اثر اصلاح کنندها بر رهاسازی فسفر از خاک در حضور اسید مالیک

مهدی جلالی، محسن جلالی
دانشجوی دکتری و استاد دانشگاه بوعلی سینا، دانشکده کشاورزی، گروه خاکشناسی

چکیده

شناخت ویژگی‌های کانی‌های حاوی فسفر، آبشویی فسفر و تأثیر اصلاح کننده‌ها بر رهاسازی فسفر از خاکهای آهکی، منجر به بهبود مدیریت کشت گیاه، کیفیت آب و کیفیت خاک می‌شود. هدف از این مطالعه، بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف اسید آلی مالیک بر رهاسازی فسفر از یک خاک لوم رسی اصلاح شده با ضایعات کارخانه قند، کود مرغی و دو نوع لجن فاضلاب به آن بود. در خاکهای اصلاح شده بین فسفر رهاسازی شده توسط اسید آلی و پی‌اچ تعادلی همبستگی منفی معناداری وجود داشت. اسید مالیک بیشترین تأثیر را بر رهاسازی فسفر از خاکهای اصلاح شده با کود مرغی داشت.

واژه های کلیدی: اصلاح کننده، اسید مالیک.

مقدمه

اصلاح کننده‌هایی مانند بقایای حیوانی و کمپوست‌ها جایگزینی مناسب برای کودهای شیمیایی هستند که باعث افزایش حاصلخیزی خاک می‌شوند. در مناطقی که تولید کودهای دامی زیاد است، استفاده از کودهای دامی در خاک به دلیل گسترش تولید آنها اجتناب ناپذیر است. در گزارشی که توسط سازمان غذا و کشاورزی (FAO) سازمان ملل منتشر شده نشان می‌دهد که, نیاز برای فسفر در سال ۲۰۱۵ به مقدار ۴۵ میلیون تن P_2O_5 رسیده است. در ایران زمین‌های کشاورزی به علت استفاده بیش از حد از بقایای حیوانی و کودهای فسفری در طول ۴۰ سال گذشته باعث غنی شدن خاکها از فسفر شده است. تنها در حدود ۱۰ تا ۲۰ درصد از فسفر موجود در کود که در زمان کشت گیاه به زمین اضافه می‌شود مورد استفاده گیاه قرار می‌گیرد. لجن فاضلاب مقادیر زیادی فسفر را دارا می‌باشد (در حدود ۸ درصد وزنی وزنی)، که آن را جز منبع مناسب فسفر قرار می-دهد. در دهه‌های آینده به دلیل کاهش منابع تولید کودهای معدنی، استفاده و بازیافت فسفر موجود در لجن فاضلاب اهمیت زیادی دارد. بقایای آلی باعث بهبود حاصلخیزی خاک و شرایط فیزیکی خاک می‌شوند. این بقایا با تأثیر مستقیم بر شیمی فسفر در خاک توسط تغییر در مقدار و توزیع گونه‌های مختلف فسفر تأثیر گذار هستند. تغییر در گونه‌های فسفر تحت تأثیر بقایای آلی به خوبی شناخته نشده است. اسیدهای آلی در خاک بر فاکتورهایی از جمله پی‌اچ، فسفر و وجود دیگر عناصر و فعالیت‌های بیولوژیکی تأثیر دارند.

مواد و روش‌ها

از ۴ اصلاح کننده شامل: ضایعات کارخانه قند، کود مرغی و دو نمونه لجن فاضلاب استفاده شد. به منظور اندازه‌گیری غلظت محلول عناصر از نسبت ۱:۱۰ به مدت ۳۰ دقیقه شیک استفاده گردید. سایر خصوصیات خاک و اصلاح کننده‌ها به روش معمول اندازه گیری گردید (راول، ۱۹۹۴).

یک نمونه خاک با بافت لوم رسی در این بخش استفاده گردید. ۱۰ گرم از هریک از اصلاح کننده‌ها به ۲۰۰ گرم خاک اضافه کرده و سپس به وسیله آب مقطر رطوبت نمونه‌ها را به ظرفیت مزرعه رسانده و در نهایت در بازه زمانی ۳۰ روزه نمونه‌ها درون انکوباتور در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری کرده و در طول مدت انکوباسیون نمونه‌ها مرتب مخلوط شده و به وسیله آب مقطر در رطوبت مورد نیاز ثابت نگهداری شدند.

به منظور بررسی رهاسازی فسفر از خاکهای اصلاح شده، از اسید مالیک استفاده گردید. غلظت‌های ۰/۱، ۱، ۲/۵، ۵، ۱۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۷۰ و ۱۰۰ میلی‌مول بر لیتر از اسید مالیک و از الکترولیت سدیم کلرید ۰/۰۱ مولار به عنوان کاتیون همراه استفاده شد. ۱/۵ گرم خاک بعلاوه ۳۰ میلی‌لیتر از محلول‌ها به مدت ۲۴ ساعت شیک و ۵ دقیقه سانتریفوژ گردید.

