شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: مدیریت پسماند برای کاهش خطرات زیست‌محیطی

تأثیر دما و ترکیب مواد اولیه مختلف بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بیوچار

ملیحه فولادی دورهانی[۱*]، محمد شایان نژاد[۲]، محمد رضا مصدقی[۳]، حسین شریعتمداری[۳]

[۱] دانشجوی دکتری گروه علوم مهندسی آب دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[۲] دانشیار گروه علوم مهندسی آب دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[۳] استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

یکی از روش‌های بازیافت و استفاده از پسماندهای کشاورزی و دامی تبدیل آن‌ها به بیوچار است. اخیراً بیوچار به عنوان اصلاح‌کننده و تأمین-کننده مواد مغذی در خاک استفاده می‌شود. هدف از این پژوهش، بررسی برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی(EC, pH, CEC, OC, N, PD) مواد اولیه مختلف و بیوچارهای تولیدی در دماهای پیرولیز (۳۰۰ و ۵۰۰ درجه سلسیوس) است. به این منظور، پنج ترکیب مختلف شامل باگاس نیشکر، شلتوک برنج، کود گاوی و سرشاخه‌های درخت کاج در نظر گرفته شد. نتایج به دست آمده نشان داد که با افزایش دمای پیرولیز، مقدار رسانایی الکتریکی، عملکرد بیوچار، ماده آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی کاهش و مقدار چگالی حقیقی و pH افزایش یافت. پیرولیز سبب افزایش غلظت نیتروژن کل گردید، ولی با افزایش دمای پیرولیز مقدار آن کاهش یافت. با در نظر گرفتن ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و هزینه تولید بیوچار، دمای ۳۰۰ درجه سلسیوس نسبت به دمای ۵۰۰ درجه سلسیوس برتری دارد.

کلمات کلیدی: بیوچار، پیرولیز، بقایای کشاورزی، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی.

مقدمه

امروزه یکی از روش‌های بازیافت ضایعات کشاورزی و دامی، تبدیل آن‌ها به بیوچار است. بیوچار یک ماده بسیار متخلخل غنی از کربن پایدار است، که در طی فرآیند پیرولیز زیست‌توده در دمای کمتر از ۷۰۰ درجه سلسیوس در شرایط بدون اکسیژن یا کمبود اکسیژن تولید می‌شود. اخیراً بیوچار به‌عنوان اصلاح‌کننده خاک، کود کند رها (Slow release) و بهبوددهنده حاصلخیزی خاک و رشد گیاه در خاک‌های با محدودیت عناصر غذایی استفاده می‌شود. ویژگی‌های بیوچار تولیدی، تحت تأثیر نوع ماده اولیه، دمای پیرولیز و شرایط پیرولیز است (Warnock و همکاران، 2010، Khanmohammadi و همکاران، 2015). پژوهش‌های پیشین نشان داد که رسانایی الکتریکی، pH و خاکستر با افزایش دمای پیرولیز افزایش یافته و میزان عملکرد، ظرفیت تبادل کاتیونی و نیتروژن کل کاهش یافت (Banitalebi و همکاران، 2019، Claoston و همکاران، 2014، Khanmohammadi و همکاران، 2015، Fu و همکاران، 2011). کاربرد بیوچار در زمین‌های کشاورزی، در درازمدت احتمالاً سبب بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و بهبود وضعیت حاصلخیزی می‌شود. با توجه به ویژگی‌های متفاوت بیوچار تولیدی، پیش از کاربرد آن در خاک، باید ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن بررسی شود و بیوچار مناسب انتخاب شود. بنابراین پژوهش حاضر برای بررسی برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بیوچارهای تولیدی از مواد مختلف در چندین دمای پیرولیز انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

