پانزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۶ تا ۸ شهریور ۱۳۹۶ محور مقاله: شیمی و حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه

تأثیرکاربرد سطوح مختلف بیوچار بقایای میوه پسته بر پتاسیم و فسفر قابل استفاده خاک

عباس لطفی مهروئیه [۱]، محمد حشمتی رفسنجانی [۲]

۱ و ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار گروه علوم خاک، دانشگاه ولی عصر (عج)، رفسنجان

چکیده

در این پژوهش، تأثیر کاربرد سطوح مختلف بیوچار بقایای میوه پسته در سطوح صفر، ۰/۷۵، ۱/۵ و ۲/۵ درصد بر قابلیت استفاده پتاسیم و فسفر خاک بررسی شد. این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در گلخانه انجام شد. نمونه‌ها به مدت ۱۲۰ روز تحت شرایط رطوبت ۶۰ درصد ظرفیت زراعی و دمای معمول گلخانه نگهداری شدند، سپس تجزیه شیمیایی نمونه‌ها به روش‌های متداول آزمایشگاهی انجام شد، نتایج تجزیه واریانس نشان داد مقدار pH و EC به طور معنی‌داری تحت تأثیر فاکتور بیوچار قرار گرفتند. همچنین نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین نشان داد بیوچار مقدار فسفر و پتاسیم قابل استفاده را به طور معنی‌داری افزایش داد و بیشترین افزایش مربوط به بالاترین سطح بیوچار بود، که به ترتیب نسبت به شاهد ۷/۳ و ۱۲/۵ برابر افزایش داشت. سطوح پایین‌تر مصرف بیوچار نیز افزایش معنی‌دار دو عنصر مذکور را نسبت به شاهد به دنبال داشت به طوری که پس از یک دوره ۱۲۰ روزه انکوباسیون مقدار فسفر در سطوح ۰/۷۵ و ۱/۵ درصد به ترتیب ۲/۱ و ۳/۳ برابر و پتاسیم نیز به ترتیب حدود ۵ و ۹ برابر افزایش داشت، بنابراین می‌توان گفت مصرف بیوچار علاوه بر اثرات مثبت فیزیکی می‌تواند وضعیت تغذیه عناصر فسفر و پتاسیم را بهبود بخشد.

واژه های کلیدی: خصوصیات شیمیایی، pH، هدایت الکتریکی، انکوباسیون

مقدمه

افزایش بازدهی محصولات کشاورزی در واحد سطح از اولویت‌های مهم جهت تهیه غذای مورد نیاز برای جمعیت در حال رشد کشور می‌باشد. یکی از راه کارهای این مسئله افزودن کودها در اشکال مختلف به خاک می‌باشد که این امر جهت افزایش عملکرد محصولات و تقویت خاک از سال‌های دور در تمام دنیا رایج بوده است. در کشوری مانند ایران به علت مصرف فزاینده کودهای شیمیایی در ۵۰ سال اخیر اثرات منفی زیادی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک وارد گردیده و حتی کاهش عملکرد را به دنبال داشته است (Bhogal *et al*, 2003). بطور کلی پتاسیم در خاک به چهار شکل مختلف یافت می‌شود که بر اساس کاهش قابلیت استفاده شامل پتاسیم محلول، پتاسیم تبادلی، پتاسیم غیرتبادلی و پتاسیم ساختمانی است که قابلیت دسترسی متفاوتی برای گیاه دارند (Beckett, 1964). این شکل‌های مختلف در تعادل با یکدیگر قرار دارند (Jonhston and Goulding, 1990).

رضایی نژاد و افیونی (۱۳۷۹) اظهار داشتند که کودهای آلی باعث افزایش معنی‌دار مواد آلی خاک شدند و قابلیت جذب پتاسیم، نیتروژن و فسفر خاک را افزایش دادند. استفاده از بیوچار به عنوان کود آلی در خاک می‌تواند باعث بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک شود و حاصلخیزی خاک را افزایش دهد. نجفی قیری (۱۳۹۴) با بررسی بیوچار حاصل از ۵ نوع بقایای گیاهی (گندم، ذرت، چوب ذرت، پنبه و کنجد) و افزودن ۲ درصد وزنی از هر کدام به خاک گزارش کرد که بیوچار سبب افزایش معنی‌دار مقدار پتاسیم خاک گردید. کمبود فسفر یکی از مشلات عمده خاک‌های آهکی می‌باشد. طبق آمار مؤسسه تحقیقات خاک وآب کشور، بیش از ۷۰ درصد از کل خاک‌های ایران از نظر فسفر قابل جذب زیر سطح بحرانی (۱۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) قرار دارند. نتایج تحقیقات گذشته نشان می‌دهد کاربرد مواد آلی در خاک می‌تواند حلالیت فسفر را افزایش دهد (Pierzynski *et al.*, 1990). سه مکانیسم برای توضیح تأثیر ماده آلی محلول و اسیدهای آلی بر افزایش قابلیت جذب فسفر پیشنهاد شده است (Iyamuremye and Dick, 1996). اول، ملکول‌های آلی ممکن است به طور خاص جذب مواد

