



محور مقاله: شیمی خاک

تأثیر کاه و کلش گندم و بیوچار حاصله بر فسفر قابل استخراج در چهار خاک با اسیدیته متفاوت

لاریسا قدس‌زاد*^۱، عادل ریحانی‌تبار^۲، شاهین اوستان^۳

^۱ دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

^۲ دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

^۳ استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

چکیده

این پژوهش با هدف اندازه‌گیری تأثیر کاه و کلش گندم و بیوچار تولید شده از این زیست‌توده در دو دمای ۳۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس (به‌ترتیب بیوچار ۳۰۰ و بیوچار ۶۰۰)، بر غلظت فسفر قابل استخراج در ۴ نمونه خاک با pH متفاوت انجام شد. به این منظور کاه و کلش گندم و بیوچار ۳۰۰ و ۶۰۰ جداگانه در سه سطح (۰، ۳ و ۶ درصد وزنی) به هر یک از نمونه خاک‌های مورد مطالعه و در قالب طرح کاملاً تصادفی افزوده شد. نمونه‌ها پس از اضافه کردن ۵۰ میلی‌گرم نیتروژن بر کیلوگرم خاک از منبع کود اوره و اختلاط کامل، به‌مدت ۳ ماه در دمای آزمایشگاه و در رطوبت معادل ظرفیت مزرعه انکوبه شدند. پس از اتمام دوره انکوباسیون غلظت فسفر قابل استخراج خاک در خاک‌های قلیایی و اسیدی به‌ترتیب با عصاره‌گیر اولسن و مهلیچ I اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد با افزایش سطوح مصرفی کاه و کلش گندم غلظت فسفر قابل استخراج در مقایسه با خاک‌های شاهد کاهش یافت، اما این کاهش برای خاک قلیایی (pH=۸/۳) در دو سطح ۳ و ۶ درصد وزنی و خاک اسیدی (pH=۶) در سطح ۳ درصد نسبت به خاک شاهد معنی دار نبود. در مقابل، فسفر قابل استخراج به‌طور میانگین در خاک‌های تیمار شده با بیوچار ۳۰۰ در سطوح ۳ و ۶ درصد به‌ترتیب ۲/۷ و ۴ برابر نسبت به خاک شاهد و در خاک‌های تیمار شده با بیوچار ۶۰۰ در سطوح ۳ و ۶ درصد به‌ترتیب ۳/۹ و ۵/۷ برابر نسبت به خاک شاهد افزایش معنادار یافت.

کلمات کلیدی: زغال زیستی، خاک اسیدی، خاک قلیایی، فسفر، گرم‌کافت

مقدمه

فسفر برای گیاهان عنصر ضروری پرمصرف بوده و کمبود آن یکی از عوامل اصلی محدودکننده رشد گیاهان و کاهش تولید محصول می‌باشد. به‌گزارش شهبازی و بشارتی (۱۳۹۲) حدود ۷۲ درصد از اراضی زراعی ایران دچار کمبود فسفر می‌باشند. در حال حاضر بخش اعظم کود فسفر از سنگ فسفات معدنی که یک منبع تجدیدناپذیر است تولید و پیش‌بینی می‌شود که تا پایان این قرن این معادن غیراقتصادی شوند. کاربرد مواد آلی ارزان قیمت از قبیل کاه و کلش غلات، ضایعات حیوانی، جامدات زیستی و کودهای دامی به‌عنوان منبعی از فسفر و بهبوددهنده ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک از سابقه‌ای دیرین برخوردار است. اما تبدیل این مواد از طریق پیرولیز (گرم‌کافت) به بیوچار می‌تواند منجر به کاهش حجم ضایعات، بالا بردن مقاومت مواد آلی در برابر تجزیه میکروبی، کاهش خطر پاتوژن‌ها، آلاینده‌های آلی و فلزات سنگین، افزایش پایداری کربن و به دنبال آن کاهش تصاعد گازهای گلخانه‌ای مرتبط با این ضایعات شود. از طرف دیگر بیوچار خود حاوی مقدار قابل توجهی ترکیبات فسفر است که غالباً در طول پیرولیز تا دمای ۷۰۰ درجه سلسیوس در زیست‌توده باقی مانده و تصعید نمی‌شود. این ترکیبات می‌تواند شامل مخلوط پیچیده‌ای از گونه‌های فسفر از جمله اجزای آمورف، شبه بلورین و بلورین (ویتلوکیت، استراویت و هیدروکسی آپاتیت) به همراه اجزای آلی باشد (سینگ و همکاران، ۲۰۱۷). غلظت فسفر در بیوچار به علت شکسته‌شدن پیوندهای فسفر آلی و تصعید کربن در طول پیرولیز ۲ تا ۳ برابر ماده اولیه است. از این رو بیوچار این پتانسیل را دارد که به‌عنوان کود کندرهای فسفر مورد استفاده قرار گیرد. در دهه‌های اخیر مطالعاتی در زمینه نقش بیوچار در میزان فراهمی فسفر انجام گرفته است. در این راستا نلسون و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که در یک خاک سطحی تیمار شده با بیوچار چوب ذرت و در حضور کود نیتروژن، بعد از ۵۶ روز فسفر قابل استخراج (مهلیچ III) تا ۵/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک افزایش یافت. داسیلوا مندس و همکاران (۲۰۱۵) نیز گزارش کردند بیوچار پیرولیز شده از کود مرغی به‌عنوان یک منبع بالقوه