برای تهیه بیوچار، ابتدا مواد اولیه شامل سرشاخه‌های درخت کاج، کود گاوی، شلتوک برنج و باگاس نیشکر سرشاخه‌های درخت کاج، کود گاوی، شلتوک برنج و باگاس نیشکر در دمای ۷۰ درجه سلسیوس خشک شدند. سپس این بقایا آسیاب شده و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. سپس پنج ترکیب انتخابی به صورت زیر در نظر گرفته شد:

۱- شاخه درخت کاج (۳۰٪) + کود گاوی (۳۰٪) + باگاس (۴۰٪) (BWM)

۲- شاخه درخت کاج (۳۰٪) + کود گاوی (۳۰٪) + پوست شلتوک برنج (۴۰٪) (RWM)

* ایمیل نویسنده مسئول: malihe_foladi@yahoo.com

۳- شاخه درخت کاج (۵۰٪) + کود گاوی (۵۰٪) (WM)

۴- شاخه درخت کاج (۲۰٪) + کود گاوی (۲۰٪) + پوست شلتوک برنج (۳۰٪) + باگاس (۳۰٪) (BWMR)

۵- شاخه درخت کاج (۲۰٪) + پوست شلتوک برنج (۴۰٪) + باگاس (۴۰٪) (BWR)

پیرولیز این پنج ترکیب دردو دمای ۳۰۰ و۵۰۰ درجه سلسیوس در یک کوره الکتریکی در شرایط عدم حضور اکسیژن با نرخ افزایش دمای ۳ درجه سلسیوس در دقیقه (پیرولیز آهسته) و به مدت ۲ ساعت انجام گرفت.

تیمارها شامل پسماندهای خام (پنج تیمار) و همچنین بیوچار آن‌ها در دو دمای ۳۰۰ و ۵۰۰ درجه سلسیوس (ده تیمار) به شرح زیر در نظر گرفته شدند:

BWM, RWM, WM, BWMR, BWR, BWM300, RWM300, WM300, BWMR300, BWR300, BWM500, RWM500, WM500, BWMR500, BWR500.

مقدار عملکرد بیوچار با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{عملکرد بیوچار}(\%) = \frac{\text{وزن بیوچار}}{\text{وزن ماده اولیه}} \times ۱۰۰$$

ویژگی‌های شیمیایی بیوچار و مواد اولیه شامل pH و رسانایی الکتریکی (EC) در عصاره ۱:۲۰ بیوچار به آب مقطر، نیتروژن کل (N) به روش کلدال، گنجایش تبادل کاتیونی (CEC) با استفاده از استات باریم (Nelson و Rippy، 2007) و درصد ماده آلی کل (OC) با سوزاندن یک گرم نمونه آون-خشک در کوره اندازه‌گیری شد. درصد ماده آلی به صورت زیر محاسبه شد:

$$\text{ماده آلی}(\%) = \frac{\text{وزن خاکستر} - \text{وزن نمونه}}{\text{وزن نمونه خشک}} \times 100$$

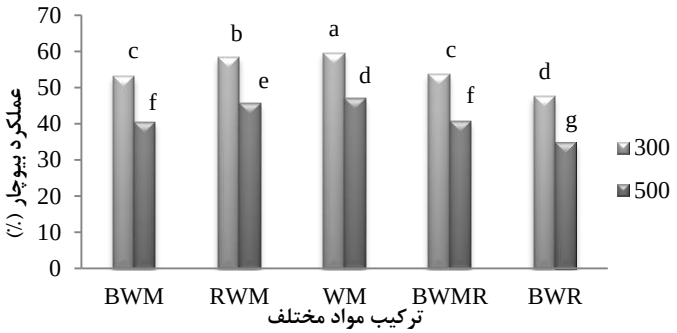
به منظور تعیین چگالی حقیقی (PD)، به علت سبک‌بودن نمونه، از سیال نفت استفاده شد (Gupta, 2002). آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۵تیمار و ۳ تکرار انجام شد. رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel نسخه ۲۰۱۰ و تجزیه آماری با نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴ و مقایسهٔ میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال آماری ۵ درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که تغییرات عملکرد، pH، EC، CEC، N، OC و PD در دماهای مختلف معنی‌دار است (جدول ۱). بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس، این ویژگی‌ها تحت تأثیر نوع ماده اولیه و دمای پیرولیز قرار می‌گیرد ($P<0.001$).