معدنی خاک شوند و با فسفر برای مکان‌های جذب رقابت کنند. دوم ماده آلی محلول ممکن است با آلومینیم و یا آهن پیوند سطحی شده کمپلکس آلی_ فلزی محلول تشکیل دهد و با کاهش فعالیت آهن و آلومینیم در محلول موجب انحلال ترکیبات دیگر آهن و آلومینیم، از جمله ترکیبات حاوی فسفر می‌گردد. در مکانیسم سوم ماده آلی ممکن است روی مکان‌های جذب غیراختصاصی کلوئیدها جذب شود، که بار منفی سطح ذرات را افزایش می‌دهد. این عمل جاذبه الکترواستاتیکی فسفر به خاک را کاهش و فسفر بیشتری را در محلول حفظ می‌کند.

بیوچار یک ترکیب کربنی آلی عمدتا پایدار و مقاوم است که از حرارت دادن زیست توده در دماهای بالا تحت اکسیژن کم (نبود اکسیژن) تولید می‌شود. بیوچار می‌تواند ظرفیت تبادل یونی بالایی داشته باشد و ممکن است فراهمی فسفر را با ایجاد ظرفیت تبادل آنیونی و یا با تأثیر بر فعالیت کاتیون‌هایی مثل AL^{3+}, Fe^{3+}, Ca^{2+} که با فسفر بر هم کنش دارند، تغیر دهد (Lehmann *et al.*, 2009). سوجانا[1] و همکاران (۲۰۱۴) با کاربرد بیوچار کود مرغی و بیوچار پوسته برنج گزارش کردند که فسفر قابل جذب افزایش معنی‌داری پیدا کرد. ژای[2] و همکاران (۲۰۱۵) نیز با بررسی اثر کاربرد سطوح مختلف بیوچار بقایای ذرت بر فراهمی فسفر در دو خاک اسیدی و قلیایی مشاهده کردند که فسفر قابل عصاره‌گیری به روش اولسن افزایش یافت.

مواد و روش‌ها

جهت بررسی تأثیر بیوچار حاصل از بقایای میوه پسته بر قابلیت استفاده فسفر و پتاسیم در خاک آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در دانشگاه ولی‌عصر(عج) رفسنجان انجام گرفت. عامل متغیر بیوچار شامل ۴ سطح بیوچار (۰، ۰/۷۵، ۱/۵ و ۲/۵ درصد) و در ۳ تکرار انجام شد. سطوح مختلف بیوچار به نمونه خاک‌های ۵ کیلویی اعمال شد. بیوچار مورد نظر از بقایای باقی مانده میوه پسته پس از جدا کردن دانه‌های میوه تهیه شد. برای این کار ابتدا نمونه‌ها هوا خشک و سپس در کوره دما به ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد رسانده و به مدت ۴ ساعت در شرایط بدون اکسیژن پیرولیز شدند. برخی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک شامل pH و EC نمونه خاک در عصاره گل اشباع به ترتیب با دستگاه pH متر EC متر و بافت خاک به روش هیدرومتری در نمونه‌های اولیه، قبل از اعمال تیمارها تعیین شد (جدول ۱).

دوره انکوباسیون ۱۲۰ روز بود و آبیاری گلدان‌ها بر اساس ظرفیت زراعی خاک انجام شد. پس از پایان دوره انکوباسیون خاک را از گلدان خارج کرده و پس از هواخشک کردن مقدار فسفر و پتاسیم قابل استفاده به ترتیب به روش اولسن و استات آمونیوم عصاره‌گیری و سپس به روش اسپکتوفتومتری و فلیم‌فتومتری اندازه گیری شدند.

جدول ۱- پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک

رس٪	سیلت٪	شن٪	بافت خاک	ماده آلی٪	pH	EC (dS/m)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)
۱۱/۵	۱۵/۵	۷۳	Sandy loam	۰/۵۳	۷/۸	۱/۸۵	۰/۰۰۲	۱۰۶

و همچنین تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد و نتایج حاصله تفسیر گردید.

