پیامد کاربرد بیوچار بر اجزای مختلف فسفر در یک خاک شور و سدیمی

آسیه عباسیان*، محسن شکل آبادی، احمد گلچین
به ترتیب دانشجوی دکتری و استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه بوعلی سینا همدان و استاد گروه خاکشناسی دانشگاه زنجان

چکیده

خاک های مناطق خشک و نیمه‌خشک، به علت نبود پوشش گیاهی کافی و بازگشت مقدار کم بقایای گیاهی به خاک، حاوی مادۀ آلی کم و اغلب دارای واکنش قلیایی است. در نتیجه بسیاری از گیاهان در این خاک ها با مشکل تغذیۀ عناصر به ویژه فسفر روبه رویند. این مطالعه با هدف بررسی اجزا و اشکال مختلف فسفر بعد از افزودن تیمارهای بیوچار تهیه شده در دماهای مختلف به یک خاک شور و سدیمی انجام گردید. نتایج حاکی از اثرات معنی دار تیمار بیوچار بر روی کلیه اجزای معدنی فسفر بود. کاربرد بیوچار به گونه معنی داری فسفر قابل استفاده خاک شور سدیمی را بالا برد. در خاک شور سدیمی برای ایجاد پوشش گیاهی کافی می توان کمبود فسفر را از طریق افزودن بیوچار برطرف کرد. اثر زمان انکوباسیون فقط بر روی فسفر در ارتباط با کربنات کلسیم و فسفر باقیمانده معنی دار بود.

واژه های کلیدی: بخش بندی فسفر، زمان نگهداری، بیوچار، خاک شور و سدیمی

مقدمه

خاک های مناطق خشک و نیمه‌خشک، به علت نبود پوشش گیاهی کافی و بازگشت مقدار کم بقایای گیاهی به خاک، حاوی مادۀ آلی کمی است. 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 رویند. از جمله روش های افزایش مقدار قابل جذب این عناصر استفاده از مواد آلی است(Karami et al.2009). قابلیت دسترسی فسفر برای گیاه به شکل های فسفر و مقدار فسفر در خاک بستگی دارد. واکنش کود فسفره در خاک آهکی شامل واکنش های پیچیده ای است که فرآیندهای جذب و رسوب را در بر می گیرند. جذب می تواند فرآیند غالب در مقادیر کاربرد کم فسفر و رسوب فرآیند غالب در مقادیر زیاد کاربرد فسفر باشد. اطلاع از شکل های غالب فسفر ناشی از جذب و رسوب می تواند یک شاخص خوب از کارایی کود و پتانسیل آلودگی خاکهای کوداده شده فراهم نماید(Delgado et al.2000).

شکل‌های مختلف فسفر خاک به کمک روش جزءبندی مرحله‌ای بررسی می‌شوند(Harrell and Wang.2006). بنابراین، استفاده از روش جزءبندی به منظور تخمین شکل‌هایی از فسفر که برای گیاه قابل دسترس‌تر می‌باشند، حائز اهمیت است. شواهدی مبنی بر این که برخی اجزای فسفر ممکن است بر اثر کاربرد کود آلی در خاک کاهش یا افزایش یابند توسط محققان نشان داده شده است (Adeli et al.2005, Huang et al.2008, Ippolito et al.2007 and Su et al.2007) .

Sui and Thompson (۱۹۹۹) گزارش کردند که با کاربرد مواد جامد زیستی، غلظت نسبی فسفر محلول در اسید کاهش و به دنبال آن فسفر محلول در بی کربنات بعد از کاربرد مواد جامد زیستی افزایش یافت. (Su et al.2007) گزارش کردند که فسفر معدنی (فسفر پیوند شده به کلسیم، آهن و آلومینیوم) و فسفر باقی مانده، شکل های غالب فسفر بعد از کاربرد طولانی مدت مواد جامد زیستی در یک خاک جنگلی بودند.