عملکرد بیوچار

با افزایش دمای پیرولیز، عملکرد تولید بیوچار (فاز جامد)، کاهش یافت (شکل ۱). بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد بیوچار برابر ۵۹/۶ درصد در تیمار WM300 و ۳۴/۸ درصد در تیمارBWR500 مشاهده شد. بهشتی و همکاران (۱۳۹۵) و Khanmohammadi و همکاران (2015) به نتیجه مشابهی دست یافتند. علت کاهش عملکرد با افزایش دمای پیرولیز، را می‌توان به تجزیه بیش‌تر مواد اولیه بیوچار با افزایش دما ارتباط داد (Fu و همکاران، 2011).



شکل ۱- مقایسه میانگین عملکرد بیوچارهای تولیدی در دمای پیرولیز مختلف (حروف متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد آزمون LSD است).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مختلف بیوچارهای حاصل در دماهای مختلف

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	خطای آزمایشی
Yield (%)	۹	۱۹۶/۹۳۸***	۰/۲۹۰
pH	۱۴	۱/۷۵۷***	۰/۱۰۷
EC ($\mu S\ cm^{-1}$)	۱۴	۱۴۲۱۴۷/۸۹۷***	۱۱۸۸/۱۸۷
CEC ($cmol(+)\ kg^{-1}$)	۱۴	۱۵۶/۷۷۱***	۲/۱۳۸
N(%)	۱۴	۰/۱۰۱۱***	۰/۰۰۰۰۰۲
C(%)	۱۴	۵۸۰/۸۱۴***	۰/۶۳۲
PD($g\ cm^{-3}$)	۱۴	۰/۵۶۷***	۰/۰۰۲

***: معنی‌دار در سطح ۰/۱ درصد

رسانایی الکتریکی (EC) و pH

با افزایش دمای پیرولیز، مقدار pH به صورت قابل ملاحظه‌ای افزایش یافت (جدول ۲). بیش‌ترین مقدار آن در تیمار BWMR500 و کمترین مقدار آن در تیمار BWR مشاهده شد. دامنه تغییرات pH مواد اولیه، ۷/۸۱-۷/۰۱ بود که بیشترین آن مربوط به WM و کمترین آن مربوط به BWR است. مقدار pH بیوچار در دمای ۳۰۰ درجه سلسیوس از ۷/۹۲ برای WM300 به ۷/۷۶ در RWM300 کاهش یافت. دامنه تغییرات pH بیوچار تولیدی در دمای ۵۰۰ درجه سلسیوس ۹/۳۱-۹/۰۳ بود که بیشترین آن مربوط به BWMR500 و کمترین آن مربوط به RWM500 است. Khanmohammadi و همکاران (2015)، Yuan و همکاران (2011) و Banitalebi و همکاران (2019) به نتایج مشابهی دست یافتند.

EC، درجه شوری بقایا و بیوچارهای حاصل از آن‌ها را منعکس می‌کند. تعیین EC بیوچار، به منظور برآورد EC خاک تیمار شده با بیوچار ضروری است. بیشترین مقدار EC در مواد اولیه خام در همه تیمارها مشاهده شد. با افزایش دمای پیرولیز به ۳۰۰ درجه سلسیوس مقدار آن کاهش یافت. این روند افزایش دما تا ۵۰۰ درجه سلسیوس، به غیر از تیمار RWM500 در همه تیمارها مشاهده شد (جدول ۲). Azargohar و همکاران (2014) به نتیجه مشابهی دست یافتند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که مقدار EC بقایای کاه و کلش گندم و کتان، کود مرغی و خاک اره که در سه دمای متفاوت از ۴۰۰ تا ۵۵۰ درجه سلسیوس پیرولیز شده بود. با افزایش دمای پیرولیز، کاهش یافت. همچنین Meng و همکاران (2013) گزارش

