

اثر دمای تولید بیوجار بر غلظت نیتروژن و فسفر در بیوجار تولید شده از منابع مختلف

ادریس گوپلی کیلانه^۱، سید علی اکبر موسوی^۲، حامد رجبی^۱، محمد جواد زارعی^۱، علی همتی^۳، محمد چاکری^۳، فرزاد مرادی چقامارانی^۴ و مهدی زارعی^۲

^۱ دانش آموخته کارشناسی ارشد، بخش علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

^۲ دانشیار بخش علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

^۳ دانش آموخته کارشناسی، بخش علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

^۴ دانشجوی دکتری، بخش علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

چکیده

امروزه با توجه به مشکلاتی که در اثر مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی به وجود آمده، کاربرد کودهای آلی شامل بقایای گیاهی و بیوجار حاصل از آنها مورد توجه بیشتری قرار گرفته است. از این رو در این تحقیق میزان نیتروژن و فسفر در مواد آلی مختلف شامل بقایای درختان نخل، بقایای کاه و کلش گندم، تفاله پسته و در بیوجار تولیدی از آنها در دماهای مختلف (۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد) بررسی شد. یافته‌ها نشان داد که غلظت نیتروژن و فسفر در منابع مختلف به طور معنی‌داری با یکدیگر اختلاف دارند. به طوری که بیشترین میزان غلظت این عناصر مربوط به بیوجار حاصل از تفاله پسته به ترتیب به میزان ۱/۹۲ درصد و ۵۰۷۱ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین مقدار مربوط به بیوجار حاصل از بقایای نخل به میزان ۰/۲۰ درصد و ۲۰۶ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد. دما اثر معنی‌داری بر غلظت نیتروژن و فسفر بیوجار حاصل از بقایای نخل و کاه و کلش گندم نداشت در حالی که با افزایش دما غلظت نیتروژن بیوجارهای حاصل از تفاله پسته به طور معنی‌داری کاهش ولی غلظت فسفر آنها افزایش یافت. به طور کلی غلظت نیتروژن و فسفر در بیوجار حاصل از مواد اولیه به طور معنی‌داری بیش از مواد اولیه مورد استفاده بود.

کلمات کلیدی: بقایای نخل، کاه و کلش گندم، تفاله پسته، زغال زیستی، دمای پیرولولسیس

مقدمه

امروزه با توجه به مشکلات مربوط به مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی، کودهای آلی مورد توجه بیشتری قرار گرفته اند (ویسانی و همکاران، ۱۳۸۹). سوزاندن بقایا سبب آلودگی هوا می‌شود و از طرفی در اثر سوختن بقایا، گاز دی‌اکسید کربن در هوا منتشر شده و سبب گرم شدن کره زمین که تهدیدی جدی در سطح جهان محسوب می‌شود، خواهد شد. فرایند دفن بقایا نیز بسیار پرهزینه می‌باشد و خطرات زیادی برای محیط‌زیست و سلامت انسان به دنبال دارد، از جمله این خطرات می‌توان ورود نیترات و سایر مواد آلاینده به آب‌های زیرزمینی را نام برد. اشغال فضا و محدود بودن زمین‌های مناسب برای دفن بقایا در آینده از دیگر مشکلات به شمار می‌رود. یکی از روش‌های اصلی بازیافت ضایعات آلی، تبدیل آنان به کودهای آلی برای استفاده در بخش کشاورزی است (Dominguez و همکاران، ۱۹۹۷). زغالی که از زیست‌توده‌های گیاهی و ضایعات کشاورزی طی فرآیند پیرولولسیس (pyrolysis) تولید می‌شود را بیوجار می‌گویند. این فرآیند سوختن کند و آرام مواد آلی در شرایط کمبود یا نبود اکسیژن می‌باشد (Glaser and Birk، ۲۰۱۲). ورودی فرآیند تولید بیوجار زیست توده گیاهی است که می‌تواند بقایای گیاهی، چوب و ضایعات چوبی، برخی کودهای حیوانی زباله‌ها و پس‌ماندها مانند بقایای کارخانه‌های چوب بری، تراشه‌های چوب، خاک اره، بقایای چمن شهری مانند برگ، چمن بریده و شاخه درخت، بستر طیور، لجن فاضلاب و مواد زائد مقوایی باشد. همچنین می‌توان بیوجار را از بقایای محصولات کشاورزی مانند کاه گندم، ذرت، سبوس برنج و تفاله نیشکر تهیه کرد، در گزارشی بیان شد بیوجار می‌تواند ۱۷۲ تا ۹۰۵ گرم بر کیلوگرم کربن، ۱/۸ تا ۵۶/۴ گرم بر کیلوگرم نیتروژن، ۲/۷ تا ۴۸ کیلوگرم بر کیلوگرم فسفر و ۱ تا ۵۸ گرم پتاسیم داشته باشد. این ماده به دلیل سرعت تجزیه بسیار کند نسبت به سایر ترکیبات آلی ظرفیت زیادی برای کاهش گازهای گلخانه‌ای از قبیل دی‌اکسید کربن و متان که از ضایعات آزاد می‌شود، دارد و می‌تواند کربن را برای مدت طولانی ذخیره کند (Chan و همکاران، ۲۰۰۸). از دیدگاه کشاورزی یکی از مزایای بیوجار، مدیریت ضایعات کشاورزی است و از دیگر مزایای آن می‌توان به افزایش ذخیره کربنی، بهبود حاصل‌خیزی خاک، تعادل اکوسیستمی، افزایش pH خاک، افزایش سرعت نیترات سازی و فعالیت میکروب‌های خاک اشاره کرد. Kishimoto and Sugiura (۱۹۸۵) بیان کردند سطح داخلی زغال چوب تولید شده در دمای ۴۰۰ تا ۱۰۰۰ درجه سانتی‌گراد بین ۲۰۰ تا ۴۰۰ مترمربع بر گرم می‌باشد. بیوجارهای تولید شده در دمای زیاد (۷۰۰-۴۰۰ درجه سلسیوس) گروه‌های عامل کمتری داشته و دارای درصد کربن بیشتری هستند. Nguyen و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند با



