بررسی برهمکنش بیوچار بقایای نیشکر و کود فسفر بر قابلیت استفاده فسفر طی زمان در یک خاک آهکی

مینا صفیان[۱]، حمیدرضا متقیان[۲]، علیرضا حسین‌پور[۳]
۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار و استاد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

چکیده

کمبود فسفر یکی از مشکلات اصلی کشاورزی در خاکهای آهکی است. بیوچار به‌عنوان اصلاح کننده خاک می‌تواند بر تثبیت فسفر در خاک موثر باشد. این پژوهش به منظور بررسی اثر کاربرد بیوچار بقایای نیشکر (۰، ۰/۵ و ۱ درصد) و کود سوپر فسفات تریپل (۰ و ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بر میزان فسفر قابل استفاده در یک خاک آهکی طی ۷ و ۹۰ روز انکوباسیون انجام گرفت. نتایج نشان داد که ۹۰ روز پس از انکوباسیون در خاک بدون مصرف بیوچار نسبت به ۷ روز انکوباسیون، فسفر قابل استفاده ۱۱ درصد کاهش یافت؛ درحالی‌که با مصرف ۰/۵ و ۱ درصد بیوچار ۱۲ درصد کاهش در قابلیت استفاده فسفر به‌دست آمد. نتایج این تحقیق نشان داد که با وجود این‌که بیوچار تأثیر مثبتی بر قابلیت استفاده فسفر داشت؛ اما با گذشت زمان قابلیت استفاده فسفر با و بدون وجود بیوچار کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: فسفر اولسن، بیوچار، خاک آهکی، سوپرفسفات تریپل

مقدمه

خاک های مناطق خشک و نیمه خشک، به علت نبود پوشش گیاهی کافی و بازگشت مقدار کم بقایای گیاهی به خاک، حاوی مادۀ آلی کمی هستند. این خاک ها اغلب آهکی و دارای واکنش قلیایی است. در نتیجه بسیاری از گیاهان در این خاک ها با مشکل تغذیۀ عناصر پرمصرف (به ویژه فسفر) و کم مصرف روبه هستند، فسفر یکی از عناصر مورد نیاز گیاه می باشد، که کمبود آن در اراضی کشاورزی منجر به کم شدن رشد و عملکرد محصولات می شود فسفر از عناصر پرنیاز برای گیاهان است و بعد از نیتروژن به‌عنوان مهم‌ترین عنصر در تولید محصول به‌شمار می‌رود. غلظت فسفر در خاک بسیار کم و تحرک کمی در مقایسه با عناصر غذایی دیگر مانند نیترات و پتاسیم دارد (باربریک، ۱۹۹۸). از دلایل کاهش فسفر قابل استفاده می‌توان به تثبیت فسفر و فرسایش اشاره کرد. به علت تحرک کم فسفر در خاک، طی مدت کوتاهی پس از مصرف، فسفر، تثبیت می‌شود جذب فسفر در خاک از طریق دو مکانیسم جذب و رسوب صورت می‌پذیرد. وقتی‌که غلظت فسفر محلول در خاک کم باشد، فسفر روی سطوح جذب می‌شود و زمانی‌که غلظت فسفر زیاد باشد، فسفر روی سطوح جذب‌کننده و یا به‌صورت فاز جداگانه در خاک رسوب می‌کند (سالاردینی، ۱۳۸۷). از جمله روش های افزایش مقدار قابل جذب این عناصر استفاده از مواد آلی است (دلگادو و همکاران، ۲۰۰۲)

تحقیقات نشان داده که افزودن مواد آلی به خاک، بسته به خصوصیات انواع این مواد که آن ها را از هم بسیار متفاوت می‌کند، بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تاثیر مثبتی بر جای می گذارد. اجزای مادۀ آلی اضافه شده به خاک با فسفر برای مکان های جذب رقابت می‌کند در نتیجه فراهمی فسفر در خاک را افزایش می‌دهد (ایبا مورمی و دیک،۱۹۹۶).