* ایمیل نویسنده مسئول: larissaghodsad@ymail.com



فسفر بوده و در سه خاک اولتی سول، اوکسی سول و انتی سول تیمار شده با این بیوچار پس از ۱۰۰ روز فسفر قابل استخراج افزایش یافت. مطالعات انجام گرفته در زمینه اثر بیوچار بر شیمی فسفر در خاک‌های ایران بسیار محدود است. از این رو با توجه به اهمیت فراهمی فسفر در کشاورزی، کاهش منابع تجدید ناپذیر فسفر و متدوال شدن بیوچار به عنوان یک استراتژی جدید برای اصلاح خاک‌های زراعی در دهه‌های اخیر، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثرات سطوح مختلف کاه و کلش گندم و بیوچار پیرولیز شده از آن در دو دمای مختلف بر میزان فراهمی فسفر انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

برای این مطالعه تعداد ۲ نمونه خاک قلیایی و ۲ نمونه خاک اسیدی با مقدار فسفر قابل استخراج کم و از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری به ترتیب از استان‌های آذربایجان شرقی و گیلان تهیه شدند. نمونه‌های خاک پس از هواخشک شدن در دمای اتاق از الک ۲ میلی متری عبور داده شدند و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن‌ها با روش‌های متدوال آزمایشگاهی اندازه‌گیری شد. به منظور تولید بیوچار ابتدا زیست توده کاه و کلش گندم با آب شهری و سپس با آب مقطر شسته شد. پس از هواخشک شدن کامل، کاه و کلش خرد شده و از الک ۱ میلی متری عبور داده شد. سپس به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۶۰ درجه سلسیوس آون خشک شد. پس از آون خشک شدن، زیست توده در داخل کوره الکتریکی تحت گاز آرگون (۱۰-۵ لیتر بر دقیقه) قرار داده شده و برای حصول به دو دمای ۳۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس با سرعت انتقال گرمای ۱۰ درجه سلسیوس در هر دقیقه به مدت یک ساعت نگهداری شد. پس از رساندن دمای کوره حاوی بیوچار به طور تدریجی به دمای اتاق، بیوچارهای تهیه شده از کوره خارج و در ظروف پلاستیکی دربسته و در دمای آزمایشگاه نگهداری شدند. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بیوچارها تعیین شدند (ملو و همکاران، ۲۰۱۳). به منظور انکوبه کردن نمونه‌ها، مقداری معین از هر نمونه خاک توزین و در ظروف پلاستیکی ریخته شد. در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی به هریک از نمونه‌های خاک به میزان ۳، ۰ و ۶ درصد وزنی کاه و کلش گندم و بیوچار جداگانه افزوده و به طور کامل مخلوط شدند. همچنین به منظور شبیه سازی مزرعه ۵۰ میلی گرم نیتروژن بر کیلوگرم خاک از منبع کود اوره به خاک‌ها افزوده گردید. پس از قرار دادن درپوش‌هایی منفذدار، نمونه‌ها به مدت ۳ ماه در دمای آزمایشگاه و در رطوبت معادل ظرفیت مزرعه انکوبه شدند. پس از طی دوره سه ماهه، فسفر قابل استخراج با عصاره گیر اولسن و مهلیج I به ترتیب در خاک‌های قلیایی و اسیدی در سه تکرار اندازه‌گیری شد. تجزیه آماری با نرم افزار SPSS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه.