افزایش درجه حرارت از ۶۰ تا ۳۵۰ درجه سانتی‌گراد در پیرولسیس ساقه ذرت و چوب بلوط سبب افزایش CEC، pH، درصد کربن، فسفر کل، کربن تثبیت شده، درصد کربن حلقوی و سطح ویژه زغال زیستی می‌شود.

مطالعاتی که در خاک‌های منطقه تراپرتا انجام شده نشان می‌دهد که بیوچار ماده‌ای سودمند برای حاصلخیزی خاک است. این خاک‌ها که حاوی بیوچار هستند، به دلیل مقادیر زیاد عناصر غذایی، حاصلخیزی زیاد خاک، و مقادیر زیاد ظرفیت تبادل کاتیونی بر دیگر خاک‌های منطقه برتری دارند. Vaccari و همکاران (۲۰۱۱) با کاربرد ۶۰ تن در هکتار بیوچار در مزرعه گندم، میزان ۳۰ درصد افزایش عملکرد را گزارش کردند. افزوده کردن مقادیر زیاد بیوچار به برخی از خاک‌های مناطق حاره‌ای که به شدت آبشویی شده، منجر به افزایش جذب عناصر فسفر، پتاسیم، کلسیم، روی، و مس شده است، که پتانسیل مناسبی را برای افزایش رشد گیاه فراهم می‌کند. سطح ویژه و فضای داخلی زیاد و وجود سطوح قطبی و غیرقطبی موجب شده تا بیوچار توانایی زیادی برای جذب مولکول‌های آلی و عناصر مختلف داشته و سبب تحریک فعالیت میکروبی به ویژه قارچ‌های مایکوریزا شده و به میزان زیاد بر چرخه عناصر غذایی اثرگذار باشد. در مطالعات انجام شده بوسیله Novak و همکاران (۲۰۰۹) در خاک‌های شنی نشان داده شد که کاربرد بیوچار سبب افزایش فسفر قابل جذب در خاک می‌شود. سایر پژوهشگران نیز گزارش کردند کاربرد بیوچار می‌تواند سبب بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک و رشد گیاه (گویلی و همکاران، ۲۰۱۸ و ۲۰۱۹) شود.