کردند که با تبدیل بقایا به بیوچار در دمای ۴۰۰ درجه سلسیوس مقدار EC به طور قابل‌توجهی کاهش یافت. درحالی‌که با افزایش دما از ۴۰۰ به ۷۰۰ درجه سلسیوس مقدار EC بیوچار حاصل افزایش پیدا کرد. Khanmohammadi و همکاران (2015) به این نتیجه رسیدند که با افزایش دمای پیرولیز از ۳۰۰ به ۷۰۰ درجه سلسیوس، مقدار EC لجن فاضلاب به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد؛ در حالی‌که مقدار EC در فاز مایع، روند افزایشی با دما داشت. دلیل افزایش EC را می‌توان به تغلیظ یون‌های محلول در فاز مایع نسبت داد.

گنجایش تبادل کاتیونی (CEC)

از عوامل تأثیرگذار بر مقدار CEC می‌توان به گروه‌های هیدروکسیلی، کربونیلی، کوئینی و فنولی اشاره کرد (Claoston و همکاران، 2014). افزایش دمای پیرولیز، مقدار CEC را در همه تیمارها به طور معنی‌داری کاهش داد (جدول ۲) که با نتایج بنی‌طالبی و همکاران (۱۳۹۶) هم‌خوانی دارد. مقدار CEC مواد اولیه از ۳۹ cmol (+) kg^{-1} برای تیمار WM به ۱۹/۱۲ cmol(+) kg^{-1}در تیمار BWR کاهش یافت. بیشترین مقدار CEC مربوط به بیوچار دمای ۳۰۰ (WM300) و کمترین آن مربوط به بیوچار دمای ۵۰۰ (BWR500) بود. بیشترین مقدار CEC در ماده اولیه و بیوچار آن، مربوط به تیمار WM مشاهده شد، که حاوی کود گاوی است. در تیمار WM کاهش قابل توجهی در مقدار CEC با افزایش دما WM مشاهده شد. یکی از دلایل کاهش CEC با افزایش دما را می‌توان به کاهش گروه‌های عاملی اسیدی نسبت داد (Jeonge و همکاران، 2016).

چگالی حقیقی (PD)

با تهیه بیوچار و افزایش دمای پیرولیز، مقدار PD افزایش یافت (جدول ۲) که به دلیل کاهش مواد آلی و افزایش سهم مواد معدنی در بیوچار است. این روند در مورد تیمار RWM صادق نیست. بیشترین مقدار چگالی حقیقی در تیمار WM مشاهده شد، که شامل کود گاوی و سرشاخه‌های درخت کاج است. مقدار PD در بین تیمارهای مختلف در دامنه ۱/۱-۰۸/۵۶ g cm^{-3} متغیر بود (جدول ۱). مقدار PD تحت تأثیر مواد اولیه و فرآیند پیرولیز (دما و سرعت) قرار می‌گیرد (Pandolfo و همکاران، 1994). Khanmohammadi و همکاران (2015) و Banitalebi و همکاران (2019) به نتایج مشابهی دست یافتند.

