/۶ به ۵/۸ افزایش یابد. نتایج نشان می‌دهد با افزایش دمای ساخت بایوچار، pH افزایش می‌یابد که به دلیل تجمع اکسیدهای فلزی قلیایی در مواد اولیه طی فرایند تولید می‌باشد ((Uzoma et al, ۲۰۱۱. روند تغییر pH با افزایش در دمای ساخت بایوچار با مقدار خاکستر تولید شده مطابقت داشته است. این موضوع به وسیله نمک‌های عناصر قلیایی و قلیایی خاکی (Na, K, Ca, Mg) و کلسیت توجیه می‌شود که از اجزای اصلی سازنده خاکستر می‌باشند (Singh et al, ۲۰۱۰). مقادیر EC اندازه گیری شده در رنج ۸/۲- ۳/۰ dS.m^{-1} قرار دارد. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش دمای ساخت بایوچار، EC افزایش می‌یابد. مقادیر EC بالا نشان‌دهنده وجود مقادیر بالای نمک‌های محلول در آب در این بایوچارها می‌باشد. به طور کلی بایوچارهای ساخته شده در دمای پایین دارای گروه‌های عاملی اکسیژن‌دار و CEC بیشتری می‌باشند (Tan et al, ۲۰۱۵)، در نتیجه ظرفیت خاک برای نگهداری کاتیون‌های مغذی به شکل قابل دسترس برای گیاه افزایش می‌یابد.

جدول ۱- برخی خصوصیات شیمیایی بایوچارهای باگاس نیشکر و خرده چوب نراد

نمونه	عملکرد	خاکستر	pH (۱:۱۰)	EC	CEC
	%			dS.m^{-1}	Cmolc.kg^{-1}
باگاس نیشکر ۳۰۰$^{c\cdot}$	۳۱/۴۹	۰۳/۰	۱/۶	۶/۰	۰۵/۸۴
باگاس نیشکر ۶۰۰$^{c\cdot}$	۳۶/۲۴	۰۸/۰	۱۰	۸/۲	۱۵/۳۱
نراد ۳۰۰$^{c\cdot}$	۴۷/۷۹	۰۱/۰	۹/۶	۳/۰	۲۵/۲۸
نراد ۶۰۰$^{c\cdot}$	۹۴/۳۰	۰۲/۰	۵/۸	۱/۱	۹۶/۱۱

جدول ۲- برخی خصوصیات شیمیایی بایوچارهای باگاس نیشکر و خرده چوب نراد

نمونه	N	OM	Na	Ca	K	Fe	Zn	Cu	Mn
	%		mg.g^{-1}						
باگاس نیشکر ۳۰۰$^{c\cdot}$	۷۲/۰	۴/۹۳	۶۳۳/۱	۲۴۲/۰	۱۵۵/۸	۱۸۰۵/۰	۰۸۸۵/۰	۰۱۱۶/۰	۰۲۱۳/۰
باگاس نیشکر ۶۰۰$^{c\cdot}$	۷۱/۰	۱۶/۸۷	۹۶۰/۲	۴۸۴/۰	۳۰/۱۱	۵۴۲۳/۰	۱۱۵۵/۰	۰۱۳۵/۰	۰۳۴/۰
نراد ۳۰۰$^{c\cdot}$	۱۳/۰	۳/۹۳	۵۵۶/۱	۱۸۹/۱	۵۲۷/۰	۴۵۶۱/۰	۰۹۲/۰	۰۰۸۵/۰	۱۲۲۶/۰

۲۸۹/۰	۰۱۰۵/ ۰	۱۵۳/۰	۰۹۱۶/ ۱	۱۱۳/ ۱	۲۰۶/ ۱	۲۶۵/ ۲	۳۳/۷ ۸	۲۱/۰	نراد ۶۰۰ ^{c}

تغییر در دمای تولید بر روی میزان نیتروژن اندازه‌گیری شده تأثیر می‌گذارد (جدول ۲). بدین صورت که افزایش دمای تولید غالباً موجب کاهش میزان نیتروژن بایوچارها می‌گردد (Kim et al, ۲۰۱۳). در این مطالعه با افزایش دمای تولید، درصد نیتروژن نراد افزایش یافته است که احتمالاً به دلیل هضم نشدن کامل بایوچار طی فرایند هضم تر می‌باشد. لازم به ذکر است مقدار نیتروژن بایوچارها به نوع ماده اولیه مورد استفاده، تکنولوژی تولید، شیب حرارتی و دمای تولید بستگی دارد (Lee et al, ۲۰۱۰). با افزایش دمای تولید، میزان ماده آلی بایوچارها کاهش یافته است (جدول ۲). نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که افزایش دمای تولید، موجب افزایش میزان عناصر ماکرو (کلسیم، پتاسیم و سدیم) و عناصر میکرو (منگنز، روی، مس و روی) شده است که با نتایج سایرین مطابقت داشته است(Wu et al, ۲۰۱۲; Singh et al, ۲۰۱۰) .