با توجه به اهمیت نیتروژن و فسفر که از عناصر غذایی ضروری پر مصرف برای گیاهان می‌باشند و با توجه به نقش مواد آلی در حاصلخیزی و بهبود ویژگی‌های خاک و اثر منابع مختلف، این پژوهش به منظور بررسی اثر مواد اولیه مختلف و شرایط دمایی تولید بیوچار بر غلظت نیتروژن و فسفر بیوچارهای حاصل انجام شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در بخش علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز و با حمایت انجمن علمی بخش و مرکز حمایت از فعالیت‌های علمی دانشجویان دانشگاه شیراز انجام شد. برای تولید بیوچارهای مورد نیاز از تفاله پسته از شهرستان رفسنجان استان کرمان، بقایای نخل از نخلستان‌های شهرستان جهرم استان فارس و کاه و کلش گندم از اراضی زراعی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در باجگاه جمع‌آوری شد. پس از هوا خشک شدن آسیاب شدند و پس از عبور از الک ۲ میلی متری در ورقه‌های آلومینیومی ویژه‌ای که برای ایجاد شرایط نبود یا کمبود اکسیژن تهیه شده بودند، بسته بندی و به مدت ۴ ساعت در دماهای ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس در داخل کوره الکتریکی قرار داده شد تا فرایند پیرولسیس انجام شود. آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی، در سه تکرار در شرایط آزمایشگاهی انجام شد. تیمارها شامل ماده‌های اولیه مربوط به بقایای نخل، کاه و کلش گندم و تفاله پسته و بیوچارهای تولیدی از بقایای نخل، کاه و کلش و تفاله پسته در دماهای ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد بودند. برای تعیین اثر منابع مختلف اولیه تولید بیوچار و اثر دماهای مختلف بیوچارهای تولید شده از این منابع نیتروژن کل به روش کدال (Bremner، ۱۹۹۶) و فسفر قابل استفاده به روش Olsen و همکاران (۱۹۵۴) اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های اندازه‌گیری شده حاصل از انجام آزمایش با استفاده از نرم افزار آماری SAS انجام شد و میانگین تیمارهای مورد مطالعه با استفاده از آزمون دانکن و در سطح آماری پنج درصد با یکدیگر مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج حاصل در جدول (۱) نشان می‌دهد که غلظت نیتروژن در منابع مختلف بقایای نخل، کاه و کلش گندم و تفاله پسته دارای اختلاف معنی‌داری نسبت به یکدیگر هستند، به طوری که بیشترین میزان غلظت نیتروژن به میزان ۱/۹۲ درصد مربوط به بیوچار حاصل از تفاله پسته و کمترین مقدار به میزان ۰/۲۰ درصد مربوط به بیوچار حاصل از بقایای نخل می‌باشد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که غلظت نیتروژن در بیوچارهای تولیدی در دماهای ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ نسبت به ماده اولیه به طور معنی‌داری به ترتیب به میزان ۱۷، ۱۳ و ۴ درصد افزایش یافته است.

جدول ۱- اثر دما بر غلظت نیتروژن (درصد) در بیوپچار تهیه شده از منابع مختلف

میانگین	دما (درجه سانتی‌گراد)			ماده اولیه	تیمار
	۶۰۰	۴۰۰	۲۰۰		
۰/۲۰ C	۰/۲۵ g	۰/۲۴ g	۰/۲۴ g	۰/۰۷* h	بقایای نخل
۰/۵۸ B	۰/۵۹ e	۰/۶۸ d	۰/۶۵ d	۰/۳۹ f	کاه و کلش
۱/۹۲ A	۱/۷۲ c	۱/۹۰ b	۲/۰۲ a	۲/۰۲ a	تفاله پسته
	۰/۸۶ B	۰/۹۴ A	۰/۹۷ A	۰/۸۳ C	میانگین

*. اعدادی که در بدنه جدول در یک حرف کوچک و میانگین‌هایی که در هر ردیف یا ستون در یک حرف بزرگ مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی دار آماری ندارند.

نتایج نشان می‌دهد غلظت نیتروژن در بیوپچار تولیدی از بقایای نخل در دماهای ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد در مقایسه با ماده اولیه به ترتیب به میزان ۲۴۵، ۲۴۵ و ۲۵۷ درصد بیشتر است (جدول ۱). همچنین نتایج نشان می‌دهد که غلظت نیتروژن در بیوپچار تولیدی از کاه و کلش گندم در دماهای ذکر شده در مقایسه با ماده اولیه به ترتیب به میزان ۶۷، ۷۴ و ۵۱ درصد بیشتر است. در حالی که غلظت نیتروژن در بیوپچار تولیدی از تفاله پسته در دماهای ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد در مقایسه با ماده اولیه به طور معنی‌داری به ترتیب به میزان ۵ و ۱۵ درصد کمتر است (جدول ۱). مرادی چقامارانی و همکاران (۲۰۱۹) نیز گزارش کردند با افزایش دمای تولید بیوپچار، غلظت نیتروژن حاصل از باگاس نیشکر به طور معنی‌داری کاهش یافت به طوری که حداکثر دمای مورد استفاده (۶۰۰ درجه سانتی‌گراد) غلظت نیتروژن به غلظت نیتروژن در ماده اولیه (باگاس نیشکر) نزدیک شد.