بیوچار یک کود آلی است که از ترکیبات آلی مانند بقایای گیاهی، زراعی، جنگلی و فضولات دامی در اثر سوختن این مواد در عدم‌حضور یا حضور مقادیر کم اکسیژن تولید می‌شود (لهمان و همکاران، ۲۰۰۶). بیوچار حاوی مقادیر قابل توجهی فسفر است و بنابراین آزادشدن این فسفر می‌تواند منجر به افزایش قابلیت استفاده فسفر در دوره کوتاه‌مدت شود، لذا این تحقیق با هدف بررسی اثر بیوچار بقایای نیشکر بر میزان فسفر قابل استفاده طی زمان در یک خاک آهکی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

نمونه خاکی از لایه سطحی (۳۰-۰ سانتی‌متر) خاک‌های آهکی استان چهارمحال و بختیاری، برداشته شد. سپس، نمونه خاک هوا خشک، کوبیده و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. در این خاک، بافت خاک به روش هیدرومتر (گی و باودر، ۱۹۸۶)، pH در سوسپانسیون ۱ به ۲ خاک به آب با استفاده از دستگاه pH متر (توماس، ۱۹۹۶)، قابلیت هدایت الکتریکی (EC) در عصاره ۱ به ۲ خاک به آب با استفاده از دستگاه هدایت‌سنج (رودز، ۱۹۹۶)، رطوبت ظرفیت مزرعه (کلارک و رینولز، ۲۰۰۸)، نقطه‌ی پژمردگی دائم، کربنات کلسیم معادل با روش تیتراسیون برگشتی، ماده آلی به روش اکسیداسیون تر، فسفر قابل استفاده با استفاده از روش اولسن تعیین، سپس نمونه‌ها با روش اولسن (اولسن وسامرز،۱۹۸۲) عصاره‌گیری و غلظت فسفر قابل استفاده با استفاده از روش رنگ‌سنجی اندازه‌گیری شد. (مورفی و رایلی،۱۹۶۲).

بقایای نیشکر از کشت و صنعت نیشکر در استان خوزستان تهیه و این بقایا با آب شسته، خشک و خرد شده سپس، در دمای ۴۰۰ درجه سلسیوس در شرایط محدودیت اکسیژن در کوره به‌مدت ۲ ساعت سوزانده و به بیوچار تبدیل شد. در بیوچار نیز فسفر قابل استفاده با روش اولسن عصاره‌گیری واستفاده از روش رنگ سنجی اندازه گیری شد.

برای مطالعه اثر بیوچار و کودشیمیایی بر قابلیت استفاده و جزءبندی فسفر، آزمایش فاکتوریل ۲×۲×۳ در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از یک نوع خاک آهکی در ۳ تکرار انجام خواهد شد. آزمایش شامل ۳ فاکتور است. فاکتور اول اصلاح‌کننده بیوچار (۰، ۰/۵ و ۱ درصد وزنی- وزنی بیوچار) و فاکتور دوم کود شیمیایی فسفر (۰ و ۵۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم از منبع کودشیمیایی سوپرفسفات‌تریپل) بود. در مجموع، هریک از ۱۰ تیمار بیان‌شده بر ۲۰۰ گرم از نمونه خاک مورد مطالعه اضافه سپس، رطوبت خاک‌ها با استفاده از آب مقطر به ۷۰ درصد ظرفیت مزرعه رسانده و به‌مدت ۹۰ روز خوابانیده شدند. در دوره خوابانیدن، با وزن کردن نمونه‌ها و جبران کاهش وزن با آب مقطر، رطوبت خاک‌ها در ۷۰ درصد ظرفیت مزرعه ثابت خواهد شد. در زمان‌های ۷ و۹۰ روز (فاکتور سوم) پس از آغاز خوابانیدن از خاک‌ها نمونه‌برداری و فسفر قابل استفاده با روش اولسن تعیین گردید (اولسن و سامرز،۱۹۸۲).