[1] Sujana
[2] Zhai

نتایج و بحث

جدول تجزیه واریانس نشان داد مقدار pH و EC در سطوح مختلف بیوچار اختلاف معنی‌داری دارند. مقدار pH با افزایش مقدار بیوچار افزایش یافت (Novak *et al* 2009). مقدار EC نیز با افزایش بیوچار افزایش یافت (Mustafa *et al*, 2010). جدول تجزیه واریانس نشان داد بین مقدار pH در سطح بیوچار ۲/۵ در زمان ۱۲۰ روز پس از انکوباسیون (زمان ۲) و ۰/۷۵ در زمان بلافاصله پس از افزودن بیوچار (زمان ۱) و همچنین بین سطح صفر در زمان ۱ و سطح ۰/۷۵ در زمان ۲ اختلاف وجود ندارد (جدول ۲). همچنین بین مقدار EC در سطح ۱/۵ و ۲/۵ درصد در زمان ۱ و سطح ۲/۵ درصد در زمان ۲ و بین سطوح صفر و ۰/۷۵ در هر دو زمان اختلاف معنی‌داری وجود ندارد، اما بین مقدار pH و EC در بقیه سطوح اختلاف وجود دارد (جدول ۲).

جدول۲-نتایج واریانس تأثیر بیوچار و زمان بر روی pH و EC و فسفر و پتاسیم قابل استفاده خاک

منابع ایجاد تغیرات	درجه آزادی	مجموع مربعات			
		pH	EC	فسفر	پتاسیم
بیوچار	۳	۳/۹۷*	۶۱/۸۳۹*	۰/۰۰۵*	۱۴۳۶۲۱۰۶/۵۹*
زمان	۱	۰/۹۴۸*	۰/۷۰۷*	۰/۰۰۲*	۳۱۵۸۵۰۷/۷۹۳*
بیوچار* زمان	۳	۰/۰۳۷*	۱/۷۱۷*	/۰۰۱*	۱۰۲۲۶۴۵/۷۴*
خطا	۱۶	۰/۰۳۷	۲/۱۵	۰	۵۷۷۰۴/۷۶۱
کل	۲۳	۵/۰۴۰	۶۶/۴۱۴	۰/۰۰۸	۱۸۶۰۰۹۶۴/۸۸

*معنی‌دار در سطح ۵ درصد

جدول۳- مقایسه میانگین توکی برای **pH**، **EC**، فسفر و پتاسیم در تیمارهای مختلف بیوچار و دو بازه زمانی بلافاصله پس از افزودن بیوچار و پس از ۱۲۰ روز انکوباسیون

زمان	سطح بیوچار (درصد)	pH	EC (dS/m)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)
بلافاصله پس از افزودن بیوچار	صفر	۷/۸۰^{e}	۱/۸۶^{c}	۰/۰۰۲۵^{g}	۱۰۶^{g}
	۰/۷۵	۸/۲۵^{c}	۲/۶۵^{c}	۰/۰۲۰۷^{d}	۵۲۳^{f}
	۱/۵	۸/۶۱^{b}	۵/۳۰^{a}	۰/۰۴۰۳^{b}	۸۴۲/۶۶^{e}
	۲/۵	۸/۷۹^{a}	۶/۱۰^{a}	۰/۰۵۵۵^{a}	۱۷۱۸/۶۶^{c}
پس از ۱۲۰ روز انکوباسیون	صفر	۷/۳۹^{f}	۲/۰۱^{c}	۰/۰۰۳۴^{g}	۲۲۳/۷^{g}
	۰/۷۵	۷/۷۷^{e}	۲/۶۲^{c}	۰/۰۰۷۲^{f}	۱۰۹۶/۳۳^{d}
	۱/۵	۸/۱۲^{d}	۴/۰۶^{b}	۰/۰۱۱۵^{e}	۱۹۵۹/۹^{b}
	۲/۵	۸/۵۹^{b}	۵/۸۳^{a}	۰/۰۲۵۲^{c}	۲۸۱۲/۵۸^{a}

در هر ستون **میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی**داری **در سطح آماری ۵ درصد با آزمون توکی نداشتند.**