از آنجایی که منابع مواد آلی نقش مهم ی در تأمین فسفر قابل استفاده گیاه ایفا می کنند، لذا مدیریت سیستم کشاورزی پایدار از یکطرف نیازمند تأمین مقادیر کافی از عناصر غذایی مورد نیاز گیاه شامل فسفر است و از سوی دیگر نیازمند توجه به خطرات زیست محیطی ناشی از افزایش بی رویه این عناصر غذایی می باشد، اما اینکار نیازمند بررسی شکل های مختلف فسفر پس از افزودن انواع مختلف مواد جامد زیستی است. اجزای مادۀ آلی اضافه شده به خاک با فسفر برای مکان های جذب رقابت می‌کند. در نتیجه فراهمی فسفر در خاک را افزایش می دهد(Iyamuremye and Dick.1996). اعتقاد بر این است که رقابت اسیدهای آلی از جمله مالیک و استیک با فسفر برای مکان های جذب در آزادسازی فسفر به محلول خاک نقش مهمی دارد

(Hue.1991). (Liang et al.2006) بیان داشتند که بیوچار علاوه بر آزادکردن مستقیم فسفر محلول، ظرفیت تبادل کاتیونی خاک را افزایش می دهد و ممکن است قابلیت دسترسی فسفر را با مهیاکردن ظرفیت تبادل آنیونی یا با تأثیر بر فعالیت کاتیون های در تعامل با فسفر تغییر دهد. (Hunt et al.2007) گزارش دادند که این امکان وجود دارد که مکان های تبادلی مثبت بیوچار با اکسیدهای آهن و آلومینیم) برای مثال، گیبسایت و گئوتایت شبیه آنچه برای هومیک و فولویک اسید مشاهده شد برای جذب فسفر محلول رقابت کند.

با توجه به گسترش و اهمیت خاکهای شور و سدیمی در کشور و ضرورت شناخت فرایندهای موثر بر آنها و مدیریت و اصلاح این خاکها، این مطالعه با هدف بررسی اجزا و اشکال مختلف فسفر بعد از افزودن تیمارهای بیوچار تهیه شده در دماهای مختلف به یک خاک شور و سدیمی انجام گردید.

مواد و روش‌ها

یک خاک سطحی شور و سدیمی(EC=۴/۵ds/m و SAR=۱۴/۸۳) با بافت لوم رسی از منطقه کبودراهنگ همدان و در اطراف نیروگاه استان همدان جمع‌آوری شد. خاک‌های منطقه دارای رژیم حرارتی مزیک و رژیم رطوبتی زریک بود. خاک هواخشک شد و از الک ۲ میلیمتری عبور داده شد و برای انجام آزمایش مورد استفاده قرار گرفت. تیمارهای مورد مطالعه شامل پودر هسته خرما، بیوچار تهیه شده از پودر هسته خرما در دماهای ۴۰۰ و ۸۰۰ درجه سانتی گراد در سطح ۲/۵ درصد به خاک‌ها افزوده شد و به همراه یک نمونه شاهد که هیچ تیماری دریافت نکرده بود، بعد از رساندن رطوبت به ظرفیت زراعی در دمای آزمایشگاه نگهداری گردید. در زمانهای ۱، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۸۰ روز پس از نگهداری، از خاکها نمونه برداری شده و سپس شکل‌های مختلف فسفر به روش (Hedley et al.1982) و فسفر کل بروش هضم با اسید پرکلریک و اسید نیتریک (Kuo.1996) اندازه گیری شد.

داده‌های به دست آمده در این تحقیق به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی بصورت تکرار مکررات با سه تکرار مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. به منظور تعیین اثرات معنی‌دار فاکتورهای اصلی تیمار (شاهد، پودر هسته خرما، بیوچار دمای ۴۰۰، بیوچار دمای ۸۰۰)، زمان انکوباسیون (۱، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۸۰ روز) و اثرات متقابل آن‌ها تجزیه واریانس انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر کاربرد پودر هسته خرما و بیوچار تهیه شده از آن بر همه اجزای معدنی فسفر و فسفر کل معنی دار بود گرچه که اثر زمان انکوباسیون فقط برای فسفر در ارتباط با کربنات کلسیم و فسفر باقیمانده معنی دار بود. نتایج مقایسه میانگین تیمارهای اعمال شده نشان داد که در خاک شور سدیمی بیشترین شکل معدنی فسفر در همه تیمارها به شکل فسفر در ارتباط با کربنات کلسیم است و کمترین شکل فسفر در این خاک به شکل فسفر محلول و تبادلی است (جدول ۲). گستره این شکل از فسفر از ۳۲۲/۳۶ میلی گرم بر کیلوگرم در تیمار شاهد به ۵۵۸/۸۲۵ میلی گرم بر کیلو گرم در تیمار بیوچار دمای ۸۰۰ افزایش یافت. فسفر محلول در اسید کلریدریک جزء فسفر های حساس به pH های کم است و فرض می شود عمدتا شامل آپاتایت و فسفر پیوند شده به کربنات ها است(Wang et al.2010). این بخش فسفر غالب در خاک مورد مطالعه بود. فراوانی این بخش به علت pH بالای خاک و اثر مواد مادری آهکی در این منطقه است.