تجزیه واریانس شامل همگنی واریانس‌ها و نرمال‌بودن باقیمانده‌ها، اثر عوامل تغییرات (مقدار بیوچار، زمان و کود شیمیایی) بر فسفر قابل استفاده، با استفاده از تجزیه واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر (repeated measures ANOVA) بررسی شد. هم‌چنین مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از نرم‌افزار Statistica انجام گرفت.

نتایج و بحث

ویژگی‌های خاک مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است. خاک مورد آزمایش خاکی آهکی با pH برابر ۸ و فسفر قابل استفاده ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم با روش اولسن (اولسن و سامرز، ۱۹۸۲) بود. همچنین میزان فسفر و EC ۰/۱۸۳ دسی‌زیمنس بر متر بود که خاک غیر شور است، هم چنین میزان کربنات کلسیم معادل آن ۳۴ گرم بر کیلوگرم بود.

جدول۱- ویژگی خاک مورد مطالعه

	pH	EC (dS/m)	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)	FC (٪)	PWP (٪)	$CaCO_3$ (٪)	ماده آلی (٪)	فسفر قابل استفاده (mg/kg)	فسفر کل (mg/kg)
خاک	۸	۰/۱۸۳	۴۰	۲۸	۳۲	۱۷/۸۳	۳/۶۶	۳۴	۰/۷۸	۲۰	۵۸۹/۳۶

نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارها بر فسفر قابل استفاده در زمان‌های مختلف پس از انکوباسیون در جدول ۲ نشان داده شده است. بر اساس نتایج این جدول تاثیر بیوچار و کود فسفر بر فسفر قابل استفاده در سطح احتمال ۰/۰۰۱ معنی دار بود ، در حالی که اثر متقابل بیوچار و کود فسفره بر روی فسفر قابل استفاده معنیدار نیست ($P > ۰/۰۵$). به علاوه اثر زمان بر فسفر قابل استفاده معنی دار بود.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر بیوچار، فسفر و زمان بر فسفر قابل استفاده

منبع تغییرات	df	فسفر قابل استفاده
Between-Subjects Effects		
بیوچار	۲	۶۴/۴***
فسفر	۱	۲۳۱۰***
بیوچار×فسفر	۲	۳/۳۸ns
خطا	۱۲	۵/۳۴
C.V.(٪)	-	۶/۵۱
Within-Subjects Effects		
زمان	۱	۱۰۱***
زمان×بیوچار	۲	۲/۹۸ns
زمان×فسفر	۱	۳۹/۷*
زمان×فسفر×بیوچار	۲	۱/۰۰ns
خطا (زمان)	۱۲	۵/۶۶۷
C.V.(٪)	-	۶/۷۰

نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که با کاربرد ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم فسفر، قابلیت استفاده فسفر، ۵۶ درصد افزایش یافت. به علاوه کاربرد ۰/۵ و ۱ درصد بیوچار به ترتیب به افزایش ۶/۶ و ۱۳/۸ درصد فسفر قابل استفاده منجر شد.پس از ۷ روز انکوباسیون، با مصرف ۰/۵ و ۱ درصد بیوچار مقدار فسفر قابل استفاده نسبت به خاک شاهد افزایش معنی‌داری یافت در حالی که اثر کاربرد ۰/۵ و ۱ درصد بیوچار تفاوت معنی‌داری بر فسفر قابل استفاده نداشت. در خاک تیمار شده با کود شیمیایی فسفره پس از ۷ روز انکوباسیون فقط کاربرد ۱ درصد بیوچار منجر به افزایش قابلیت استفاده‌ی فسفر شد. پس از ۹۰ روز انکوباسیون، در خاک شاهد بین کاربرد ۰/۵ درصد بیوچار با خاک شاهد تفاوت معنی‌داری نبود، در حالی که کاربرد ۱ درصد بیوچار سطح فسفر قابل استفاده را بیش از خاک شاهد نگه داشته بود پس از این مدت انکوباسیون در خاک تیمار شده با ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم فسفر تفاوت معنی‌داری بین کاربرد یا عدم کاربرد بیوچار مشاهده نشد.