نتایج و بحث

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در این بخش در جدول ۱ آورده شده است. به منظور مطالعه تأثیر اصلاح کنندها بر رهاسازی فسفر از خاک، از چهار اصلاح کننده، ضایعات کارخانه قند، کود مرغی و دو نمونه لجن فاضلاب، که خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها را در جدول ۲ مشاهده می‌شود، استفاده گردید. بالاترین پی‌اچ مربوط به ضایعات کارخانه قند (۹/۹۳) و کمترین پی‌اچ در لجن فاضلاب۱ (۵/۹۰) مشاهده گردید. کود مرغی و ضایعات کارخانه قند به ترتیب، بیشترین و کمترین مقدار هدایت الکتریکی را دارا بودند. لجن فاضلاب ۱ و ۲ بالاترین میزان، کلسیم، منیزیم، کلر و سولفات محلول را داشتند. بیشترین مقدار پتاسیم، سدیم، بیکربنات و فسفر محلول در کود مرغی مشاهده شد. کمترین مقدار این عناصر در ضایعات کارخانه قند مشاهده گردید.

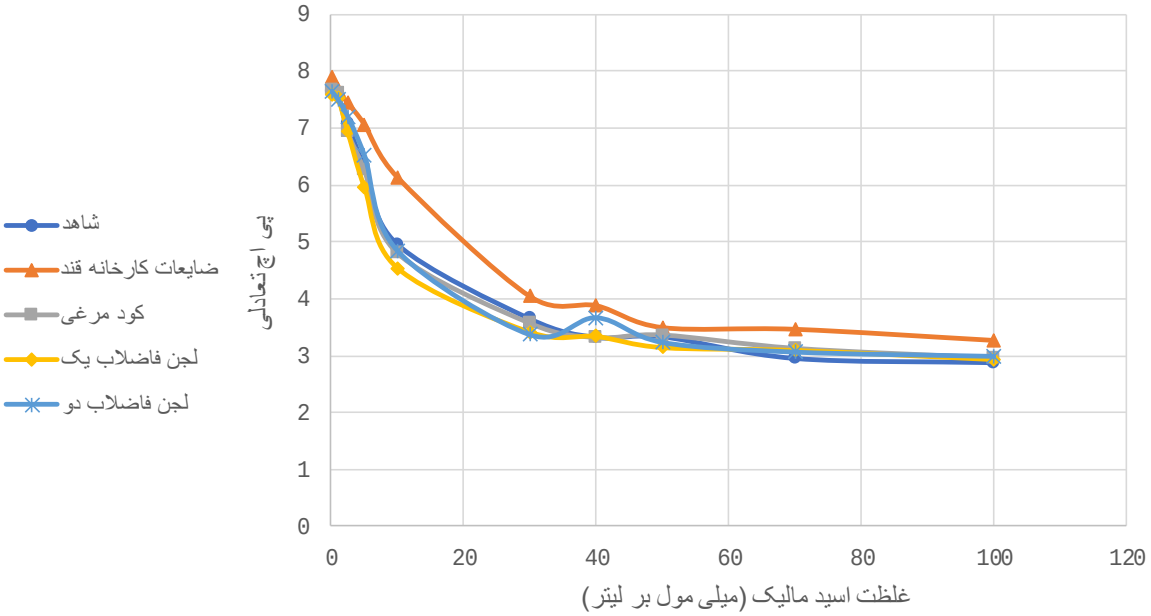
جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

پی اچ	هدایت الکتریکی	ظرفیت تبادل کاتیونی	کربنات کلسیم	ماده آلی	رس	سیلت	شن
	(دسی زیمنس بر متر)	(سانتی مول بار بر کیلوگرم)	(درصد)				
۷/۶۹	۰/۰۹	۱۵/۴۴	۸/۵	۱/۳۸	۳۲/۱۶	۴۶/۷۲	۲۱/۱۲