نتایج بدست آمده از این آزمایش نشان می‌دهد که بایوچارهای تولیدی در دمای پایین برای اصلاح خاک‌های آهکی مناسب می‌باشند. همچنین به دلیل بالا بودن عناصر مغذی موجود در بایوچارهای تولیدی می‌توان از آن‌ها به عنوان کود مناسب برای اصلاح خاک استفاده کرد. بنابراین تولید بایوچار راهکار مناسبی برای مدیریت بقایای گیاهی است.

منابع

Ahmad M., Rajapaksha A. U., Lim J.E., Zhang M., Bolan N., Mohan D., Vithanage M., Lee S. S. and Ok Y. S. ۲۰۱۴. Biochar as a sorbent for contaminant management in soil and water.Chemosphere, ۹۹: ۱۹- ۳۳.

Kim W.K; Shim T; Kim Y. S; Hyun S; Ryu C; Park Y. K. and Jung J. ۲۰۱۳. Characterization of cadmium removal from aqueous solution by biochar produced from a giant Miscanthus at different pyrolytic temperatures. Bioresource Technology, ۱۳۸: ۲۶۶-۲۷۰.

Liang B., Lehmann J., Solomon D., Kinyangi J., Grossman J. and O'Neill B. ۲۰۰۶. Black carbon increases cation exchange capacity in soils. Soil Science Society of American Journal, ۷۰: ۱۷۱۹-۱۷۳۰.

Liard D. A. ۲۰۰۸. The charcoal vision : a win- win- win scenario for simultaneously producing bioenergy, permanently sequestering carbon, while improving soil and water quality. Agron Journal, ۱۰۰: ۱۷۸-۱۸۱.

Lee J.W., Kidder M., Evans B.R., Paik S., Buchanan A.C., Garten C.T. and Brown R.C. ۲۰۱۰. Characterization of biochars produced from cornstovers for soil amendment. Environmental Science and Technology, ۴۴: ۷۹۷۰-۷۹۷۴.

Lehmann J. ۲۰۰۷. A handful of carbon. Nature, ۴۴۷: ۱۴۳-۱۴۴.

Lehman, J., Joseph, S., ۲۰۰۹. Biochar for environmental management. science and technology. Earthscan Publishes, pp: ۴۱۶.

Shackley S., Carter S., Knowles T., Middelink E., Haefele S., Sohi S., Cross A. and Haszeldine S. ۲۰۱۲. Sustainable gasification-biochar systems? A case-study of rice-husk gasification in Cambodia, Part ۱: Context, chemical properties, environmental and health and safety issues. Energy Policy, ۴۲: ۴۹-۵۸.

Shafie S.T., Mohd M.A., Salleh., Hang L.L., Rahman M. and Ghani W. ۲۰۱۲. Effect of pyrolysis temperature on the biochar nutrient and water retention capacity. Journal of Purity, Utility Reaction and Environment, ۱۶: ۳۲۳-۳۳۷.

Singh B., Singh B.P. and Cowie A.L. ۲۰۱۰. Characterisation and evaluation of biochars for their application as a soil amendment. Australian journal of soil research, ۴۸: ۵۱۶-۵۲۵.

Sohi S.P. ۲۰۱۲. Carbon storage with benefits. Science, ۳۳۸: ۱۰۳۴-۱۰۳۵.

Tan X., Liu Y., Zeng G., Wang X., Hua X., Yanling Gu Y.and Yang Z. ۲۰۱۵. Application of biochar for the removal of pollutants from aqueous solution. Chemosphere.

Tang J., Zhu W., Kookana R. and Katayama A. ۲۰۱۳. Characteristics of biochar and its application in remediation of contaminated soil- Review. Journal of Bioscience and Bioengineering, ۱۱۶: ۶۵۳-۶۵۹.

Uzoma K. C., Inous M., Andry H., Fujimaki H., Zahoor A. and Nishihara E. ۲۰۱۱. Effect of manure biochar on maize productivity under sandy soil condition. Soil use manage, ۲۷: ۲۰۵- ۲۱۲.

Westeman P.W. and Bicudo J. R. ۲۰۰۵. Management considerations for organic wastes use in agriculture. Bioresour. Technol, ۹۶: ۲۱۵-۲۲۱.

Wu W., Yang M., Feng Q., McGrouther K., Wang H., Lu H. and Chen Y. ۲۰۱۲. Chemical characterization of rice straw-derived biochar for soil amendment. Biomass and bioenergy, ۴۷: ۲۶۸-۲۷۶.

Yao,Y., Gao, B. Zhang, M. Inyang, M. and Zimmerman, A. ۲۰۱۲. Effect of biochar amendment on sorption and leaching of nitrate, ammonium, and phosphate in a sandy soil. Chemosphere, ۸۹: ۱۴۶۷-۱۴۷۱.

Abstract

Biochar production is a promising method to improving soil fertility, increasing carbon storage and decreasing green house gasses. Due to the alkaline soil of Iran, production and use of biochars with proper quality and alkalinity could be very promising approach. This study was undertaken to determine some characteristics of biochars such as pH, EC, CEC,organic matter percentage and elemental nutrients produced from sugarcane bagasse and dicer wood produced chips at two different temperatures (۳۰۰ $^{\circ}C$ and ۶۰۰ $^{\circ}C$). Results showed that biochar properties are influenced by preparation temperature and feedstock.The biochars produced at lower temperature from both feedstock were suitable to use in alkaline/calcareos soils.