(Adeli et al.2005), (Ippolito et al.2007), (Irshad et al.2008) و (Huang et al.2008) نیز نتایج مشابهی را گزارش نموده‌اند. گستره فسفر باقیمانده در خاک مورد مطالعه از ۲۳۱/۶۶ میلی گرم بر کیلوگرم در تیمار شاهد به ۳۶۰/۱۶۵ میلی گرم بر کیلوگرم در تیمار بیوچار دمای ۸۰۰ رسید. درصد نسبی این بخش از ۳۹/۹ درصد از فسفر کل در تیمار شاهد تا ۳۶/۱۸ درصد از فسفر کل در تیمار بیوچار دمای ۸۰۰ متغیر است. بخش فسفر در ارتباط با اکسیدهای آهن و آلومینیوم سومین بخش غالب در این خاک را تشکیل داد. این جزء شامل فسفر پیوند شده به اکسیدهای آهن و آلومینیوم است که قابل تبادل با هیدروکسیل و آنیون های حاصل از تجزیه لیگاندهای آلی و ترکیبات فسفر محلول در قلیا است (Rydin.2000).گستره این بخش از ۲۱/۵۲ میلی گرم بر کیلوگرم در تیمار شاهد تا ۴۰/۳۸ میلی گرم بر کیلوگرم در تیمار

بیوچار دمای ۸۰۰ بود. در مجموع، نتایج این آزمایش نشان داد که فراوانی اجزای مختلف فسفر به این صورت کاهش یافت: فسفر در ارتباط با کربنات کلسیم>فسفر باقیمانده>فسفر در ارتباط با اکسیدهای آهن و آلومینیوم. طبق گزارش (Irshad et al.2008) در خاک های غرقاب بعد از کاربرد طولانی مدت دو نوع کود آلی و یک کود شیمیایی، صرفنظر از نوع تیمار، فسفر استخراج شده به این صورت بود HCl-P > NaOH-P > NaHCO3-P > H2O -P.در خاک مورد مطالعه با کاربرد بیوچار دمای ۸۰۰ نسبت به بیوچار دمای ۴۰۰ دیده شد که اجزای معدنی فسفر بصورت معنی داری افزایش یافتند که این را می توان به وجود ترکیبات آروماتیک پایدارتر در دمای بالاتر نسبت داد.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمار و زمان بر فرکشن های مختلف فسفر خاک شور سدیمی قوی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات(MS)				
		فسفر در ارتباط با اکسیدهای آهن و آلومینیوم	فسفر محلول و تبادلی	فسفر در ارتباط با کربنات کلسیم	فسفر باقیمانده	فسفر کل
تیمار	۳	۱۰۵۵/۵۶**	۲۲/۶۸**	۱۶۳۵۵۱ /۳۴**	۴۳۱۱۵ /۵۷**	۴۷۱۵۴۳ /۳۷**
زمان	۴	۲۶۵/۰۲ns	۰/۱۵ns	۵۵۹۶۳ /۸۵**	۱۶۷۳۰ /۳۷**	۱۸۳۵۹ns /۰۰
اثرات متقابل تیمار و زمان	۱۲	۰/۷۶ns	۰/۱۹ns	۲۳۱۴/۲۱ns	۱۲۷/۰۶ ns	۲۱۴۸/۰۱ ns
خطا	۴۰	۳۵/۶۸	۰/۲۶	۱۵۱۷/۳۹	۵۶۸/۹۰	۴۳۹۱/۸۸
CV		۲۰/۲۱	۸/۲۷	۸/۵۵	۸/۲۱	۸/۲۲

** و ns به ترتیب نشان دهنده وجود تفاوت معنی دار در سطح یک درصد و عدم تفاوت معنی دار می باشد.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر تیمار بر روی فرکشن های مختلف فسفر