ویژگی	نوع خاک			
	خاک شماره ۱	خاک شماره ۲	خاک شماره ۳	خاک شماره ۴
شن (درصد)	۳۹/۴۹	۷/۳۴	۳۹/۸۱	۱۳/۲۱
سیلت (درصد)	۳۶/۹۶	۶۳/۸۰	۳۷/۵۲	۵۴/۶۲
رس (درصد)	۲۳/۵۵	۲۸/۸۶	۲۲/۶۷	۳۲/۱۷
کلاس بافت خاک	لوم	لوم رس سیلتی	لوم	لوم رس سیلتی
pH	۴/۶	۶/۰	۷/۴	۸/۳
EC (dS m ⁻¹)	۰/۱۶۱	۰/۱۹۱	۰/۲۲۹	۰/۳۶۲
کربن آلی (درصد)	۲/۷۳	۴/۸۹	۱/۲۰	۱/۳۷
فسفر قابل استخراج اولسن (mg kg ⁻¹)	۱۱/۵	۱۰/۴۶	۷/۷۵	۵/۹۲
فسفر قابل استخراج مهلیج I (mg kg ⁻¹)	۹/۸	۴/۲۷	---	---
ظرفیت تبادل کاتیونی (cmol _c kg ⁻¹)	۲۸/۳۸	۳۲/۹۸	۳۵/۳۲	۲۲/۶۰
کربنات کلسیم معادل (درصد)	ناچیز	ناچیز	۵/۷۳	۲۲/۱۲
کربنات کلسیم معادل فعال (درصد)	---	---	۱/۸۵	۷/۶۹

pH و EC در نسبت ۱:۱ (وزنی/وزنی) خاک به آب مقطر اندازه‌گیری شد.



همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود در چهار نمونه از خاک‌های مورد مطالعه pH و درصد کربن آلی در دامنه گسترده‌ای تغییر می‌کند. فسفر قابل استخراج به‌روش اولسن در خاک‌های قلیایی و فسفر قابل استخراج به‌روش مهلیج I در خاک‌های اسیدی در دامنه کمبود فسفر قرار داشت. طبق تعریف موسسه بین‌المللی بیوجار ماده‌ای بیوجار در نظر گرفته می‌شود که نسبت هیدروژن به کربن آلی در آن کم‌تر از ۰/۷ باشد. مطابق جدول ۲، در این مطالعه نسبت هیدروژن به کربن آلی برای هر دو نوع بیوجار پیرولیز شده کم‌تر از ۰/۷ بود و تغییرات مقادیر این نسبت با افزایش دمای پیرولیز، به‌علت فرآیندهای دکربوکسیلاسیون و دهیدراسیون با کاهش همراه بود. همچنین عملکرد بیوجار ۶۰۰ کم‌تر از بیوجار ۳۰۰ بود. کاهش عملکرد در دماهای بالا می‌تواند به‌علت دهیدراسیون بالا و تجزیه حرارتی ساختارهای لیگنوسولوز باشد (سینگ و همکاران، ۲۰۱۷).

جدول ۲. ویژگی‌های اندازه‌گیری شده کاه و کلش گندم و بیوجار حاصل از آن در دو دمای پیرولیز ۳۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس.