نیتروژن کل (N) و ماده آلی (OC)

ویژگی‌های شیمیایی بیوچار تولیدی تحت تأثیر ماده اولیه و دمای تولیدی بیوچار است. روند تغییر نیتروژن کل تحت تأثیر دما، روند مشخصی نداشت (جدول ۲) در تیمار RWM با افزایش دمای پیرولیز، مقدار نیتروژن کل کاهش پیدا کرد،درصورتی‌که در بقیه تیمارها با افزایش دما تا ۳۰۰ درجه سلسیوس مقدار نیتروژن کل افزایش یافت ولی با افزایش بیشتر دما تا ۵۰۰ درجه سلسیوس مقدار نیتروژن کل کاهش یافت. دلیل کاهش نیتروژن کل با افزایش دما را می‌توان به از دست رفتن بخشی از نیتروژن آلی نسبت داد. بیشترین مقدار نیتروژن در تیمار WM300 و کمترین آن در BWR500 مشاهده شد. تیمار WM به دلیل دارا بودن مقادیر بیشتری از کود گاوی، نیتروژن کل بیشتری دارد. همچنین Wu و همکاران (2012) نیز گزارش کردند که مقدار نیتروژن کل تا دمای ۴۰۰ درجه سلسیوس روند افزایشی داشته و با افزایش بیشتر دما، روند کاهشی نشان داد. خان‌محمّدی و همکاران (۱۳۹۴) نیز افزایش نیتروژن کل تا دمای ۳۰۰ درجه سلسیوس و روند کاهشی پس از دمای ۳۰۰ درجه سلسیوس را مشاهده نمودند. تبدیل ماده اولیه به بیوچار و افزایش دمای پیرولیز، سبب کاهش معنی‌داری در مقدار ماده آلی شد (خان‌محمّدی و همکاران، ۱۳۹۴). بیشترین مقدار ماده آلی نیز در ماده اولیه BWR و کمترین آن در تیمار WM500 مشاهده شد. تیمار حاوی باگاس و سرشاخه‌های درخت کاج بیشترین مقدار ماده آلی را دارا بود، که می‌توان به مقدار ماده آلی بیشتر در بقایا و یا مقاومت بیشتر در برابر افزایش دمای پیرولیز نسبت داد.

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین pH، رسانایی الکتریکی (EC)، ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC)، نیتروژن کل (N)، ماده آلی (OC) و چگالی حقیقی (PD) در ترکیب مواد اولیه مختلف و بیوچارهای حاصل از آن‌ها در چندین دماهای پیرولیز

		ویژگی						
مواد اولیه	دمای پیرولیز	pH	EC ($\mu S\ cm^{-1}$)	CEC ($cmol_{(+)}\ kg^{-1}$)	N (%)	OC (%)	PD ($g\ cm^{-3}$)
	-	۷/۵۳gh	۸۵۴/۳۲a	۳۰/۴۸ b	۰/۷۱۴j	۸۳/۳۱b	۱/۲۰gh
BWM	۳۰۰	۷/۹۸d	۱۷۴/۶۵f	۲۰/۲۲de	۰/۹۲۳e	۶۹/۱۲f	۱/۳۸cd
	۵۰۰	۹/۲۳ ab	۳۳۲/۴۴ e	۱۶/۷۵ f/h	۰/۸۲۸ i	۵۵/۱۹ j	۱/۴۷ b
	-	۷/۶۷fg	۶۷۳/۸۰b	۲۹/۰۸b	۰/۹۵۱b	۷۶/۴۱d	۱/۳۶de
RWM	۳۰۰	۷/۷۶ef	۴۷۷/۷۹d	۲۱/۱۷de	۰/۹۴۲c	۶۰/۴۸h	۱/۳۱de
	۵۰۰	۹/۰۳c	۳۲۶/۱۲e	۱۶/۲۵g/i	۰/۸۷۷g	۴۵/۳۱k	۱/۳۷de
	-	۷/۸۱d/f	۶۵۰/۷۳b	۳۹/۰۰a	۰/۸۹۷f	۷۰/۳۵f	۱/۴۵bc
WM	۳۰۰	۷/۹۲de	۵۷۵/۲۲c	۲۲/۱۷d	۰/۹۹۰a	۵۵/۱۲j	۱/۴۹ab
	۵۰۰	۹/۱۱bc	۳۲۶/۳۳ e	۱۷/۷۳fg	۰/۹۲۷d	۴۴/۳۷k	۱/۵۶a
	-	۷/۴۵h	۸۹۹/۳۸a	۲۶/۴۵c	۰/۷۱۴j	۸۱/۴۷c	۱/۲۴fg
BWMR	۳۰۰	۷/۸۶ef	۴۷۹/۹۴d	۲۰/۹۲de	۰/۸۴۸h	۷۰/۸۵f	۱/۳۱ef
	۵۰۰	۹/۳۱a	۳۴۴/۷۱e	۱۴/۵۰h/j	۰/۶۳۹k	۵۸/۳۰i	۱/۳۵de
	-	۷/۰۱i	۶۸۱/۹۸b	۱۹/۱۲ef	۰/۴۰۸n	۸۹/۶۷a	۱/۰۸i
BWR	۳۰۰	۷/۸۷de	۳۰۶/۳۶e	۱۴/۰۲ij	۰/۶۰۴l	۸۰/۳۴c	۱/۱۸gh
	۵۰۰	۹/۱۶a/c	۳۲۶/۴۹e	۱۲/۲۵j	۰/۴۶۱m	۷۳/۹۰e	۱/۱۴hi