تیمار	فسفر در ارتباط با اکسیدهای آهن و آلومینیوم (ppm)	فسفر محلول و تبادلی (ppm)	فسفر در ارتباط با کربنات کلسیم (ppm)	فسفر باقیمانده (ppm)	فسفر کل (ppm)
سطح صفر	c۲۱/۵۲	d۴/۵۶	d۳۲۲/۳۶	c۲۳۱/۶۶	d۵۷۹/۳۸
پودر هسته خرما	c۲۴/۶۰	c۵/۷۶	c۴۲۶/۹۷	b۲۷۶/۳۲	c۷۶۶/۲۵
بیوچار دمای ۴۰۰	b۳۱/۷۵	b۵۶/۸۶	b۵۱۴/۶۲	b۲۹۳/۶۸	b۸۸۰/۱۱
بیوچار دمای ۸۰۰	a۴۰/۳۸	a۵۷/۳۲	a۵۵۸/۸۲	a۳۶۰/۸۶	a۹۹۵/۴۳

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند بر اساس روش دانکن در سطح ۱ درصد احتمال اماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

اثر زمان انکوباسیون به گونه ای بود که فقط برای دو بخش فسفر در ارتباط با کربنات کلسیم و فسفر باقیمانده معنی دار بود و بصورت معنی داری با گذشت زمان این دو بخش افزایش یافتند (جدول ۳) گرچه بقیه اجزا هم افزایش نشان دادند اما اثر زمان انکوباسیون بر بقیه اجزا معنی دار نبود.(Adeli et al.2005)گزارش کردند که پس از یک دوره ۹۰ روزه انکوباسیون خاک با کود مرغی همه اجزای فسفر خاک افزایش نشان داد. حضور کربناتها در این قبیل خاکها سرنوشت فسفر ناشی از کاربرد کود آلی را تحت تأثیر قرار می دهد. در جزءبندی فسفر به روش(Kuo.1996) در دو لایه سطحی و زیرسطحی یک

خاک زیر کشت پس از ۱۰ سال کاربرد سالانه لجن فاضلاب در پنج سطح که توسط(Ippolito et al.2007) اجرا شد، مشاهده گردید که کاربرد لجن فاضلاب منجر به افزایش فسفر در همه بخشهای قابل استخراج شد که با نتایج این مطالعه همراستا است. مازاد بر این،(Ippolito et al.2007) گزارش کردند که عمده فسفر در لایه سطحی در بخش همراه با آهن و در لایه زیرسطحی در بخش همراه با کلسیم خاک وجود داشت. لازم به ذکر است که در مطالعه این محققان خاک زیرسطحی آهکی و خاک سطحی اسیدی بود.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر زمان انکوباسیون بر روی برخی اجزای فسفرمعدنی

زمان نگهداری	فسفر محلول و تبادلی (ppm)	فسفر باقیمانده(ppm)
روز ۱	^{e}۴۳۰/۸۳	^{a}۳۸۷/۱۵۱
روز ۳۰	^{d}۴۷۷/۱۲	^{a}۳۶۶/۵۵۷
روز ۶۰	^{c}۵۲۹/۴۰	^{b}۳۴۲/۸۵۰
روز ۹۰	^{b}۵۷۷/۹۷	^{c}۳۱۸/۶۵۰
روز ۱۸۰	^{a}۶۲۸/۳۶	^{d}۲۹۱/۸۴۲

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند بر اساس روش دانکن در سطح ۱ درصد احتمال اماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

نتیجه گیری

بخش فسفر در ارتباط با کربنات کلسیم بیشترین مقدار را دارد و با کاربرد ماده آلی بالاخص بیوچار این بخش بیشتر می شود. اثرتیمار بیوچار بر روی کلیه اجزای معدنی فسفر معنی دار بود اما اثر زمان انکوباسیون فقط بر دو بخش فسفر باقیمانده و فسفر در ارتباط با کربنات کلسیم معنی دار بود. با کاربرد تیمار بیوچار فسفر قابل استفاده برای ایجاد پوشش گیاهی کافی در منطقه خشک و نیمه خشک فراهم می شود و این خود مبین این است که می توان به بهبود خاک شور سدیمی با کاربرد بیوچار کمک کرد. اثرتیمار بیوچار بر روی کلیه اجزای معدنی فسفر معنی دار بود اما اثر زمان انکوباسیون فقط بر دو بخش فسفر باقیمانده و فسفر در ارتباط با کربنات کلسیم معنی دار بود.

منابع

Adeli, A., K.R. Sistani, M.F. Bal and D.E. Rowe. 2005. Phosphorus dynamics in broiler litter-amended soils. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 36: 1099-1115.