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی اصلاح کنندها

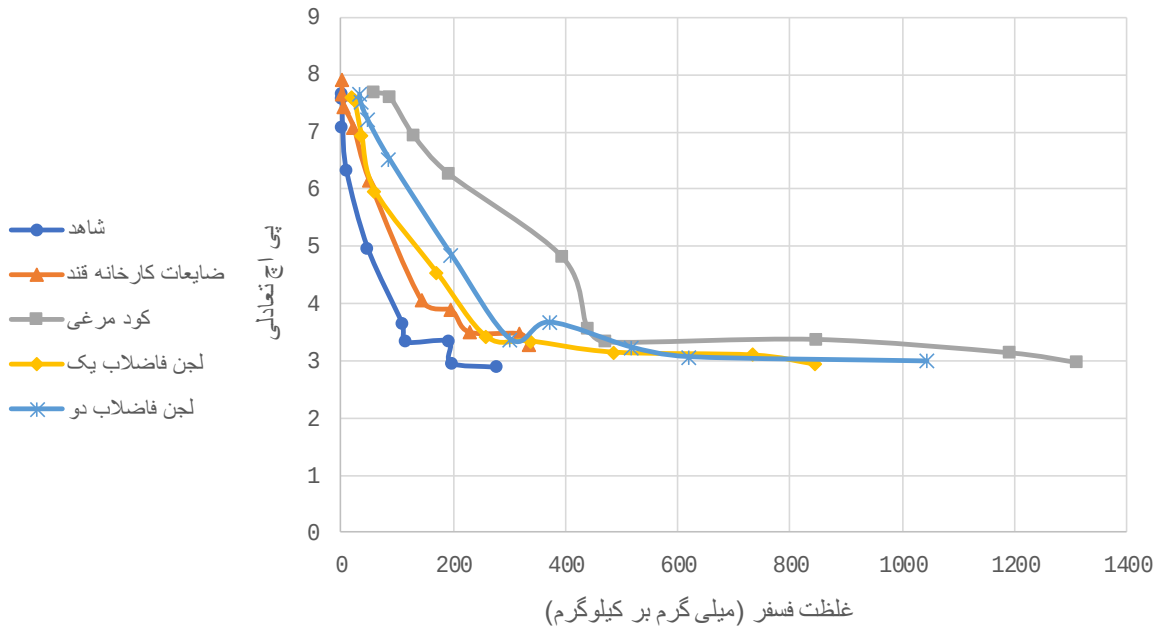
اصلاح کنندها	پی اچ	هدایت الکتریکی	کلسیم	منیزیم	پتاسیم	سدیم	بیکربنات	فسفر
		(دسی زیمنس بر متر)	(محلول)					
			(میلی گرم بر لیتر)					
ضایعات کارخانه قند	۹/۹۳	۰/۸۱	۲۶/۶	۵۲/۶	۱۷/۸	۷/۲	۲۵۳/۷	۰/۵۸
کود مرغی	۷/۹۴	۷/۰۶	۶۶/۶	۱۸/۲	۱۸۱۹/۵	۱۹۹/۷	۴۶۷/۲	۷۹/۱۹
لجن فاضلاب ۱	۵/۹۰	۱/۹۷	۴۰۰	۱۶۲	۶۸/۶	۵۸/۸	۳۶۶/۰	۳۲/۸۳
لجن فاضلاب ۲	۶/۱۰	۳/۲۷	۴۰۰	۳۰۰	۶۶/۶	۳۶/۵	۴۶۳/۶	۴۰/۴۳

پی‌اچ تعادلی بعد از اضافه کردن اسید آلی به خاکهای اصلاح شده اندازه گیری و در شکل ۱ آورده شده است. پی‌اچ تعادلی همبستگی منفی با غلظت اسید داشت. میانگین پی‌اچ تعادلی برای اسید مالیک، ۵/۰۵ بود. حضور کلسیت و دولومیت در این خاکها می‌تواند دلیل افزایش پی‌اچ در محلول تعادلی باشد.



شکل ۱- رابطه میان پی اچ تعادلی و غلظت اسید مالیک در یک خاک لوم رسی

شکل۲ رابطه میان فسفر رهاسازی شده از تیمارهای مختلف توسط اسید مالیک و پی‌اچ تعادلی را نشان می دهد. با افزایش پی‌اچ تعادلی، توانایی اسید در انحلال فسفر کاهش می‌یابد. نتایج نشان می‌دهد که اسیدهای آلی پتانسیل افزایش حلالیت فسفر را در خاکهای اصلاح شده و شاهد دارند، اما فعالیت این اسیدها توسط کربنات‌ها و دیگر مواد قلیایی که در این خاکهای آهکی وجود دارند کاهش می‌یابد.



شکل ۲- رابطه میان پی اچ تعادلی و رهاسازی فسفر توسط اسید مالیک از خاک لوم رسی

غلظت فسفر در محلول خاک توسط کانی‌های فسفات کلسیم کنترل می‌شود (لیندسی، ۱۹۷۹). در منطقه مورد مطالعه انواع مختلفی از کودهای شیمیایی در طی ۵۰ سال گذشته به خاک اضافه شده، که منجر به تشکیل کانی‌های فسفات کلسیم شده است. این کانی‌ها در پی‌اچ‌های پایین تر از ۸ حلالیتشان افزایش می‌یابد. فسفر رهاسازی شده از خاکهای اصلاح شده ممکن است منشا آن از فسفر موجود در کانی‌ها و یا فسفر جذب شده بر روی سطوح خاک باشد (هنسینگر، ۲۰۰۱)، اما نتایج نشان می‌دهد که در غلظت‌های مختلف اسید افزوده شده به خاک سهم اشکال مختلف در تأمین فسفر متفاوت می‌باشد. غلظت بالای فسفر و کلسیم در غلظت‌های پایین اسید آلی (داده‌ها نمایش داده نشده است) می‌تواند به دلیل بالا بودن دفع کلسیم از سطوح جذب، از قبیل سطوح اکسیدها و هیدرواکسیدهای آلومینیوم (بولن و همکاران؛ ۱۹۸۵)، کلسیت (فری‌من و راول، ۱۹۸۱) و یا مواد آلی (هالفورد، ۱۹۹۷) باشد.