`در هر ستون، حروف متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد آزمون LSD است.

نتیجه‌گیری

ویژگی‌های شیمیایی بیوچار تولیدی تحت تأثیر دمای تولیدی و ماده اولیه قرار گرفت. با افزایش دمای پیرولیز، مقدار pH افزایش و مقدار کربن آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی کاهش یافت. در فرآیند تولید بیوچار از مواد اولیه، افزایش دمای پیرولیز موجب کاهش مقدار تولید فاز جامد (عملکرد بیوچار) شد. به صورت کلی، با تبدیل مواد اولیه به بیوچار مقدار نیتروژن کل افزایش یافته و با افزایش دما تا ۵۰۰ درجه سلسیوس مقدار آن کاهش - یافت. در حالت کلی، با اعمال فرآیند پیرولیز، مقدار چگالی حقیقی افزایش یافته و مقدار رسانایی الکتریکی کاهش یافت. با توجه به مقدار pH، رسانایی الکتریکی، نیتروژن کل، عملکرد و در نظر گرفتن هزینه تولید بیوچار، دمای ۳۰۰ درجه سلسیوس نسبت به دمای ۵۰۰ درجه سلسیوس ترجیح بیشتری دارد.

منابع

بنی‌طالبی، گ.، مصدقی، م.ر.، و خوشگفتارمنش، ا. م. ۱۳۹۶. اثر دمای پیرولیز بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بیوچار حاصل از کاه گندم، باگاس نیشکر، خوشه خرما، خاک اره و شلتوک برنج . پانزدهمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان.

بهشتی، م. و علیخانی، ه. ۱۳۹۵. تغییرات کیفیت بیوچار تولید شده از کاه وکلش گندم در طی فرآیند پیرولیز آهسته در دماهای مختلف. مجله دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۶ (۲)، ۲۰۲-۱۸۹.

خان‌محمّدی، ز. افیونی، م. و مصدقی، م. ر. ۱۳۹۴. اثر دمای پیرولیز بر ویژگی‌های شیمیایی بیوچار حاصل از باگاس نیشکر و بقایای پسته. مجله تحقیقات کاربردی، ۱ (۳)، ۱۳-۱.

Azargohar, R., Nanda, S., Kozinski, J.A., Dalai, A.K. and Sutarto, R. 2014. Effects of temperature on the physicochemical characteristics of fast pyrolysis bio-chars derived from Canadian waste biomass. Fuel, 125, 90-100.

Banitalebi, G., Mosaddeghi, M.R. and Shariatmadari, H. 2019. Feasibility of agricultural residues and their biochar for plant growing media: Physical and hydraulic properties. Waste Management, 87, 577–589.