نتایج جدول ۳ نشان داد که در خاک شاهد با و بدون مصرف بیوچار بین زمان‌های ۷ و ۹۰ روز تفاوت معنی‌داری در فسفر قابل استفاده به وجود نیامد. در حالی که خاک تیمار شده با ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم فسفر بین زمان‌های ۷ و ۹۰ روز تفاوت معنی‌داری وجود دارد. پس از ۹۰ روز انکوباسیون در خاک بدون مصرف بیوچار نسبت به ۷ روز انکوباسیون، ۱۱ درصد کاهش فسفر قابل استفاده اتفاق افتاد در حالی که با مصرف ۰/۵ و ۱ درصد بیوچار ۱۲ درصد کاهش در قابلیت استفاده فسفر به دست آمد. نتایج این تحقیق نشان داد که بیوچار نتوانسته است از کاهش قابلیت استفاده فسفر جلوگیری کند و علیرغم تاثیر مثبت کلی آن بر قابلیت استفاده فسفر، با گذشت زمان قابلیت استفاده‌ی فسفر کاهش یافته است.

در تحقیقات کمی به بررسی اثر زمان بر قابلیت استفاده فسفر پرداخته شده است. جین و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که طی ۹۸ روز تاثیر بیوچار بر فراهمی فسفر را در دو خاک لوم و سیلتی لوم بررسی کردند نتایج آن‌ها نشان داد که اضافه‌کردن بیوچار به هر دو خاک مقدار فراهمی فسفر را افزایش داد، این افزایش در خاک‌هایی که ۱/۵ درصد بیوچار به آن‌ها اضافه شده بود، ۱۵/۳ درصد نسبت به سایر سطوح بیشتر بود. فتحی و همکاران (۱۳۹۴) مطالعه‌ای بر روی تأثیر بیوچار بر فراهمی فسفر در یک خاک آهکی انجام دادند، بیوچار از کمپوست قارچ و باگاس نیشکر در دمای ۵۰۰ درجه‌ی سلسیوس طی سه ساعت تهیه و به خاک آهکی اضافه شد. نتایج حاکی از آن بود که بیوچار قارچ باعث افزایش فراهمی فسفر شد و بیوچار باگاس نیشکر تاثیر کمتری داشت. کامان و همکاران (۲۰۱۱) گزارش دادند که استفاده از ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بیوچار پوسته بادام زمینی در یک خاک قلیایی باعث افزایش قابلیت استفاده فسفر شد.

جدول ۳- مقایسه میانگین فسفر قابل استفاده (میلی‌گرم برکیلوگرم) در خاک‌های مورد مطالعه

زمان	بیوچار	کود فسفره (میلی‌گرم برکیلوگرم فسفر)		
(روز)	(٪)	۰	۵۰	
۷	۰	۲۴/۴±۰/۹۱ e	۴۴/۳±۰/۰۳ bc	۳۳/۲C
	۰/۵	۲۹/۱±۰/۷۸f	۴۵/۸±۰/۱۷ab	۳۵/۴B
	۱	۳۰/۸±۰/۱۸ f	۴۸/۶±۰/۴۷ a	۳۷/۸A
۹۰	۰	۲۴/۹±۱/۰۴ e	۳۹/۳±۳/۳۹ d	
	۰/۵	۲۶/۶±۲/۳۳ ef	۴۰/۲±۱/۰۷cd	
	۱	۲۹/۱±۱/۰۷ f	۴۲/۸±۰/۱۵ cd	
		۲۷/۵B	۴۳/۵A	

میانگین±خطای استاندارد

میانگین‌های دارای حروف بزرگ و کوچک مشترک تفاوت معنی‌داری براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد ندارند.

