دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران
تبریز، 12 الی 14 شهریور 1390
(شیمی و آلودگی خاک و سلامت محیط زیست)

تعیین ویژگی‌های جذب فسفر با روش‌های معمول و روش تک نقطه‌ای در شماری از خاک‌های آهکی

مریم ملکی[1] و علیرضا حسین پور[2]

1-دانشجوی سابق کارشناسی ارشد دانشگاه شهرکرد

2-دانشیار گروه خاک‌شناسی دانشگاه شهرکرد

آدرس ایمیل مکاتبه کننده : Maleki_m392@yahoo.com

چکیده

جذب فسفر شدیداً بر تغذیه گیاه و آلودگی محیط تأثیر دارد. برای توصیه‌های دقیق و بهتر کود فسفره، کمی کردن جذب فسفر لازم است. اطلاعات اندکی در مورد ویژگی‌های جذب فسفر خاک‌های آهکی استان چهار محال و بختیاری وجود دارد. اهداف این تحقیق تعیین ویژگی‌های جذب فسفر با روش‌های معمول و روش تک نقطه‌ای و ارتباط این شاخص با ویژگی‌های جذب بود. نتایج نشان داد که داده‌های جذب فسفر به وسیله هم‌دماهای جذب لانگمیر، فروندلیش و خطی توصیف شدند. همچنین روش تک نقطه‌ای می‌تواند در تعیین ویژگی‌های جذب فسفر خاک‌ها استفاده شود.

کلمات کلیدی: فسفر، جذب، چهارمحال و بختیاری

مقدمه

جذب و آزاد شدن فسفر، مهم ترین فرآیندهایی هستد که غلظت فسفر در محلول خاک را کنترل می‌کنند (10). غلظت فسفر در محلول خاک و در نتیجه قابلیت استفاده این عنصر غذایی برای گیاه ارتباط نزدیکی با فرآیندهای جذب سطحی به وسیله اجزای خاک از جمله کانی‌های رسی، اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن و آلومینیوم، کربنات کلسیم و مواد آلی دارد. این ارتباط را می‌توان به وسیله هم‌دماهای جذب توصیف کرد (1). هم‌دماهای جذب، جذب محلول‌ها را به وسیله ذرات جامد در درجه حرارت ثابت و به صورت کمی توصیف می‌کنند. یک هم‌دمای جذب، مقدار ماده جذب شونده که به وسیله جذب کننده، جذب می‌شود را به عنوان تابعی از غلظت تعادلی ماده جذب شونده نشان می‌دهد. برای توصیف جذب روی سطوح خاک، تعدادی مدل یا فرمول وجود دارد. مهم‌ترین این مدل‌ها عبارتند از: معادله لانگمیر، معادله فروندلیش و معادله خطی.

معادله لانگمیر بیشتر، فرآیندهای جذب خاک را به روش‌های مکانیکی توضیح می‌دهد (7)، اما مسلماً برای تخمین‌های کمی از تأثیر شرایط خاک بر روی جذب فسفر قابل استفاده است (11). معادله فروندلیش قدیمی‌ترین معادله مورد استفاده در بررسی جذب فسفر در خاک می‌باشد. این معادله در اصل تجربی است اما می‌تواند به طور تئوری با این فرض که انرژی پیوند با افزایش سطح پوشش به صورت نمایی کاهش می‌یابد، بدست آید (9). مدل خطی یک مدل جایگزین برای معادله لانگمیر است که تعادل فسفر را با مدل کمیت- شدت توضیح می‌دهد. هم‌دماهای جذب فسفر علی رغم اینکه برای ارزیابی وضعیت فسفر در خاک بسیار مفیدند ولی به دلیل زمان بر بودن، پیچیدگی و هزینه زیادشان، برای کارهای معمول توصیه نمی‌شوند. پچ و ویلیامز (2) شاخص جذب فسفر را که از یک هم‌دمای تک نقطه‌ای حاصل می‌شود، به دست آوردند. آن‌ها بیان کردند که توصیف کمی جذب فسفر با استفاده از این شاخص به