در غلظت‌های بالای اسید، حلالیت کانی‌های فسفات کلسیم بالا است (لیندسی، ۱۹۷۹) و باعث افزایش غلظت فسفر می‌شود. از آنجایی که فسفر جذب شده در مقایسه با فسفر رسوب شده قابلیت رهاسازی بیشتری در خاکهای آهکی دارد، در نتیجه دفع فسفر در پی‌اچ‌های بالا در مراحل اولیه صورت می‌گیرد (کاسترو و تارنت، ۱۹۹۸). بیشترین فسفر کل رهاسازی شده در دامنه کمی از پی‌اچ قرار داشته، که نشان می‌دهد که انحلال کانی‌های حاوی فسفر در این دامنه کم پی‌اچ صورت گرفته است (مکلارن و همکاران، ۲۰۱۴). نسبت کلسیم به فسفر رهاسازی شده توسط دوا و همکاران (۲۰۰۹) و ونگ و همکاران (۲۰۱۱) محاسبه شد. نسبت محاسبه شده در مطالعه آنها بالا (بیشتر از ۱۰۰:۱) بوده و متناسب با داده‌های بدست آمده در این مطالعه است (داده‌ها نمایش داده نشده است).

بطور کلی نتایج نشان می دهد که افزودن اصلاح کننده‌های آلی به خاک و نیز وجود اسیدهای آلی در خاک منجر به افزایش رهاسازی فسفر از خاک می شود. مدیریت صحیح رهاسازی فسفر منجر به افزایش قابلیت جذب فسفر توسط گیاهان زراعی و کاهش آبشویی فسفر از خاک می گردد.

منابع

Bolan, N.S., Barrow, N.J. and Posner, A.M. 1985. Describing the effect of time on sorption of phosphate by iron and aluminium hydroxides. Journal of Soil Science, 36: 187-197.

Castro, B. and Torrent, J. 1998. Phosphate sorption by calcareous Vertisols and Inceptisols as evaluated from extended P-sorption curves. European Journal of Soil Science, 49: 661-667.

Devau, N., Cadre, E.L., Hinsinger, P., Jaillard, B. and Gérard, F. 2009. Soil pH controls the environmental availability of phosphorus: Experimental and mechanistic modelling approaches. Applied Geochemistry, 24: 2163-2174.

Freeman, J.S. and Rowell, D.L. 1981. The adsorption and precipitation of phosphate onto calcite. Journal of Soil Science, 32: 75-84.

Hinsinger, P. 2001. Bioavailability of soil inorganic P in the rhizosphere as affected by root-induced chemical changes: a review. Plant and Soil, 237: 173-195.

Holford, I.C.R. 1997. Soil phosphorus: its measurement, and its uptake by plants. Soil Research, 35: 227-240.

Lindsay, W.L. 1979. Chemical equilibria in soils, John Wiley & Sons, New York.

McLaren, T.I., Guppy, C.N., Tighe, M.K., Moody, P. and Bell, M. 2014. Dilute acid extraction is a useful indicator of the supply of slowly available phosphorus in Vertisols. Soil Science Society of America Journal, 78: 139-146.

Rowell, D.L. 1994. Soil Science: Methods and Applications. Longman Group, Harlow, 345.

Weng, L., Vega, F.A. and Van Riemsdijk, W.H. 2011. Competitive and synergistic effects in pH dependent phosphate adsorption in soils: LCD modeling. Environmental Science and Technology, 45: 8420-8428.

The effect of organic matters on release of phosphorus from soil in presence of malic acid

M. Jalali, M. Jalali

P.h.D. student and professor of Bu_Ali Sina University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science

Abstract
An improved characterization of phosphorus (P) containing minerals, P leaching and effect of organic acids on P release in calcareous soils lead to better management of crop production, water quality and soil quality. The aim of this study was to investigate the effects of different concentrations of malic acid on release of P from soil amended with sugar beet waste, poultry manure and two sewage sludges. The results indicated that, the amounts of P released from different treatments with the various acids were significantly, but negatively, correlated with the equilibrium pH. The results indicated that malic acid had a greater impact on P release from poultry manure.

Keywords: amendment, malic acid