منابع

سالاردینی ع. ۱۳۸۷. حاصلخیزی خاک (چاپ هشتم). انتشارات دانشگاه تهران. ۴۰۸ صفحه.

فتحی ا. میرسید حسینی ح. و فرحبخش م. ۱۳۹۴. برخی آثار کمپوست قارچ مصرفی و بیوچار باگاس بر فعالیت فسفاتاز قلیایی و فراهمی فسفر در چند خاک آهکی. تحقیقات آب و خاک ایران. شماره ۴. صفحات ۸۱۲-۸۰۱.

Barbarik K.A., Ippolito J.A., and Westfall D.G. 1998. Extractable trace elements in the soil profile after years of biosolid application. Journal of Environmental Quality 27: 801-805.

Delgado A. Madrid A. Kassem S. Andreu. L. and Campillo M.C. 2002. Phosphorus fertilizer recovery from calcareous soils amended with humic and fulvic acids. Plant and Soil 245: 277-286.

Gee G. H. and Bauder J. W. 1986. Particle size analysis. In: A. Klute (ed.) Methods of Soil Analysis. Part 2. physical properties. American Society of Agronomy. Madison Wisconsin pp. 383-409.

Iyamuremye, F., and Dick, R.P. 1996. Organic amendments and phosphorus sorption. *Advance Agronomy*, 56: 139-185.

Jin Y. Liang X. He M. Liu Y. Tian. G and Shi J. 2015. Manure biochar influence upon soil properties phosphorus distribution and phosphatase activities: A microcosm incubation study. Chemosphere 142:128-135.

Kammann C. Linsel. S. Gobling. J. W. and Koyro H. 2011. Influence of biochar on drought tolerance of chenopodium quinoa willd and on soil-plant relations. Plant and Soil 345:195–210.

Lehmann J. Gaunt J. and Rondon. M. 2006. Biochar sequestration in terrestrial ecosystems a review. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 11:403-427.

Murphy J. and J. P. Riley. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Analytica Chimica Acta 27: 31-36.

Olsen S. R. and. Sommers L. E. 1982. Phosphorus. In: A.L Klute. (eds.) Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. American Society of Agronomy. Madison. Wisconsin. pp. 403-430.

Reynolds W. D. and Clarke-Topp G. 2008. Soil water desorption and imbibition: tension and pressure techniques. In: M. R. Carter and E. G. Gregorich (Eds.) Soil Smapling and Methods of Analysis. CRC Press. pp. 981-998

Rhoades J. D. 1996. Salinity Electerical conductivity and total dissolved solids. In: D.L. Sparks (ed). Methods of Soil Analysis. Part 3 Chemical methods. American Society of Agronomy. Madison Wisconsin. pp. 417-437.

Thomas G. W. 1996. Soil pH and soil acidity. In: D. L. Sparks (ed.). Methods of Soil Analysis. Part 3 Chemical methods. American Society of Agronomy. Madison. Wisconsin. 475-491.

Study of the interaction between biochar of sugarcane residues and phosphorus fertilizer on the availability of phosphorus during incubation in a calcareous soil

M. Safian[1], H. Motaghian[2], A. Hosseinpour[3]

1, 2 and 3- MSc student, Assistant Professor and Professor , Soil Science Department, Shahrekord University

Abstract

Phosphorus (P) deficiency is one of the main problems of agriculture in calcareous soils. Biochar as an amendment can be effect on s P fixation in the soil. This research was conducted to investigate the effect of Biochar of sugarcane residues (0, 0.5, and 1% w/w) using P fertilizer (0 and 50 mg P kg^{-1}) on the amount of available P in a calcareous soil during 7 and 90 days incubation. Results showed that in comparison with 7 days incubation, available P decreased 11% after 90 days incubation in soil without biochar, while application of 0.5 and 1% of the biochar, available P decreased 12%. The results of this study revealed that although the biochar had an improvement effect on the availability of P, but over time, available P decreased.

Key words: Olsen phosphorus, Biochar, Calcareous soil, Triple superphosphate