راحتی امکان پذیر است. شاخص تک نقطه‌ای جذب فسفر به سادگی و تنها با یک بار افزودن فسفر به خاک به دست می آید. شاخص جذب فسفر، سریع، آسان و نماینده‌ای از ظرفیت جذب فسفر خاک است (6). اطلاعاتی در مورد ویژگی‌های جذب خاک‌های استان چهار محال و بختیاری وجود ندارد. بنابراین این مطالعه با اهداف زیر انجام شد:

1- تعیین ویژگی‌های جذب فسفر با روش‌های معمول در شماری از خاک‌های استان چهار محال و بختیاری
2- تعیین شاخص جذب فسفر با روش تک نقطه‌ای در خاک‌های ذکر شده
3- ارتباط ویژگی‌های جذب فسفر با شاخص جذب تک نقطه‌ای در این خاک‌ها

مواد و روش‌ها

به منظور انجام این تحقیق، تعداد 20 نمونه خاک از خاک‌های استان چهارمحال و بختیاری از عمق 30-0 سانتی‌متری جمع آوری گردید. خاک‌ها به آزمایشگاه منتقل و پس از هوا خشک شدن، از الک 2 میلی‌متری عبور داده شدند. سپس ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها با توجه به روش‌های معمول آزمایشگاهی تعیین شدند و بر اساس میزان فسفر قابل دسترس، کربنات کلسیم معادل، مواد آلی و درصد رس، تعداد 10 نمونه از بین آن‌ها انتخاب شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها به روش‌های معمول آزمایشگاهی تعیین گردید. جهت مطالعه جذب فسفر، به 2 گرم از نمونه‌های خاک (در سه تکرار) 25 میلی لیتر محلول کلرید کلسیم01/ 0 مولار دارای غلظت‌های فزاینده فسفر از 0 تا 30 میلی گرم در لیتر فسفر(از نمک KH_2PO_4) و چند قطره معرف تولوئن (برای جلوگیری از فعالیت ریزجانداران) اضافه شده و به مدت نیم ساعت تکان داده شدند. سپس به مدت 24 ساعت در دمای 1±25 درجه سانتی‌گراد در انکوباتور به تعادل رسیدند. سوسپانسیون‌ها به وسیله کاغذ صافی واتمن 42 صاف و غلظت فسفر عصاره‌های صاف شده به روش رنگ سنجی (8) تعیین گردید. مقدار فسفر جذب شده از اختلاف بین مقدار فسفر اضافه شده و مقدار فسفر تعادلی به دست آمد. سپس معادلات لانگمیر ($c/q = 1/kb + c /b$)، فروندلیش ($\log q= \log k_f +1/n \log c$) و خطی ($q=a + b. c$) بر داده‌های جذب فسفر، برازش داده شدند. در این معادلات، c و q به ترتیب، غلظت در حال تعادل فسفر بر حسب میلی‌گرم بر لیتر و مقدار فسفر جذب شده در واحد وزن جذب کننده بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد. همچنین، k و b در معادله لانگمیر، به ترتیب، ثابت متناسب با انرژی پیوند بر حسب لیتر بر میلی‌گرم و حداکثر جذب فسفر بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد. در معادله لانگمیر، حاصل‌ضرب kb ، ماکزیمم گنجایش بافری جذب (Maximum Buffering Capacity) بر حسب لیتر بر کیلوگرم می‌باشد. k_f و n در معادله فروندلیش، به ترتیب، ضریب توزیع بر حسب لیتر بر کیلوگرم و شدت جذب می‌باشد. قدر مطلق عرض از مبدا معادله خطی (a) نشان دهنده فسفر لبایل و شیب خط نشان دهنده گنجایش بافری تعادلی فسفر (Equilibrium) Buffering Capacity است (3). ضرایب معادلات لانگمیر، فروندلیش و خطی، با استفاده از رگرسیون خطی تعیین گردید. معنی‌دار بودن ضرایب با استفاده از نرم افزار SPSS بررسی شد.