ویژگی‌های اندازه‌گیری شده	کاه و کلش گندم	بیوجار ۳۰۰	بیوجار ۶۰۰	منبع روش‌های اندازه‌گیری
عملکرد (درصد)	---	۳۸	۳۰	سینگ و همکاران (۲۰۱۷)
pH	۷/۵۶	۶/۶۴	۹/۷۰	لی و همکاران (۲۰۱۳)
EC (dS m ⁻¹)	۰/۶۸۱	۱/۲۰	۱/۸۰	لی و همکاران (۲۰۱۳)
خاکستر (درصد)	۱۶/۶۵	۲۲/۶۷	۳۵/۶۴	سینگ و همکاران (۲۰۱۷)
H/C _{org}	۱/۸۹	۰/۵۶	۰/۲۸	سینگ و همکاران (۲۰۱۷)
کربنات کلسیم معادل (درصد)	---	۲/۷۵	۶/۲۵	سینگ و همکاران (۲۰۱۷)
کربن کل (درصد)	۳۹/۷۰	۴۷/۷۳	۵۳/۶۲	CHNS Analyser
نیترژن کل (درصد)	۰/۶	۰/۶۸	۰/۶۷	CHNS Analyser
هیدروژن کل (درصد)	۶/۲۶	۲/۲۱	۱/۲۵	CHNS Analyser
فسفر کل (g kg ⁻¹)	۰/۷۹	۱/۱۸	۲/۱۴	سینگ و همکاران (۲۰۱۷)
پتاسیم کل (g kg ⁻¹)	۲/۶۶	۴۰/۶۵	۷۵/۲۸	سینگ و همکاران (۲۰۱۷)
کلسیم کل (g kg ⁻¹)	۳/۲۷	۲۶/۶۸	۳۰/۹۱	سینگ و همکاران (۲۰۱۷)
منیزیم کل (g kg ⁻¹)	۱/۹۲	۵/۸۴	۸/۷۰	سینگ و همکاران (۲۰۱۷)
آهن کل (mg kg ⁻¹)	۴۲۰	۴۵۰	۹۲۰	سینگ و همکاران (۲۰۱۷)
روی کل (mg kg ⁻¹)	۱۶/۵۹	۱۸/۰۹	۳۴/۹۶	سینگ و همکاران (۲۰۱۷)
مس کل (mg kg ⁻¹)	۷/۶۲	۸/۷۱	۱۳/۹۴	سینگ و همکاران (۲۰۱۷)
منگنز کل (mg kg ⁻¹)	۳۰/۰۵	۳۰/۴۴	۴۷/۰۰	سینگ و همکاران (۲۰۱۷)
فسفر قابل دسترس (g kg ⁻¹)	---	۰/۴۷	۰/۷۵	سینگ و همکاران (۲۰۱۷)
پتاسیم قابل دسترس (g kg ⁻¹)	---	۲۲/۶۵	۳۴/۹۴	سینگ و همکاران (۲۰۱۷)
کلسیم قابل دسترس (g kg ⁻¹)	---	۸/۹۱	۹/۵۳	سینگ و همکاران (۲۰۱۷)
منیزیم قابل دسترس (g kg ⁻¹)	---	۲/۵۲	۲/۵۴	سینگ و همکاران (۲۰۱۷)
سطح ویژه (m ² g ⁻¹)	---	۱۸/۷۲	۹۸/۷۲	BET analysis
ظرفیت تبادل کاتیونی (cmol _e kg ⁻¹)	---	۱۲۸/۷۲	۷۵	ونگ و همکاران (۲۰۱۳)

pH و EC در نسبت ۱:۱۰ (وزنی/وزنی) بیوجار یا کاه و کلش گندم به آب مقطر اندازه‌گیری شد.