نتایج نشان می‌دهد که غلظت فسفر در بیوپچار تولیدی از منابع مختلف بقایای نخل، کاه و کلش گندم و تفاله پسته به طور معنی‌داری با یکدیگر تفاوت دارند. به طوری که بیشترین غلظت فسفر به میزان ۵۰۷۱ میلی‌گرم در کیلوگرم مربوط به بیوپچار حاصل از تفاله پسته و کمترین مقدار به میزان ۲۰۶ میلی‌گرم در کیلوگرم مربوط به بیوپچار حاصل از بقایای نخل می‌باشد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که میانگین غلظت فسفر در بیوپچارهای تولیدی در دماهای ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد در مقایسه با ماده اولیه به طور معنی‌داری به ترتیب به میزان ۵۶، ۱۵۸ و ۱۸۹ درصد افزایش یافته است (جدول ۲). Novak و همکاران (۲۰۰۹) نیز گزارش کردند بیوپچار در مقایسه با ماده اولیه دارای فسفر بیشتری است و کاربرد آن نیز در خاک‌های شنی سبب افزایش فسفر قابل جذب در خاک می‌شود.

جدول ۲- اثر دما بر غلظت فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم) در بیوپچار تهیه شده از منابع مختلف

میانگین	دما (درجه سانتی‌گراد)			ماده اولیه	تیمار
	۶۰۰	۴۰۰	۲۰۰		
۲۰۶ C	۲۶۴ g	۲۰۲ gh	۱۴۸ gh	۱۰۸* h	بقایای نخل
۱۱۹۲ B	۱۳۸۹ e	۱۵۴۴ e	۱۴۵۱ e	۳۸۶ f	کاه و کلش
۵۰۷۱ A	۷۶۳۵ a	۶۵۳۴ b	۳۴۰۴ c	۲۷۱۲ d	تفاله پسته
	۳۰۹۱ A	۲۷۶۰ B	۱۶۶۸ C	۱۰۶۹ D	میانگین

*. اعدادی که در بدنه جدول در یک حرف کوچک و میانگین‌هایی که در هر ردیف یا ستون در یک حرف بزرگ مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی دار آماری ندارند.

نتایج همچنین نشان می‌دهد که غلظت فسفر در بیوپچارهای تولیدی از بقایای نخل در دماهای ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد در مقایسه با ماده اولیه به طور معنی‌داری به ترتیب به میزان ۳۷، ۸۷ و ۱۴۴ درصد بیشتر است. همچنین نتایج نشان می‌دهد غلظت فسفر در بیوپچارهای تولیدی از کاه و کلش گندم در دماهای مذکور در مقایسه با ماده اولیه به طور معنی‌داری به ترتیب به میزان ۲۷۶، ۳۰۰ و ۲۶۰ درصد و در بیوپچارهای تولیدی از تفاله پسته در دماهای مذکور در مقایسه با ماده اولیه به طور معنی‌داری به ترتیب به میزان ۲۶،



۱۴۱ و ۱۸۱ درصد بیشتر است (جدول ۲). Nguyen و همکاران (۲۰۱۰) نیز نشان دادند با افزایش درجه حرارت از ۶۰ تا ۳۵۰ درجه سانتی گراد در پیرولسیس ساقه ذرت و چوب بلوط غلظت فسفر به طور معنی داری افزایش یافته است.

نتیجه گیری

یافته‌ها نشان داد که منابع مختلف بقایای نخل، کاه و کلش گندم و تفاله پسته از نظر غلظت عناصر مورد مطالعه (نیترژن و فسفر) دارای اختلاف معنی داری نسبت به یکدیگر می‌باشند. به طوری که بیشترین میزان غلظت این عناصر مربوط به بیوچار حاصل از تفاله پسته و کمترین مقدار مربوط به بیوچار حاصل از بقایای نخل می‌باشد. بنابراین با توجه به یافته‌ها از بین منابع مختلف، تفاله پسته از نظر تامین عناصر مذکور در مقایسه با سایر منابع برتری دارد.

سپاسگزاری

مقاله مستخرج از طرح پژوهشی انجمن علمی دانشجویی بخش علوم خاک و مصوب مرکز حمایت از فعالیت های علمی دانشجویان دانشگاه شیراز است. لذا نویسندگان از مرکز حمایت از فعالیت های علمی دانشجویان دانشگاه شیراز به سبب حمایت مالی و معنوی از طرح و از انجمن علمی بخش علوم خاک به سبب پیگیری ها و حمایت های معنوی صمیمانه تشکر و قدردانی می نمایند.