برای تعیین شاخص تک نقطه‌ای جذب فسفر، 20 میلی‌لیتر محلول حاوی 75 میلی‌گرم در لیتر فسفر و چند قطره معرف تولوئن به نمونه‌ها اضافه و به مدت 18 ساعت تکان داده شدند. سپس سوسپانسیون‌ها به وسیله کاغذ صافی واتمن 42 صاف و غلظت فسفر عصاره‌های صاف شده به روش رنگ سنجی (8) تعیین گردید. شاخص جذب فسفر (Phosphorus Sorption Index) با استفاده از معادله زیر محاسبه شد.

$$PSI = X \big/ \log C$$

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که در تمام خاک‌ها هر سه مدل لانگمیر، فروندلیش و خطی، قادر به توصیف جذب فسفر بودند. در معادله لانگمیر ثابت متناسب با انرژی پیوند (k) که نشان دهنده قدرت نگه‌داری فسفر به وسیله ذرات خاک است، در دامنه 0/76- 0/50 با میانگین 0/58 لیتر بر میلی‌گرم می‌باشد. این ویژگی می‌تواند بر مقدار فسفر قابل جذب به وسیله گیاه تأثیر داشته باشد. حداکثر جذب فسفر (b) در دامنه 82/ 344- 03/ 303 با میانگین 52/ 330 میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد. در خاک‌های مورد مطالعه، دامنه تغییرات ماکزیمم گنجایش بافری (MBC) در دامنه 230/30- 161/29 با میانگین 193/24 لیتر بر کیلوگرم می‌باشد. این به این مفهوم است که اگر غلظت فسفر در محلول یک میلی‌گرم بر لیتر افزایش یابد، غلظت فسفر در فاز جامد به طور میانگین 193/24 میلی‌گرم بر کیلوگرم افزایش می یابد. در معادله فروندلیش پارامتر شدت جذب (n) در خاک‌های مورد مطالعه در دامنه 07/ 2- 1/64 با میانگین 1/76 می‌باشد. ضریب توزیع (K_f) در دامنه 107/20- 89/88 با میانگین 97/09 لیتر بر کیلوگرم می‌باشد. در مدل خطی شیب خطوط نشان دهنده گنجایش بافری تعادلی فسفر (EBC) است .گنجایش بافری تعادلی، سنجشی از توانایی خاک در حفظ شدت فسفر در محلول خاک است. دامنه تغییرات گنجایش بافری تعادلی فسفر در خاک‌های مورد مطالعه 46/40- 31/34 با میانگین 39/23 لیتر بر کیلوگرم می‌باشد. قدر مطلق عرض از مبدأ خطوط (a) که نشان دهنده فسفر لبایل است در دامنه 49/38- 26/82 با میانگین 34/28 میلی‌گرم در کیلوگرم بود. دامنه تغییرات شاخص جذب فسفر (PSI) 439/19- 410/78 با میانگین 425/43 لیتر بر کیلوگرم بود. نتایج مطالعات همبستگی نشان دا که ثابت متناسب با انرژی پیوند (k) در مدل لانگمیر با ماکزیمم گنجایش بافری (MBC) در مدل لانگمیر ،پارامتر n (شدت جذب) و k_f (ضریب توزیع) در مدل فروندلیش همبستگی مثبت معنی‌دار داشت. پارامتر حداکثر جذب فسفر (b) در مدل لانگمیر با پارامتر EBC (گنجایش بافری تعادلی فسفر)، همبستگی مثبت معنی‌دار و با پارامتر a در مدل خطی همبستگی منفی معنی‌دار داشت. همبستگی منفی معنی‌دار بین پارامتر b در مدل لانگمیر و پارامتر a در مدل خطی نشان دهنده این است که هر چه جذب فسفر در خاک بیشتر باشد، فسفر لبایل (فسفر به آسانی قابل استفاده) کم تر خواهد بود. بین پارامترهای k و b مدل لانگمیر همبستگی معنی‌داری وجود نداشت. پارامتر MBC در مدل لانگمیر با پارامتر EBC مدل خطی همبستگی معنی‌دار نداشت. عدم همبستگی پارامتر MBC با پارامتر EBC می‌تواند بیان‌گر این باشد که یا MBC یا EBC یا هیچ کدام از این پارامترها نشان دهنده گنجایش بافری نیستند. شاخص جذب تک نقطه‌ای با حداکثر جذب فسفر (پارامتر b) در معادله لانگمیر و گنجایش بافری تعادلی (EBC) همبستگی مثبت معنی‌دار داشت. بولاند و همکاران (4) و بورلینگ و همکاران (5) نیز بین شاخص جذب فسفر و حداکثر جذب فسفر در معادله لانگمیر، همبستگی خوبی گزارش کردند. نتایج نشان داد که کربنات کلسیم معادل با پارامتر حداکثر جذب (b) در مدل لانگمیر همبستگی مثبت معنی‌دار داشت. این همبستگی نشان دهنده این است که در خاک‌های مطالعه شده، کربنات کلسیم معادل یکی از عوامل مهم تأثیر گذار بر جذب فسفر است و هر چه کربنات کلسیم معادل خاک بیشتر باشد جذب فسفر نیز بیشتر است. درصد رس با هیچ یک از پارامترها همبستگی معنی‌دار نداشت. شاخص جذب فسفر با کربنات کلسیم معادل همبستگی مثبت معنی‌دار و با CEC همبستگی منفی معنی دار داشت. نتایج این تحقیق نشان داد که روش تک نقطه‌ای می‌تواند در تعیین ویژگی‌های جذب فسفر خاک‌های استان چهار محال و بختیاری استفاده شود.