بیوجار ۶۰۰ در مقایسه با بیوجار ۳۰۰ از درصد خاکستر بالاتری برخوردار بود. دلیل این امر را می‌توان به افزایش تدریجی مقدار مواد معدنی و تخریب حرارتی مواد لیگنوسولوزی نسبت داد. با افزایش دمای پیرولیز مقدار کربنات کلسیم معادل بیوجارها افزایش و به دنبال آن pH بیوجارهای تولید شده افزایش یافت. EC بالای بیوجار ۶۰۰ در مقایسه با بیوجار ۳۰۰ نیز می‌تواند به‌علت افزایش مقدار خاکستر از دست رفتن مواد فرار و افزایش غلظت عناصر در بخش خاکستر باشد. مقادیر کل عناصر کربن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، روی، مس و منگنز نیز در بیوجار ۶۰۰ بیش‌تر از بیوجار ۳۰۰ بود. همین روند برای عناصر قابل دسترس فسفر، کلسیم، پتاسیم و منیزیم نیز مشاهده شد. در بیوجار افزایش دمای پیرولیز با از دست رفتن ترکیبات فرار و کاهش عناصری مانند O، H، N و S باعث تجمع نسبی عناصر دیگر همچون K⁺، Ca²⁺ و Mg²⁺ می‌شود.

بسیاری از ترکیبات نیترژن و گوگرد به ترتیب در دماهای بالای ۲۰۰ و ۳۷۵ درجه سلسیوس تصعید می‌شوند، درحالی‌که پتاسیم و فسفر تنها در دمای بین ۷۰۰ تا ۸۰۰ درجه سلسیوس تصعید می‌شوند (سینگ و همکاران، ۲۰۱۷).
بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳)، کاربرد کاه و کلش گندم و بیوچار ۳۰۰ و ۶۰۰ اثر معناداری بر مقدار فسفر قابل استخراج خاک داشت ($p < 0.01$).

جدول ۳. تجزیه واریانس تأثیر کاه و کلش گندم و بیوچار تولید شده از آن در دو دمای ۳۰۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس در دو سطح ۳ و ۶ درصد بر فسفر قابل استخراج با روش اولسن، مهلیچ I در خاک‌های مورد مطالعه.

میانگین مربعات			
نوع خاک	منبع تغییر	درجه آزادی	اولسن-P / مهلیچ I-P
خاک شماره ۱	تیمار	۶	۴۹۷/۱۹**
	خطای آزمایشی	۱۴	۱/۶۱
	ضریب تغییرات (درصد)	-	۶/۶۲
خاک شماره ۲	تیمار	۶	۱۶۰/۱۳**
	خطای آزمایشی	۱۴	۰/۸۷
	ضریب تغییرات (درصد)	-	۹/۰۷
خاک شماره ۳	تیمار	۶	۹۳۰/۴۴**
	خطای آزمایشی	۱۴	۰/۳۹
	ضریب تغییرات (درصد)	-	۲/۶۴
خاک شماره ۴	تیمار	۶	۷۰۹/۸۵**
	خطای آزمایشی	۱۴	۰/۹۱
	ضریب تغییرات (درصد)	-	۴/۸۶

** معنادار در سطح احتمال ۰/۰۱

جدول ۴. مقایسه میانگین‌های فسفر قابل استخراج در چهار خاک مورد مطالعه.

نوع خاک				تیمار
خاک شماره ۴	خاک شماره ۳	خاک شماره ۲	خاک شماره ۱	
Olsen-P (mg kg ⁻¹)	Olsen-P (mg kg ⁻¹)	Mehlich I-P (mg kg ⁻¹)	Mehlich I-P (mg kg ⁻¹)	
۵/۹۲ e	۷/۷۵ e	۴/۲۷ d	۹/۸۰ e	شاهد
۵/۰۶ e	۶/۸۵ ef	۳/۵۷ ed	۶/۶۳ f	کاه و کلش گندم در سطح ۳ درصد
۴/۲۰ e	۵/۹۶ f	۲/۲۹ e	۴/۵۲ f	کاه و کلش گندم در سطح ۶ درصد
۲۰/۲۵ d	۲۴/۷۵ d	۸/۹۲ c	۲۰/۱۶ d	بیوچار ۳۰۰ در سطح ۳ درصد
۳۰/۰۰ b	۳۶/۷۵ b	۱۶/۵۹ b	۲۴/۷۸ c	بیوچار ۳۰۰ در سطح ۶ درصد
۲۷/۳۷ c	۳۲/۵۰ c	۱۶/۲۸ b	۲۹/۴۲ b	بیوچار ۶۰۰ در سطح ۳ درصد
۴۴/۴۰ a	۵۱/۲۵ a	۲۰/۱۶ a	۳۹/۱۰ a	بیوچار ۶۰۰ در سطح ۶ درصد

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک در هر ستون تفاوت معنادار در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون دانکن ندارند.