Claoston, N., Samsuri, A.W., Ahmad Husni, M.H. and Mohd Amran, M.S. 2014. Effect of pyrolysis temperature on the physicochemical properties of empty fruit bunch and rice husk biochar. Waste Management and Research, 32, 331–339.

Fu, P., Bai, X., Li, Z., Hu, S. and Xiang, J. 2011. Effect of temperature on gas composition and char structural features of pyrolyzed agricultural residues. Bioresource Technology, 102(17), 8211–8219.Gupta, M., Yang, J. and Roy, C. 2002. Density of softwood bark and softwood char: procedural calibration and measurement by water soaking and kerosene immersion method. Fuel, 81(10), 1379–1384.

Jeonge, C.Y., Dodla, S.K., and Wang, J.J. 2016. Fundamental and molecular composition characteristics of biochar produced from sugarcane and rice crop residue and by-products. Chemosphere, 142, 4–13.

Khanmohammadi, Z., Afyuni, M. and Mosaddeghi, M.R. 2015. Effect of pyrolysis temperature on chemical and physical properties of sewage sludge biochar. Waste Management and Research, 33(3), 257–283.

Meng, J., Wang, L., Liu, X., Wu, J., Brookes, P.C. and Xu, J. 2013. Physicochemical properties of biochar produced from aerobically composted swine manure and its potential use as an environmental amendment. Bioresource Technology, 142, 641 -646.

Pandolfo, A. G., Amini-Amolo, M. and Killingaley, J. S. 1994. Activated carbons prepared from shells of different coconut varieties. Carbon, 32, 1015-1019.

Rippy, J. F. M., and Nelson, P.V. 2007. Cation exchange capacity and base saturation variation among Alberta, Canada, moss peats. Horticulture Science, 42, 349–352.

Yuan, J. H., Xu, R. K., and Zhang, H. 2011. The forms of alkalis in the biochar produced from crop residues at different temperatures. Bioresource Technology, 102(3), 3488–3497.

Warnock, D. D., Mummey, D. L., McBride, B., Major, J., Lehmann, J. and Rilling, M.C. 2010. Influences of non-herbaceous biochar on arbuscular mycorrhizal fungal abundances in roots and soils: results from growth chamber and field experiments. Applied Soil Ecology, 46, 450–456.

Wu, W., Yang, M., Feng, Q., Mc Grouther, K., Wang, H., Lu, H., and Chen, Y. 2012. Chemical characterization of rice straw- derived biochar for soil amendment. Biomass and Bionenergy, 47, 268–276.

Topic for submission: Waste Management to Reduce Environmental Risks

The effect of temperature and composition of various raw materials on some physicochemical properties of biochar

Fooladi Dorhani*[1], M., Shayannejad[2], M., Mosaddeghi,[3]M.R., Shariatmadari,[3]H.

[1] PhD Student, Department of Water Engineering, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Iran
[2] Assoc. Prof., Department of Water Engineering, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Iran
[3] Professor, Department of Soil Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Iran

Abstract

One of the methods of recycling and reusing the agricultural and animal wastes is the pyrolysis process transforming wastes into biochar. Recently, the biochars are used as soil amendments and fertilizers. The purpose of this study was to investigate some of the physicochemical properties (EC, pH, CEC, OC, N, PD) of different raw materials and their biochars produced at different pyrolysis temperatures (300 and 500 ºC). Five combinations of sugarcane bagasse, rice husk, cow manure, and pine wood are considered. The results showed that increasing the pyrolysis temperature reduced the electrical conductivity, biochar yield, organic carbon and cation exchange capacity, and increased the particle density and pH. The pyrolysis increased the total nitrogen, but with increasing the pyrolysis temperature, the N content reduced. Considering the physicochemical properties of biochar and the costs, the temperature of 300 ºC is suggested for the biochar production.

Keywords: Biochar, Pyrolysis, Agricultural residues, Physicochemical properties

* Corresponding author, Email :malihe_foladi@yahoo.com