منابع

1. شیروانی م و شریعتمداری ح،1380. استفاده از هم‌دماهای جذب سطحی به منظور تعیین شاخص‌های ظرفیت بافری فسفر برخی خاک‌های آهکی استان اصفهان. هفتمین کنگره علوم خاک ایران، 4 تا 7 شهریور، دانشگاه شهرکرد، صفحه‌های 357- 356.
2. Bach BW and Williams EG, 1971. A phosphate sorption index for soils. Journal of Soil Science, 22: 287-301.
3. Bertrand I, Holloway RE, Armstrong RD and Mclaughlin MJ, 2003. Chemical characteristics of phosphorus in alkaline soils from southern Australia. Australian Journal of Soil Research, 41: 61-76.
4. Bolland MDA, Gilkes RJ, Brennan RF and Allen DG, 1996. Comparison of seven phosphorus sorption indices. Australian Journal of Soil Research, 34: 81–89.
5. Börling K, Otabbong E and Barberis E, 2001. Phosphorus sorption in relation to soil roperties in some cultivated Swedish soils. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 59: 39–46.
6. Bruland GL and Richardson CJ, 2005. A spatially explicit investigation of phosphorus sorption and related properties in two riparian wetlands. Journal of Environmental Quality, 33:785–794.
7. Harter RD and Smith G, 1981. Longmuir equation and alternate methods of studying adsorption reactions in soils. In: Dowdy RH et al. (eds). chemistry in the soil environment.. America Society Agronomy, Madison, WI.
8. Murphy J and Rilley HP, 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Analytica Chimica Acta, 27:31-36.
9. Sibbesen E, 1981. Some new equations to describe phosphate sorption by soils. Journal of Soil Science, 32: 67-74.
10. Sui Y and Thompson ML, 2000. Phosphorus sorption, desorption and buffering capacity in a biosolids-amended mollisol. Soil Science Society of America Journal, 64: 164-169.
11. Vadas PA and Sims JT, 1999. Phosphorus sorption in manured Atlantic coastal plain soila under flooded and drained conditions. Journal of Environmental Quality, 28: 1870-1877.