جدول (۴) اثر سطوح مختلف کاه و کلش گندم، بیوچار ۳۰۰ و ۶۰۰ را بر مقدار فسفر قابل استخراج خاک‌ها را نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که در تمامی خاک‌های مورد مطالعه فسفر قابل استخراج خاک، با افزایش سطوح مصرفی کاه و کلش گندم نسبت به خاک شاهد کاهش یافت. غلظت فسفر قابل استخراج در خاک اسیدی شماره ۲ در سطح ۳ درصد کاه و کلش و خاک قلیایی شماره ۴ در دو سطح ۳ و ۶ درصد کاه و کلش گندم نسبت به خاک شاهد تفاوت معناداری نداشت. به استثنای خاک اسیدی شماره ۲ برای سایر خاک‌ها تفاوت معنادار در غلظت فسفر قابل استخراج دو سطح ۳ و ۶ درصد کاه و کلش گندم مشاهده نشد. در تحقیقات دهیلون و بار (۲۰۰۶) نیز فراهمی فسفر در خاک‌های تیمار شده با



کاه وکلش گندم و برنج کاهش یافت. از دیدگاه این محققان مقدار فسفر کم‌تر از ۰/۳ درصد، نسبت C/P بالای (۵۲۹:۱) کاه و کلش گندم و نامتحرک شدن میکروبی می‌تواند سبب کاهش فراهمی فسفر در این خاک‌ها شود. در این پژوهش نیز مقدار فسفر و کربن کاه و کلش گندم مورد استفاده به ترتیب معادل با ۰/۰۷ و ۳۹/۷ درصد و نسبت C/P معادل ۵۶۷:۱ بود (جدول ۲). اما در نقطه مقابل در هر ۴ خاک مورد مطالعه فسفر قابل استخراج پس از افزودن بیوپچار، با افزایش دمای پیرولیز و سطوح مصرفی پس از ۳ ماه انکوباسیون نسبت به خاک شاهد به‌طور معنادار افزایش یافت. بیش‌ترین افزایش مربوط به خاک قلیایی شماره ۴ تیمار شده با بیوپچار ۶۰۰ در سطح ۶ درصد بود (۷/۵ برابر شاهد). در خاک اسیدی شماره ۲ بین تیمار بیوپچار ۳۰۰ در سطح ۶ درصد و بیوپچار ۶۰۰ در سطح ۳ درصد تفاوت معناداری مشاهده نشد. بیوپچار تولید شده از گندم پس از افزوده شدن به خاک می‌تواند به‌عنوان منبعی از فسفر محلول عمل کند افزایش فسفر قابل استخراج خاک از مقادیر خاکستر موجود در بیوپچار نشأت می‌گیرد (سینگ و همکاران، ۲۰۱۷). در این تحقیق بیوپچار ۶۰۰ در مقایسه با بیوپچار ۳۰۰ از مقادیر خاکستر بیش‌تر و در نتیجه از فسفر کل و فسفر قابل استخراج بیش‌تری در مقایسه با بیوپچار ۳۰۰ برخوردار بود و در نتیجه با آزادسازی بیش‌تر فسفر به خاک در مقایسه با بیوپچار ۳۰۰ نقش بیش‌تری در افزایش فسفر قابل استخراج خاک‌های مورد مطالعه داشت. علاوه بر آزاد سازی فسفر از بیوپچار به خاک، بیوپچار می‌تواند با تعدیل pH خاک و تأثیر بر فعالیت کاتیون‌هایی (Ca^{2+} ، Fe^{2+} ، Al^{3+}) که قادر به واکنش با فسفر هستند سبب بهبود فراهمی فسفر شود. در این مطالعه نیز، pH خاک‌های اسیدی شماره ۱ و شماره ۲ پس از تیمار با بیوپچار ۳۰۰ و ۶۰۰ در دو سطح ۳ و ۶ درصد نسبت به خاک شاهد به‌طور معنادار افزایش یافت. بیش‌ترین افزایش pH پس از افزودن بیوپچار مربوط به خاک‌های اسیدی تیمار شده با بیوپچار ۶۰۰ در سطح ۶ درصد بود؛ به‌طوری‌که pH این خاک‌ها پس از ۹۰ روز انکوبه کردن از ۴/۶ به ۵/۴۴ و ۶/۱۰ به ۶/۶۱ افزایش یافت. در خاک‌های قلیایی نیز pH با افزودن بیوپچار ۳۰۰ در دو سطح ۳ و ۶ درصد نسبت به خاک شاهد کاهش معنادار یافت. بیش‌ترین کاهش pH پس از افزودن بیوپچار ۳۰۰ مربوط به سطح ۶ درصد بود؛ به‌طوری‌که pH این خاک‌ها پس از ۹۰ روز انکوبه کردن از ۷/۴ به ۷/۲ و از ۸/۳ به ۷/۹۵ کاهش یافت.

نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد که کاربرد کاه و کلش گندم پس از ۳ ماه انکوبه کردن می‌تواند باعث کاهش فراهمی فسفر در مقایسه با تیمار شاهد (بدون کاه و کلش گندم) گردد. در مقابل فسفر قابل استخراج پس از افزودن بیوپچار حاصل از همان زیست توده پس از ۳ ماه انکوبه کردن به‌طور قابل توجهی افزایش یافت. از این‌رو بیوپچار تولید شده از این زیست توده می‌تواند در خاک‌هایی با فسفر قابل جذب کم به‌عنوان منبع فسفر مورد توجه قرار گیرد. پیشنهاد می‌گردد تحقیقاتی مشابه در خاک‌هایی با ویژگی‌های متنوع و با بیوپچارهای تولید شده از زیست‌توده‌هایی با منشاءهای متفاوت از جمله زیست‌توده‌های چوبی، با سطوح مصرفی کم‌تر از ۳ درصد و دوره انکوباسیونی کم‌تر و بیش‌تر از ۳ ماه بر میزان فسفر قابل استخراج و الگوی رهایش فسفر مورد مطالعه قرار گیرد. همچنین مطالعات گلخانه‌ای و مزرعه‌ای برای ارزیابی تأثیر بیوپچارهای تولید شده بر تغذیه فسفوری و شاخص‌های رشد گیاهان مختلف ضروری است.

منابع

- شهبازی، ک. و بشارتی، ح. ۱۳۹۲. بررسی اجمالی وضعیت حاصلخیزی خاک‌های کشاورزی ایران. مجله مدیریت اراضی ۱، ۱-۱۵.
- Allison, L. E., and Moodie, C. D. 1965. Carbonates. In: Black, C. A. (Ed). Methods of Soil Analysis. Pares, ASA, Madison, WI. 1379-1396.
- Bower, C.A., Reitemeier, R., Fireman, M., 1952., Exchangeable cation analysis of saline and alkali soils. Soil Science. 73, 251-262.
- da Silva Mendes, J., Chaves, L. H. G., de Brito Chaves, I., e Silva, F. D. A. S., and Fernandes, J. D. 2015. Using poultry litter biochar and rock dust MB-4 on release available phosphorus to soils. Agricultural Sciences, 6 (11), 1367-1374.
- Dhillon, N., Brar, B., 2006. Effect of incorporation of crop residues and organic manures on adsorption/desorption and bio-availability of phosphate. Nutrient Cycling in Agroecosystems 76, 95-108.
- Gee, G.W., Bauder, J.W., 1986. Particle-size Analysis 1. In: Klute, A. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 1. 2nd ed. Soil Science Society of America, American Society of Agronomy, Madison, WI, USA, pp. 383-412.
- Lee, Y., Park, J., Ryu, C., Gang, K.S., Yang, W., Park, Y.-K., Jung, J., Hyun, S., 2013. Comparison of biochar properties from biomass residues produced by slow pyrolysis at 500 °C. Bioresource Technology. 148, 196-201.
- Leoppert, R.H., Suarez, D.L., 1996. Carbonate and Gypsum. USDA-Agricultural Research Service University of Nebraska Lincoln.