مقدار فسفر و پتاسیم بیوچار بقایای میوه پسته که در این آزمایش مورد استفاده قرار گرفت به ترتیب ۰/۱۹ و ۹/۴۲ درصد می‌باشد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سطوح مختلف بیوچار بر روی فسفر تأثیر معنا داری داشت (جدول۲). بین مقدار فسفر در سطح صفر در بازه زمانی ۱ و ۲ اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ولی بقیه سطوح با هم اختلاف معنی‌داری داشتند. نتایج مقایسه میانگین گویای این است که سطح ۲/۵ درصد بیوچار بیشترین اختلاف را با سطح شاهد دارد و خیلی معنی‌دار است. نتایج مقایسه میانگین نشان می‌دهد که بیشترین مقدار فسفر به میزان ۰/۰۵۵۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم مربوط به سطح ۲/۵ درصد در زمان ۱ می‌باشد (جدول ۳). مقایسه میانگین توکی نشان می‌دهد که در هر دو بازه زمانی بیشترین و کمترین مقدار فسفر به ترتیب مربوط به سطح ۲/۵ و صفر درصد می‌باشد. همچنین مقایسه بین دو دوره ابتدا و انتهای انکوباسیون نشان می‌دهد که مقدار فسفر در ابتدای دوره انکوباسیون بیشتر بوده است (به جز سطح صفر درصد) که بیانگر این است فسفر در طول دوره انکوباسیون در خاک تثبیت شده و مقدار تثبیت شدن با افزایش سطح بیوچار افزایش یافته است بطوری که بیشترین مقدار تثبیت مربوط به سطح ۲/۵ درصد بیوچار می‌باشد. نتایج مقایسه میانگین توکی (جدول ۳) نشان می‌دهد که بیشترین و کمترین تاثیر سطوح بیوچار بر روی فسفر پس از ۱۲۰ روز انکوباسیون به ترتیب مربوط به سطح ۲/۵ درصد با مقدار ۰/۰۲۵۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم و سطح صفر درصد با مقدار ۰/۰۰۳۴میلی‌گرم بر کیلوگرم بوده است. مقدار فسفر کل اضافه شده به خاک از طریق بیوچار برای سطوح ۰/۷۵، ۱/۵ و ۲/۵ درصد به ترتیب به میزان ۱۴/۲۵، ۲۸/۵ و ۴۷/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد که بخشی از آن در خاک تثبیت شده است. نتایج مقایسه میانگین نشان می‌دهد که پس از ۱۲۰ روز انکوباسیون فسفر در سطوح ۰/۷۵، ۱/۵ و ۲/۵ درصد نسبت به سطح صفر درصد به ترتیب به مقدار ۲/۱، ۳/۳ و ۷/۳ برابر افزایش یافته است. که با نتایج سوجانا و همکاران (۲۰۱۴) و ژای و همکاران (۲۰۱۵) هم‌خوانی دارد.

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که سطوح مختلف بیوچار تأثیر معنی‌داری بر روی پتاسیم قابل استفاده خاک داشت. جدول ۲ نشان دهنده اثر معنی‌دار سطوح مختلف بیوچار در سطح ۵ درصد بر روی پتاسیم می‌باشد. با توجه به جدول تجزیه واریانس مقدار پتاسیم در سطح صفر در زمان‌های ۱ و ۲ تفاوتی با هم نداشتند اما بقیه سطوح در سطح ۵ درصد بر روی پتاسیم تأثیر معنی‌داری داشت. نتایج مقایسه میانگین (جدول ۳) نشان می‌دهد در هر دو زمان بیشترین اختلاف بین سطح ۲/۵ درصد بیوچار و سطح شاهد وجود دارد. و در بین تمام سطوح در هر دو زمان بیشترین مقدار پتاسیم به میزان ۲۸۱۲/۵۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم مربوط به سطح ۲/۵ درصد در زمان ۲ می‌باشد. مقایسه میانگین نشان می‌دهد که بیشترین و کمترین تاثیر بیوچار بر روی پتاسیم در پایان دوره انکوباسیون به ترتیب مربوط به سطح ۲/۵ درصد با مقدار ۲۸۱۲/۵ میلی-گرم بر کیلوگرم و سطح صفر درصد با مقدار ۲۲۳/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم بوده است که مقداری از این افزایش پتاسیم در خاک می‌تواند به دلیل وجود پتاسیم موجود در بیوچار باشد به طوری که مقدار پتاسیم کل افزوده شده با بیوچار به خاک مقدار ۹۶۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم به ازای افزودن یک درصد بیوچار به خاک می‌باشد. نتایج مقایسه میانگین نشان می‌دهد که پتاسیم در پایان دوره انکوباسیون در سطوح ۰/۷۵، ۱/۵ و ۲/۵ درصد نسبت به سطح صفر درصد به ترتیب به مقدار ۴/۹، ۸/۷ و ۱۲/۵ برابر افزایش یافته است. که با نتایج هافل[3] و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت داشت.