منابع

- ویسانی، و.، س. رحیمزاده و ی. سهرابی. ۱۳۸۹. تأثیر کودهای بیولوژیک بر صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و میزان اسانس گیاه دارویی ریحان. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد ۲۸، شماره ۱، صفحات: ۷۳ تا ۸۷.
- Bremner, J. 1996. Nitrogen total. *Methods of Soil Analysis*. In: D. L. Sparks et al. (Eds). *Method of Soil Analysis. Part 3*. pp. 1085-1121. Chemical Methods. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, WI, USA.
- Chan, K., L. Van Zwieten, I. Meszaros, A. Downie, and S. Joseph. 2008. Agronomic values of greenwaste biochar as a soil amendment. *Soil Research*, 45: 629-634.
- Dominguez, J., C. Edwards, and S. Subler. 1997. Comparison of vermicomposting and composting, biocycle. *Journal of Composting and Organics Recycling*, 38: 57-59.
- Gavili, E., A. A. Moosavi, and A. A. Kamkar Haghighi. 2019. Does biochar mitigate the adverse effects of drought on the agronomic traits and yield components of soybean? *Industrial and Crops Products*, 128:445-454.
- Gavili, E., A. A. Moosavi, and F. Moradi Choghamarani. 2018. Cattle manure biochar potential for ameliorating soil physical characteristics and spinach response under drought. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 64:1714-1727.
- Glaser, B. and J. J. Birk. 2012. State of the scientific knowledge on properties and genesis of Anthropogenic Dark Earths in Central Amazonia (terra preta de Índio). *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 82: 39-51.
- Kishimoto, S. and G. Sugiura. 1985. Charcoal as a soil conditioner. *International Achievement Future*, 5: 12-23.
- Moradi-Choghamarani, F., A. A. Moosavi, and M. Baghernejad. 2019. Determining organo-chemical composition of sugarcane bagasse-derived biochar as a function of pyrolysis temperature using proximate and Fourier transform infrared analyses. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, doi.org/10.1007/s10973-019-08186-9.
- Nguyen, B. T., J. Lehmann, W. C. Hockaday, S. Joseph, and C. A. Masiello. 2010. Temperature sensitivity of black carbon decomposition and oxidation. *Environmental Science and Technology*, 44: 3324-3331.
- Novak, J. M., W. J. Busscher, D. L. Laird, M. Ahmedna, D. W. Watts, M. A. Niandou. 2009. Impact of biochar amendment on fertility of a southeastern coastal plain soil. *Soil Science Society of America Journal*, 174: 105-112.
- Olsen, S. R., C. V. Cole, F. S. Watanabe, and L. A. Dean. 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. United States Department of Agriculture. Circular, Washington DC, 939: 1-18.
- Vaccari, F., S. Baronti, E. Lugato, L. Genesio, S. Castaldi, F. Fornasier, and F. Miglietta. 2011. Biochar as a strategy to sequester carbon and increase yield in durum wheat. *European Journal of Agronomy*, 34: 231-238.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Chemistry

Effect of pyrolysis temperature on nitrogen and phosphorus concentration of biochar produced from different sources

Edris Gavili¹, Ali Akbar Moosavi², Hamed Rajabi¹, Mohammad Javad Zarei¹, Ali Hemmati³, Mohammad Chakeri³, Farzad Moradi-Choghamarani⁴, and Mehdi Zarei²

¹Former M.Sc. Student, Department of Soil Science and Engineering, College of Agriculture, Shiraz University

²Associate Prof., Department of Soil Science and Engineering, College of Agriculture, Shiraz University

³Former B.Sc. Student, Department of Soil Science and Engineering, College of Agriculture, Shiraz University

⁴Ph.D. Student, Department of Soil Science and Engineering, College of Agriculture, Shiraz University

Abstract

Nowadays, application of organic fertilizers received increased attention due to the problems caused by using chemical fertilizers. Therefore, in this study, the nitrogen (N) and phosphorus (P) concentration in various organic materials including palm residues, wheat straw and pistachio pulp, and their biochars produced at pyrolysis temperatures of 200, 400 and 600 ° C were investigated. Results indicated that there are significant differences between the N and P concentration of biochars produced from different sources. So that the maximum N and P concentrations with the values of 1.92% and 5071 mg kg⁻¹ corresponded to the pistachio pulp-derived biochar and the minimum concentrations with the values of 0.02% and 206 mg kg⁻¹ corresponded to that of palm residues, respectively. Pyrolysis temperature had no significant effect on the N and P concentration of wheat straw and palm residue- derived biochars. Whereas, N concentration of pistachio pulp derived biochars decreased significantly with increase in pyrolysis temperature. However, P concentration increased. In general, N and P concentrations of resultant biochars were significantly higher than that of the raw materials.

Keywords: Palm residue, wheat straw, pistachio pulp, biochar, pyrolysis temperature