Delgado, A., J.R. Ruiz, M.C. Del Campillo, S. Kassem and L. Andreu. 2000. Calcium- and iron-related phosphorus in calcareous and calcareous marsh soils: Sequential chemical fractionation and P-31 nuclear magnetic resonance study. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 31: 2483-2499.

Harrell, D.L. and J.J. Wang. 2006. Fractionation and sorption of inorganic phosphorus in Louisiana calcareous soils. J. Soil Sci. 171: 39-51.

Hedley, M. J., Stewart, J. W. B., Chauhan, B. C. 1982a. Changes in inorganic and organic soil phosphorus fractions induce by cultivation practices and by laboratory incubation. Soil Sci. Soc. Am. J. 46, 970–976

Huang, X.L., Y. Chen and M. Shenker. 2008. Chemical fractionation of phosphorus in stabilized biosolids. J. Environ. Qual. 37: 1949-1958.

Hue, N. V. (1991). Effects of organic acids/anions on P sorption and phytoavailability in soils with different mineralogies. Soil Science, 152(6), 463-471.

Hunt, J. F., Ohno, T., He, Z., Honeycutt, C. W., and Dail, D. B. (2007). Inhibition of phosphorus sorption to goethite, gibbsite, and kaolin by fresh and decomposed organic matter. Biology and fertility of soils, 44(2), 277-288.

Ippolito, J.A., K.A. Barbarick and K.L. Norvell. 2007. Biosolids impact soil phosphorus accountability, fractionation, and potential environmental risk. J. Environ. Qual. 36: 764-772.

Irshad, M., M. Inoue, R.A. Khattak, S. Yamamoto and T. Honna. 2008. Phosphorus and metal fractions in paddy soils under different fertilizer management. J. Sustain. Agric. 32: 255-268.

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

Karami, M., Afyuni, M., Rezaee Nejad, Y., and Khosh Goftarmanesh, A. 2009. Cumulative and residual effects of sewage sludge on Zinc and Copper concentration in soil and wheat. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 12 (46), 639-654. (In Farsi)

Kuo, S. 1996. Phosphorus. PP. 869-920. In: Sparks, D.L. (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 3, Chemical Methods, SSSA, Madison, WI.

Liang, B., Lehmann, J., Solomon, D., Kinyangi, J., Grossman, J., O'neill, B., and Neves, E. G. (2006). Black carbon increases cation exchange capacity in soils. Soil Science Society of America Journal, 70(5), 1719-1730.

Rydin, E. 2000. Potentially mobile phosphorus in Lake Erken sediment. J. Water Res. 34: 2037-2042.

Su, J., H. Wang, M.O. Kimberley, K. Beecroft, G.N. Magesan and C. Hu. 2007. Fractionation and mobility of phosphorus in a sandy forest soil amended with biosolids. Environ. Sci. Pollut. Res. Intl. 14: 529-535.

Sui, Y. and M.L. Thompson. 1999. Fractionation of phosphorus in a Mollisol amended with biosolids. Soil Sci. Soc. Am. J. 63: 1174-1180.

Wang, J., W.Z. Liu, H.F. Mu and T.H. Dang. 2010. Inorganic phosphorus fractions and phosphorus availability in a calcareous soil receiving 21-year superphosphate application. Pedosphere 20(3): 304-310.

The effects of Biochar application on various Inorganic Phosphorus fractions in a Saline and Sodic soil.

A. Abbasian*, M. Sheklabadi and A. Golchin,
1and 2 respectively, Bu-Ali Sina University Phd Student, and Asistant Professors of Soil Science
3 Professor, Department of Soil Science, University of Zanjan

Abstract

Arid and semi-arid soils suffers from salts concentration and low soil organic matter, due to insufficient return of plant residue, and often has an alkaline reaction. As a result, many of the plants in these regions, faces with the nutrition problems, especially phosphorus deficits. The aim of this study was to evaluate the effect of biochar application on the different inorganic phosphorus fractions in a saline and sodic soil. The results showed significant effects of biochar application on all mineral phosphorus fractions. Using biochar significantly increased the labile phosphorus fractions in a saline and sodic soil. The results indicated that adding biochar to saline and sodic soils would help to remediate some nutrient deficiency to make enough vegetation. The carbonate bounded and residual phosphorus significantly changed with incubation time and suggested the importance of these fractions in studied soils.

Keywords: Phosphorus fractions, Incubation time, Biochar, Saline and Sodic soil