با توجه به نتایج به دست آمده از این آزمایش فسفر و پتاسیم نسبت به سطح شاهد معنی دار هستند و می‌توان گفت که استفاده از بیوچار می‌تواند وضعیت تغذیه عناصر فسفر و پتاسیم خاک را بهبود ببخشد.

منابع

رضایی نژاد، ی. و افیونی، م. ۱۳۷۹ . اثر مواد آلی بر خواص شیمیایی خاک، جذب عناصر به وسیله ذرت و عملکرد آن. علوم و فنون. کشاورزی و منابع طبیعی، شماره ۴، صفحات ۱۹ تا ۲۹.

[3] Haefele

نجفی قیری، م. ۱۳۹۴. تاثیر کاربرد بیوچارهای مختلف بر برخی ویژگی‌های خاک و قابلیت جذب بعضی از عناصر غذایی در یک خاک آهکی. نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، جلد ۲۹ (شماره ۳)، ۳۵۱-۳۵۸.

Beckett, P.H.T., 1964. Studies on soil potassium II. The 'immediate'Q/I relations of labile potassium in the soil. European Journal of Soil Science, 15(1), pp.9-23.

Bhogal, A., Nicholson, F.A., Chambers, B.J. and Shepherd, M.A., 2003. Effects of past sewage sludge additions on heavy metal availability in light textured soils: implications for crop yields and metal uptakes. Environmental pollution, 121(3), pp.413-423.

Haefele, S.M., Konboon, Y., Wongboon, W., Amarante, S., Maarifat, A.A., Pfeiffer, E.M. and Knoblauch, C., 2011. Effects and fate of biochar from rice residues in rice-based systems. Field Crops Research, 121(3), pp.430-440.

Iyamuremye, F. and Dick, R.P., 1996. Organic amendments and phosphorus sorption by soils. Advances in agronomy (USA).

Johnston, A.E. and Goulding, K.W.T., 1990, June. The use of plant and soil analyses to predict the potassium supplying capacity of soil. In Development of K-fertilizer recommendations. Proceedings of the 22nd Colloquium of the International Potash Institute, International Potash Institute Bern Switzerland (pp. 177-204).

Lehmann J., Czimnik C., Laird B., and Sohi, S. 2009. Biochar for environmental management: science and technology. London Earthscan, pp: 183-264.

Mustafa, K. H., V. Strezov, K. Y. Chan, and P. F. Nelson. 2010. Agronomic properties of wastewater sludgebiochar and bioavailability of metals in production of cherry tomato (Lycopersicon esculentum). Chemosphere, 78:1167-1171.

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

Pierzynski, G.M., Logan, T.J., and Traina, S.J. 1990. Phosphorus chemistry and mineralogy in excessively fertilized soils: Solubility equilibria. Soil Science Society of America Journal, 54(6): 1589-1595.

Sujana, I.P., Lanya, I., Subadiyasa, I.N.N. and Suarna, I.W., 2014. The effect of dose biochar and organic matters on soil characteristic and corn plants growth on the land degraded by garment liquid waste. Journal of Biology, Agriculture and Healthcare, 4(5), pp.77-88.

Zhai, L., CaiJi, Z., Liu, J., Wang, H., Ren, T., Gai, X., Xi, B. and Liu, H., 2015. Short-term effects of maize residue biochar on phosphorus availability in two soils with different phosphorus sorption capacities. Biology and fertility of soils, 51(1), pp.113-122.

The effect of pistachio hull residual biochar on available soil potassium and phosphorus

A. Lotfi Mehroyieh[1], M. Heshmati Rafsanjani[2]

[1] MSc Student, Departement of Soil Science, Vali-e-Asr University of Rafsanjan

[2] Assistant Professor, Department of Soil Science, Vali-e-Asr University of Rafsanjan

Abstract

The effect of different levels of pistachio hull residual biochar (0, 0.75, 1.5 and 2.5%) on soil potassium and phosphorus bioavailability was investigate in a randomized complete design with three replications under greenhouse conditions. The soil water content was kept at 60 % of FC for 120 days. Soil chemical analysis was done according to the conventional methods. The results of ANOVA showed the significant effects of biochar on soil pH and EC, and significant increase of soil available P and K. The highest increase of available P and K content were 7.3 and 12.5 times more than that of the blank, respectively, in the level of 2.5% biochar in soil. Available P was increased 2.1 and 3.3 times in compare to blank in the levels of 0.75% and 1.5%, and increasing of available K were 5 and 9 times, respectively. According to the results, it seems that applying pistachio hull residual biochar could improve the P and K availability beside positive effect on physical properties of soil.

Keywords: Chemical Properties, pH, Electrical Conductivity, Incubation