- Mclean, E.O., 1982. Soil pH and lime requirement. In: Page, A.L., Ed., Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties, American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison, 199-224.
- Mehlich, A., 1953. Determination of P, Ca, Mg, K, Na, and NH₄. North Carolina Soil Test Division (Mimeo 1953), 23-89.
- Melo, L.C., Coscione, A.R., Abreu, C.A., Puga, A.P., Camargo, O.A., 2013. Influence of pyrolysis temperature on cadmium and zinc sorption capacity of sugar cane straw-derived biochar. *BioResources* 8, 4992-5004.
- Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter. *Methods of Soil Analysis part 3—Chemical methods*. Soil Science Society of America and American Society of Agronomy, Madison, USA, pp. 961-1010.
- Nelson, N. O., Agudelo, S. C., Yuan, W., and Gan, J., 2011. Nitrogen and phosphorus availability in biochar-amended soils. *Soil Science*. 176: 218-226.
- Olsen, S.R., Sommers, L.E., 1982. Phosphorus. In: Klute, A. (Ed.), *Methods of Soil Analysis: Chemical and microbiological properties, part 2*. 2nd Ed. Soil Science Society of America, American Society of Agronomy, Madison WI, pp. 403-430.
- Rhoades, J., 1996. Salinity: electrical conductivity and total dissolved solids. In: Sparks, D.L. (Ed.), *Methods of Soil Analysis Part 3—Chemical methods*. Soil Science Society of America and American Society of Agronomy, Madison, WI., pp. 417-435.
- Singh, B., Camps-Arbestain, M., Lehmann, J., 2017. *Biochar: a guide to analytical methods*. Csiro Publishing.
- Wang, Y., Hu, Y., Zhao, X., Wang, S., Xing, G., 2013. Comparisons of biochar properties from wood material and crop residues at different temperatures and residence times. *Energy and Fuels*. 27, 5890-5899.



16th Iranian Soil Science Congress

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



Topic for submission: Soil Chemistry

Effect of Wheat Straw and derived biochars on Extractable Phosphorus in Four Soils with Differing pH

Ghodsad¹, L., Reyhanitabar², A. and Oustan, Sh.³

¹ M. Sc. Graduate, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Tabriz, Iran

² Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Tabriz, Iran

³ Professor, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Tabriz, Iran

Abstract

This research was conducted with the aim of measuring wheat straw effects and pyrolysed biochars of this biomass at 300 and 600 °C (B300 and B600, respectively) on the concentration of extractable phosphorus (P) in four soil samples with differing pH. For this purpose, wheat straw, B300 and B600 were added separately at three rates (0, 3 and 6% w/w) to each of the studied soil samples in the form of completely randomized design. Following the addition of 50 mg nitrogen kg⁻¹ soil from urea fertilizer source and thoroughly mixing, samples were incubated at field capacity and room temperature for three months. After the completion of the incubation period, the concentration of extractable P was measured in alkaline and acidic soils via Olsen and Mehlich I extractants, respectively. Results showed that the concentration of extractable P decreased with increase of the wheat straw application rates in comparison to control soils. However, this decrease was not significant for the alkaline soil (pH = 8.3) treated at two rates of 3 and 6% and acidic soil (pH = 6) treated at the rate of 3%. In contrast, in B300-treated soils extractable P was increased significantly 2.7 and 4-fold on average in proportion to control soils at application rates of 3% and 6%, respectively. Also in B600-treated soils this increase was 3.9 and 5.7-fold on average in proportion to control soils at application rates of 3% and 6%, respectively.

Keywords: Biochar, Acidic soil, Alkaline soil, Phosphorus, Pyrolysis

* Corresponding author, Email: larissaghodsad@ymail.com